


Autor:	Dipl.-Ing. (univ.) Sebastian Smykowski, Dipl.-Ing. Prof. Dr. Jochen Buck, Univ.-Prof. Dr. phil. Klaus Bengler, München	Quelle:	 ADAC Verlag GmbH, München
Dokumenttyp:	Aufsatz	Fundstelle:	DAR 2014, 225-233

Geschwindigkeitsmessung mit dem Einseitensensor ES 3.0 und ihre Abhängigkeit von der Mensch-Maschine-Interaktion

Von Dipl.-Ing. (univ.) Sebastian Smykowski, Dipl.-Ing. Prof. Dr. Jochen Buck, Univ.-Prof. Dr. phil. Klaus Bengler, München

Kurze Funktionsweise des Einseitensensors ESO ES 3.0

Wie aus SMYKOWSKI [2013] hervorgeht, handelt es sich beim Einseitensensor ES 3.0 um ein passives Geschwindigkeitsüberwachungsgerät, welches nach dem Messprinzip „Weg-Zeit-Messung“ die Geschwindigkeit eines vorbeifahrenden Fahrzeuges bestimmt. Der „Weg“ ist hierbei mit den Abständen der einzelnen Sensoren für die Geschwindigkeitsmessung S 1, S 2 und S 3 von je 250 mm bzw. 500 mm Total, wie in Abbildung 1 dargestellt, definiert. Die „Zeit“ wird hingegen durch die Messanlage gemessen. Aus dem definierten „Weg“ und der gemessenen „Zeit“ wird die Geschwindigkeit bestimmt.

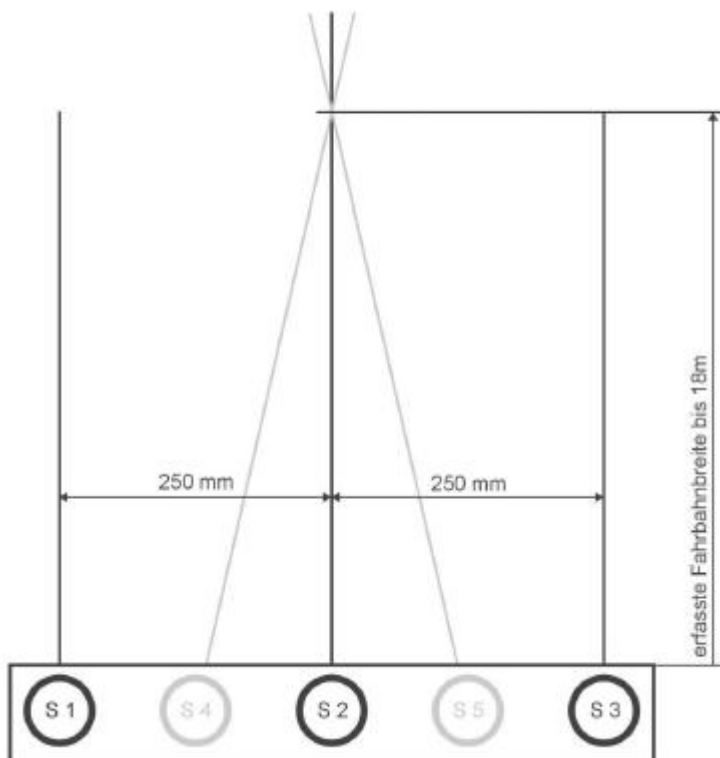


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Einseitensensors ES 3.0

Im Rahmen der Geschwindigkeitsmessung werden drei einzelne Geschwindigkeitswerte bestimmt – zwischen den Sensoren S 1 und S 2, S 2 und S 3 sowie ein Kontrollwert zwischen S 1 und S 3. Die einzelnen Geschwindigkeitswerte dürfen um maximal 2% voneinander abweichen, bevor die Messung verworfen wird. Bei dem ermitteltem Geschwindigkeitsmesswert handelt es sich um den Mittelwert, der nach der Güte der Kurven gewichtet ist [ESO 2013b].

Bei den einzelnen Sensoren handelt es sich um zwei nebeneinander angebrachte Fotoelemente, die von der Differenz der Helligkeit abhängige Signale liefern [PTB 2013].

Der Sichtbereich eines Sensors bzw. dessen Erfassungsbereich in einer Entfernung von 18 m ist ca. 0,25 m breit und ca. 0,5 m hoch. Bei einem Matrixsensor, der aus drei übereinander angeordneten Sensoren besteht, ist die erfasste bzw. sichtbare Fläche des Sensors ca. 0,25 m breit und ca. 1,5 m hoch [ESO 2013b]. Aus der Gebrauchsanweisung geht für den gesamten Sichtbereich bzw. Erfassungsbereich des Einseitensensors ES 3.0 in einer Entfernung von 18 m eine Breite von ca. 1m hervor, wobei die Erfassungshöhe unverändert bleibt [ESO 2013a].

Der Zulassungsinhaber gibt in der Gebrauchsanweisung als Quarzfrequenz für den analog/digital-Wandler 100.000 Hz pro Kanal an [ESO 2013a]. Das bedeutet, dass alle 10 μ s (0,00001 Sekunden) ein Messsignal aufgezeichnet wird. Als Messsignal ist ein Ausschlag auf einer kontinuierlichen Zeitachse zu verstehen. Bei unveränderter Grundhelligkeit erfolgt kein Ausschlag. Das Signal wird auf der kontinuierlichen Zeitachse eben bzw. horizontal aufgezeichnet. Fährt hingegen ein Fahrzeug in den Sicht- bzw. Erfassungsbereich hinein, so erfolgt eine Auslenkung von der Abszissenachse. Der Wechsel von Hell ins Dunkel generiert einen positiven Ausschlag, während der Übergang von Dunkel ins Helle eine negative Auslenkung erzeugt.

Neben den Sensoren S 1, S 2 und S 3 sind zwei zusätzliche Sensoren im Einseitensensor ES 3.0 verbaut. Hierbei handelt es sich um die Sensoren S 4 und S 5, wie in Abbildung 1 schematisch dargestellt. Im Gegensatz zu den rechtwinklig angebrachten Sensoren S 1, S 2 und S 3 sind die beiden Sensoren S 4 und S 5 um ca. 0,4 Grad gegenüber der Normalen, zum Sensor S 2, schräggestellt [PTB 2013]. Durch die Schrägstellung wird eine eichfähige Seitenabstandsmessung möglich und es wird der maximale Erfassungsbereich auf 18m beschränkt, da sich in diesem Punkt die drei Achsen der Sensoren S 2, S 4 und S 5 schneiden.

Im Rahmen der Seitenabstandsmessung werden zwei voneinander unabhängige Seitenabstandswerte bestimmt. Aus den zwei Einzelwerten wird sodann ein Mittelwert bestimmt, wobei die zwei Einzelwerte untereinander maximal um 1 m voneinander abweichen dürfen [ESO 2013c].

Durch das Fahrzeug, welches in den Sicht- bzw. Erfassungsbereich des geschwindigkeitsmessenden Einseitensensors hineinfährt, wird ein fahrzeugindividuelles Signal- bzw. Helligkeitsprofil generiert und in der Messdatendatei abgespeichert. Unter idealen Bedingungen werden von den einzelnen Sensoren identische Signale aufgezeichnet.

Das in der Messdatendatei im eso-Format abgespeicherte Signalprofil kann beim Zulassungsinhaber ESO GmbH aus der eso-Datei extrahiert werden. In Abbildung 2 ist ein Signalprofil eines metallicsilbernen Opel Astra J dargestellt, so wie es digitalisiert bzw. von den fünf einzelnen Sensoren aufgezeichnet wurde.

Die Signalverläufe werden mithilfe einer softwarebasierten Korrelationsrechnung abgeglichen bzw. ausgewertet, um die Zeitdifferenzen zwischen den Signalverläufen der einzelnen Sensoren zu bestimmen. In Abbildung 3 ist das Signalprofil aus Abbildung 2 dargestellt, wobei die einzelnen Signale auf den Messwert übereinander gelegt sind.

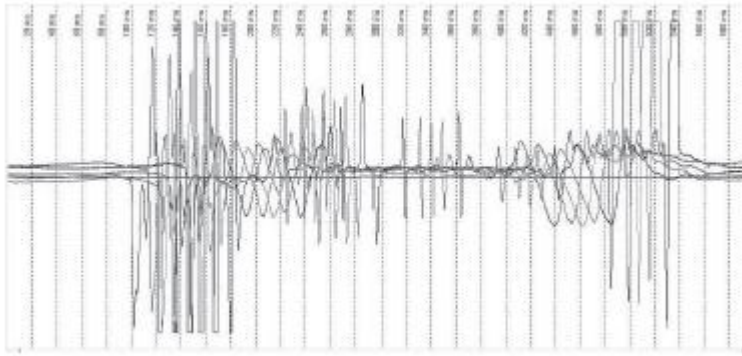


Abbildung 2: Signalprofil eines Opel Astra J im Originalzustand

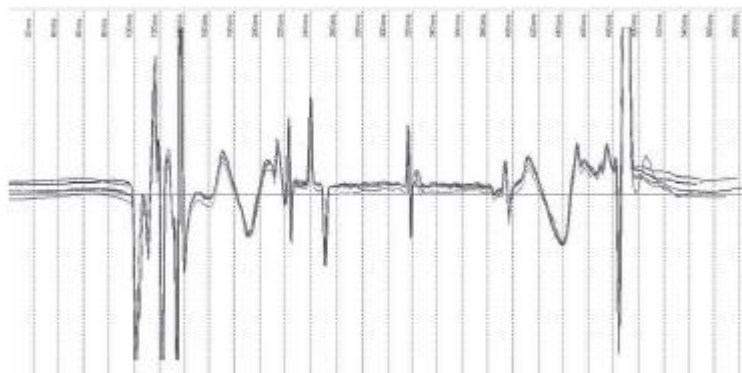


Abbildung 3: Signalprofil eines Opel Astra J auf den Messwert gelegt

Aus Abbildung 2 und Abbildung 3 geht hervor, dass in der eso-Datei ein Histogramm nicht abgespeichert wird. Bei einem Histogramm handelt es sich um eine grafische Darstellung einer Häufigkeitsverteilung. Häufigkeiten werden vorliegend nicht aufgezeichnet.

Ergibt die Auswertung des Signalprofils, dass die eingestellte Geschwindigkeit erreicht oder überschritten wurde und befindet sich das den Messwert verursachende Fahrzeug innerhalb eines definierten Abstandsgebietes, so wird in dem Moment, in dem das Fahrzeug ca. 3m am Sensor S 2 vorbei gefahren ist, ein Messbild erstellt. Das gemessene und zu dokumentierende Fahrzeug wird sodann, unabhängig seiner Geschwindigkeit, im Bereich der Fotolinie abgebildet. Als Fotolinie definiert der Zulassungsinhaber „eine gedachte Linie am Fotopunkt quer über die Straße parallel zur Blickrichtung des Sensorkopfs“ [ESO 2013a], wobei als Fotopunkt der Ort zu verstehen ist, „... an dem sich die Vorderfront des gemessenen Fahrzeugs auf dem Messfoto befindet“ [ESO 2013a].

Für die Fotoauslösung wird ein vorläufiger Geschwindigkeitswert herangezogen, der innerhalb von ca. 2,5 m nach Einfahrt des Fahrzeuges in den Erfassungsbereich bzw. der Fahrzeugerkennung zustande kommen muss [ESO 2013b].

Aus der Bedienungsanleitung geht das Wort „Triggersignal“ hervor [ESO 2013a]. Als Triggersignal definiert der Zulassungsinhaber ein Signal bei der Einfahrt eines Fahrzeuges in den Sichtbereich der Sensoren, welches verschiedene Triggerbedingungen erfüllt [ESO 2013b]. Der Zeitpunkt der ersten Fahrzeugerkennung ist als Triggerpunkt zu bezeichnen.

Einen Hardware-Trigger gibt es beim ES 3.0 nicht. Vielmehr handelt es sich um eine softwareseitige Bestimmung durch einen „extremen“ Ausschlag bei der Helligkeitsauswertung. Den Ausführungen des Zulassungsinhabers zufolge, wird beispielsweise ein vom ES 3.0 detektierter, einem Fahrzeug vorausziehender Schatten, in der Regel durch die Software erkannt und nicht als Triggerpunkt für die Fahrzeugerkennung benutzt. Im Rahmen forensischer Begutachtungen wurde dies auch durch die Autoren festgestellt.

Die Zuordnung einer gemessenen Geschwindigkeit zum verursachenden Fahrzeug erfolgt über die Fotoposition und den Seitenabstandswert. Bezüglich der Streubreite der Fahrzeugpositionen in Bezug auf die Fotolinie teilte der Zulassungsinhaber ESO mit, dass diese systembedingt um 10 % variieren kann [ESO 2013c]. Die Toleranz der Abstandsmessung im gesamten Erfassungsbereich von 18 m wird in der

Gebrauchsanweisung [ESO 2013a] und der Innerstaatlichen Bauartzulassung [PTB 2013] mit 1 m angegeben.

Geschwindigkeitsmessung und ihre Abhängigkeit von der Mensch-Maschine-Interaktion

Bei der Zulassung der Messgeräte wird darauf geachtet, dass der Einfluss des Menschen auf das Messergebnis so gering wie möglich ist. Deshalb sind in den letzten Dekaden die von der PTB definierten Anforderungen an Messgeräte immer strenger geworden. Es ist auch festzustellen, dass immer weniger Messgeräte den aufmerksamen Messbetrieb erfordern, da durch technische Maßnahmen die Zuordnungssicherheit einer festgestellten Geschwindigkeit zum gemessenen Fahrzeug gewährleistet wird. Deshalb sind die PTB-Bauartzulassungsprüfungen neben der richtigen Messwertbildung auch auf die Erfordernisse einer eindeutigen Zuordnung von Messwerten zu Fahrzeugen abgestimmt [PTB 2010].

Im Rahmen der Bauartzulassungsprüfung führt die PTB entsprechende Untersuchungen durch, bei denen unterschiedliche Aufstellungsvarianten untersucht werden. Dies erfolgt nach Gebrauchsanweisung. Die Begründung hierfür lautet: *„Allgemein gilt, dass durch die Zulassung der Gerätebauart, die regelmäßige Eichung der einzelnen Geräte und durch den Einsatz entsprechend den Festlegungen in der Gebrauchsanweisung gewährleistet ist, dass die gesetzlich vorgeschriebenen Verkehrsfehlergrenzen... stets eingehalten werden.“* [PTB 2010].

Aus vorausgehendem Zitat geht hervor, dass wenn die Vorgaben in der Bedienungsanleitung des Messgerätes an eine ordnungsgemäße Messung nicht eingehalten werden, es sich nicht mehr um eine standardisierte Messung handelt und die Verkehrsfehlergrenzen nicht mehr eingehalten werden. Es ist jedoch so, dass Abweichungen nicht zwingend zur Unverwertbarkeit der Messung oder der Erhöhung der zu berücksichtigenden Toleranzen führen, da die Nichteinhaltung einer Verfahrensrichtlinie bedeutet, dass bei individueller Prüfung einer Messung diese als „Falsch“ oder als „Abweichend“ zu bezeichnen ist.

Der Autor bearbeitet am Lehrstuhl für Ergonomie an der Technischen Universität München die Fragestellung, ob die Richtlinien an eine standardisierte bzw. richtlinienkonforme Messung im Sinn der menschlichen Zuverlässigkeit eingehalten werden [SMYKOWSKI ET AL. 2013]. Hierbei wird vor allem untersucht, wie sich Abweichungen vom Messprotokoll auf das Messergebnis und die Zuordnungssicherheit auswirken, die durch Variation im Nutzerverhalten resultieren.

Standardisierte Messung mit dem Einseitensensor ES 3.0

Der Zulassungsinhaber des Geschwindigkeitsüberwachungsgerätes Einseitensensor ES 3.0 führt in der Gebrauchsanweisung aus, dass die Messung als standardisiertes Messverfahren gilt, wenn die Vorgaben im Kapitel „Durchführung von amtlichen Messungen“ erfüllt werden [ESO 2013a]. Nachfolgend werden relevante Punkte gemäß der Gebrauchsanweisung [ESO 2013a] vorgetragen.

Im Rahmen der Vorbereitung der Anlage und der Messstelle müssen relevante Daten zur Messstelle dokumentiert werden, die unter Umständen bei der Auswertung der Messung benötigt werden. Hierbei handelt es sich um die Anzahl

- 226 -

Smykowski/Buck/Bengler, DAR 2014, 225-233

- 227 -

der Fahrspuren und deren Breiten, den Abstand zwischen Einseitensensor und Straße sowie die Lage der Fotolinie.

Anzahl und Breiten der einzelnen Fahrspuren müssen erfasst werden, wobei eine Genauigkeit von einem zehntel Meter (= 0,1 m) bei der Breitenangabe gefordert wird. Ebenfalls ist der Abstand zwischen dem geschwindigkeitsmessendem Einseitensensor und der Straße mit einer Genauigkeit von einem zehntel Meter zu bestimmen. Während der Messung darf der Abstand des Einseitensensors zum Fahrbahnrand verändert werden, wobei der neue Abstandswert dem Messsystem mitgeteilt werden muss, bevor der Messbetrieb fortgeführt wird.

Vor Messbeginn bzw. bei der Aufstellung des Einseitensensors muss die Steigung der Straße mit der Neigungswasserwaage auf den Einseitensensor übertragen werden. Das bedeutet, dass die Fahrbahn-

längsneigung mittels der Neigungswasserwaage auf den geschwindigkeitsmessenden Einseitensensor übertragen werden muss. Dies ist in Abbildung 4 als Neigungswinkel um die Querachse des Messgerätes visualisiert.

Den Ausführungen des Zulassungsinhabers zufolge ist eine parallele Aufstellung des Einseitensensors zur Straße in Fahrtrichtung gesehen zu vernachlässigen, da eine Messung zu Gunsten des Fahrzeuges erfolgen würde [ESO 2013a]. Dies betrifft die Ausrichtung des Einseitensensors um die Hochachse, also eine Parallelität zwischen der Längsachse des Einseitensensors und dem Fahrbahnrand bzw. der Fahrbahn­längsachse (siehe Abbildung 4).

Auch führt der Zulassungsinhaber aus, dass die Blickrichtung des Einseitensensors über die Straße frei gewählt und dieser somit abgesenkt werden kann, um weiter entfernte Fahrbahnen auszublen­den. Dies entspricht dem Rollwinkel, also einer Verdrehung um die Längsachse (siehe Abbildung 4).

Ferner kann die Aufstellhöhe frei gewählt werden.

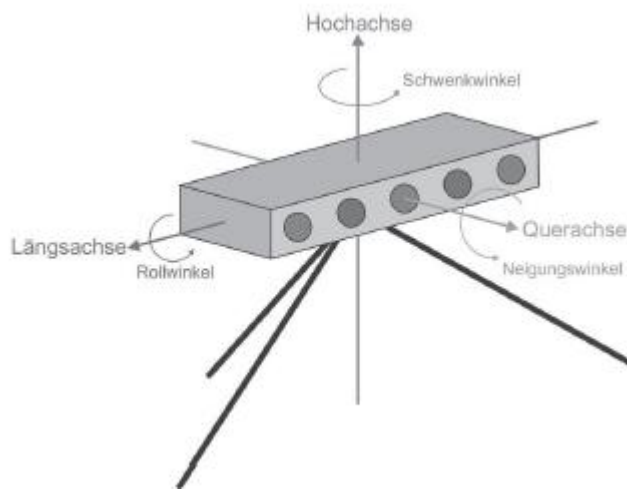


Abbildung 4: Schematische Darstellung des ES 3.0 mit den Winkelfreiheitsgraden Neigungs-, Roll- und Schwenkwinkel

Zu Fotopunkt und Fotolinie führt der Zulassungsinhaber aus, dass der Abstand des Fotopunktes vom mittleren Sensor aus, in Fahrtrichtung gesehen, ca. 3m bei den kabelgebundenen Kameras beträgt. Der Ort der Fotolinie muss für jede überwachte Fahrtrichtung in einem Fotolinienbild dokumentiert werden. Dies kann mit einer Markierung erfolgen, die in einem Messfoto sichtbar ist. Als Markierung wird zum Beispiel ein Leitkegel, eine Reflexfolie, ein Kreidestrich oder eine Markierung mit einer Spraydose aufgeführt [ESO 2013a].

Sollte durch eine Änderung an der Aufstellung der Anlage oder vorgenommenen Einstellungen am Gerät der Bildausschnitt verändert werden, muss die Fotolinien­dokumentation gegebenenfalls wiederholt werden. Sollte ein Leitkegel verwendet werden, muss dessen Auflagepunkt auf der Straße sichtbar sein. Die Festlegung des Fotolinienverlaufes nur durch eine Markierung wird gestattet.

Im Messbetrieb müssen die gemessenen Fahrzeuge durch die dokumentierenden Fotoeinrichtungen so abgebildet werden, dass das Kennzeichen lesbar, der Fahrer erkennbar und eine eindeutige Zuordnung des Messwertes zum abgebildeten Fahrzeug möglich ist, wobei nicht alle Fahrbahnabschnitte abgebildet werden müssen, auf denen Messungen entstehen können.

Im automatischen Messmodus mit entsprechend eingesetzten Fotoeinrichtungen ist ein aufmerksamer Messbetrieb nicht erforderlich.

Nach der Messung bzw. bei Messende muss die Ausrichtung des Einseitensensors mit der Neigungswasserwaage geprüft werden, um mögliche Veränderungen in dessen fahrbahnparalleler Ausrichtung festzustellen. Geringfügige Abweichungen werden durch den Zulassungsinhaber gestattet, deutliche Veränderungen nicht. Ein exakter Wert wird in der Gebrauchsanweisung nicht aufgeführt. Aus dem Zusammenhang ergibt sich jedoch, dass dieser 2 Grad beträgt.

Die Zuordnung einer gemessenen Geschwindigkeit zum verursachenden Fahrzeug erfolgt über die Fotoposition und den Seitenabstandswert.

Wird eine amtliche Geschwindigkeitsüberwachung durchgeführt, so ist „... über die Einrichtung der Messstelle, die Ergebnisse der Funktionsprüfung und den Ablauf des Messeinsatzes... ein Messprotokoll zu fertigen...“ [VÜ-Richtlinie 2006]. Aus dem Messprotokoll ergeben sich alle Notwendigkeiten für eine retrospektive Überprüfung.

Auswirkungen von Handhabungsfehlern auf die Messung mit dem Einseitensensor ES 3.0

Im Vordergrund steht die Frage, ob es bei einer Abweichung von der Verfahrensrichtlinie, ergo den in der Gebrauchsanweisung niedergeschriebenen Vorgaben an eine standardisierte Messung, zu einer Fehlmessung kommen kann. HÄRTL [1997] definiert eine Fehlmessung als „Messung einer Geschwindigkeit mit einem Messwert, der zur Anzeige kommt, obwohl die Abweichung von der wahren Geschwindigkeit die zugelassenen Fehlergrenzen überschreitet.“

Von messtechnischer Bedeutung ist die Angabe im Messprotokoll darüber, ob der geschwindigkeitsmessende Einseitensensor zu Beginn der Messung mit der Neigungswasserwaage aufgestellt wurde und ob dessen fahrbahnparallele Ausrichtung am Ende der Messung wiederholt überprüft wurde. Hierbei handelt es sich um die Ausrichtung parallel zur Fahrbahnoberfläche in Fahrtrichtung. Ist die ordnungsgemäße Ausrichtung retrospektiv nicht feststellbar, so kann unter Umständen nicht bewertet werden, ob es zu einer Verkürzung der Messbasis und somit zu einem höher gemessenen Geschwindigkeitswert kam, der in das Tatfoto eingebildet wurde, als der real vom betroffenen Fahrzeug gefahrene.

Diese Fragestellung haben SIEGLE und FÖRCH [2010] untersucht und festgestellt, dass alle Schwankungen der Messwerte mit den statistischen Fluktuationen innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzen verträglich waren, wobei die Schrägstellungen bis 10 Grad untersucht wurden.

Da es im Rahmen der amtlichen Geschwindigkeitskontrolle nicht nur auf eine korrekte Messung sondern auch auf die Zuordnungssicherheit ankommt stellt sich weiter die Frage, wie sich der zuvor genannte Handhabungsfehler auf die Zuordnungssicherheit einer festgestellten Geschwindigkeit zum gemessenen Fahrzeug auswirkt?

- 227 -

Smykowski/Buck/Bengler, DAR 2014, 225-233

- 228 -

Wie wirkt sich eine vom Soll abweichende Aufstellung des geschwindigkeitsmessenden Einseitensensors ES 3.0 auf die Zuordnungssicherheit aus?

Um die zuvor formulierte Frage zu beantworten wurden Versuche durchgeführt. Im Vorfeld wurde definiert, dass die Änderung des Neigungswinkels und die Variation des Neigungswinkels sowie des Rollwinkels auf die Zuordnungssicherheit untersucht werden. Die Zuordnung einer gemessenen Geschwindigkeit zum verursachenden Fahrzeug erfolgt beim ES 3.0 einerseits über die Fotoposition und andererseits über den im Datenfeld des Tatfotos eingebildeten Seitenabstandswert.

Über eine Ausschreibung wurden zehn Probanden mit ihren Fahrzeugen akquiriert. Als Probandenfahrzeuge standen zur Verfügung ein schwarzer BMW X1, drei Opel Astra unterschiedlicher Modellreihen und in den Farben silber, rot und grün, ein grauer BMW 1er, ein silberner Mazda 323, ein roter Fiat Punto, ein weißer VW Sharan, ein silberner Peugeot 207sw sowie ein roter VW T3-Bus. Die Lenker der Fahrzeuge wurden eingewiesen. Vorgabe war, dass die Fahrzeuggeschwindigkeit vor, an und nach der Messstelle konstant zu halten sei. Eine Mindestgeschwindigkeit von 30 km/h wurde vorgegeben.

Versuchsaufbau

Die Messstelle wurde so gewählt, dass wenig Fremdverkehr vorliegt. Lag Fremdverkehr vor, wurde die Messanlage aus dem Messbetrieb heraus genommen. Es wurde darauf geachtet, dass die Fahrbahno-

berfläche im Bereich der Messstelle ohne Unebenheiten ist, da Vorversuche eine frühe Annullierung aufgrund von Fahrzeugschwingungen gezeigt haben.

Zur Geschwindigkeitsmessung wurde eine geeichte ES 3.0 Messanlage eingesetzt, welche mit der Softwareversion 1.004 betrieben wurde. Beim Einseitensensor handelt es sich um die Standardausführung ohne Matrix-Funktion.

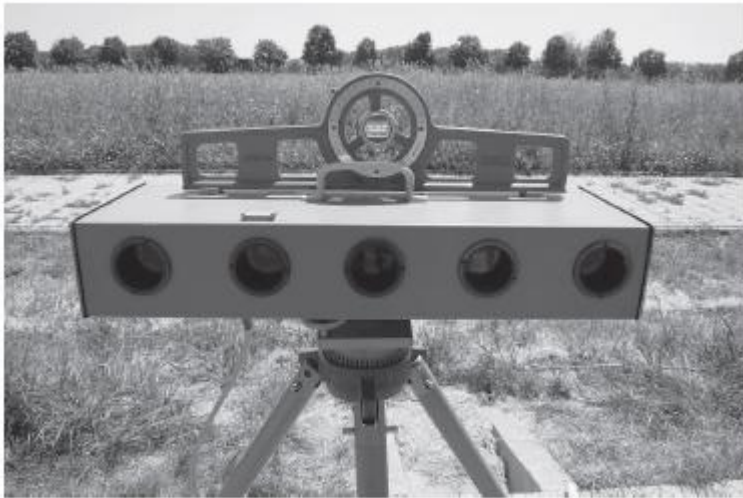


Abbildung 5: ES 3.0 mit Neigungswasserwaage (N:0°|R:0°) – hier Neigungswinkel

Der Einseitensensor wurde gemäß den Vorgaben einer standardisierten Messung aufgestellt, d. h. dass die Neigung (N) der Fahrbahn längsachse auf den Einseitensensor übertragen wurde. Das entspricht der Einstellung N:0°. Zusätzlich wurde die Fahrbahnquerneigung, im Bereich der Messlinie des überwachten Richtungsfahrtstreifens, auf den Einseitensensor übertragen. Dies entspricht der Einstellung des Rollwinkels (R) mit R:0°. In Abbildung 5 und Abbildung 6 ist der geschwindigkeitsmessende Einseitensensor ES 3.0 mit der Neigungswasserwaage dargestellt.

Die Aufstellhöhe des Einseitensensors über Fahrbahn wurde mit ca. 0,8m gewählt. Diese Aufstellhöhe ermöglicht,



Abbildung 6: ES 3.0 mit Neigungswasserwaage (N:0°|R:0°) – hier Rollwinkel

dass bei einem Rollwinkel von 8 Grad, also der Neigung quer zur Fahrtrichtung, der Gegenrichtungsfahrtstreifen an der ausgewählten Messstelle, an der die Untersuchung stattfand, ausgeblendet wird – so wie es in der Gebrauchsanweisung [ESO 2013a] gestattet wird. In dieser Einstellung trifft die Mittelebene des Sichtfensters bei ca. 5,7 m auf die Fahrbahnoberfläche auf. Das entspricht dem Mittelstreifen an der Messstelle.

Der Versuch wurde nach den in Tabelle 1 aufgeführten Faktorstufen durchgeführt. Die Probanden haben die Messstelle pro Einstellungsstufe zwei Mal durchfahren, sodass bei zehn Probanden insgesamt 20 Messungen pro Faktorstufe vorlagen. Der Neigungswinkel (N) wurde im einfaktoriellen Versuch in 2

Grad Stufen bis zu einer Abweichung von 16 Grad manipuliert. In Abbildung 7 ist die Einstellungsstufe N:14°|R:0° dargestellt, da bei Überschreitung des Neigungswinkels von 14 Grad die Verkehrsfehlergrenze von 3 % überschritten wird. Im zweifaktoriellen Versuch wurden der Neigungswinkel (N) und der Rollwinkel (R) kombiniert jeweils in 4 Grad Stufen verstellt, bis eine maximale Verstellung von je 8 Grad erreicht wurde. Für alle 15 untersuchten Einstellungsstufen ergeben sich insgesamt 300 Messungen.

Rollwinkel [Grad]	Neigungswinkel [Grad]										einfaktorieller Versuchsplan
	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
0	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	zweifaktorieller Versuchsplan
4	20		20		20						
8	20		20		20						
zweifaktorieller Versuchsplan										Total	300

Tabelle 1: Faktorstufen des einfaktoriellen und zweifaktoriellen Versuchs

In den dokumentierten Messungen wurde der Verlauf der Fotolinie bestimmt und die Position der dokumentierten Fahrzeuge zu dieser bewertet. Auch wurden die Messbilder fotogrammetrisch ausgewertet um die Abweichung der Seitenabstandsmessung zwischen dem im Datenfeld des Tatfotos eingblendeten Wert und dem realen Wert zu ermitteln. Hiermit wurde die Genauigkeit der Seitenabstandsmessung überprüft. Ferner wurde in der Versuchsreihe „Variation des Neigungswinkel“ untersucht, wie sich eine vom Soll abweichende Aufstellung des Einseitensensors auf das Annullationsverhalten der Anlage auswirkt.

- 228 -

Smykowski/Buck/Bengler, DAR 2014, 225-233

- 229 -

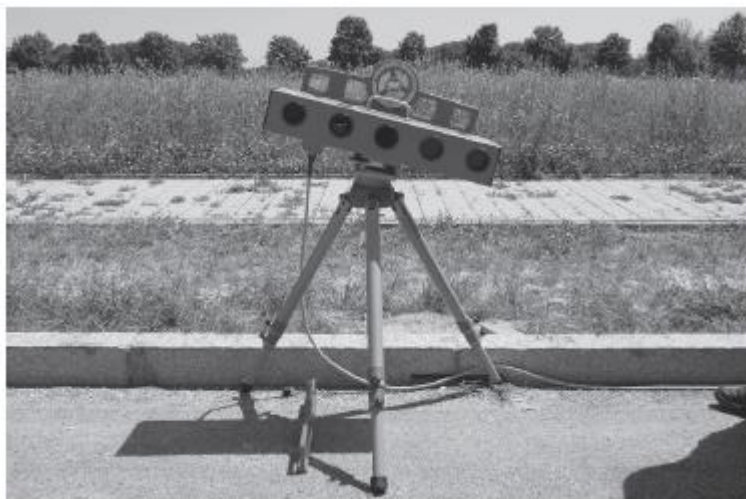


Abbildung 7: ES 3.0 in der Einstellung N:14°|R:0°

Erste Versuchsreihe

Variation des Neigungswinkels bezogen auf das Annullationsverhalten

Die dokumentierten Messungen sowie die vom Messsystem erstellten Statistikdateien und die manuellen Zählungen wurden ausgewertet und in nachfolgende Diagramme überführt. Diagramm 1 zeigt die Anzahl der gesamten Durchfahrten, die Anzahl der hierbei erkannten Fahrzeuge und die Anzahl der dokumentierten Fahrzeuge für die neun untersuchten Einstellungsstufen.

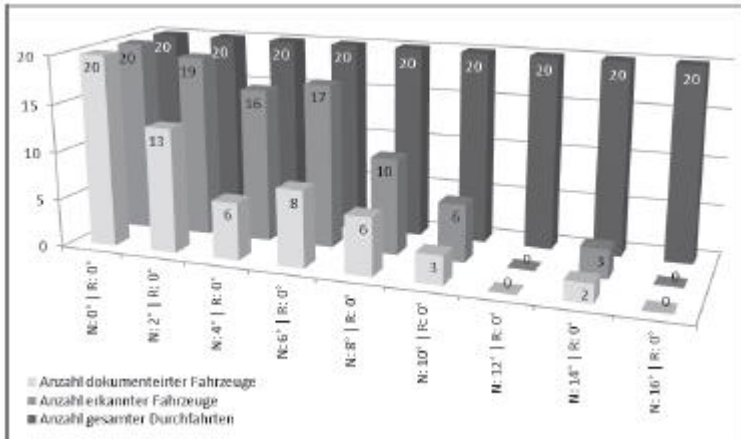


Diagramm 1: statistische Auswertung bei Variation des Neigungswinkels (N:x|R:0°)

Als erkanntes Fahrzeug ist ein solches zu verstehen, dass in die Statistikdatei eingetragen wurde. Nicht erkannte Fahrzeuge haben die Messanlage passiert, wurden jedoch nur als Hintergrundrauschen wahrgenommen, da die Abweichungen der einzelnen Signalprofile der Sensoren zu groß waren. Bei einem dokumentierten Fahrzeug wurden die geräteinternen Kriterien für eine gültige Messung eingehalten.

Dem Diagramm 1 ist zu entnehmen, dass beispielsweise in der ersten Einstellungsstufe „N:0°|R:0°“ von 20 vorbeifahrenden Fahrzeugen auch 20 Fahrzeuge vom Messsystem erkannt und 20 Fahrzeuge dokumentiert wurden. In der dritten Stufe „N:4°|R:0°“ wurden beispielsweise von 20 passierenden Fahrzeugen nur noch 16 Fahrzeuge erkannt und hiervon 6 Fahrzeuge dokumentiert. In der neunten Einstellungsstufe „N:16°|R:0°“ wurden von 20 an der Messanlage vorbeifahrenden Fahrzeugen keine Fahrzeuge erkannt und auch keine Fahrzeuge dokumentiert.

Aus Diagramm 1 lässt sich das Diagramm 2 ableiten. Es stellt das Verhältnis der durchgefahrenen Fahrzeuge zur Anzahl der erkannten Fahrzeuge sowie das Verhältnis der durchgefahrenen Fahrzeuge zur Anzahl der dokumentierten Fahrzeuge, jeweils in Prozent, dar.

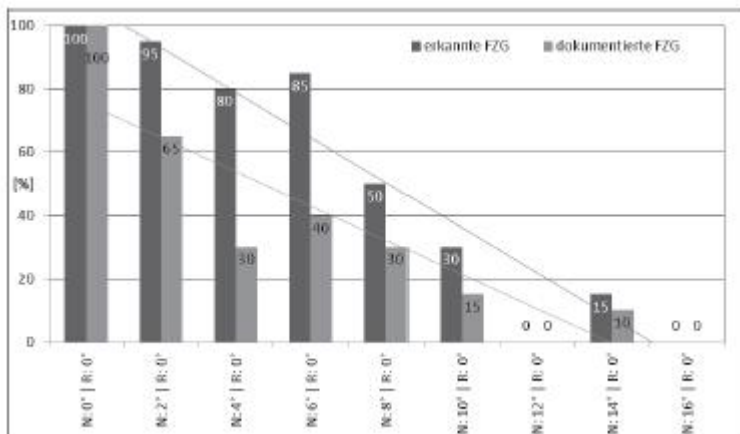


Diagramm 2: erkannte und dokumentierte Fahrzeuge bezogen auf die Anzahl der durchgefahrenen Fahrzeuge

Dem Diagramm 2 ist zu entnehmen, dass beispielsweise in der ersten Einstellungsstufe „N:0°|R:0°“ 100 % der durchgefahrenen Fahrzeuge erkannt wurden und 100 % aller Fahrzeuge dokumentiert wurden. In der dritten Stufe „N:4°|R:0°“ wurden beispielsweise 80 % der durchgefahrenen Fahrzeuge erkannt und 30% aller Fahrzeuge dokumentiert. In der neunten Einstellungsstufe „N:16°|R:0°“ wurden 0 % der Fahrzeuge erkannt und 0 % der Fahrzeuge dokumentiert. In diesem Diagramm sind auch Trendlinien dargestellt. Diese zeigen, dass mit zunehmender Abweichung des Neigungswinkels die Zahl erkannter und dokumentierter Fahrzeuge stetig sinkt.

Aus Diagramm 1 und Diagramm 2 lässt sich die Annullationsrate bestimmen und diese in das Diagramm 3 überführen.

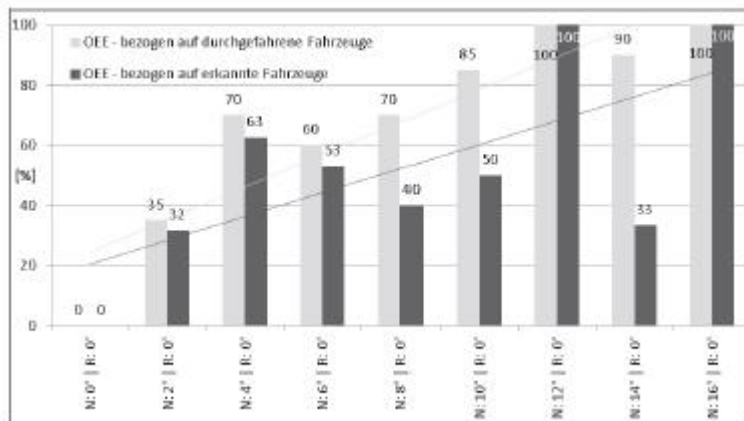


Diagramm 3: Annullation (OEE) bezogen auf durchgefahrene und erkannte Fahrzeuge

Dem Diagramm 3 ist zu entnehmen, dass beispielsweise in der ersten Einstellungsstufe „N:0°|R:0°“ 0 % der Messungen annulliert wurden, weder in Bezug auf die durchgefahrenen Fahrzeuge, noch in Bezug auf die erkannten Fahrzeuge. In der dritten Stufe „N:4°|R:0°“ wurden beispielsweise 70 % der Messungen, bezogen auf die Anzahl der durchgefahrenen Fahrzeuge annulliert. Auf die Anzahl der erkannten Fahrzeuge bezogen ist eine Annullationsrate von 63 % zu ermitteln. Für die neunte Einstellungsstufe „N:16°|R:0°“ bedeutet dies beispielsweise, dass 100 % der Messungen, bezogen auf die Anzahl der durchgefahrenen Fahrzeuge annulliert wurden. Auf die Anzahl der erkannten Fahrzeuge bezogen ist eine Annullationsrate von 100 % zu ermitteln. Die in das Diagramm 3 eingezeichneten Trendlinien zeigen, dass mit zunehmender Abweichung des Neigungswinkels vom Soll die Annullationsrate bezogen auf die Anzahl der durchgefahrenen Fahrzeuge, wie auch auf die Anzahl der erkannten Fahrzeuge, stetig steigt.

- 229 -

Smykowski/Buck/Bengler, DAR 2014, 225-233

- 230 -

Aus der Kombination der Diagramme 2 und 3 lässt sich die Aussage treffen, dass in der Einstellungsstufe „N:4°|R:0°“ 80% der durchgefahrenen Fahrzeuge erkannt wurden und hiervon 70 % der Messungen annulliert wurden. Für die Einstellungsstufe „N:14°|R:0°“ bedeutet eine mögliche Kombination beispielsweise, dass nur 15 % der durchgefahrenen Fahrzeuge erkannt wurden und hiervon 90 % annulliert wurden.

Aus einer bekannten Annullationsrate lassen sich somit im Rahmen einer idealen Messung näherungsweise Rückschlüsse auf eine mögliche Abweichung in der Ausrichtung des Einseitensensors schließen.

Variation des Neigungswinkels bezogen auf die Seitenabstandsmessung

Die dokumentierten Messungen wurden fotogrammetrisch ausgewertet. Es wurde die Abweichung zwischen dem im Datenfeld des Tatfotos eingblendeten Seitenabstandswert zur erfassten Fahrzeugseite und dem fotogrammetrisch ermittelten realen Abstand ermittelt. Die Mittelwerte der Abweichungen bei der Seitenabstandsmessung mit der Standardabweichung für die neun untersuchten Einstellungsstufen sind in Diagramm 4 dargestellt.

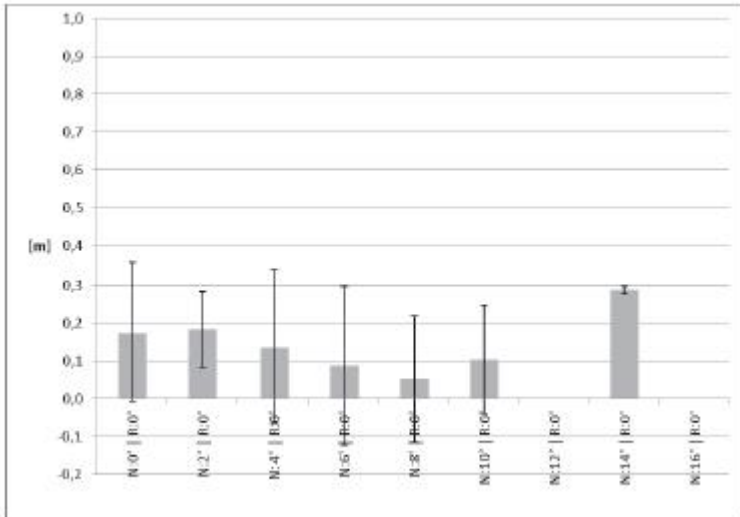


Diagramm 4: Mittelwerte für die Abweichung bei der Seitenabstandsmessung mit Standardabweichung unter Variation des Neigungswinkels N (N:x|R:0°)

Aus Diagramm 4 geht hervor, dass die Abweichung bei der Seitenabstandsmessung, unabhängig der Schwere in der Verstellung der Neigung vom Soll, immer innerhalb der zulässigen Toleranz von 1 m liegt. Das bedeutet, dass die Zuordnungssicherheit einer festgestellten Geschwindigkeit zum verursachenden Fahrzeug, auch bei einer von den Standards abweichenden Aufstellung, bezogen auf die Seitenabstandsmessung, gewährleistet ist.

Variation des Neigungswinkels bezogen auf die Fotoposition

In den 58 dokumentierten Messungen des einfaktoriellen Versuchs wurde jeweils die Position des abgebildeten Fahrzeuges zur Position der Fotolinie bewertet. Es ist festzustellen, dass sich alle 58 dokumentierten Fahrzeuge, unabhängig der Abweichung in der fahrbahnparallelen Ausrichtung des Einseitensensors, in einer zu erwartenden, plausiblen und auch zueinander vergleichbaren Position befinden.

Dies ist darauf zurückzuführen, dass bei der maximal untersuchten Abweichung des Neigungswinkels mit dokumentiertem Fahrzeug von 14 Grad, die Abweichung bei der Geschwindigkeitsmessung ca. 2,97 % beträgt, die Varianz der Fotoposition jedoch bis zu 10 % betragen darf.

Aus dieser Auswertung lässt sich der Rückschluss ziehen, dass die Zuordnungssicherheit einer festgestellten Geschwindigkeit zum verursachenden Fahrzeug, auch bei einer von den Standards abweichenden Aufstellung, bezogen auf die Fotoposition, gewährleistet ist.

Zweite Versuchsreihe

In einer zweiten Versuchsreihe „Variation des Neigungs- und Rollwinkels“ wurden der Neigungswinkel (N) und der Rollwinkel (R) kombiniert manipuliert. Es handelt sich um einen zweifaktoriellen Versuch.

Variation des Neigungs- und Rollwinkels bezogen auf die Seitenabstandsmessung

In Abbildung 8 ist zur Veranschaulichung ein Einseitensensor abgebildet, der parallel zur Fahrbahnoberfläche ausgerichtet (Neigungswinkel N:0°) und bei dem ein Rollwinkel von 8 Grad eingestellt ist (Rollwinkel R:8°), sodass die Gegenrichtungsfahrbahn an dieser Messstelle von der Erfassung ausgenommen ist.

In Abbildung 9 ist ein Einseitensensor abgebildet, der einen Neigungswinkel zur Fahrbahnoberfläche von 8 Grad und einen Rollwinkel von 8 Grad quer zur Fahrbahnängsachse eingestellt hat (N:8°|R:8°).

Die dokumentierten Messungen sowie die vom Messsystem erstellten Statistikdateien und die manuellen Zählungen wurden ausgewertet und in nachfolgende Diagramme überführt. Diagramm 5 zeigt die Anzahl der gesamten Durchfahrten, die Anzahl der hierbei erkannten Fahrzeuge und die Anzahl der dokumentierten Fahrzeuge bezogen auf die einzelnen Einstellungsstufen.



Abbildung 8: ES 3.0 in der Einstellung N:0°|R:8°

Aus Diagramm 5 geht hervor, dass in den Einstellungsstufen „N:0°|R:0°“, „N:0°|R:4°“ und „N:0°|R:8°“ von jeweils 20 vorbeifahrenden Fahrzeugen auch 20 Fahrzeuge vom Messsystem erkannt und 20 Fahrzeuge dokumentiert wurden. Dies bedeutet, dass die Variation des Rollwinkels bei korrekter Ausrichtung der Neigung des Einseitensensors mit N:0° zur Fahrbahnoberfläche, die geräteinternen Kriterien für eine gültige Messung eingehalten werden, sodass die Verstellung des Einseitensensors quer zur Fahrbahn-längsachse keinen Einfluss auf die Messwertbildung hat. Deshalb wird auch in der Gebrauchsanweisung gestattet den Einseitensensor quer zur Fahrbahn-längsachse abzusenken, um einen weiter entfernten Fahrstreifen auszublenden.

Bei den Einstellungsstufen „N:4°|R:x“ und „N:8°|R:x“ ist ein eindeutig, aussagekräftiger Trend nicht festzustellen.

- 230 -

Smykowski/Buck/Bengler, DAR 2014, 225-233

- 231 -



Abbildung 9: ES 3.0 in der Einstellung N:8°|R:8°

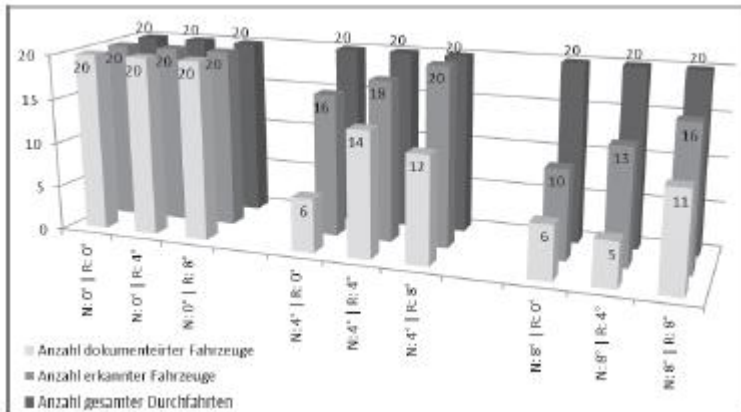


Diagramm 5: statistische Auswertung bei kombinierter Variation des Neigungs- und Rollwinkels (N:x| R:x)

Variation des Neigungs- und Rollwinkels bezogen auf die Seitenabstandsmessung

Die dokumentierten Messungen wurden fotogrammetrisch ausgewertet und die Abweichung zwischen dem im Datenfeld des Tatfotos eingblendeten Seitenabstandswert zur erfasster Fahrzeugseite und dem fotogrammetrisch ermittelten realen Abstand ermittelt. Die Mittelwerte der Abweichungen bei der Seitenabstandsmessung mit der Standardabweichung für die neun untersuchten Einstellungsstufen sind in Diagramm 6 dargestellt.

Aus Diagramm 6 geht hervor, dass die Abweichung bei der Seitenabstandsmessung für die Einstellungsstufen „N:0°|R:0°“ und „N:0°|R:4°“, „N:4°|R:0°“, „N:4°|R:4°“ und „N:4°|R:8°“ sowie „N:8°|R:0°“ und „N:8°|R:4°“ innerhalb der zulässigen Toleranz von 1 m liegt. Bei den Einstellungsstufen „N:0°|R:8°“ und „N:8°|R:8°“ sind Abweichungen bei der Seitenabstandsmessung festzustellen, die über die zulässige Toleranz von 1 m hinausgehen. Die Auswertung ergibt, dass es bei zwei dokumentierten Messungen zu einer Abweichung bei der Seitenabstandsmessung gekommen ist.

In der Einstellungsstufe „N:0°|R:8°“ wurde der VW T3-Bus zwei Mal erkannt und dokumentiert. Diese Messbilder sind in den Abbildung 10 und Abbildung 11 dargestellt.

Die augenscheinliche Bewertung der zwei zuvor dargestellten Messsituationen zeigt, dass sich beide Fahrzeuge in einer vergleichbaren Position auf der Fahrbahn, einerseits in Bezug zur Fotolinie und andererseits in Bezug zur durchgehenden Leitlinie am rechten Fahrbahnrand, befinden. Unabhängig hiervon ist es bei einer der beiden Messungen zu einer Abweichung bei der Seitenabstandsmessung von 2,1 m gekommen.

In der Einstellungsstufe „N:8°|R:8°“ wurde der BMW X1 ein Mal dokumentiert. Dieses Messbild ist in der Abbildung

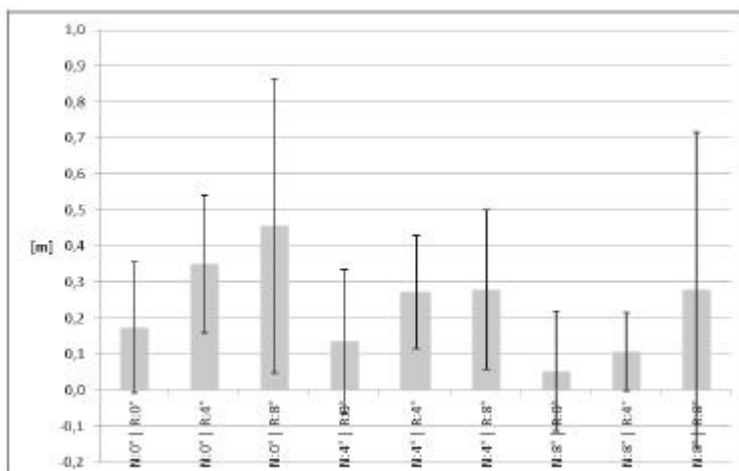


Diagramm 6: Mittelwerte für die Abweichung bei der Seitenabstandsmessung mit Standardabweichung unter Variation des Neigungs- und Rollwinkels (N:x|R:x)

12 dargestellt. Die fotogrammetrische Auswertung des in Abbildung 12 dargestellten Messbildes ergibt einen realen Abstand der rechten Fahrzeugseite zum Einseitensensor von 3,6 m. Im Datenfeld wird der Abstand mit 5,0m angegeben, weshalb sich hieraus eine Abweichung von 1,4 m ergibt. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, was der Hintergrund für eine über die zulässigen Toleranzen hinausgehende Abweichung bei der Seitenabstandsmessung ist.



Abbildung 10: VW T3-Bus mit Seitenabstand von 3,6m im Datenfeld und ermittelten Seitenabstand von 3,1 m (Abweichung =0,5 m)

Beispielhaft werden nachfolgend zwei Messsituationen des BMW X1 behandelt. Aus Abbildung 13 geht eine schematische Darstellung der Messsituation für die Einstellungsstufe „N:0°|R:0°“ hervor.

Wie der Abbildung 13 zu entnehmen ist, wird in dieser Einstellungsstufe die Fahrzeugseite erfasst. Die rotierenden Räder werden nicht erfasst. Das bedeutet, dass nur die Fahrzeugseite erfasst und zur Messung beigetragen hat. Die Fahrzeugsilhouette des BMW X1 kann mit dem in der eso-Datei gespeicherten Signalprofil überlagert werden, wie in Abbildung 14 dargestellt.

In einem weiteren Schritt wird eine schematische Darstellung der Messsituation für die Einstellungsstufe „N:8°|R:8°“ erstellt, bei der es zu einer über die zulässige Toleranz von 1 m bei der Seitenabstandsmessung gekommen ist. Diese Messsituation ist in Abbildung 15 dargestellt.

Wie der Abbildung 15 zu entnehmen ist, werden in dieser Einstellungsstufe neben der rechten Fahrzeugseite auch

- 231 -

Smykowski/Buck/Bengler, DAR 2014, 225-233

- 232 -



Abbildung 11: VW T3-Bus mit Seitenabstand von 5,3m im Datenfeld und ermittelten Seitenabstand von 3,2 m (Abweichung =2,1 m)



Abbildung 12: BMW X1 mit Seitenabstand von 5,0m im Datenfeld und ermittelten Seitenabstand von 3,6 m (Abweichung =1,4 m)

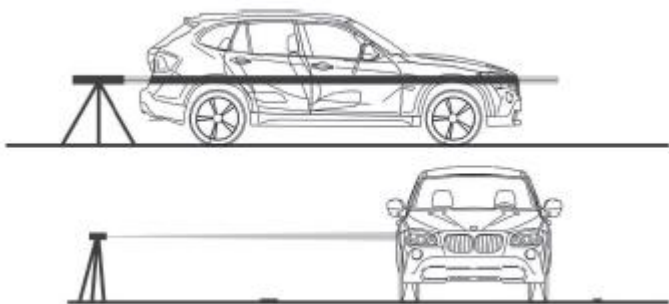


Abbildung 13: schematische Messsituation für N:0°|R:0° des betroffenen BMW X1

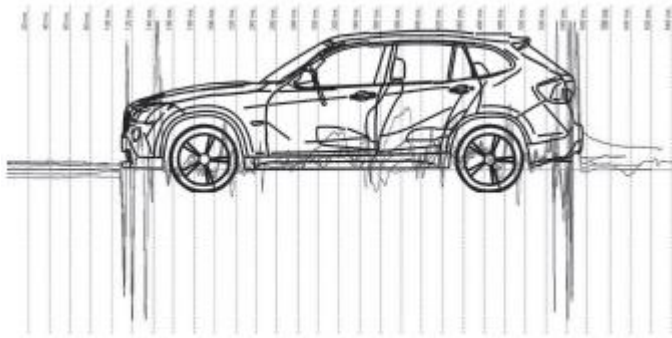


Abbildung 14: Signalprofil einer Messung in der Einstellungsstufe N:0°|R:0° mit Fahrzeugsilhouette des gemessenen Fahrzeuges BMW X1

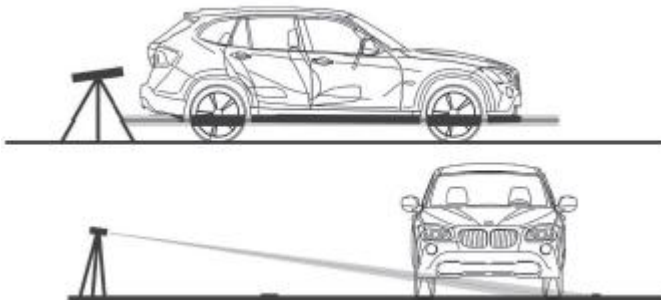


Abbildung 15: schematische Messsituation für N:8°|R:8° des betroffenen BMW X1

die rotierenden Räder und ein Teilbereich der Fahrbahnoberfläche unter dem Fahrzeug erfasst. Die Fahrzeugsilhouette des BMW X1 kann mit dem in der eso-Datei gespeicherten Signalprofil überlagert werden, wie in Abbildung 16 dargestellt. Deutlich sind die rotierenden Räder, die in dieser Einstellungsstufe erfasst wurden, zu erkennen. Im Bereich vor dem Fahrzeug ist ein extremer, positiver Ausschlag zu erkennen. Dieser positive Ausschlag ist der vom Fahrzeug verursachte vorauseilende Schatten, wie er in Abbildung 12 deutlich zu erkennen ist. Festzustellen ist, dass sich die Fahrzeugfront im Bereich der Fotolinie befindet und nicht der vorauseilende Schatten, sodass dieser vom Messsystem erkannt und nicht als Triggerpunkt für die Bestimmung der Fotoposition herangezogen wurde, wie dies bereits im Bereich der Funktionsweise des Messgerätes ausgeführt wurde.

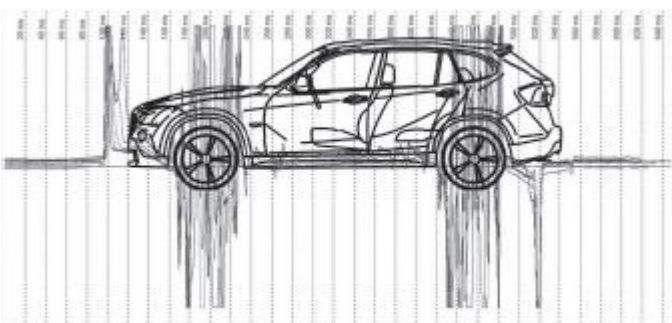


Abbildung 16: Signalprofil der Messung in der Einstellungsstufe N:8°|R:8° mit Fahrzeugsilhouette des Fahrzeuges BMW X1

Die Auswertung für den BMW X1 in der Einstellungsstufe „N:8°|R:8°“ sowie die Auswertung der Messung des VW T3-Buses in der Einstellungsstufe „N:0°|R:8°“, bei denen es zu einer Abweichung bei der Seitenabstandsmessung über die zulässige Toleranz von 1 m gekommen ist, zeigt, dass hier der vorauseilende Schatten zur Seitenabstandsmessung beigetragen hat.

Da die Auswertung ergibt, dass die Mittelwerte für die Abweichungen bei der Seitenabstandsmessung und die Standardabweichungen aufgrund einer Schattenmessung abweichen, kann das Diagramm 6 in ein ohne Schattenmessung bereinigtes Diagramm übergeführt werden, wie es in Diagramm 7 dargestellt ist.

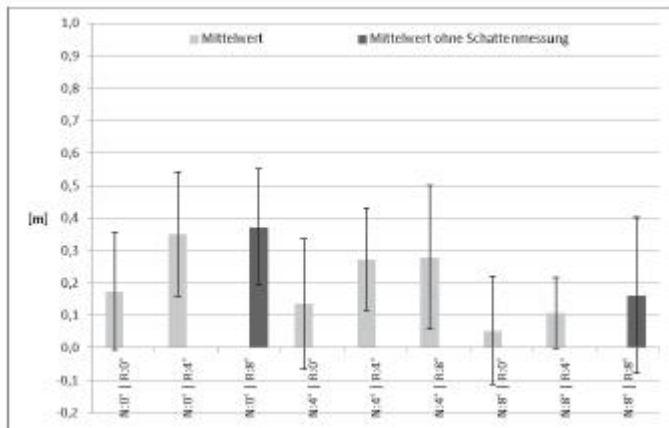


Diagramm 7: Mittelwerte für die Abweichung bei der Seitenabstandsmessung mit Standardabweichung unter Variation des Neigungs- und Rollwinkels (N:x|R:x) ohne Schattenmessung

Aus Diagramm 7 geht hervor, dass die Abweichung bei der Seitenabstandsmessung, unabhängig der Schwere in der Verstellung der Neigung vom Soll und einer zusätzlichen Einstellung eines Rollwinkels, innerhalb der zulässigen Toleranz von 1m liegt, sofern nicht ein vorausseilender Schatten erfasst wurde. Das bedeutet, dass die Zuordnungssicherheit einer festgestellten Geschwindigkeit zum verursachenden Fahrzeug, auch bei einer von den Standards abweichenden Aufstellung, bezogen auf die Seitenabstandsmessung, gewährleistet ist.

Kurze Darstellung der Ergebnisse (für die DAR-Leserschaft)

Nach Bewertung der durch die Firma ESO GmbH extrahierter Signalprofile von 73 durch den Autor ausgewählter Messungen ist festzustellen, dass aus dem in der eso-Datei hinterlegten Signalverlauf ein Rückschluss auf die Farbe eines gemessenen Fahrzeuges nicht möglich ist.

Ferner konnten keine Messungen im Rahmen der durchgeführten Untersuchung festgestellt bzw. beobachtet werden, die nicht im Einklang mit der Funktionsweise des Messgerätes zu bringen sind.

Eine Fehlzuordnung des Messwertes anhand der Position eines dokumentierten Fahrzeuges in Bezug zur Fotolinie sowie bezüglich der Seitenabstandsmessung, aufgrund einer von den Standards abweichenden Aufstellung, konnte im Rahmen der durchgeführten Versuche nicht festgestellt werden.

Im Zusammenhang mit den festgestellten Abweichungen bei der Seitenabstandsmessung von über 1 m gilt es allgemein zu erwähnen, dass die Gebrauchsanweisung des Gerätes einen erklärenden Hinweis liefert „... Bei sehr tief aufgestelltem Sensorkopf bzw. bei Fahrzeugen mit einer großen Bodenfreiheit kann der seitliche Abstand, anstatt wie üblich an der dem Sensorkopf zugewandten Seite des Fahrzeuges, an entfernteren Fahrzeugteilen, die sich unter dem Fahrzeug befinden, gemessen werden...“ [ESO 2013a].

Sollte ein vorausseilender Schatten gemessen worden sein, so muss dieser erst vom Messsystem erfasst werden. Eine mögliche Erfassung eines vorausseilenden Schattens ist nach erfolgtem Versuch retrospektiv feststellbar.

Gesondert wird eine detaillierte Ausführung der Ergebnisse zu der Fragestellung – ob und wie sich Abweichungen vom Messprotokoll, die durch Variation im Nutzerverhalten resultieren – veröffentlicht.

Literaturverzeichnis

[ESO 2013a] ESO GmbH – Rauch, Lorenz: Handbuch und Gebrauchsanweisung – Geschwindigkeitsmessanlage Typ ES3.0 mit den Fotoeinrichtungen Typ FE3.0, FE5.0, FE4.1 und FE6.0 – Deutschland. Stand: 10.10.2013. 8. Auflage, 10/2013.

[ESO 2013b] ESO GmbH – Rauch, Lorenz: E-Mail vom 29.11.2013.

[ESO 2013c] ESO GmbH – Rauch, Lorenz und Münz, Christoph: mündliche Mitteilung vom 30.10.2013.

[HÄRTL 1997] Härtl, Harald Christoph: Rechnergestützte Simulation, Analyse und Korrektur von Abstandsfehlern bei optischen Geschwindigkeitsmessgeräten für den Straßenverkehr. Dissertation der Technischen Universität Braunschweig, PTB-Bericht MA-56. Herausgeber: Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, November 1997.

[PTB 2010] Physikalisch-Technische Bundesanstalt – Märtens, Frank: Stellungnahme zum Geschwindigkeitsüberwachungsgerät ES3.0 PTB-Zul. 18.11/06.04 vom 05.12.2006 (BB172). E-Mail vom 19.10.2010.

[PTB 2013] Physikalisch-Technische Bundesanstalt: Innerstaatliche Bauartzulassung für die Bauart des Geschwindigkeitsüberwachungsgerätes ES3.0 vom 05.12.2006 in der fünften Neufassung vom 31.10.2013.

[SIEGLE und FÖRCH 2010] Siegle, Viktor und Förch, Andreas: Zuverlässig in jeder Lage? – eso ES 1.0 und ES 3.0 im Neigungstest. In: VKU – Verkehrsunfall und Fahrzeugtechnik – Fachzeitschrift für Kraftfahrzeug-Sachverständige, Experten für Straßenverkehr, Kfz-Technik und Transportsicherheit. 48. Jahrgang. 11. Ausgabe, 2010, Seite 365–370.

[SMYKOWSKI 2013] Smykowski, Sebastian: Einseitensensoren der Firma ESO – Einseitensensor ES 3.0. In: Buck, Jochen und Krumbholz, Helmut (Hrsg.): Sachverständigenbeweis im Verkehrs- und Strafrecht: Unfallrekonstruktion, Unfallflucht, Biomechanik, Verkehrsmesstechnik, Bildidentifikation, Alkohol und Drogen. Seite 484–493. 2. Auflage. Baden-Baden: Nomos-Verlag 2013. ISBN 978-3-8329-7138-0.

[SMYKOWSKI ET AL. 2013] Smykowski, Sebastian; Buck, Jochen; Bengler, Klaus: Zur Geschwindigkeitsmessung mit dem ESO ES 1.0 und möglichen vorauseilenden Lichtreflexen. In: DAR – Deutsches Autorecht – Rechtszeitschrift des ADAC. 83. Jahrgang. 1. Ausgabe, Januar 2013, Seite 44–48.

[VÜ-Richtlinie 2006] Bayerisches Staatsministerium des Inneren: Richtlinie für die polizeiliche Verkehrsüberwachung (VÜ-Richtlinie – VÜR). Bekanntmachung des Bayerischen Staatsministeriums des Inneren vom 12. Mai 2006.

- 233 -

Smykowski/Buck/Bengler, DAR 2014, 225-233

- 234 -

© ADAC Verlag GmbH