

Bericht

ADAC-Praxistest „Laser“

Durchführung: Juli – August 2005

Johann Nowicki, ADAC e.V. - Verkehrspolitik und Verbraucherschutz
Dipl.-Met. Michael Niedermeier, ADAC e.V. - Verkehrspolitik und Verbraucherschutz
Alois Sacher, ADAC e.V. - Fahrzeugtest
Felix Braun, Praktikant ADAC e.V. - Fahrzeugtest
Dipl.-Geogr. Martin Schwarz, Freiberuflicher Mitarbeiter

mit Beteiligung von Sachverständigenbüros:

(Reihenfolge nach PLZ)

Ingenieurbüro für Unfälle und Geschwindigkeitsmessungen im Straßenverkehr,
Büro Riesa,
Dipl.-Ing. (FH) Dieter Rachel
Friedrich-Engels-Straße 70a, 01587 Riesa

Unfallanalyse Berlin
Dipl.-Ing. Hansjörg Leser
Schönhauser Allee 10-11, 10119 Berlin

GFU-Verkehrsmesstechnik GmbH
Geschäftsführer Olaf Neidel, Dipl.-Ing. Ralf Schäfer
Schulstr. 16, 66793 Saarweilingen
(Seit dem Jahr 2006 VUT GmbH, Mathias-Nickels-Str. 17a, 66346 Püttlingen)

Ingenieur-Büro Deppe
Dipl.-Ing. W. Deppe, Dipl.-Ing. R. Scherand, Dipl.-Ing. G. Pfaffenzeller
Vater-Klein-Str. 11, 86356 Neusäß

Ausgangslage, Testziele:

Der ADAC hat im August 2005 mit Unterstützung von vier Sachverständigenbüros^{1 2 3 4} die Messsicherheit von Laser-Geschwindigkeitsmessgeräten untersucht.

Das Ziel dabei war keinesfalls verschiedene Lasergeräte^{5 6 7} untereinander zu vergleichen oder deren Messgenauigkeit zu untersuchen, zumal die Messpraxis dazu keinen besonderen Anlass gab. Der Untersuchungsschwerpunkt lag darin, ob aufgrund defekter Visiereinrichtungen, leichter Bedienungsungenauigkeiten oder besonderer Verkehrssituationen, so wie sie in der Messpraxis vorkommen können, der angezeigte Messwert immer dem anvisierten Fahrzeug sicher zugeordnet werden kann. Dieser Aspekt war umso wichtiger, zumal alle Lasergeräte ohne Video- oder Fotoregistrierung in Deutschland zugelassen sind. Eine nachträgliche Überprüfung der Messungen ist also nicht möglich.

Begleitend wurde eine Umfrage bei den für Lasermessgeräte zuständigen Eichämtern durchgeführt, um die Defekthäufigkeit und deren Ursachen zu recherchieren.

Fazit:

Die Ergebnisse der durchgeführten Versuche liefern Hinweise, dass wenn ein Fahrzeug nicht präzise am Kennzeichen mit dem Laserstrahl getroffen wird, durchaus Messwerte von anderen, nachfolgenden oder überholenden Fahrzeugen ausgelöst werden können.

Solche Ungenauigkeiten müssen nicht unbedingt auf einen menschlichen Fehler zurückzuführen sein, sondern können technische Ursachen haben. Bei dejustierten Visiereinrichtungen - und diese sind laut Umfrageergebnis bei den Eichämtern trotz der vorgeschriebenen Tests möglich - können Zuordnungsfehler nicht ausgeschlossen werden. Sie können aber auch im realen Betrieb im fließenden Verkehr, besonders bei freihändiger Bedienung der Geräte ohne Stativ, nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden.

ADAC Folgerungen und Forderungen:

Um die erforderliche Messsicherheit bei der Verkehrsüberwachung mit Lasermessgeräten immer ausreichend gewährleisten zu können, fordert der ADAC:

- **Alle neuen Lasermessgeräte für die amtlichen Messungen künftig nur noch mit Video- oder Fotoaufzeichnung einsetzen**
- **Bestehende Lasermessgeräte innerhalb einer vertretbaren Zeitspanne mit Video- oder Fotoaufzeichnung nachrüsten, sofern technisch möglich**
- **Für nicht umrüstbare oder noch nicht umgerüstete Lasermessgeräte die Messungen nur noch vom Stativ aus durchführen und sie - unabhängig von der Messentfernung - ausschließlich auf freifahrende Fahrzeuge, auch nicht am Anfang eines Fahrzeugpulks, beschränken**

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Zuordnungsfehler bei Messungen im Fahrzeugpulk oder bei Überholen:

Wenn ein Fahrzeug bei einer Frontmessung nicht präzise am Kennzeichen mit dem Laserstrahl getroffen wurde und dahinter ein weiteres Fahrzeug gefahren ist, so konnte je nach Gerätetyp nicht immer ausgeschlossen werden, dass der angezeigte Messwert nicht vom ersten Wagen, sondern vom nachfolgenden Auto ausgelöst wurde. Solche Messungen traten vor allem dann auf, wenn das vordere Fahrzeug am Scheinwerfer oder an der A-Säule anvisiert wurde.

Zuordnungsfehler bei Messungen durch Autoscheiben und Fahrzeuginnenraum hindurch:

Wurde ein Fahrzeug bei einer Front- oder Heckmessung nicht präzise am Kennzeichen, sondern etwas höher an der Front- bzw. Heckscheibe mittig durch den Innenraum mit dem Laserstrahl getroffen, so war es je nach Gerätetyp mehrfach möglich, einen dahinter fahrenden Wagen zu messen - vorausgesetzt das Fahrzeug dahinter verfügte über einen Reflektor in entsprechender Höhe.

Messungen an schwach reflektierenden Fahrzeugen:

Es wurden mehrfach Messwerte am fahrenden Fahrzeug erzielt, obwohl alle Reflektoren wie Kennzeichen, Scheinwerfer oder Grill am Testwagen abgeklebt waren. Eine Lasermessung kann also durchaus von einem schwach reflektierenden Fahrzeug, das z.B. weiter hinten fährt, ausgelöst werden, vorausgesetzt das vordere Fahrzeug hat keine besseren Reflektionseigenschaften und es wurde nicht präzise am Kennzeichen anvisiert.

Prüfung des Zielerfassungsbereichs auf Toleranzen bei Zielungenaugigkeiten:

Je nach Gerätetyp werden Fahrzeuge mit Hilfe eines leuchtenden Zielpunktes, eines Fadenkreuzes oder eines Kreises mit dem Zielerfassungsbereich anvisiert. Die beiden ersten Zielhilfen geben keine Auskunft darüber, wie groß die Laserkeule in der aktuellen Messentfernung tatsächlich ist. Bei dem mit einem Kreis markierten Zielerfassungsbereich konnte – anders als in der Bedienungsanleitung beschrieben - keine Toleranz für „mögliche Zielungenaugigkeiten“ festgestellt werden.

Abgleiten des Laserstrahls am stehenden Fahrzeug:

Durch das freihändige Abgleiten des Laserstrahls an der Seitenfläche eines Kastenwagens konnten trotz zwischenzeitlicher Updates der Gerätesoftware immer noch Messwerte - je nach Gerätetyp zwischen 1 km/h und 7 km/h - erzielt werden. Warum solche Messungen immer noch möglich sind und ob das Phänomen einen Einfluss auf die Messgenauigkeit haben kann, wenn Fahrzeuge - z.B. aufgrund dejustierter Visiereinrichtung oder Ungenauigkeit bei freihändigem Betrieb - schräg an der Seitenfläche getroffen und gemessen werden, ist nicht bekannt und wurde hier nicht näher untersucht.

Messwertverfälschung durch Stufeneffekt:

In keinem der durchgeführten Versuche konnte die theoretisch mögliche Messwertverfälschung durch einen Stufeneffekt eindeutig in der Praxis nachgewiesen werden.

Begleitende Umfrage bei den für Lasergeräte zuständigen Eichämtern:

Ausgewertet wurden Antworten von neun Eichämtern, die im Jahr 2004 zusammen 1.869 Lasergeräte geeicht haben (Hinweis: Die Geräteanzahl weicht von den Angaben der ADAC-Motorwelt ab, da weitere Fragebögen nach Redaktionsschluss eingegangen sind). Trotz vorgeschriebener Testmessungen - oder weil sie in der derzeitigen Form die Fehlerfreiheit nicht garantieren können – waren im Jahr 2004 fast ein Prozent aller zur Eichung vorgestellten Geräte dejustiert, bei einem Eichamt waren es sogar 7%. Solche Defekte können dazu führen, dass ein anvisiertes Fahrzeug nicht präzise vom Laserstrahl getroffen wird. In der Folge kann ein anderes Fahrzeug gemessen werden, besonders dann, wenn es sich um das erste Fahrzeug einer Kolonne handelt.

Untersuchungsgebiet:

Fragestellung: Korrekte Zuordnung der Messwerte bei Messungen des ersten Fahrzeugs im Pulk

Versuchsaufbau:

Um die Messwertzuordnung und das Anvisieren bestimmter Karosserieteile zu 100% abzusichern, wurden die Messversuche ausschließlich vom Stativ aus durchgeführt.

Das vordere Fahrzeug, das immer anvisiert wurde, bewegte sich nicht, so dass die von ihm ausgelösten Messungen immer den Wert „0 km/h“ zur Anzeige hatten. Eingesetzt wurden hierfür ein Motorroller, ein Smart und ein Mercedes C 180. Diese Fahrzeuge befanden sich immer im ordnungsgemäßen, verkehrstauglichen und sauberen Zustand, sie wurden also für die Versuche nicht speziell präpariert.

Das hinten nachfolgende Fahrzeug fuhr mit einer Geschwindigkeit zwischen 15 und 30 km/h - mal direkt auf das vorne stehende Auto zufahrend, später 30% bzw. 50% nach rechts in Fahrtrichtung versetzt (Offset rechts) und als Überholer auf der linken Spur. Eingesetzt wurden hierfür ein Fiat Ducato Kastenwagen sowie ein Ford Fiesta. An der Außenseite der Frontscheibe vom Fiat Ducato wurde ein zweites Kennzeichen angebracht, der Ford Fiesta wurde nicht speziell präpariert.

Alle gültigen Messwerte, die größer als „0 km/h“ waren und zwischen ca. 15 und 30 km/h lagen, sind bei dieser Anordnung dem hinteren Fahrzeug zuzuordnen.

Die Entfernung zum anvisierten Fahrzeug variierte zwischen 150 und 900 m.

Die Fahrversuche wurden mit folgenden Fahrzeugpaarungen durchgeführt:

- Fiat Ducato fährt auf Motorroller zu (Fiat mit zweitem Kennzeichen an der Frontscheibe)
- Fiat Ducato fährt auf Smart zu (Fiat mit zweitem Kennzeichen an der Frontscheibe)
- Ford Fiesta fährt auf Mercedes C 180 zu

Anvisiert mit dem Laser wurde immer das vordere Fahrzeug - das Kennzeichen, die Scheinwerfer oder die A-Säule, im Extremfall auch die Beifahrertür oder es wurde am Fahrzeug vorbei gemessen. Das vordere Fahrzeug befand sich aber bei jedem Versuch im Zielerfassungsbereich.

In einem anschließenden Versuch wurde mit den Lasergeräten zwischen zwei Fahrzeuge anvisiert, die mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten (20 km/h und 30 km/h) versetzt gefahren sind (beide Fahrzeuge mit Kennzeichen im Zielerfassungsbereich).

Zusammenfassung der Ergebnisse:

1. Ergebnis des Versuchs mit einem kleinen Fahrzeug vorne (Smart) und einem hohem Kastenwagen mit Zusatzreflektor hinten (Tabelle 1 und 2):

Wurde der vordere Kleinwagen sehr präzise am Kennzeichen anvisiert, so konnten keine Messwerte vom nachfolgenden Kastenwagen erzielt werden.

Wurde das Kleinauto vorne aber etwas versetzt am Scheinwerfer, an der Frontscheibe oder entlang der A-Säule durch den Laserstrahl getroffen und befand sich im Zielerfassungsbereich zusätzlich ein hoher Kastenwagen mit einem guten Reflektor (zweites Kennzeichen an der Frontscheibe), so konnten durchaus Messwerte vom nachfolgenden Kastenwagen in allen untersuchten Entfernungen von 150m bis 900m erzielt werden.



Ziel leicht verfehlt, Fahrzeug hinten gemessen



Vorderes Auto seitlich getroffen,
Kastenwagen dahinter gemessen



Bild links:
Fahrzeug vorne korrekt angemessen,
Messwert stammt trotzdem vom Wagen dahinter

Bilder unten:
Die Situation, der Blick durch die Visiereinrichtung
(ohne Vergrößerungsoptik) und das Messergebnis: Es
stammt vom Kastenwagen dahinter.



Bilder oben: Zwei Fahrzeugpositionen, wenn der hintere Wagen gemessen wurde

2. Ergebnis des Versuchs mit einem Mittelklasse-Wagen vorne (Mercedes C 180) und einem Kleinwagen hinten (Tabelle 3):

Dieser Versuch sollte klären, ob Messwerte vom hinteren Fahrzeug auch mit unpräparierten Fahrzeugen (also ohne extra Reflektoren) möglich sind. Erschwerend hinzu wurde das größere Fahrzeug vorne positioniert, um den nachfolgenden Wagen möglichst großflächig zu überdecken.

Auch bei dieser Versuchsanordnung konnten keine Messwerte vom nachfolgenden Fahrzeug erzielt werden, wenn der vordere Wagen sehr präzise am Kennzeichen anvisiert wurde.

Wurde aber der vordere Mittelklassewagen etwas versetzt am Scheinwerfer, an der Frontscheibe oder entlang der A-Säule durch den Laserstrahl getroffen und befand sich der hinten ankommende Kleinwagen schon im Zielerfassungsbereich, so konnten Messwerte vom nachfolgenden Fahrzeug in allen untersuchten Entfernungen von 400 bis 900m erzielt werden.

3. Ergebnis des Versuchs mit einem Mittelklasse-Wagen vorne (Mercedes C 180) und einem Kleinwagen hinten bei einer versetzten Parallelfahrt (beide Fahrzeuge in Bewegung, Tabelle 4):

Bei diesem Versuch sollte geklärt werden, welcher der beiden versetzt fahrenden Fahrzeuge, deren Kennzeichen sich gleichzeitig - allerdings in unterschiedlicher Entfernung zum Messgerät - im Zielerfassungsbereich befanden, die Messung auslöst. Während der Durchfahrt wurde zwischen die Fahrzeuge gezielt. Die erhaltenen Messwerte wurden mal vom rechts fahrenden Mercedes mal von links versetzt dahinter fahrenden Ford beliebig ausgelöst.

Fazit:

Befanden sich im Zielerfassungsbereich des Lasergerätes mehrere Fahrzeuge, so wurden die Messungen nicht nur durch das vordere Fahrzeug, sondern auch durch weiter hinten befindliche Fahrzeuge ausgelöst. Solche Messwerte konnten auch bei unveränderten Reflektionseigenschaften der Fahrzeuge erzielt werden, ohne dass zusätzliche Reflektoren am hinteren Fahrzeug eingesetzt werden mussten.

Für die Praxis bedeutet es, dass wenn ein Fahrzeug mit dem Laserstrahl nicht präzise am Kennzeichen getroffen wird und dahinter weitere Fahrzeuge fahren (z.B. bei Messungen am Anfang eines Fahrzeugpulkts oder in einer Fahrzeugkolonne), so kann nicht immer ausgeschlossen werden, dass der angezeigte Messwert nicht vom ersten Wagen, sondern von einem weiter hinten befindlichen Wagen ausgelöst wurde.

Solche Zuordnungsfehler können - so die Ergebnisse der Testfahrten - an beliebigen Fahrzeugen mit handelsüblichen Kennzeichen erfolgen, ohne dass besonders gute Reflektoren vorausgesetzt werden müssten.

Untersuchungsgebiet:

Fragestellung: Messungen durch die Autoscheiben und den Fahrzeuginnenraum hindurch

Versuchsaufbau:

Zunächst wurden Messungen am ca. 30 m vom Messgerät entfernten, stehenden Fahrzeug (Mercedes C 180) und einem vor ihm abfahrenden Pkw Ford Fiesta durchgeführt. Am Heck des Fords wurde ein zweites Kennzeichen in der Höhe der Heckscheibe montiert, um ein höheres Fahrzeug zu simulieren. Gemessen wurde durch die Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum (zwischen den Kopfstützen) und die Frontscheibe des Mercedes C 180 hindurch. Der vorne abfahrende Ford Fiesta beschleunigte rasch auf ca. 30 km/h und befand sich mit seinem erhöht montierten Kennzeichen im Zielerfassungsbereich.

Im zweiten Versuch wurde die Fahrtrichtung des Ford Fiesta geändert – so bewegte sich das Fahrzeug auf den stehenden Mercedes zu und wich direkt davor aus.

Im dritten Versuch wurde die Entfernung zum stehendem Fahrzeug Mercedes C 180 auf ca. 100 m erhöht, sonst war der Ablauf gleich geblieben.

Weitere Versuche wurden mit beiden Fahrzeugen während der Fahrt – einmal vom Messgerät abfahrend und einmal in ankommender Fahrtrichtung – durchgeführt. Das erste Fahrzeug Mercedes C 180 fuhr zunächst mit ca. 20 km/h dem Ford Fiesta hinterher. Der Ford wurde dabei durch die Scheiben des Mercedes anvisiert. Zum Schluss fuhr als erstes Fahrzeug der Mercedes C 180 mit ca. 30 km/h, gefolgt von Ford Fiesta mit ca. 20 km/h auf das Messgerät zu.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

1. Ergebnis des Versuchs am stehendem Fahrzeug (Mercedes C 180 in **30m Entfernung** zum Laser), Messungen durch die Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch auf den Ford Fiesta in **abfließender** Fahrtrichtung (Tabelle 5):

Je nach Gerätetyp konnten Messwerte des fahrenden Fahrzeugs Ford Fiesta in 40m bis 157m Messentfernung erzielt werden - das bedeutet dass er durch die Autoscheiben hindurch bereits 10m und spätestens 127m vor dem stehenden Mercedes gemessen werden konnte.

2. Ergebnis des Versuchs am stehendem Fahrzeug (Mercedes C 180 in **30m Entfernung** zum Laser), Messungen durch Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch auf den Ford Fiesta in **ankommender** Fahrtrichtung (Tabelle 6):

Je nach Gerätetyp konnten Messwerte des fahrenden Fahrzeugs Ford Fiesta in 204m bis 126m Messentfernung erzielt werden - das bedeutet dass er durch die Autoscheiben hindurch 174m und spätestens 96m vor dem stehenden Mercedes gemessen werden konnte.

3. Ergebnis des Versuchs am stehendem Fahrzeug (Mercedes C 180 in **105m Entfernung** zum Laser), Messungen durch die Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch auf den Ford Fiesta in **abfließender** Fahrtrichtung (Tabelle 7):

Je nach Gerätetyp konnten Messwerte des fahrenden Fahrzeugs Ford Fiesta in 148m bis 266m Messentfernung erzielt werden - das bedeutet dass er durch die Autoscheiben hindurch 43m und spätestens 161m vor dem stehenden Mercedes gemessen werden konnte.

4. Ergebnis des Versuchs am stehendem Fahrzeug (Mercedes C 180 in **105m Entfernung** zum Laser), Messungen durch Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch auf den Ford Fiesta in **ankommender** Fahrtrichtung (Tabelle 8):

Je nach Gerätetyp konnten Messwerte des fahrenden Fahrzeugs Ford Fiesta in 197m bis 257m Messentfernung erzielt werden - das bedeutet dass er durch die Autoscheiben hindurch 92m und spätestens 152m vor dem stehenden Mercedes gemessen werden konnte.

5. Ergebnis des Versuchs an beiden fahrenden Fahrzeugen - Mercedes C 180 fährt mit ca. 20 km/h hinter dem weiter vorne fahrenden Ford Fiesta mit ca. 30 km/h vom Lasergerät weg. Messungen durch Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch in abfließender Fahrtrichtung (Tabelle 9):

Je nach Gerätetyp konnten Messwerte des mit ca. 30 km/h fahrenden Fahrzeugs Ford Fiesta in 82m bis 220m Messentfernung durch die Autoscheiben des dahinter fahrenden Mercedes C 180 hindurch erzielt werden.

6. Ergebnis des Versuchs an beiden fahrenden Fahrzeugen - Mercedes C 180 fährt mit ca. 30 km/h vor dem Ford Fiesta (ca. 20 km/h) auf das Lasergerät zu. Messungen durch Frontscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Heckscheibe des Mercedes hindurch in ankommender Fahrtrichtung (Tabelle 10):

Je nach Gerätetyp konnten Messwerte des mit ca. 20 km/h fahrenden Fahrzeugs Ford Fiesta in 225m bis 195m Messentfernung durch die Autoscheiben des davor fahrenden Mercedes C 180 hindurch erzielt werden.

Fazit:

Wurde ein Fahrzeug an der Front- oder Heckscheibe mittig durch den Innenraum getroffen, so war es je nach Gerätetyp mehrfach möglich, einen dahinter fahrenden Wagen zu messen. Solche Messwerte konnten sowohl in ankommender wie auch abfließender Fahrtrichtung erzielt werden. Es spielte dann auch keine Rolle, ob der Wagen, durch dessen Scheiben gemessen wurde, stand oder sich bewegte, vorausgesetzt das Fahrzeug dahinter verfügte über einen Reflektor in entsprechender Höhe.

Für die Praxis bedeutet es, dass wenn ein Fahrzeug mit dem Laserstrahl nicht präzise am Kennzeichen sondern an der Frontscheibe getroffen wird und dahinter weitere Fahrzeuge fahren (z.B. bei Messungen am Anfang eines Fahrzeugpulkts oder in einer Fahrzeugkolonne), so kann nicht immer ausgeschlossen werden, dass der angezeigte Messwert von einem dahinter fahrenden Wagen ausgelöst worden ist.

Untersuchungsgebiet:

Fragestellung: Messungen am Fahrzeug mit schwachen, da abgedeckten Reflektoren

Versuchsaufbau:



Um festzustellen, ob Messungen auch dann möglich sind, wenn sich die Reflexionseigenschaften eines Fahrzeugs verringern, wurden Messungen an einem Ford Fiesta durchgeführt, an dem zunächst das vordere Kennzeichen, danach der Scheinwerfer rechts, später auch der Scheinwerfer links und alle reflektierenden Teile am Grill abgedeckt wurden.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Alle untersuchten Lasergeräte lieferten bei den untersuchten Fahrzeugzuständen, also auch dann, wenn alle starken Reflektoren am Auto abgedeckt wurden, gültige Messergebnisse innerhalb der Zulassungsgrenzen. So waren Messungen beim Laser mit 1.000m Messzulassung zwischen 132m und 830m möglich, beim Messgerät mit Zulassung bis 350m konnten Messwerte in Entfernung von 145m bis 284m erzielt werden (detaillierte Messwerte siehe Tabellen 11, 12 und 13 im Anhang).

Fazit:

Fehlten am Fahrzeug starke Reflektoren wie Kennzeichen, Scheinwerfer oder Grill, so waren trotzdem gültige Lasermessungen möglich. Sie wurden höchstwahrscheinlich von lackierten, in diesem Versuch sauberen, Fahrzeugteilen aus Blech ausgelöst.

Das Vorhandensein starker Reflektoren ist also keine Voraussetzung, gültige Messwerte zu erhalten.

Eine vergleichbare Situation im realen Verkehr kann entstehen, wenn das anvisierte Fahrzeug vorne stark verschmutzt ist und ein nachfolgendes Fahrzeug - mit besseren Reflektionseigenschaften - sich im messwirksamen Zielerfassungsbereich befindet. So kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine solche Messung durch das hintere Fahrzeug ausgelöst wird, das nicht unbedingt ein idealer Reflektor sein muss. Um eine solche Messung auszulösen, muss das hintere Fahrzeug lediglich bessere Reflektionseigenschaften haben.

Untersuchungsgebiet:

Fragestellung: Messungen am Rand des Zielerfassungsbereiches, Überprüfung des Ausbreitungsgrades der Messkeule

Versuchsaufbau:

Die Prüfung sollte Klarheit bringen, ob Messungen außerhalb der für die Messgeräte angegebenen Ausbreitung der Laserkeule möglich sind. Zu diesem Zweck wurde am Fahrzeug Ford Fiesta das vordere Kennzeichen abmontiert und am rechten Fahrzeugrand in Höhe der Frontscheibe angebracht.

Die Lasergeräte wurden so ausgerichtet, dass unter Berücksichtigung der für sie gültigen Ausbreitungsgrade (2,5 - 5 mrad bzw. 3 - 7 mrad) der Laserstrahl exakt entlang einer geraden Markierungslinie auf der Fahrbahn verlief. An dieser Linie entlang ist dann der Ford gefahren, so dass das seitlich angebrachte Kennzeichen sich knapp außerhalb der Markierungslinie (entspricht dem Rand des Zielerfassungsbereiches) befand. Mit diesem Versuchsaufbau hätte es keine Messwerte geben können, da sich das Fahrzeug außerhalb der Messkeule befand.

Im zweiten Versuch wurden acht Kennzeichenschilder zu einem kreisähnlichen Reflektor zusammengeschrubt und es wurde dadurch gemessen. Dieser Reflektor wurde dann sukzessive vom Messgerät entfernt, bis eine „0 km/h“ Messung ausgelöst wurde. Aus der Entfernung zum Messgeräte und dem Durchmesser des Raumes innerhalb der kreisförmig zusammengesetzten Reflektoren wurde der tatsächliche Ausbreitungsgrad errechnet.

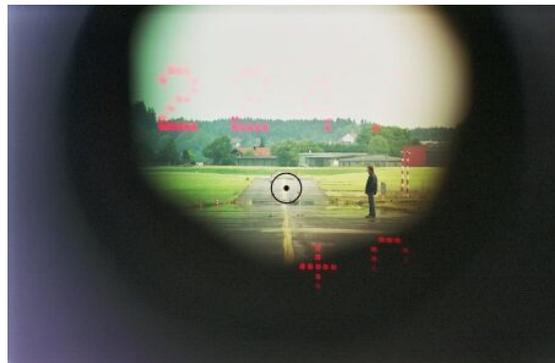


Bild oben links: Zusammengeschrubte Kennzeichen bilden einen Kreis, durch den später gemessen wurde

Bild oben rechts: Bei der Anzeige „0 km/h“ glichen sich die Durchmesser der Laserkeule und des Gebildes aus Kennzeichen

Bild links: Der Zielerfassungsbereich verläuft exakt an der Markierungslinie. Fuhr ein Fahrzeug in den Kreis, so wurde es sofort gemessen

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Bei einem Lasermessgerät mit angegebenen 3 mrad Ausbreitungsgrad (7 mrad Zielerfassungsbereich) waren Messungen am Rand der Messkeule nur bis ca. 2 mrad möglich, ab ca. 3 mrad konnten keine Messwerte mehr erzielt werden. Die Messungen durch einen Kreis aus Kennzeichenschildern ergaben einen Wert von ca. 3,1 mrad (Messwerte erzielbar an einem Kreis aus Kennzeichen ab mindestens 274 m Messentfernung und einem Durchmesser der Messkeule von ca. 85 cm). Der messwirksame Bereich war also sehr präzise gebündelt und noch enger gefasst als die Herstellerangabe von 3 mrad. Auch der angegebene Zielerfassungsbereich von 7 mrad war nicht mal annähernd erzielbar (siehe Tabelle 14 im Anhang).

Bei einem weiteren Versuch mit einem Lasermessgerät, das mit 2,5 mrad Ausbreitungsgrad angegeben wird (3 mrad messwirksam, Zielerfassungsbereich bis 5 mrad), konnte ein Wert von mindestens 4,3 mrad ermittelt werden (Messwerte erzielbar an einem Kreis aus Kennzeichen ab mindestens 199,7 m Messentfernung und einem Durchmesser der Messkeule von ca. 85 cm). Allerdings spricht der Hersteller hierbei von einem Zielerfassungsbereich, der zwar einen Kreis mit 5 mrad Ausbreitungsgrad umfassen sollte, von dem aber nur ein Quadrat von 3 mal 3 mrad messwirksam sei. Das Testergebnis ergab aber, dass im gesamten Zielerfassungsbereich – also in der 5 mrad Messkeule - Lasermessungen ausgelöst wurden. Der vom Hersteller in der Bedienungsanleitung beschriebene Toleranzraum für „mögliche Zielungenauigkeiten“ konnte nicht festgestellt werden (Details siehe Tabelle 14 im Anhang).

Allerdings ist anzumerken, dass im Test nicht geeichte Messgeräte eingesetzt worden sind, so dass nicht sichergestellt werden kann, ob die getesteten Geräte die Eichfehlergrenzen einhalten.

Fazit:

Ein getestetes Gerät, das ungeeicht war, arbeitete nicht gemäß den Herstellerangaben. Die vom Hersteller genannten, messwirksamen 3 mrad konnten nicht bestätigt werden - sie wurden mit 5 mrad gemessen. Der Unterschied von 2 mrad geht zu Lasten der Gerätetoleranz für „mögliche Zielungenauigkeiten“, wie es der Hersteller formuliert hat.

Da es sich um nicht geeichte, aber nur selten und pfleglich benutzte Messgeräte in einem sehr guten Zustand handelte, gab es keine Anhaltspunkte für eine mögliche Dejustierung. Sollten die Unstimmigkeiten zwischen den Angaben des Herstellers und den tatsächlichen Messwerten für den Ausbreitungsgrad dennoch auf eine Dejustierung zurückzuführen sein, so wäre diese Dejustierung leicht erzielbar, zumal es sich um ein gepflegtes Messgerät gehandelt hat.

Untersuchungsgebiet:

Fragestellung: Abgleiten des Laserstrahls am stehenden Fahrzeug

Versuchsaufbau:

Um zu prüfen, ob Messwertbildung auch dann möglich ist, wenn der Laserstrahl an einem stehenden Objekt entlang abgleitet, wurde die Seitenfläche des Kastenwagens Fiat Ducato anvisiert und mit dem Laserstrahl darüber von rechts nach links und umgekehrt geschwenkt. Die Geräte wurden freihändig bedient.

Im weiteren Verlauf wurde das Fahrzeug während der Durchfahrt mit ca. 30 km/h an der Seitenfläche anvisiert und mit einer Schwenkbewegung gemessen.

Zusammenfassung der Ergebnisse:



Am stehenden Fahrzeug konnten bei allen untersuchten Lasergeräten einzelne Messwerte erzielt werden. Sie lagen meist zwischen 1 km/h und 3 km/h, in Extremfällen wurden Messwerte von 5 km/h bzw. 7 km/h erzielt.

Am fahrenden Fahrzeug konnten dagegen keine gültigen Geschwindigkeitsmesswerte erzielt werden, in einigen Fällen wurde die Entfernung zum Fahrzeug ermittelt und angezeigt. Sie lag zwischen 12m und 33m.

Fazit:

Durch das freihändige Schwenken und Abgleiten des Laserstrahls an der Seitenfläche eines Kastenwagens konnten trotz zwischenzeitlicher Updates der Gerätesoftware immer noch Messwerte - je nach Gerätetyp – zwischen 1 km/h und 7 km/h erzielt werden.

Eine solche Situation kann unabsichtlich eintreten, wenn ein fahrendes Fahrzeug nicht an seiner Front, sondern seitlich vom Laserstrahl getroffen wird, z.B. als Folge dejustierter Visiereinrichtung oder einer Zielungenauigkeit bei freihändigem Betrieb.

Warum solche Messungen immer noch möglich sind und ob das Phänomen einen Einfluss auf die Messgenauigkeit haben kann, wenn z.B. Fahrzeuge schräg an der Seitenfläche getroffen und gemessen werden, ist nicht bekannt und wurde hier nicht näher untersucht.

Untersuchungsgebiet:

Fragestellung: Messwertverfälschung durch „Stufeneffekt“

Versuchsaufbau:

Stufeneffekte können theoretisch entstehen, wenn zwei voneinander entfernte Reflektoren zur Messwertbildung beitragen und das weiter entfernte Reflektor stärker reflektiert als das Kennzeichen vorne. Zu diesem Zweck wurden zunächst hinter, später vor der Windschutzscheibe in der Höhe von 105 cm über der Fahrbahn zwei Kennzeichen an einem Ford Fiesta installiert. Das Standardkennzeichen befand sich 50 cm über der Fahrbahn, der Abstand zu den beiden Nummernschildern an der Windschutzscheibe betrug 125 cm. Rein theoretisch hätte bei dieser Anordnung der Messfehler aufgrund des Stufeneffektes ca. 15 km/h (zu viel) betragen müssen, d.h. anstatt der gefahrenen Geschwindigkeit von 80 km/h (Messung mit Peiselerrad über Radnabe) hätte ein Messwert von ca. 95 km/h am Lasergerät ermittelt werden müssen. Dies ergibt sich aus der theoretischen Messwertverlängerung um 1,25 m.



Zusammenfassung der Ergebnisse:

Auffällige Messwerte, die auch nur annähernd den theoretisch möglichen Fehler durch Stufenprofil beweisen würden, konnten nicht festgestellt werden. Berücksichtigt man die Tatsache, dass Messwerte

an Lasergeräten abgerundet auf einen ganzzahligen Wert angezeigt werden, so waren die Messwerte am Peiselertrad und Lasergerät bis auf 1 km/h gleich.

Fazit:

Messwertverfälschungen aufgrund des Stufenprofils konnten durch den ausgewählten Versuchsaufbau nicht nachgewiesen werden.

Untersuchungsgebiet:

Umfrage bei Eichämtern zu Defekthäufigkeit von Lasermessgeräten

Konzept:

Für amtliche Geschwindigkeitsmessungen muss jedes Lasermessgerät gültig geeicht sein. Die Eichämter prüfen daher die Geräte alle ein bis zwei Jahre auf die Einhaltung der Eichfehlergrenzen. Messgeräte, die diese Prüfung nicht bestehen, werden zwecks Reparatur zurückgeschickt. Aus den Eichscheinen geht allerdings nicht hervor, ob ein geeichtes Gerät erst im zweiten Anlauf - nach der Reparatur – die Eichurkunde bekam. Es wurde daher eine Umfrage unter allen deutschen Eichämtern, die Lasergeräte eichen, durchgeführt mit dem Ziel herauszufinden, wie hoch der Anteil der nicht eichfähigen Geräte liegt und ggf. was die Ursachen für das Versagen der Eichurkunde sind.

Zusammenfassung der Ergebnisse:

Ausgewertet wurden Antworten von neun Eichämtern, die im Jahr 2004 zusammen 1.869 Lasergeräte geeicht haben (Hinweis: Die Geräteanzahl weicht von den Angaben der ADAC-Motorwelt ab, da weitere Fragebögen nach Redaktionsschluss eingegangen sind). Der Anteil der Messgeräte, die vor der Eichung zunächst repariert werden mussten, betrug im Schnitt 1,9%. Die Quote der defekten Lasermessgeräte lag regional unterschiedlich zwischen 0% und in einem Fall wurden sogar 7% aller vorgestellten Geräte beanstandet – sie alle hielten die Fehlergrenzen zur Laserstrahlachse nicht ein. Durchschnittlich war ca. 1% aller Messgeräte dejustiert.

Fazit:

Trotz vorgeschriebener Testmessungen - oder weil sie in der derzeitigen Form die Fehlerfreiheit nicht garantieren können – war im Jahr 2004 fast ein Prozent aller zur Eichung vorgestellten Geräte dejustiert. Dabei verschiebt sich die optische Achse der Visiereinrichtung von der Laserstrahlachse. Solche Fehler können dazu führen, dass ein anvisiertes Fahrzeug nicht präzise vom Laserstrahl getroffen wird. In der Folge kann ein anderes Fahrzeug gemessen werden, besonders dann, wenn es sich um das erste Fahrzeug einer Kolonne handelt.

ANHANG:

Tabelle 1 (Messwertzuordnung, versetztes Fahren):

Fiat Ducato (zweites Kennzeichen außen an der Frontscheibe) fährt auf stehenden Motorroller zu

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
150 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	0 km/h	151,5 m	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	0 km/h	151,5 m	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	0 km/h	151,5 m	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Linke Seite Motorroller	15 km/h	230,0 m	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Linke Seite Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Linke Seite Motorroller	15 km/h	253,7 m	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Etwas rechts v. Motorroller	15 km/h	250,8 m	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	389m	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	15 km/h	463,5 m	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer Motorroller	15 km/h	438,6 m	LaserPatrol

Tabelle 2 (Messwertzuordnung, versetztes Fahren):

Fiat Ducato (zweites Kennzeichen außen an der Frontscheibe) fährt auf stehenden Smart zu

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
150 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts Smart	15 km/h	280,0 m	LaserPatrol
150 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
150 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts Smart	0 km/h	151,3 m	LaserPatrol
150 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts Smart	15 km/h	247,5 m	LaserPatrol
150 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts Smart	14 km/h	264,9 m	LaserPatrol
150 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	151,0 m	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	151 m	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Beifahrtür Smart	14 km/h	210 m	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Beifahrtür Smart	15 km/h	nicht notiert	Laveg
150 m	100% Abdeckung	Beifahrtür Smart	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
200 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	200 m	LaserPatrol
200 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	30 km/h	261,6 m	LaserPatrol
200 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	30 km/h	378,1 m	LaserPatrol
200 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	29 km/h	328 m	Laveg
200 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	29 km/h	335,1 m	Laveg
200 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	30 km/h	344,0 m	Laveg
200 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	200 m	Riegl FG 21 P
200 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
200 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	30 km/h	239,0 m	Riegl FG 21 P
200 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	29 km/h	222,0 m	Riegl FG 21 P
300 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	300,5 m	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Frontscheibe mittig Smart	14 km/h	309,9 m	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts Smart	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Frontscheibe rechts Smart	15 km/h	327,1 m	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Frontscheibe rechts Smart	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	300 m	LaserPatrol
300 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	28 km/h	364,7 m	LaserPatrol
300 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	30 km/h	499 m	LaserPatrol
300 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	300 m	LaserPatrol
300 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	29 km/h	324,3 m	LaserPatrol
300 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts Smart	31 km/h	494,0 m	LaserPatrol

300 m					
300 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	300,2 m	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	300,3 m	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Frontscheibe Smart	kein Messwert	kein Messwert	Laveg
300 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts	14 km/h	344,0 m	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	300 m	Laveg
300 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts	0 km/h	300 m	Laveg
300 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	28 km/h	335 m	Laveg
300 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	300 m	Riegl FG 21 P
300 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts	29 km/h	345,8 m	Riegl FG 21 P
300 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	28 km/h	343,9 m	Riegl FG 21 P
400 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	400,0 m	LaserPatrol
400 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts	29 km/h	519,5 m	LaserPatrol
400 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts	30 km/h	470,1 m	LaserPatrol
400 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	31 km/h	473,6 m	LaserPatrol
400 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	29 km/h	474,5 m	LaserPatrol
400 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	400,0 m	Riegl FG 21 P
400 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
400 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
400 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
400 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	30 km/h	461,2 m	Riegl FG 21 P
500 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	499 m	LaserPatrol
500 m	50% Versatz rechts	Kennzeichen Smart	0 km/h	499 m	LaserPatrol
500 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	499 m	Riegl FG 21 P
500 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	499,7 m	Riegl FG 21 P
500 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts	30 km/h	631,6 m	Riegl FG 21 P
600 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts	25 km/h	879,1 m	Riegl FG 21 P
600 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	599,6 m	Riegl FG 21 P
600 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
600 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
600 m	50% Versatz rechts	Kennzeichen Ducato	32 km/h	851,6 m	Riegl FG 21 P
900 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	nicht notiert	Riegl FG 21 P
900 m	100% Abdeckung	Kennzeichen Smart	0 km/h	898,8 m	Riegl FG 21 P
900 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts	kein Messwert	898,3 m	Riegl FG 21 P
900 m	100% Abdeckung	rechts am Smart vorbei	kein Messwert	898,3 m	Riegl FG 21 P
900 m	100% Abdeckung	rechts am Smart vorbei	kein Messwert	898,3 m	Riegl FG 21 P
900 m	30% Versatz rechts	rechts am Smart vorbei	kein Messwert	898,3 m	Riegl FG 21 P
900 m	30% Versatz rechts	A-Säule rechts	14 km/h	962,5 m	Riegl FG 21 P
900 m	Überholvorgang	Kennzeichen Smart	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P

Tabelle 3 (Messwertzuordnung, versetztes Fahren):
Ford Fiesta fährt auf stehenden Mercedes C 180 (MB) zu.

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
400 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer rechts MB	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
400 m	100% Abdeckung	Kennzeichen MB	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
400 m	50% Versatz rechts	Scheinwerfer rechts MB	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
400 m	50% Versatz rechts	Scheinwerfer rechts MB	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
400 m	50% Versatz rechts	Scheinwerfer rechts MB	29 km/h	430,6 m	LaserPatrol
400 m	Überholvorgang	Scheinwerfer links MB	kein Messwert	kein Messwert	LaserPatrol
400 m	Überholvorgang	Scheinwerfer links MB	30 km/h	420,0 m	LaserPatrol
400 m	Überholvorgang	Scheinwerfer links MB	31 km/h	365,6 m	LaserPatrol
400 m	100% Abdeckung	Scheinwerfer rechts MB	30 km/h	475,6 m	Riegl FG 21 P
400 m	100% Abdeckung	Kennzeichen MB	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
400 m	50% Versatz rechts	Scheinwerfer rechts MB	30 km/h	483,7 m	Riegl FG 21 P
400 m	50% Versatz rechts	Scheinwerfer rechts MB	30 km/h	nicht notiert	Riegl FG 21 P
400 m	50% Versatz rechts	Scheinwerfer rechts MB	29 km/h	414,2 m	Riegl FG 21 P
400 m	Überholvorgang	Kennzeichen MB	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
400 m	Überholvorgang	Scheinwerfer links MB	29 km/h	521,7 m	Riegl FG 21 P
400 m	Überholvorgang	Scheinwerfer links MB	29 km/h	499,6 m	Riegl FG 21 P

900 m	100% Abdeckung	Kennzeichen MB	0 km/h	899,8 m	Riegl FG 21 P
900 m	50% Versatz rechts	Kennzeichen MB	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
900 m	50% Versatz rechts	Scheinwerfer rechts MB	30 km/h	961,2 m	Riegl FG 21 P
900 m	100% Abdeckung	A-Säule rechts MB	kein Messwert	möglich	Riegl FG 21 P
900 m	50% Versatz rechts	A-Säule rechts MB	kein Messwert	möglich	Riegl FG 21 P
900 m	Überholvorgang	A-Säule links MB	kein Messwert	kein Messwert	Riegl FG 21 P
900 m	Überholvorgang	zwischen beide Fahrzeuge	29 km/h	977,6 m	Riegl FG 21 P
900 m	Überholvorgang	zwischen beide Fahrzeuge	28 km/h	941,5 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 4 (Messwertzuordnung, versetztes Fahren):

Ford Fiesta fährt versetzt auf der linken Spur mit 20 km/h hinter einem mit 30 km/h fahrenden Mercedes C 180 (MB) auf der rechten Spur (Parallelfahrt).

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
900m bis 200 m	Linke Spur Ford, rechte Spur MB	zwischen beide Fahrzeuge	Messwerte mal von Ford mal von MB beliebig möglich	Messwerte mal von Ford mal von MB beliebig möglich	Riegl FG 21 P

Tabelle 5 (Messwertzuordnung, Messungen durch die Autoscheiben):

Mercedes C 180 steht in 30m Entfernung rückwärts gewandt zum Laser, Messungen durch die Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch auf ein **abfahrendes Auto Ford Fiesta in abfließender** Fahrtrichtung

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
30 m	Ford fährt ab, Mercedes steht, Heckmessung	Durch die Heckscheibe, den Innenraum und die Frontscheibe des Mercedes	12 km/h	40 m	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	112,6 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	157,1 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 6 (Messwertzuordnung, Messungen durch die Autoscheiben):

Mercedes C 180 steht in 30m Entfernung rückwärts gewandt zum Laser, Messungen durch die Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch auf ein **zufahrendes Auto Ford Fiesta in ankommender** Fahrtrichtung

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
30 m	Ford fährt zu, Mercedes steht, Heckmessung	Durch die Heckscheibe, den Innenraum und die Frontscheibe des Mercedes	29 km/h	204,3 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	30 km/h	164,3 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	126,7 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 7 (Messwertzuordnung, Messungen durch die Autoscheiben):

Mercedes C 180 steht in 105m Entfernung rückwärts gewandt zum Laser, Messungen durch die Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch auf ein **abfahrendes Auto Ford Fiesta in abfließender** Fahrtrichtung

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
105,4 m	Ford fährt ab, Mercedes steht, Heckmessung	Durch die Heckscheibe, den Innenraum und die Frontscheibe des Mercedes	25 km/h	148 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	31 km/h	182 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	33 km/h	221,0 m	Riegl FG 21 P

wie oben	wie oben	wie oben	33 km/h	266,8 m	Riegl FG 21 P
----------	----------	----------	---------	---------	---------------

Tabelle 8 (Messwertzuordnung, Messungen durch die Autoscheiben):

Mercedes C 180 steht in 105m Entfernung rückwärts gewandt zum Laser, Messungen durch die Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch auf ein **zufahrendes Auto Ford Fiesta in ankommender** Fahrtrichtung

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
105,4 m	Ford fährt zu, Mercedes steht, Heckmessung	Durch die Heckscheibe, den Innenraum und die Frontscheibe des Mercedes	33 km/h	197 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	33 km/h	225 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	32 km/h	257 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 9 (Messwertzuordnung, Messungen durch die Autoscheiben):

Beide Fahrzeuge fahren: Mercedes C 180 fährt mit ca. 20 km/h hinter dem mit ca. 30 km/h fahrenden Ford Fiesta vom Lasergerät weg. Messungen durch die Heckscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Frontscheibe des Mercedes hindurch in **abfließender** Fahrtrichtung

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
20m Bis 300m	Ford fährt vor Mercedes, Heckmessung	Durch die Heckscheibe, den Innenraum und die Frontscheibe des Mercedes	25 km/h	148 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	31 km/h	182 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	33 km/h	221,0 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	33 km/h	266,8 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 10 (Messwertzuordnung, Messungen durch die Autoscheiben):

Beide Fahrzeuge fahren: Mercedes C 180 fährt mit ca. 30 km/h vor dem mit ca. 20 km/h fahrenden Ford Fiesta auf das Lasergerät zu. Messungen durch Frontscheibe, Fahrzeuginnenraum und die Heckscheibe des Mercedes hindurch in **ankommender** Fahrtrichtung

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
300m bis 20m	Ford fährt hinter Mercedes, Frontmessung	Durch die Frontscheibe, den Innenraum und die Heckscheibe des Mercedes	23 km/h	195,4 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	20 km/h	225,3 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 11 (Messungen an schwachen Reflektoren):

Ford Fiesta fährt mit ca. 80 km/h aus einer Entfernung von ca. 1.000m auf das Lasermessgerät zu, **Frontmessung. Vorderes Kennzeichen abmontiert.**

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
350 m bis 100 m	Ford fährt auf das Lasergerät zu, Frontmessung	(abmontiertes) Kennzeichen	81 km/h	153 m	Laveg
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	81 km/h	254 m	Laveg
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	81 km/h	782 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	kein Messwert	738 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	79 km/h	611 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	80 km/h	514 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	79 km/h	428 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	79 km/h	334 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	80 km/h	224 m	Riegl FG 21 P

wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	80 km/h	137 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	79 km/h	842 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	79 km/h	746 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	641 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	550 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	432 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	349 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	79 km/h	256 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	156 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 12 (Messungen an schwachen Reflektoren):

Ford Fiesta fährt mit ca. 80 km/h aus einer Entfernung von ca. 1.000m auf das Lasermessgerät zu, Frontmessung. **Vorderes Kennzeichen abmontiert, Scheinwerfer rechts abgeklebt.**

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
350 m bis 100 m	Ford fährt auf das Lasergerät zu, Frontmessung	Scheinwerfer links	79 km/h	284 m	Laveg
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	79 km/h	830 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	79 km/h	736 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	632 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	525 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	79 km/h	415 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	291 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	Scheinwerfer rechts	80 km/h	132 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 13 (Messungen an schwachen Reflektoren):

Ford Fiesta fährt mit ca. 80 km/h aus einer Entfernung von ca. 1.000m auf das Lasermessgerät zu, Frontmessung. **Vorderes Kennzeichen abmontiert, beide Scheinwerfer und Grill abgeklebt.**

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
350 m bis 100 m	Ford fährt auf das Lasergerät zu, Frontmessung	(abmontiertes) Kennzeichen	82 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	77 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	80 km/h	145 m	Laveg
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	79 km/h	160 m	Laveg
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	79 km/h	689 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	80 km/h	580 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	80 km/h	490 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	80 km/h	409 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	81 km/h	319 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	80 km/h	222 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	(abmontiertes) Kennzeichen	79 km/h	134 m	Riegl FG 21 P

Tabelle 14 (Messungen am Rand des Zielerfassungsbereiches):

Ford Fiesta fährt mit ca. 30 km/h aus einer Entfernung von ca. 500m auf das Lasermessgerät zu, Frontmessung. **Vorderes Kennzeichen an der Frontscheibe am Fahrzeugrand ummontiert, Scheinwerfer abgeklebt.**

Abstand Laser-Fahrzeug	Anordnung der Fahrzeuge	Anvisiertes Fzg.-Teil am vorderem Fahrzeug	Messwert [km/h]	Mess-Entfernung [m]	Messgerät
300 m bis 100 m	Ford fährt dicht an der Fahrbahnmarkierung entlang	Fadenkreuz 45 cm (300 m Entf.) rechts von der Fahrbahnmarkierung anvisiert (=1,5 mrad)	28 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	27 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	28 km/h	nicht notiert	Laveg

wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	30 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	30 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	30 km/h	nicht notiert	Laveg
300 m bis 100 m	Ford fährt dicht an der Fahrbahnmarkierung entlang	Fadenkreuz 60 cm (300 m Entf.) rechts von der Fahrbahnmarkierung anvisiert (=2 mrad)	30 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	31 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	30 km/h	nicht notiert	Laveg
wie oben	wie oben	wie oben	31 km/h	nicht notiert	Laveg
300 m bis 100 m	Ford fährt dicht an der Fahrbahnmarkierung entlang	Fadenkreuz 90 cm (300 m Entf.) rechts von der Fahrbahnmarkierung anvisiert (=3 mrad)	keine Messwerte möglich	keine Messwerte möglich	Laveg
500 m bis 100 m	Ford fährt dicht an der Fahrbahnmarkierung entlang	Zielerfassungsbereich endet an der Fahrbahnmarkierung noch vor dem Fahrzeug (>5mrad)	keine Messwerte möglich	keine Messwerte möglich	Riegl FG 21 P
wie oben	Ford fährt ca. 30cm über der Fahrbahnmarkierung entlang	Fahrzeug am inneren Rand des Zielerfassungsbereiches (< =5mrad)	21 km/h	391 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	30 km/h	364 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	403 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	274 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	264 m	Riegl FG 21 P
wie oben	wie oben	wie oben	29 km/h	208 m	Riegl FG 21 P

¹ Ingenieurbüro für Unfälle und Geschwindigkeitsmessungen im Straßenverkehr, Büro Riesa, Dipl.-Ing. (FH) Dieter Rachel, Friedrich-Engels-Straße 70a, 01587 Riesa

² Unfallanalyse Berlin, Dipl.-Ing. Hansjörg Leser, Schönhauser Allee 10-11, 10119 Berlin

³ GFU-Verkehrsmesstechnik GmbH, Dipl.-Ing. Ralf Schäfer, Geschäftsführer Olaf Neidel, Schulstr. 16, 66793 Saarweilingen (seit 2006: VUT GmbH, Matthias-Nickels-Str. 17a, 66346 Püttlingen)

⁴ Ingenieur-Büro Deppe, Dipl.-Ing. W. Deppe, Dipl.-Ing. R. Scherand, Dipl.-Ing. G. Pfaffenzeller, Vater-Klein-Str. 11, 86356 Neusäß

⁵ Laveg (zugelassen für 0-250 km/h, 30-350m), Seriennummer 3308

⁶ LaserPatrol (zugelassen für 0-250 km/h, 30-500m), Seriennummer 20146

⁷ Riegl FG 21P (zugelassen für 0-250 km/h, 30-1.000m), Seriennummer S 21200341