

Klaus Schmedding*

Abstandsschätzungen bei Dunkelheit

Zusammenfassung

Umfangreiche Fahrversuche zeigen, daß auch bei Dunkelheit eine polizeiliche Geschwindigkeitsüberwachung durch Nachfahren mit konstantem Abstand innerhalb recht enger Fehlertoleranzen möglich ist.

Summary

In several driving-test was shown, that speed-measurement by following passenger cars, how it is used by the police, is also possible in darkness according to current regulation.

1 Einleitung

Zur Thematik der Geschwindigkeitsüberwachung im Rahmen eines Nachfahrvorganges existieren bereits eine Fülle von einschlägigen Gerichtsurteilen, die z.T. auf technischen Gutachten basieren. Insbesondere wird in diesem Zusammenhang häufig die Meinung vertreten, bei Dunkelheit seien Abstandsmessungen viel schwieriger durchzuführen als unter Tageslichtbedingungen. Es müßten schon die genauen Umstände benannt werden, unter denen die Messungen erfolgten. Anlässlich eines Gutachtauftrages war daher zu überprüfen, ob im nächtlichen Straßenverkehr gesonderte Sicherheitszuschläge, möglicherweise wegen einer schlechteren Erkennbarkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs, zuzubilligen sind.

2 Erscheinungsbild eines vorausfahrenden Pkw bei Dunkelheit

Unter Tageslichtbedingungen erreicht das optische System des Menschen, nämlich das Auge, seine größte Leistungsfähigkeit. Es ist daher nicht weiter schwierig, ein vorausfahrendes Fahrzeug in seinen Konturen gut zu fixieren, sofern gewisse Abstände nicht überschritten werden. Zu bedenken ist in diesem Zusammenhang aber, daß am Tage dem Auge eine Fülle von Informationen im Umfeld geboten werden, die den mit einem Nachfahrprozeß beschäftigten Polizeibeamten schon dazu veranlassen, das vorausfahrende, zu messende Fahrzeug hochkonzentriert zu beobachten.

Entgegen der üblichen Ansicht, bei Dunkelheit würden sich die Einschätzungsmöglichkeiten von Distanzen außerordentlich verschlechtern, sei angeführt, daß der Pkw seinem eingeschalteten Fahrlicht hinterherfährt und nur ein geringes Spektrum seiner Umwelt, eben durch die bescheidenen Ausleuchtungseigenschaften seiner Scheinwerfer, geboten bekommt. Natürlich sind Objekte mit geringem Reflektionsgrad nicht nur sehr spät zu erkennen, sondern auch bezüglich ihres Abstandes, je nach Höhe der Geschwindigkeit, schlecht einschätzbar.

Dieser Zusammenhang ändert sich aber entscheidend dann, wenn selbstleuchtende oder hoch reflektierende Objekte zu beurteilen sind. Die beleuchtete Heckpartie eines Pkw ist im Zuge eines Nachfahrvorganges auf einer Landstraße oder einer Autobahn ein derart dominantes Ziel im Sichtbereich des Pkw-Fahrers, bei dem ein Folgender sich nicht genötigt sieht, seine größte Konzentration darauf zu verwenden, dieses Objekt aufgrund anderer optischer Eindrücke nachhaltig in seinem Gesichtsfeld zu fixieren.

Da bekanntermaßen Pkw auch der StVZO genügen und bei Dunkelheit im Heckbereich aktive Lichtquellen besitzen, die auch über die Ausmaße des Fahrzeugs informieren, sind allein diese beiden Einrichtungen geeignet, dem nachfahrenden Fahrzeugführer einen Eindruck von der Größe und damit auch vom ungefähren Abstand zu vermitteln. Hinzu kommt, daß auch der vorausfahrende Pkw seinem eigenen Scheinwer-

ferfeld hinterherfährt und für einen nachfolgenden Fahrzeugführer dementsprechend vor einem helleren Hintergrund abgebildet wird. Solchermaßen ist es möglich, Pkw selbst auf größere Distanzen noch bezüglich ihrer Radaufstandspunkte auflösen zu können. Zudem verfügt jeder Pkw über eine Kennzeichenbeleuchtung mit dahinterliegendem, reflektierenden Nummernschild, das ebenfalls geeignet ist, einen Entfernungseindruck zur Heckpartie zu vermitteln.

Wie man sich selbst leicht in solchen Nachfahrprozessen davon überzeugen kann, bildet sich der Pkw aufgrund seiner aktiven Lichtquellen im Front- und Heckbereich selbst in seinen Umrissen so genau ab, daß einer Abstandsschätzung rein theoretisch nichts entgegensteht.

3 Bisherige Ergebnisse

in der ständigen Rechtsprechung (OLG Düsseldorf NJW 88, 1039 – 1041) wird angeführt, daß der Abstand zum überwachten, vorausfahrenden Fahrzeug über eine bestimmte Strecke zumindest annähernd konstant sein muß, da bekanntermaßen bei Verringerung dieses Abstandes die Geschwindigkeit des überwachten Fahrzeugs in Wirklichkeit geringer ausfällt, als die des Polizeifahrzeugs.

Auf Basis eines Gutachtens wird dahingehend argumentiert, daß Versuche eines Sachverständigen ergeben hätten, daß die Abstandsschwankungen keinen größeren Fehler als 3%, auf die gesamte Nachfahrstrecke bezogen, zur Folge hätte. Als Empfehlung wird angeführt, daß die Nachfahrstrecke mindestens dem 10-fachen des halben Tachowertes entsprechen müßte, wobei ein größerer Abstand dann durch eine entsprechend längere Meßstrecke auszugleichen sei.

Auf eine fiktive Nachfahrstrecke von 1000 m bezogen würde der 3%-Fehler einem Aufholprozeß des Polizeifahrzeugs gegenüber dem vorausfahrenden Pkw von 30 m entsprechen. Betrug daher beispielsweise zu Beginn des Nachfahrvorganges die tatsächliche Differenzstrecke zwischen der Front des Polizeifahrzeugs und dem Heck des zu messenden Fahrzeugs tatsächlich 115 statt der gewollten 100 m, so hätte eine (ungewollte) Reduktion dieses Abstandes auf 85 m dann zu einem Absolutfehler von lediglich 3% geführt.

Ob und inwieweit solche Abstandseinhalten auch unter den Gegebenheiten des nächtlichen Straßenverkehrsgeschehens möglich sind, wurde in umfangreichen Nachfahrversuchen auf Bundesautobahnen gemessen.

Bevor auf die Ergebnisse dieser Versuchsreihe eingegangen werden soll, sei vorab auf die Fähigkeit des menschlichen Auges eingegangen, Größenänderungen wahrzunehmen.

4 Theoretische Betrachtung

Wie bereits in den einschlägigen Gesetzestexten nachvollziehbar und aus technischer Sicht auch leicht zu verstehen, ist für die Verlässlichkeit einer solchen Geschwindigkeitsüberwachung im Rahmen eines Nachfahrvorganges sowohl die Länge der Gesamtnachfahrstrecke, der Abstand zum Vordermann, insbesondere aber die Gleichmäßigkeit des einmal eingestellten Abstandes wesentlich. Dieser darf sich nicht vehement verringern, um nicht ein falsches Meßergebnis zu erhalten.

Da der nachfahrende Polizeibeamte allerdings nicht nur die Aufgabe hat, stets das vorausfahrende Fahrzeug zu fixieren, sondern auch in zeitlich regelmäßigem Abstand seine Tachometeranzeige zu beobachten hat, finden von ihm notwendigerweise stetige Blicksprünge statt. Zwischen jenen Blickwechseln in Richtung des vorausfahrenden Fahrzeugs in großer Entfernung und Fixierung des Armaturenbrettes vergeht die sog. Akkommodationszeit, in deren Verlauf sich das Auge auf die jeweilige Zielbrennweite (nah/fern) einstellt. Sie liegt angesichts nächtlicher Straßenverhältnisse in einer Größenordnung von 0,5 bis 1,0 s, so daß im Zuge eines Nachfahrprozesses über mehrere 100 oder 1000 m eine Vielzahl von Blicksprüngen stattfindet, und zwar in Intervallen von jeweils ca. 2 s.

Für eine Beobachtungszeit des vorausfahrenden Fahrzeugs im Bereich einzelner Sekunden beträgt die vom Auge unter Laborbedingungen auflösbare Größenänderungsgeschwindigkeit im Mittel etwa 50 Bogen Sekunden pro Sekunde. Dieser Wert entstammt einer Untersuchung von Herrn Prof. E. Hartmann (Der Dunkelheitsunfall, Ferdinand-Enke-

*Dipl.-Phys. Klaus Schmedding, öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Straßenverkehrsunfälle, c/o Ing.-Büro Schimmelpfennig + Becke, Münsterstraße 101, 48155 Münster-Wolbeck

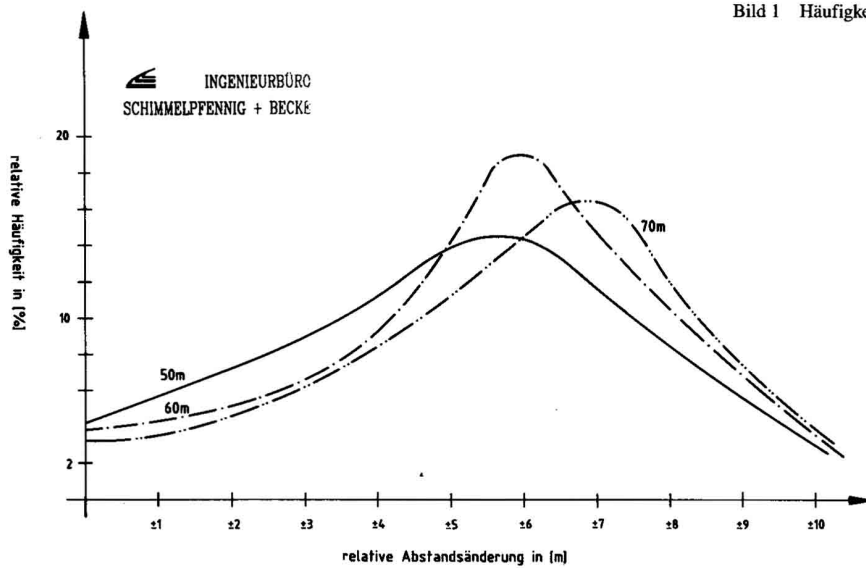


Bild 1 Häufigkeitsverteilung bei variierenden Distanzen

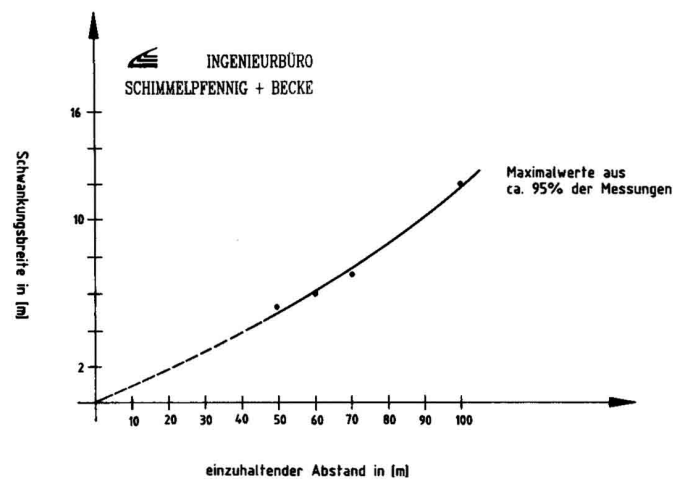


Bild 2 Maximalwerte aus ca. 95% der Messungen

5 Fahrversuche

Mit Hilfe eines Laser-Abstand-Meßgerätes wurden in Nachfahrvorgängen auf Bundesautobahnen im Raum Osnabrück wie auch Münster fast 600 Abstandsmessungen durchgeführt. Acht insoweit untrainierte Versuchspersonen hatten die Aufgabe, einen vom Auto vorgegebenen Abstand zum Vordermann einzustellen und diesen dann möglichst gleichmäßig über zuvor festgelegte Distanzstrecken (im Mittel 2 km) beizubehalten.

Grundsätzlich war festzustellen, daß in den meisten Fällen eine Unterschätzung des Abstandes stattfand, d.h. wurden beispielsweise 50 m zum Vordermann angestrebt, so waren es in der Realität um maximal bis zu 20% hiervon abweichende Werte, entsprechend einer Distanz von dann nur noch 40 statt 50 m.

Der Fall der Unterschätzungen wurde in ca. 80% aller Fälle, also mit der weitaus überwiegenden Mehrheit angetroffen.

Da aber nicht dieser Umstand, sondern der Einfluß der Gleichmäßigkeit des Abstandsverhaltens für diese Nachfahrprozesse entscheidend ist, erfolgte eine kontinuierliche Messung des einmal eingehaltenen und möglichst wenig variierenden Abstandes mit Hilfe des Laser-Gerätes.

Den Versuchspersonen wurden unterschiedliche, einzuhaltende Abstände vorgegeben, und zwar Werte von 50, 60, 70 und 100 m. Die Versuche erfolgten sowohl im üblichen Verkehrsgeschehen, d.h. vorausfahrende, unbekannte Fahrzeuge wurden verfolgt – in einer zweiten Versuchsreihe wurde dann ein Fahrzeug unseres Hauses vorausgeschickt. Solchermaßen fanden die Nachfahrversuche in unterschiedlichsten Geschwindigkeitsbereichen, und zwar zwischen 90 und 160 km/h, statt, wobei die untere Grenze sich beim Nachfahren von Lkw ergab.

Diese Lkw-Nachfahrvorgänge waren von den Versuchspersonen besonders einfach zu beherrschen, weil Lkw in relativ monotoner Fahrweise, nicht zuletzt wegen der erlaubten Höchstgeschwindigkeit, auf BAB bewegt werden. Dort waren im Mittel Abstandsschwankungen von höchstens 10% bei einem Abstand von 100 m, beispielsweise aber nur 7% bei einer vorgegebenen Distanz von 70 m festzustellen.

Bei kleiner werdenden, vorausfahrenden Objekten wie einem Pkw erhöhten sich diese Abstandsfehlergrenzen natürlich. So gibt das Bild 1 die prozentuale Verteilung der relativen Abstandsänderungen in Metern zum beabsichtigten, einzuhaltenden Abstand wieder. In dieser statistischen Verteilung sind 95% aller Versuchsergebnisse pro Entfernungseinstellung wiedergegeben worden. Man erkennt beispielsweise, daß sich bei einem einzustellenden Abstand von 60 m ein Fehlermaximum bei ± 6 m, also 10% eingestellt hat, und zwar mit einer Häufigkeit von knapp 20%. Mit zunehmendem, gewünschten Abstand verschieben sich die Fehlermaxima in Richtung höherer, relative Abstandsveränderungen, wobei der prozentuale Schätzwert bei einem gewollten Abstand von 70 m nach wie vor bei ca. 10% liegt.

Verlag, 1984), der sich in dieser Abhandlung u.a. auch mit dem Schätzvermögen des Menschen beschäftigt. Gilt jener Wert bei relativ schnellen Blickwechseln unter günstigen Umständen, so muß angesichts realer Verkehrsbedingungen zweifelsfrei eine höhere Größenänderungsschwelle angenommen werden von beispielsweise 200 oder 300 Bogen Sekunden pro Sekunde (Sicherheitsfaktor 4 bis 6).

Wird dann beispielsweise ein relativ schmales Fahrzeug mit einem Rückleuchtenabstand von nur 1,1 m verfolgt, so läßt sich über einfache geometrische Beziehung dessen Sehwinkel in beispielsweise 100 m Entfernung zu $0,6^\circ$ bzw. 38 Minuten oder 2270 Winkelsekunden bestimmen.

Das hieße, daß eine Positionsveränderung zum vorausfahrenden Pkw aus einer Entfernung von 100 m dann gegeben ist, wenn der Sehwinkel zwischen den Rückleuchten einen Wert von maximal entweder 2570 Winkelsekunden oder aber minimal 1970 Winkelsekunden einnimmt (maximale Größenänderung 300 Winkelsekunden pro Sekunde). Rechnet man dies einmal zurück auf die tatsächliche Entfernung zwischen den Fahrzeugen, die auf 100 m eingestellt worden sein soll, so entspräche dies einer Entfernungsabnahme auf 88 m bzw. einer Zunahme auf 115 m. Rein theoretisch läßt sich daher auf Basis dieser Untersuchungen, sofern eine gleichförmige Bewegung des vorausfahrenden Fahrzeuges und eine annähernd ebensolche des nachfolgenden Fahrzeuges stattfindet, ein momentaner Fehler von gut 10 bis knapp 15% auf die 100 m-Grenze angeben. Dies wurde dann in der Tat, wie zuvor angeführt, auf eine Nachfahrstrecke von 1000 m zu einem maximalen Fehler von 3% führen.

In dem Bild 1 wurde die Verteilungsfunktion für den einzustellenden Abstand von 100 m nicht mit aufgenommen, weil der Median des Schätzfehlers hier bei ± 12 m bzw. 12% lag.

Trägt man die maximale Fehler- bzw. Schwankungsbreite in Metern über den einzuhaltenden Abstand unter Berücksichtigung von 95% aller Meßwerte auf, so gelangt man zur Abhängigkeit gemäß Bild 2. Gestrichelt wurde der angenommene Fehlerverlauf in Richtung abnehmender Abstände eingetragen. Man erkennt den annähernd linearen Verlauf dieser Abhängigkeit, wobei diese Fehlergrenze wie gesagt auf die momentanen Abstandsschätzungen bezogen sind. So ermittelt man für einen einzuhaltenden Abstand von 70 m den Maximalwert des Fehlers bei ca. 10% bzw. ± 7 m. Auf eine Nachfahrstrecke von beispielsweise 1000 m bezogen hätte dies eine relative Wegstreckenänderung von maximal 14 m zur Folge, entsprechend einem 1,4%-igen Anteil.

Selbst, wenn man mit den höchsten Abweichungen innerhalb der 95%-igen Wahrscheinlichkeit rechnen würde – dies trifft bei gewollten 100 m auf eine Schwankungsbreite von ± 15 m zu – so würde sich bei einer Nachfahrstrecke von 1000 m wie gesagt nur ein Abstandsfehler von insgesamt 3% ergeben. Hätte der Beamte an gleicher Stelle die Nachfahrstrecke auf 1500 m erhöht, so hätte der prozentuale Fehler nur noch 2% betragen. Man erkennt, daß die Länge der Nachfahrstrecke einen erheblichen Einfluß auf die Genauigkeit der Gesamtmessung besitzt. Auf Basis der Versuchsergebnisse wird daher empfohlen, im Zuge von Nachfahrprozessen mindestens das 15-fache des zu Beginn der Messung geschätzten Abstandes zum Vordermann aufzubringen, d.h. bei einem eingestellten Abstand von 100 m zumindest über ca. 1500 m diesem Fahrzeug zu folgen.

Einen nennenswerten Einfluß auf die Höhe der Geschwindigkeit des vorausfahrenden Fahrzeugs konnte, sofern diese natürlich nicht stark variiert wurde, nicht erkannt werden. Zu bedenken ist nämlich, daß mit zunehmender Geschwindigkeit die Beschleunigungsfähigkeit eines jeden Fahrzeugs zusehends abnimmt, d.h. der vorausfahrende Pkw sein Fahrverhalten nur wenig ändern kann (es sei denn, er bremst stark ab).

Auch eine Veränderung der Fahrbahnbreite, z.B. beim Einfahren in eine Baustelle, hatte keinen nennenswerten Einfluß auf die Schätzgenauigkeiten. Zu erwähnen ist in diesem Zusammenhang auch, daß häufige Fahrspurwechsel des vorausfahrenden Fahrzeugs zu keinem erwähnenswerten Fehleranstieg geführt haben.

Bedenkt man abschließend noch, daß die an dieser Versuchsreihe teilnehmenden Probanden mit solchen Nachfahrvorgängen nicht vertraut waren, im Gegensatz zu den insoweit trainierten Polizeibeamten, so ist die Annahme eines Fehlers von 3% bezüglich möglicher Abstandsschwankungen auch unter den Gegebenheiten des nächtlichen Straßenverkehrs keinesfalls zu niedrig angesetzt.

6 Schlußbetrachtung

Über die im Zusammenhang mit diesen Versuchsfahrten erhobenen insgesamt fast 600 Einzelmessungen konnten aussagekräftige Informationen über die Schätzgenauigkeit von diesbezüglich untrainierten Personen abgeleitet werden. Auch unter den Bedingungen des nächtlichen Straßenverkehrs sind verlässliche Abstandsschätzungen zu vorausfahrenden Fahrzeugen möglich, da das Erscheinungsbild eines vorausfahrenden Pkw bei Nacht weitaus überschwelliger ist als bei Tage.

Abstandsschwankungen liegen, den Momentanwert betrachtet, bei eingehaltenen Abständen von höchstens 100 m, im Mittel bei sicher unter 15% (bezogen auf 95% aller Meßwerte). Auf eine Gesamtnachfahrstrecke von 1000 m hätte dies einen Gesamtfehler von höchstens 3% zur Folge.

Eine Geschwindigkeitsabhängigkeit konnte ebensowenig erkannt werden, wie eine negative Beeinflussung durch Fahrspurwechsel des vorausfahrenden Fahrzeugs oder aber sich verändernde Fahrbahnbreiten (in einer Baustelle beispielsweise).

Als Empfehlung kann angegeben werden, daß möglichst der zumindest 15-fache Wert des zu Beginn der Messung eingestellten bzw. gewünschten Abstandes zum vorausfahrenden Pkw als Nachfahrstrecke eingehalten werden sollte. ■