

6.9 Verkehrsmesstechnik im Bußgeldverfahren

Eine Reihe von Verkehrsverstößen wird heutzutage hauptsächlich elektronisch erfasst und weitgehend automatisiert geahndet, so z.B. überhöhte Geschwindigkeit, zu geringer Sicherheitsabstand oder auch Rotlichtverstöße. Obwohl solche Vergehen nur als Ordnungswidrigkeit geahndet werden (und nicht als Straftaten), wehrt sich der Beschuldigte vor Gericht oft erbittert gegen den Tatvorwurf, weil z.B. sein Führerschein auf dem Spiel steht. Steht die Identität des Täters unzweifelhaft fest, so kann dieser nur noch das Messergebnis selbst anzweifeln, um das Bußgeld und seine Nebenstrafen abzuwenden. Er wird also die korrekte Funktion des Messgeräts – zumindest zur Tatzeit – bezweifeln oder einen Bedienungsfehler behaupten. Die technische Überprüfung solcher Behauptungen ist ein typisches Betätigungsfeld für forensische Sachverständige.

Mangels einschlägig bestellter Sachverständiger wird i.d.R. der bei Gericht etablierte Unfallanalytiker mit der Überprüfung betraut. Schon aufgrund seiner Ausbildung kann dessen Analyse kaum darin bestehen, die Einzelheiten der elektronischen Schaltung zu ergründen. Er wird sich auf die prinzipielle Funktionstüchtigkeit des Gerätetyps verlassen müssen, wie sie von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) festgestellt wurde. Auch wird er kaum je Gelegenheit haben, das Messgerät selbst technisch zu untersuchen, denn dies ist entweder stationär montiert oder befindet sich ständig im Einsatz. Im Grundsatz gibt es zwei Arten von Aufträgen:

- den unspezifischen Vorwurf, die Messung sei inkorrekt
- das Behaupten spezifischer Begleitumstände, die die Messung in speziell diesem Fall verfälschten.

Im ersten Fall beschränkt sich der Unfallanalytiker meist darauf, die korrekte Inbetriebnahme für die angeblich betroffene Messreihe zu kontrollieren und nach Hinweisen auf Fehlfunktionen während der Messreihe zu fahnden. Alle Geräte sind vor und nach der Messreihe nach den gerätespezifischen Vorschriften zu testen. Während der Messreihe werden meist Zusatzinformationen aufgezeichnet, mit denen die einzelnen Ergebnisse logisch abgesichert werden. Im zweiten Fall muss der Sachverständige mit dem zugrundeliegenden Messprinzip und seinen Fehleranfälligkeiten vertraut sein.

Nicht selten geht es dabei um die Frage, mit welchem Messfehler unter den konkreten Tatumständen maximal zu rechnen ist, d.h. welcher Abzug vom Messwert zugunsten des Betroffenen in Ansatz zu bringen ist. Der pauschal zugebilligte Abzug ist dabei so bemessen, dass er den Regelfall zugunsten des Betroffenen abdeckt. Inwieweit unter besonde-

ren Umständen auch nur geringfügig höhere Abzüge angemessen sind, kann zur entscheidenden Frage werden, wenn der Verstoß nach Abzug des pauschal zugebilligten Fehlers nur geringfügig oberhalb eines der festgelegten Schwellenwerte liegt. Die Fehler, von denen im Folgenden die Rede sein wird, liegen oft im Prozentbereich und mögen dem unbefangenen Leser klein erscheinen. Gerade um diejenigen Fälle, in denen kleine Unterschiede im Messwert große Unterschiede in den Konsequenzen bewirken, wird meist am erbittertsten gestritten!

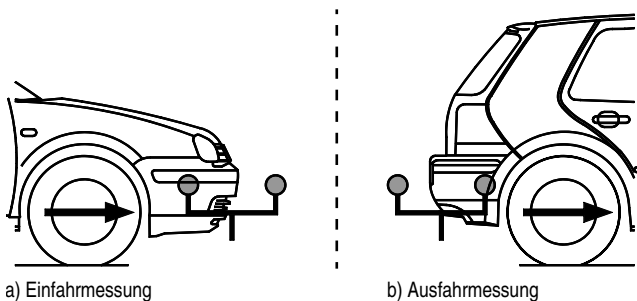
Es dürfte klar sein, dass in diesem Kapitel auf 31 Seiten weder sämtliche physikalische Grundlagen noch alle technischen Details der derzeit aktuellen Geräte dargelegt werden können. Wer sich eingehender mit der Thematik beschäftigen möchte, findet sicherlich Hilfe in einem Physikbuch und kann die Gerätehandbücher beim Hersteller beziehen.

6.9.1 Tatparameter und Eichung

Der zu prüfende Tatvorwurf ist regelmäßig im Bußgeldbescheid verankert. Damit ist das Delikt an einen Tatort, an eine Tatzeit, an ein Tatfahrzeug, an ein bestimmtes Messverfahren und auch an einen Täter gekoppelt. (Das Ermitteln der Fahreridentität fällt nicht in das Aufgabengebiet des technischen Sachverständigen.)

Innerhalb des Messverfahrens müssen diese Tatparameter in geeigneter Form festgestellt werden. Dabei besteht Einigkeit darüber, dass die eigentliche physikalische Messgröße – die Fahrgeschwindigkeit, der Fahrzeugabstand oder auch die Rotzeit einer Ampel – in geeichter Form zu ermitteln ist. (Eine Ausnahme stellt insoweit die Nachfahrmessung mit ungeeichetem Tachometer dar.) Geräte zur Verkehrsüberwachung sind deshalb regelmäßig zu eichen. Die Gültigkeitsdauer der Eichung, die sog. Eichgültigkeit, beträgt meist zwei Jahre und das Ablaufdatum sollte aktenkundig sein. Die Einsicht der sog. Gerätestammkarte (auch als «Lebensakte» oder «Reparaturbuch» bezeichnet) gibt Aufschluss über sämtliche Nachrüstarbeiten und Instandsetzungen seit der Inbetriebnahme. Anhand der Stammkarte kann geprüft werden, ob es im Zeitraum des zu prüfenden Verstoßes Anhaltspunkte gibt, die gegen die Zuverlässigkeit des Messgeräts sprechen. Nachrüstungen und Reparaturen mit Eingriff in das Geräteinere erfordern obligatorisch das Nacheichen.

Alle hier vorgestellten Geräte sind innerhalb der verfahrensgegenständlichen Messreihe zu testen, und zwar zu Beginn und Ende. Sei es durch einen elektronischen Eigentest, per Handauslösung oder – dies gilt für sämtliche Laser-Handmesspistolen – durch eine vom Bediener selbst auszufüh-



a) Einfahrmessung

b) Ausfahrmessung

Abb. 6.9.1: Die Geschwindigkeit des Fahrzeugs kann mit der Lichtschranke zweimal gemessen werden

rende Prüffolge. Immer dann, wenn die Tat in einem digitalen Anzeigefeld dokumentiert ist, muss die ordnungsgemäße Funktion aller Anzeigesegmente sichergestellt sein (regelmäßig durch ein Foto bei Aufleuchten aller Dioden).

Die umfassende gutachterliche Prüfung darf sich also nicht auf die Auswertung des Täterfotos beschränken, sondern muss sich stets auf den gesamten Messfilm (Negativstreifen oder Video) erstrecken. Wie sonst kann bspw. geklärt werden, ob verdächtig viele Messungen innerhalb der Serie annulliert wurden oder der Radarstrahl aufgrund des ungeeigneten Messplatzes sporadisch eine Knickstrahlreflexion erfährt? Kamerafehlfunktionen (z.B. Doppelbelichtungen oder schwarze Datenfelder) treten oft zufällig auf und sind nur richtig einzustufen, wenn deren Häufigkeit feststeht und wenn die angrenzenden Bilder mitbeurteilt werden können. Weiteren Aufschluss über den Messplatz sowie Aufstellung und Betrieb des Geräts liefert das Messprotokoll, das der Sachverständige ebenfalls einsehen und bewerten sollte.

Für alle verkehrstechnischen Überwachungsverfahren gilt die Grundregel der Messtechnik: Es gibt keine Messgröße ohne Fehler. Die insoweit zugestehenden Toleranzen sind im Regelfall durch die PTB vorgegeben; sie werden als «Verkehrsfehlergrenze» bezeichnet. In Sonderfällen ist eine individuelle Fehlerabschätzung unter Ausschöpfung der Unwägbarkeiten zugunsten der Betroffenen angezeigt, bis hin zur theoretischen oder experimentellen Studie. (Kann eine vom Fahrzeug gelöste, über die Straße taumelnde Radzierblende die Lichtschranke zur Fehlmessung veranlassen?) Ferner haben wir uns vor Augen zu halten, dass trotz des hohen Anspruchs an die Technik diese Messsysteme von Menschen eingerichtet werden, dann aber oft unbeaufsichtigt und vollautomatisch arbeiten. Das kann im Alltag nicht absolut fehlerfrei funktionieren.

6.9.2 Geschwindigkeitsmessverfahren

6.9.2.1 Lichtschranken

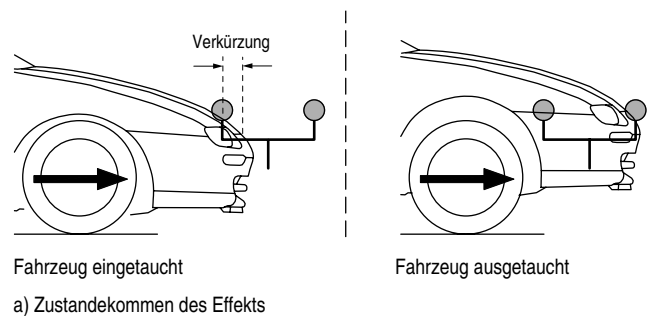
Messprinzip

Lichtschranken messen die Zeit, die ein Fahrzeug benötigt, um eine vorgegebene Wegstrecke (meist 12,5 ... 50 cm) zurückzulegen. Bei Lichtschranken sind Sendeeinheit und Empfangseinheit getrennt (Ausnahme: ES 1.0) und werden zu beiden Seiten der Straße aufgestellt, sodass die beiden Lichtstrahlen von der Fahrzeugfront nacheinander durchtrennt werden, sog. **Einfahrmessung**, Abb. 6.9.1a. Lichtschranken liefern bei Wiederfreigabe der Lichtstrahlen eine zweite Messung, die sog. **Ausfahrmessung**, Abb. 6.9.1b.

Die PTB hat die Verkehrsfehlergrenze (Summe aller Einzelfehler der Messkette im Betrieb) mit 3 km/h bei Geschwindigkeitswerten unterhalb 100 km/h, sonst mit 3% festgelegt. Wie die praktische Erfahrung zeigt, eine erforderliche, aber auch ausreichende Toleranz.

Messfehler

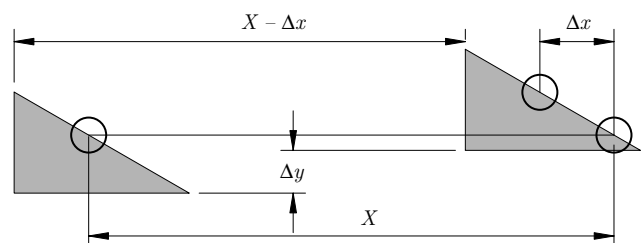
Die korrekte Messung der Geschwindigkeit ist an die Bedingung geknüpft, dass der horizontale Abstand der Fahrzeugpunkte, die die Lichtstrahlen durchbrechen, dem Abstand der Strahlen entspricht. Bei einem kastenförmigen Fahrzeug stellt dies kein Problem dar. Ist die Vorderwagenkontur jedoch windschnittig keilförmig, müssen die Strahlen die



Fahrzeug eingetaucht

Fahrzeug ausgetaucht

a) Zustandekommen des Effekts



b) Geometrische Zusammenhänge

Abb. 6.9.2: Verkürzung der Messbasis durch Nickbewegung

Frontkontur dazu auf gleicher Höhe schneiden, Abb. 6.9.2a. Nur wenn das Gerät auch parallel zur Fahrbahnebene justiert ist, kann richtig gemessen werden. Die Fahrbahnneigung wird meist mittels Winkelwasserwaage auf die Lichtschranke übertragen.

Selbst wenn das Strahlenpaar der Lichtschranke nivelliert ist, können Fahrzeugschwingungen zu Fehlern führen. Im ungünstigen Fall verkürzt sich dadurch die Messstrecke und es wird eine zu große Geschwindigkeit errechnet. Der Effekt ist in Abb. 6.9.2a allerdings übertrieben dargestellt, praktisch ist er durch die Nick-Eigenfrequenz $f = \omega/2\pi$ des Aufbaus (1 ... 2 Hz) begrenzt. Die Auslenkung Δy in Fahrzeughöhe beträgt

$$\Delta y = Y \sin(\omega t) \quad (6.9.1)$$

mit Y als maximal möglicher Auslenkung, Abb. 6.9.2b. Die stärkste Änderung ergibt sich beim Nulldurchgang des Sinus, wo $\sin(x) \approx x$ gilt. Die Zeit T für das Durchfahren der Messstrecke X beträgt $T = X/v$. Die Steigung der Vorderwagenkontur betrage $s = \Delta y/\Delta x$ und sei konstant. Dann gilt für den prozentualen Messfehler ε

$$\varepsilon = \frac{\Delta x}{X} = \frac{\omega Y}{sv} \quad (6.9.2)$$

Der Fehler schrumpft also mit zunehmender Geschwindigkeit und ist bei der Überwachung einer 30-km/h-Zone am größten. Mit den Extremwerten $\omega = 12$, $Y = 8$ cm, $s = 0,5$ und $v = 36$ km/h ergeben sich immerhin maximal 20% Fehler zuungunsten des Gemessenen.

Wie schon gesagt, erlaubt selbst das Strahlenpaar einer einfachen Lichtschranke die redundante Messung bei Ein- und Ausfahrt. Nur wenn beide Messwerte identisch sind, ist die Messung gültig. Da die Pfeilung des Hecks schwächer als die der Front ist und zudem meist gegenläufig, ist es äußerst unwahrscheinlich, dass beide Messungen in gleicher Weise verfälscht werden.

Überwacht die Lichtschranke mehrere Spuren gleicher Fahrtrichtung, so besteht die Möglichkeit, dass zwei Fahrzeuge gleichzeitig durch die Lichtschranke fahren. Damit stellt sich die Frage, welches der Fahrzeuge die Messung ausgelöst hat. Andere Messsysteme verwenden einen zusätzlichen, winklig zu den anderen Lichtstrahlen verlaufenden Strahl, um gemäß Abb. 6.9.3 den seitlichen Abstand zu messen: Da sich die zusätzliche Messstrecke s_2 abhängig vom seitlichen Abstand des Fahrzeugs vom Sender verkürzt, lässt sich der Abstand aus dem Verhältnis der Durchfahrtszeiten für die Strecken s_1 und s_2 errechnen, sofern die Fahrzeugschwindigkeit konstant ist.

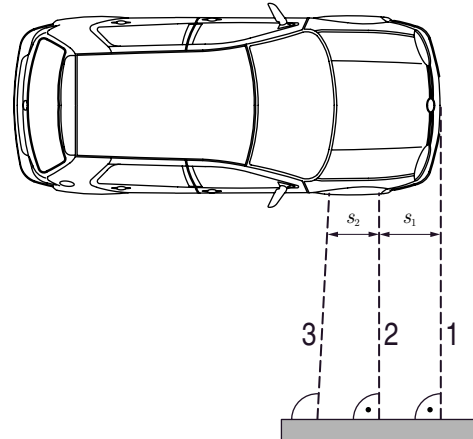


Abb. 6.9.3: Messung des Seitenabstands durch einen winklig zu den übrigen angeordneten Strahl

Ist eines der beiden Fahrzeuge schneller als das andere, so stammen Ein- und Ausfahrmessung im Regelfall von unterschiedlichen Fahrzeugen, führen also zu unterschiedlichen Ergebnissen, sodass die Messung verworfen wird. Nur wenn das schnellere Fahrzeug zudem deutlich länger ist, können Ein- und Ausfahrmessung vom gleichen, schnelleren Fahrzeug stammen, Abb. 6.9.4. Wird die seitliche Position des gemessenen Fahrzeugs nicht erfasst, müssen die Fotokameras so positioniert werden, dass anhand der Bilder die eindeutige Zuordnung möglich ist.

Aus der Reihenfolge, in der die Lichtstrahlen unterbrochen wurden, lässt sich die Fahrtrichtung ermitteln, sodass auch mehrere Spuren unterschiedlicher Fahrtrichtung gleichzeitig überwacht werden können. Alle Geräte stellen die Fahrtrichtung des Messobjekts fest, die in dem Datenfeld durch einen Pfeil angezeigt wird. Stimmt die Fahrtrichtung bei Ein- und Ausfahrt nicht überein, wird die Messung verworfen.

Die rechtlich verwertbare Messung setzt einen Gerätetest zu Anfang und Ende der Serie (pro Messplatz) voraus. Die Testbilder müssen sich am Anfang des ersten und Ende des letzten Filmstreifens befinden. Man sollte sich allerdings bewusst sein, dass zentrale Bildverwaltungsstellen die Negativstreifen beim Archivieren zerschneiden, abkürzen oder auch aussortieren. Ein neuer Messeinsatz erschließt sich also nicht aus dem Filmwechsel – es sei denn, die Kameraposition wird verändert –, sondern vielmehr aus dem Standortwechsel.

Der Kamerastandort (Ein- oder Zweikamerabetrieb ist möglich) ist so zu wählen, dass **alle** Straßenabschnitte beob-

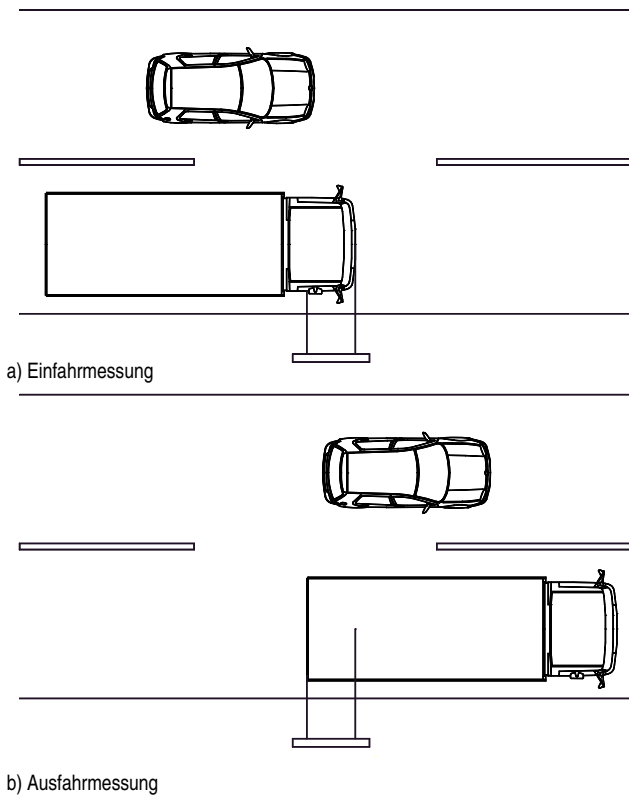


Abb. 6.9.4: Ein- und Ausfahrmessung stammen von einem längeren, schnelleren Fahrzeug

achtet sind, auf denen Messungen entstehen können. Nur dann ist die zweifelsfreie Zuordnung eines Messwerts zum überwachten Fahrzeug möglich.

Kontrollmöglichkeiten

Das Täterfoto wird i.d.R. bereits durch die Einfahrmessung ausgelöst, wird aber erst dann mit dem kompletten Datensatz beliefert, wenn die Ausfahrmessung den ersten Teil der Messung bestätigt; sonst wird annulliert. Die sog. Fotoauslöseverzögerung, also die Zeit zwischen Queren der Lichtschranke und Belichtung des Fotos, steht gerätetechnisch fest. Es gilt dabei die richtige Bezugslinie zu beachten, wie für die jeweilige Messanlage noch zu konkretisieren sein wird. Unter Nutzen dieses Zusammenhangs kann der Sachverständige die angezeigte Geschwindigkeit kontrollieren, hierzu ist die Fahrstrecke zwischen Bezugslinie und Bildposition fotogrammetrisch zu bestimmen. Bei typischen Verzugszeiten von ca. 80 ms beträgt die zwischenzeitliche Fahrstrecke des Täterfahrzeugs bei 50 km/h nur gut einen Meter,

bzw. 2,22 cm pro km/h. Entsprechend genau muss aber die Fotoauswertung sein.

Die Rekonstruktion der Fahrzeugposition innerhalb des Messfotos setzt eigentlich die Markierung der Messlinie voraus, z.B. mit Kreidestrichen, Abb. 6.9.5. Die fotogrammetrische Auswertung wird präziser, wenn innere und äußere Orientierung der Kamera (teilweise) bekannt sind, vgl. «Fotogrammetrie». Im Protokoll zur Messreihe sollten deshalb zumindest folgende Daten festgehalten sein: Abstand der Kamera von der Messlinie, Aufnahmehöhe und Brennweite.

Ist die Messlinie nicht eingezeichnet, wird die Auswertung schwierig. In diesem Fall müssen mehrere Bilder der Messreihe mit unterschiedlich gemessenen Geschwindigkeiten ausgewertet werden. Die relativen Positionen Δs der Fahrzeuge auf den Fotos sind mit dem Geschwindigkeitsunterschied Δv und der Verzugszeit t_v über die Beziehung

$$\Delta s = t_v \Delta v \quad (6.9.3)$$

verknüpft. Man kann also z.B. die Position des langsamsten gemessenen Fahrzeugs als Nullpunkt wählen, die Relativpositionen in ein s/v -Diagramm eintragen und kontrollieren, ob sich ein linearer Zusammenhang ergibt, Abb. 6.9.6. Die Steigung der Geraden muss dann die Verzugszeit t_v ergeben. Zufällige Fehler würden sich in einer Streuung der Werte um die Ausgleichsgerade dokumentieren. Wie man sieht: Das Markieren der Messlinie erleichtert die Auswertung unheimlich. Leider sind Dienstanweisungen hierzu regional unterschiedlich.



Abb. 6.9.5: Registrierungsfoto $^{\circ}$ P 80 / VIII-4; die Messlinie befindet sich innerhalb des Rechtecks

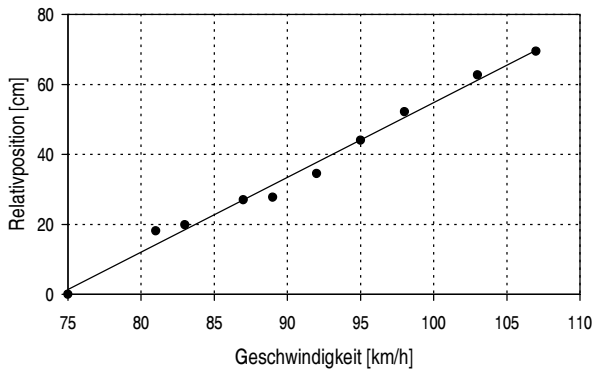


Abb. 6.9.6: Relativposition und Geschwindigkeit sind über die Verzugszeit verknüpft

Bauformen

Wegen ihrer Bedeutung in der Verkehrsüberwachung werden im Folgenden die Geräte der eso GmbH näher besprochen, und zwar

- μ P 80 (Drillingslichtschranke)
- LS 4.0 (Laserlichtschranke)
- ES 1.0 (Einseitensensor)

Fotoeinrichtung und Lichtschranke sind getrennte Einheiten, weil die Lichtschranke von der Seite misst, während das Fahrzeug (Kennzeichen) samt Fahrer von vorn fotografiert werden muss. Meist kann ein Lichtschrankentyp mit unterschiedlichen Fotoeinrichtungen betrieben werden, sodass

wir an gegebener Stelle auch auf die Besonderheiten unterschiedlicher Fotoeinrichtungen eingehen. Generell gelten zur Identifikation der jeweiligen Kamera, und damit auch der individuellen Fotoauslöseverzögerung, folgende «Standortcodes» für die Fotoeinrichtungen Typ VIII und IX (bzw. FE 2.1):

- «0» («10») Kamera 1 am Lichtempfänger
- «1» («20») Kamera 2 am Lichtempfänger
- «2» («11») Kamera 1 am Lichtsender
- «3» («21») Kamera 2 am Lichtsender

Nochmals zurück zu Abb. 6.9.5: Der im Datenfeld eingeblendete Fahrrichtungspfeil, hier links zeigend, steht in Verbindung mit dem Standortcode «3» (wie markiert) für die Messung eines Fahrzeugs, welches sich von rechts nach links am Lichtsender vorbeibewegt; fotografiert wurde mit der Kamera 2.

μ P 80

Die μ P 80 arbeitet mit drei Lichtstrahlen, die so verschaltet sind, dass sich zwei hintereinanderliegende Lichtschranken ergeben. Seit Rückruf und Nachrüstung ab 1992 liefern beide Lichtschranken jeweils eine Ein- und nunmehr eine Ausfahrmessung, insgesamt also vier Messwerte. Divergieren diese Werte, so wird die Messung verworfen. Wegen dieser mehrfachen Redundanz ist eine Fehlabtastung (wie bei ausschließ-



a) Kamera 1: Pkw auf der Verzögerungsspur gerade noch zu erkennen



b) Messfoto von Kamera 2 mit Geschwindigkeit, aber ohne Fahrzeug

Abb. 6.9.7: Geschwindigkeitsmessung mit eso μ P80