

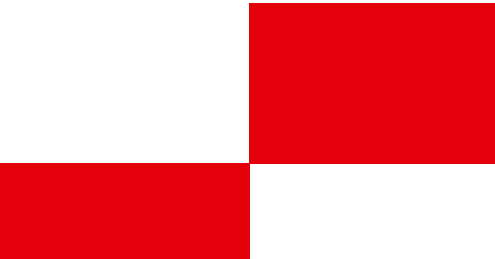


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Justiz- und Polizeidepartement EJPD
Bundesamt für Metrologie METAS

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Strassen ASTRA

Verkehrsmesstechnik



Impressum



An neuralgischen Punkten wird der Verkehr gezielt überwacht, um Unfälle zu vermeiden.
(Bild: Albert Zimmermann/Schindler)

Herausgeber

Bundesamt für Metrologie METAS
Lindenweg 50
CH-3003 Bern-Wabern
Telefon +41 31 32 33 111, www.metas.ch

Copyright

Nachdruck mit Quellenangabe gestattet,
Belegexemplare erwünscht

Sprachen

Die Fachbroschüre *Verkehrsmesstechnik* wird in deutscher, französischer, italienischer und englischer Sprache herausgegeben. Sie finden diese Broschüre auch unter www.metas.ch/verkehrsmesstechnik

Ausgabe

Januar 2010

Produktion

12.09 4000 232411/1

ISBN

978-3-9523289-3-4

Hinweis

Diese Broschüre wurde mit grosser Sorgfalt zusammengestellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.



2 Vorworte

4 Messtechnik im Dienste der Verkehrssicherheit

- 4 Anforderungen an Geschwindigkeitsmessmittel
- 5 Rechtssicherheit
- 5 Sicherheitsmargen

6 Aufgaben und Tätigkeiten des Labors Verkehr

- 6 Messeinrichtungen und Prüfverfahren
- 6 Bauartprüfungen und Zulassungen
- 7 Ausrichtung an internationalen Richtlinien
- 7 Eichungen
- 7 Weitere Tätigkeiten

8 Wie lässt sich die Geschwindigkeit von Fahrzeugen messen?

8 Geschwindigkeitsmessung mit Radar

Stationäre beaufsichtigte Geschwindigkeitsmessung mit Radar
Stationäre autonome Geschwindigkeitsmessung mit Radar
Geschwindigkeitsmessung mit Radar während der Fahrt

10 Geschwindigkeitsmessung mit Laser

Punktuelle manuelle Geschwindigkeitsmessung mit Laser
Kontinuierliche Geschwindigkeitsmessung mit Laser

10 Geschwindigkeitsmessung mit Laserscanner

Der Laserscanner als multifunktionales System

11 Abschnittsweise Verkehrsüberwachung

12 Geschwindigkeitsmessung mit Lichtschranken

12 Rotlichtüberwachung und Geschwindigkeitsmessung

Überwachungssysteme für Geschwindigkeit und Rotlicht mit Induktionsschleifen
Überwachungssysteme für Geschwindigkeit und Rotlicht mit Laser oder Radar

13 Geschwindigkeitsmessung mit Drucksensoren

13 Geschwindigkeitsmessung mit Nachfahrtachografen

Die markante Verbesserung der Verkehrssicherheit und insbesondere die signifikante Reduzierung von Verkehrsunfällen mit Schwerverletzten und Getöteten ist eine Kernaufgabe des Bundesamtes für Strassen (ASTRA). Es gibt verschiedene Wege, dieses Ziel zu erreichen. Das Handlungsprogramm Via sicura enthält rund 60 Massnahmen, die auf dieses Ziel hinwirken. Ein paar dieser Massnahmenvorschläge sind bei den Strassennutzern umstritten. Dazu gehört sicher auch die Intensivierung von Verkehrskontrollen. Fakt ist: Die Durchführung von Verkehrskontrollen ist eine sehr wirksame und daher wichtige Massnahme zur Verhinderung von Verkehrsunfällen. Aber immer wieder sind Kontrollen öffentlicher und politischer Kritik ausgesetzt.

Messgeräte, die zur Überwachung von Geschwindigkeit, Rotlicht oder anderen physikalischen Grössen eingesetzt werden, müssen daher eine äusserst hohe Zuverlässigkeit aufweisen, um glaubwürdig zu sein. Wären sie es nicht, würden sie selbst Gegenstand der Kritik, und Kontrollen würden ihre Wirkung verlieren. Polizeien, Gerichte und selbstverständlich auch die Verkehrsteilnehmenden müssen sich auf die Messwerte zu 100 Prozent verlassen können. Dies sicherzustellen ist Aufgabe des Bundesamtes für Metrologie (METAS).

Diese wichtige Aufgabe gewinnt in einem sich stetig wandelnden Umfeld an Bedeutung. Technische Entwicklungen fordern laufend Anpassungen. Sei es bei der Prüfung, der Zulassung, bei regelmässigen Eichungen oder bei notwendigen Gesetzesänderungen. Bevor eine neue Technik, ein neues Messgerät oder eine neue Methode eingesetzt werden können, braucht es das METAS. Es ist eine



anspruchsvolle Aufgabe, der fortschreitenden technischen Entwicklung, den sich ändernden Anforderungen von Polizeien, von Untersuchungsbehörden und nicht zuletzt auch den Herstellern gerecht zu werden. Das METAS behält die Übersicht, sorgt für Beständigkeit und garantiert dauerhaft eine höchst mögliche Verlässlichkeit.

Das METAS ist für das ASTRA daher ein wichtiger Partner beim Ziel, die Verkehrssicherheit zu erhöhen. Die hohe Vertrauenswürdigkeit der zugelassenen Messgeräte und die unbestrittene Kompetenz des METAS in der Beurteilung von Geräten und Messergebnissen sorgen dafür, dass Verkehrskontrollen weiterhin ein wirksames Mittel zur Reduzierung von Verkehrsunfällen bleiben.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'R. Dieterle', written in a cursive style.

Dr. Rudolf Dieterle
Direktor ASTRA



Unsere Gesellschaft ist auf zuverlässige Messinstrumente und Messresultate angewiesen. Sie bilden die Basis dafür, dass sich ein Rechts-, Wirtschafts- und Sozialsystem entwickeln kann. Stellen Sie sich nur vor, Sie könnten einer Waage in einem Lebensmittelgeschäft oder den Mengenangaben auf vorverpackten Waren nicht trauen. Oder Sie könnten sich als Automobilist weder auf Ihren Tacho verlassen, noch darauf, dass eine Messung, aufgrund derer Sie «geblitzt» wurden, korrekt und zuverlässig vorgenommen worden ist. Eine solche Situation würde unser Rechts- und Wirtschaftssystem nachhaltig stören, ja erschüttern und letztlich auch unser Zusammenleben erschweren.

Das Bundesamt für Metrologie (METAS) ist das Kompetenzzentrum des Bundes für alle Fragen des Messens, für Messmittel und Messverfahren. Mit seiner Tätigkeit und seinen Dienstleistungen sorgt das METAS dafür, dass in der Schweiz mit der Genauigkeit gemessen und geprüft werden kann, wie es für die Belange von Forschung, Wirtschaft und Gesellschaft erforderlich ist. Das METAS stellt der Wirtschaft und der Gesellschaft eine messtechnische Grundinfrastruktur zur Verfügung, die überall dort, wo gemessen wird, von Bedeutung ist. Es ermöglicht eine sichere Markteinführung von Messinstrumenten und gewährleistet die Konstanz eines Messmittels während dessen ganzer Lebensdauer.

So muss das METAS für Messmittel, die im Bereich der Sicherheit eingesetzt werden, die spezifischen Anforderungen festlegen, wenn basierend auf deren Messungen Bussen oder Verbote ausgesprochen werden. Das gilt natürlich namentlich für Geschwindigkeitsmessmittel. Die Kompetenz für Regelungen auf Gebieten ausserhalb des Messwesens liegt bei den jeweiligen Fachbehörden. Das METAS stellt ihnen seine Fachkompetenz für die allfällig notwendige messtechnische Unterstützung zur Verfügung. So arbeitet das METAS eng mit verschiedenen Fachbehörden zusammen.

Eine sehr gute Zusammenarbeit besteht etwa mit dem Bundesamt für Strassen (ASTRA). Im Bereich der Anwendung von Messmitteln für den Strassenverkehr liegt eine klare Aufgabenteilung vor: Das ASTRA als Kompetenzzentrum für Strasseninfrastruktur und den Strassenverkehr regelt die Anwendung von Messmitteln und legt die erforderliche Genauigkeit fest. Dabei stützt es sich auf technische, praktische und rechtliche Rahmenbedingungen. Das METAS als Kompetenzzentrum des Bundes für Messmittel und Messverfahren prüft Messmittel und legt die technischen Anforderungen an diese Geräte und Verfahren fest.

Wir vom METAS befassen uns für den Strassenverkehr aber nicht nur mit Verkehrsmesstechnik. Zu nennen sind unter anderem Prüfungen von Messgeräten, wie Brückenwaagen, Profilmessanlagen, Abgasmessgeräte, Schallpegelmesser, Alkoholmessgeräte, und die Festlegung von Anforderungen für diese Messgeräte sowie die Prüfung lichttechnischer Ausstattungen von Fahrzeugen oder Beleuchtungsmessungen in Tunnels.

Dr. Christian Bock
Direktor METAS

Messtechnik im Dienste der Verkehrssicherheit

Jedes Jahr verunfallen im Schweizer Strassenverkehr etwa 100 000 Personen; gegen 360 Personen werden getötet (2007: 384; 2008: 357). Besonders gefährdet sind Fussgänger, vor allem Kinder und Betagte, und Zweiradfahrer. Zu den häufigsten Unfallursachen gehört nebst dem Fahren unter Alkoholeinfluss das Fahren mit überhöhter oder nicht angepasster Geschwindigkeit. Massnahmen zur Geschwindigkeitsüberwachung wirken dem entgegen. Gezielte Kontrollen an kritischen Stellen können die Verkehrssicherheit erhöhen. Zudem wirken sichtbare Verkehrsmessmittel präventiv. Ziel der Überwachung sind ein ruhigerer Verkehrsfluss, weniger Gefahrensituationen und letztlich weniger Verkehrsunfälle.

Anforderungen an Geschwindigkeitsmessmittel

Der starke Verkehr auf den Strassen stellt die Geschwindigkeitsüberwachung vor grosse Herausforderungen. Messungen bei amtlichen Kontrollen müssen stets zuverlässig und genau erfolgen. Eine Fehlmessung könnte dazu führen, dass ein Fahrzeuglenker zu einer ungerechtfertigten Busse oder sogar zur Abgabe des Führerausweises verurteilt wird. Deshalb müssen die Messsysteme jederzeit einwandfrei funktionieren und von der Polizei korrekt eingesetzt werden. Nur so sind die Messungen vertrauenswürdig und werden von der Bevölkerung akzeptiert. Geschwindigkeitsmessmittel zur Verkehrsüberwachung müssen entsprechend hohen Anforderungen genügen:

Messgenauigkeit: Eine Messung im Strassenverkehr kann nicht wiederholt werden. Sie muss auf Antrieb genau und zuverlässig sein. Äussere Einflüsse wie Temperatur und Feuchtigkeit oder elektromagnetische Wellen von Mobilfunkanlagen, Hochspannungsleitungen oder Radio- und Fernsehseudeanlagen dürfen die Funktion der Messmittel nicht stören.

Messsicherheit bzw. Messwertzuordnung: Ein Messergebnis im Strassenverkehr muss selbst bei dichtem Verkehr und in komplexen Situationen zweifelsfrei dem gemessenen Fahrzeug und dessen Lenker zugeordnet werden können.

Messbeständigkeit: Die Funktionstüchtigkeit der Messmittel muss während deren gesamten Lebensdauer gewährleistet sein.

Das METAS legt die messtechnischen Anforderungen an die verschiedenen Messmittel so fest, dass die oben genannten Bedingungen erfüllt sind. Die Vorgaben richten sich in erster Linie an die Hersteller entsprechender Geräte und die Eichstellen.



Rechtssicherheit

Verschiedene Länder kennen die sogenannte Halterverzeigung. Das bedeutet, dass für die Strafverfolgung einzig das Nummernschild des betroffenen Fahrzeuges registriert werden muss. Gemäss schweizerischer Rechtsauffassung reicht dies nicht aus. In der Schweiz ist der Lenker zu verzeigen. Jedes Überschreiten der signalisierten Höchstgeschwindigkeit muss in der Schweiz so registriert werden, dass der Messwert zweifelsfrei dem fahrbaren Fahrer zugeordnet werden kann. Zudem muss es möglich sein, den Sachverhalt nachträglich zu rekonstruieren. Deshalb werden entweder zwei unabhängige Messverfahren angewendet oder die Widerhandlung wird zusätzlich zur Messung aufgezeichnet, zum Beispiel durch eine zeitlich festgelegte Bildserie, eine aufgezeichnete Strecke bekannter Länge oder Videoaufnahmen.

Sicherheitsabzüge

Jeder Messung wohnt eine bestimmte Messunsicherheit inne. Bei der Ahndung von Geschwindigkeitsübertretungen werden deshalb Sicherheitsabzüge, auch Toleranzmargen genannt, einberechnet. Sie stellen sicher, dass in keinem Fall ein höherer Wert als die tatsächlich gefahrene Geschwindigkeit geahndet wird. Die technisch bedingten Anforderungen an die Messmittel werden vom METAS bestimmt. Für die Anwendung der Messmittel durch die Polizei und damit auch für die effektiv angewandten Sicherheitsmargen ist das Bundesamt für Strassen (ASTRA) zuständig.



Aufgaben und Tätigkeiten des Labors *Verkehr*

Das Labor *Verkehr* des METAS stellt sicher, dass die Messmittel bei amtlichen Verkehrskontrollen genau und zuverlässig sind. Es prüft zudem neue Messmittel und Messverfahren. Das Labor verfügt dazu über eine spezialisierte, technologisch hoch entwickelte Messinfrastruktur.



Messeinrichtungen und Prüfverfahren

Um seinen Auftrag erfüllen zu können, muss das Labor *Verkehr* oft Grundlagenstudien durchführen und Prüfverfahren für neue Messtechnologien entwickeln. Die Schwierigkeit dabei: Anders als etwa ein Gewichtstück bei einer Wägung steht der *Verkehr* als solcher im Labor nicht für beliebig wiederholbare Messungen zur Verfügung. Der *Verkehr* ändert sich ständig: Fahrzeuge und Geschwindigkeiten variieren je nach Zeit und Ort. Erschwerend kommt dazu, dass Prüfverfahren für Geschwindigkeitsmessmittel auch hohe Geschwindigkeits- und Beschleunigungswerte berücksichtigen müssen, die im täglichen *Verkehr* gar nicht verfügbar sind.

Um Messgeräte trotzdem auch im Labor möglichst realitätsnah prüfen zu können, hat das Labor *Verkehr* komplexe Simulationsverfahren entwickelt. Damit lassen sich nicht nur aufwendige und teure Messungen im Strassenverkehr vermeiden. Simulationen bieten auch den Vorteil, dass die verschiedenen Geräte und Gerätetypen unter wiederholbaren, identischen Bedingungen getestet werden können, was im realen Strassenverkehr nicht möglich ist. Die Messplätze für diese Verkehrs-simulations-Prüfverfahren sind Eigenentwicklungen, denn solche Messanlagen sind nicht als kommerzielle Produkte erhältlich.

Ebenfalls eine Eigenentwicklung ist die computergesteuerte Referenzmessanlage des METAS an einer Autobahn. Auf dieser Anlage können Messgeräte unter realen Bedingungen geprüft werden. Die vorbeifahrenden Fahrzeuge werden gleichzeitig vom Prüfling und von einer Mehrfach-Laser-Lichtschanke erfasst. Der direkte Vergleich der beiden Messungen erlaubt es, die Qualität eines Messgerätes höchst genau zu beurteilen.

Bauartprüfungen und Zulassungen

Eine Hauptaufgabe des Labors ist das Durchführen von Bauartprüfungen. Bevor neue Messmittel für amtliche Messungen eingesetzt werden dürfen, müssen sie eine strenge, systematische Prüfung bestehen. Dabei wird abgeklärt, ob der Gerätetyp den schweizerischen Rechtsgrundlagen entspricht und für die Anwendung geeignet ist.

Den Schwerpunkt der Prüfung bildet der dynamische Eignungstest: Das neue Messmittel wird unter allen möglichen kritischen Verkehrssituationen getestet. Dabei wird insbesondere geprüft, ob das Gerät auch bei dichtem Verkehr korrekte Messergebnisse erzeugt und sie dem richtigen Fahrzeug zuordnet. Zudem muss es auch im Einflussbereich von Funksendeanlagen oder Stromnetzen der Bahn, bei hoher und tiefer Feuchtigkeit oder Temperatur absolut störungsfrei arbeiten. Ausserhalb der festgelegten Fehlergrenzen ist keine einzige Fehlmessung erlaubt.



Erfüllt ein Messmittel alle Prüfkriterien, stellt das METAS ein Zulassungszertifikat aus. Darin wird bescheinigt, dass der geprüfte Gerätetyp alle Anforderungen erfüllt und für amtliche Messungen verwendet werden darf.

Ausrichtung an internationalen Richtlinien

Das METAS führt Prüfungen nach den Empfehlungen der internationalen Organisation für das gesetzliche Messwesen (OIML, Organisation Internationale de Métrologie Légale) durch, sofern diese anwendbar sind. So können Prüfergebnisse von anerkannten ausländischen Stellen, die nach den gleichen Richtlinien prüfen, übernommen und Doppelprüfungen vermieden werden.

Für Messmittel mit neuartigen Messverfahren fehlen vielfach internationale Richtlinien. Die Anforderungen müssen in diesem Falle zuerst festgelegt und die Prüfmethoden entwickelt werden, was unter Umständen beträchtliche Entwicklungsarbeit nötig macht.

Eichungen

Bevor ein Gerät einer zugelassenen Bauart zur Verkehrsüberwachung eingesetzt werden darf, muss es einer Ersteichung unterzogen werden. Damit wird sichergestellt, dass jedes einzelne Messmittel von Beginn an korrekt misst. Um die Messbeständigkeit über die ganze Lebensdauer zu gewährleisten, nehmen das METAS und ermächtigte Eichstellen in regelmässigen Abständen Nacheichungen

vor. Bei einer Eichung wird das Gerät mit Hilfe der erwähnten Simulationsverfahren unter möglichst realen Einsatzbedingungen geprüft. Das METAS führt Buch über sämtliche im Einsatz stehenden Geschwindigkeitsmessgeräte. Damit wird gewährleistet, dass nur geeichte Geräte für amtliche Messungen verwendet werden.

Geschwindigkeitsmessmittel werden vom Labor *Verkehr* und von spezialisierten Eichstellen geeicht. So können alle notwendigen Eichungen fristgerecht vorgenommen werden. Die Eichstellen werden vom METAS ermächtigt und überwacht. Sie eichen die Messmittel nach den Vorgaben, die das METAS bei der Bauartprüfung für jeden Messmitteltyp festlegt.

Weitere Tätigkeiten

Zusammen mit weiteren Eichstellen stellt das Labor *Verkehr* sicher, dass die Erfassungsgeräte für die Ermittlung der leistungsabhängigen Schwerverkehrsabgabe (LSVA) korrekt eingestellt werden. Weiter kalibriert das Labor *Verkehr* Drehzahlmesser jeglicher Art für die Industrie. Es prüft und eicht auch technische Prüfmittel für die Strassenverkehrsämter, wie etwa Rollenprüfstände, GPS-gestützte Geschwindigkeitsmesser und Drehzahlmesser.

Für Hersteller von Verkehrsmessgeräten mit neuartigen Messverfahren führt das Labor Spezialprüfungen durch. Zum Beispiel kann es GPS-gestützte Messverfahren mit Simulationen im Labor umfassend testen. Solche Prüfungen wären auf der Strasse nur mit sehr grossem Aufwand zu realisieren.

Gerichtsbehörden fordern oft Gutachten zu Geschwindigkeitsübertretungen oder Rotlichtmissachtungen an. Zu diesem Zweck rekonstruiert das Labor *Verkehr* den Sachverhalt anhand der verfügbaren Foto- oder Videoaufnahmen. So lassen sich Messwert und Zuordnung zum Fahrzeug in den meisten Fällen nachträglich überprüfen.

Das Labor *Verkehr* arbeitet in interdepartementalen Arbeitsgruppen mit beim Erstellen von Rechtsgrundlagen und unterstützt die zuständigen Behörden in technischen Sachfragen. So trägt es dazu bei, dass die rechtlichen Erlasse regelmässig den neuesten technischen Entwicklungen angepasst werden.

Für die Polizei und andere Anwender der Verkehrsmessmittel organisiert das Labor Fachtagungen, an denen praktische Probleme besprochen und Hinweise zum korrekten Einsatz vermittelt werden.

Wie lässt sich die Geschwindigkeit von Fahrzeugen messen?



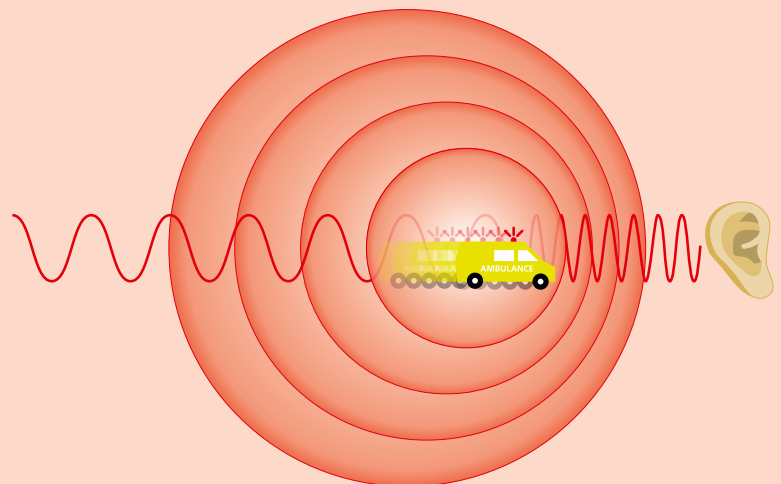
Geschwindigkeitsmessung mit Radar

Die Geschwindigkeitsmessung aller Radargeräte beruht auf dem Doppler-Effekt (siehe Kasten). Die Radarantenne sendet einen eng gebündelten Radarstrahl in einem festen Winkel zur Fahrbahnrichtung aus. Fährt ein Fahrzeug in das Strahlungsfeld der Antenne ein, wird ein Teil der Strahlung reflektiert und von der Antenne wieder empfangen. Aufgrund der Bewegung des Fahrzeugs ändert die Strahlung ihre Frequenz, und zwar proportional zur Geschwindigkeit des Fahrzeuges. So kann aus dem Frequenzunterschied zwischen ausgesandter und reflektierter Strahlung die Geschwindigkeit des Fahrzeuges berechnet werden. Bilddokumentationssysteme, gelegentlich auch noch Filmkameras, registrieren Messdaten, Datum, Zeit und Verkehrssituation.

Die neueste Generation der Radargeräte ist in der Lage, zusätzlich zur Geschwindigkeit auch die Distanz und den Winkel zwischen Antennenachse und Fahrzeugbewegung zu messen. Solche Radargeräte können mehrere Fahrzeuge gleichzeitig überwachen.

Doppler-Effekt

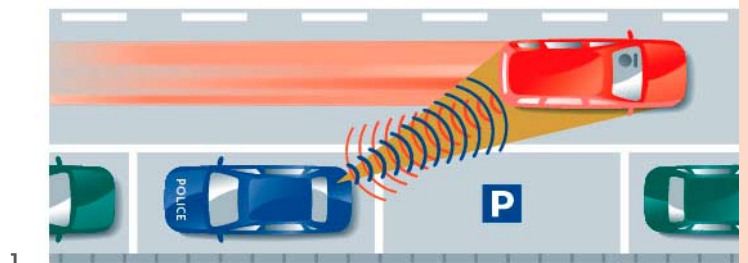
Fast jeder hat das Phänomen schon beobachtet: Das Martinshorn eines Ambulanzwagens klingt höher, wenn sich der Wagen nähert, als wenn er sich entfernt. Das liegt daran, dass beim Entgegenkommen des Wagens die Wellenberge der Schallwellen in kürzeren Abständen beim Beobachter ankommen, als wenn sich der Wagen entfernt. Diese Veränderung der Frequenz von Wellen jeder Art, während sich Quelle und Beobachter einander nähern oder voneinander entfernen, nennt man Doppler-Effekt.





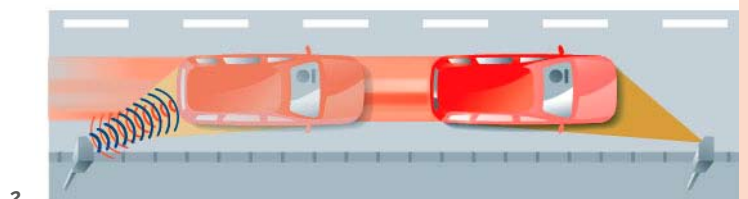
Stationäre beaufsichtigte Geschwindigkeitsmessung mit Radar (1)

Die klassische Form der polizeilichen Geschwindigkeitsüberwachung ist die stationäre Messung mit einem Radargerät. Die Messung erfolgt dabei ab einem Stativ oder ab einem Einbau in einem stehenden Fahrzeug. Messpersonal beaufsichtigt die Messung. Dauer, Häufigkeit und Ort solcher Kontrollen hängen von der Unfallhäufigkeit und der Risikobeurteilung durch die Polizei ab. Der Messeinsatz kann kombiniert sein mit einem Anhalteposten, um die betroffenen Lenker unmittelbar auf ihr fehlbares Verhalten aufmerksam zu machen.



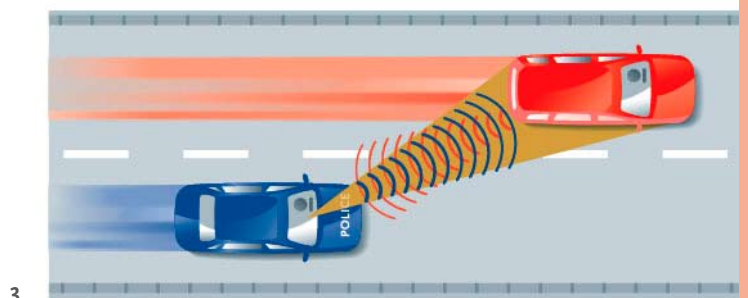
Stationäre autonome Geschwindigkeitsmessung mit Radar (2)

Ein weiteres häufig angewandtes Verfahren sind Geschwindigkeitsmessungen mit einem Radargerät, das über längere Zeit an einem festen Standort betrieben wird. Das Messmittel ist entweder fest installiert oder in einer transportablen Messkabine untergebracht. Es funktioniert autonom und ohne Aufsicht. Die registrierten Geschwindigkeitsüberschreitungen werden entweder lokal abgespeichert oder direkt in eine Auswertezentrale übertragen.



Geschwindigkeitsmessung mit Radar während der Fahrt (3)

Radarmessgeräte können auch in einem fahrenden Auto eingesetzt werden (Moving Radar): Das Radargerät misst den Geschwindigkeitsunterschied zwischen Polizeifahrzeug und anvisiertem Fahrzeug. Gleichzeitig misst ein eingebauter Tachograf kontinuierlich die Eigengeschwindigkeit des Polizeifahrzeuges. Die Summe der beiden Werte ergibt die Geschwindigkeit des überprüften Fahrzeugs. Dieses Verfahren kommt vorwiegend auf Autobahnen zum Einsatz.



Geschwindigkeitsmessung mit Laser

Bei Geschwindigkeitsmessungen mit Laser wird die Laufzeit einzelner Infrarotimpulse vom Sender zum Fahrzeug und zurück zum Empfänger gemessen. Aus dieser Laufzeit kann die Entfernung zwischen dem Lasergerät und dem Fahrzeug berechnet werden. Die zurückgelegte Strecke zwischen zwei Infrarotimpulsen geteilt durch das zugehörige Zeitintervall ergibt die Geschwindigkeit des Fahrzeugs.

Theoretisch könnte auf diese Weise bereits mit zwei Laser-Infrarotimpulsen eine Geschwindigkeitsmessung durchgeführt werden. In der Praxis würde dies jedoch zu Fehlern führen, etwa wenn sich der anvisierte Zielpunkt ändert. Um Fehlmessungen zu eliminieren, wird deshalb innerhalb eines Messvorganges eine grössere Serie von Laufzeitmessungen durchgeführt und gespeichert. Mit Hilfe eines mathematischen Vorgangs wird aus den Messwerten schliesslich die Fahrzeuggeschwindigkeit berechnet. Messdaten, Datum, Zeit und Verkehrssituation zum Messzeitpunkt werden mit digitalen Bilddokumentationssystemen oder analog registriert.

Punktuelle manuelle Geschwindigkeitsmessung mit Laser (4)

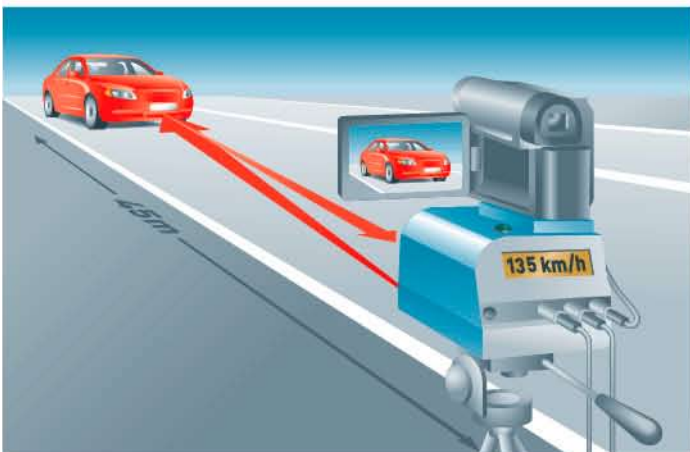
Bei punktuellen manuellen Geschwindigkeitsmessungen mit einem Lasergerät führt Messpersonal die Messung ab Hand oder ab Stativ durch. Wie bei der stationären beaufsichtigten Radarmessung hängen Dauer, Häufigkeit und Ort solcher Kontrollen von der Unfallhäufigkeit und der Risikobeurteilung durch die Polizei ab. Dieses Messverfahren eignet sich vor allem für Geschwindigkeitsmessungen bei Motorrädern, aber auch anderen Fahrzeugen auf grössere Entfernungen. Die Messung dauert maximal eine halbe Sekunde. Somit reagieren allfällige Warngeräte der Fahrzeuglenker in der Regel zu spät. Der Messeinsatz kann kombiniert sein mit einem Anhalteposten, um die betroffenen Lenker unmittelbar auf ihr fehlbares Verhalten aufmerksam zu machen.

Kontinuierliche Geschwindigkeitsmessung mit Laser (5)

Diese Messart entspricht der stationären beaufsichtigten Geschwindigkeitsmessung mit Radar. Das Messprinzip basiert jedoch auf Laser-Infrarotimpulsen. Die Messdistanz beträgt etwa 30 bis 50 Meter. Der Einsatz erfolgt vielfach innerorts oder bei Bauustellen auf Autobahnen.



4



5

Geschwindigkeitsmessung mit Laserscanner

Laserscanner werden seit Jahren für Überwachungsaufgaben eingesetzt, beispielsweise auf Industriearbeiten oder in Museen. Sie detektieren und protokollieren Ereignisse und lösen, wenn nötig, Alarm aus. Mit Hilfe geeigneter Auswertungssoftware wurde es möglich, mit Laserscannern Geschwindigkeiten zu erfassen. Mit solchen Geräten lässt sich ein grösserer Verkehrsbereich überwachen. Sie werden stationär, beaufsichtigt oder autonom, fest oder nur für ein paar Tage eingesetzt. Laserscanner können auch mit einer Rotlichtüberwachung kombiniert werden. Sie ermöglichen zudem Front- und Heckaufnahmen des betroffenen Fahrzeuges von einer Mastkabine aus.

Der Laserscanner als multifunktionales System (6)

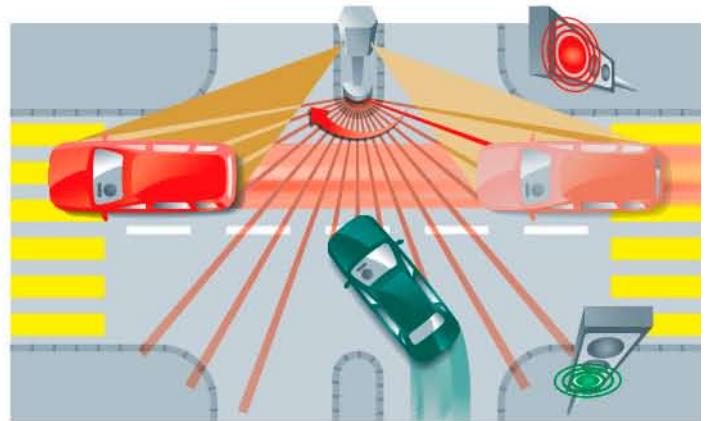
Wie Lasermessgeräte arbeiten Laserscanner nach dem Prinzip der Impulslaufzeitmessung, nur bewegt sich bei Laserscannern der Laserstrahl zusätzlich mit hoher Rotationsgeschwindigkeit in einem Bereich von bis zu 180 Grad. Trifft der ausgesandte gepulste Laserstrahl auf ein Objekt, wird er reflektiert und im Empfänger des Scanners registriert. Die Zeit zwischen dem Aussenden des Pulses und dem Empfang des reflektierten Pulses ist direkt proportional zur Entfernung des Objekts vom Laserscanner. Aus der Folge der empfangenen Pulse werden die Kontur des Objekts und seine Bewegung bzw. seine Geschwindigkeit berechnet.

Ein Drehspiegel im Laserscanner lenkt den gepulsten Laserstrahl ab. Dadurch wird die Umgebung fächerförmig abgetastet. Dank der Kombination modernster Lasermesstechnik mit Echtzeitsoftware ist es möglich, die überwachte Umgebung in einem Radius von etwa 40 Metern sehr genau abzutasten. Die erfassten Daten werden gespeichert und stehen zur Analyse bereit.

Der Laserscanner liefert über jedes Objekt, das sich in seinem Blickfeld befindet, genaue und unverfälschte Informationen. Das schliesst Interaktionen zwischen den Verkehrsteilnehmenden ein, zum Beispiel das Verhalten beim Vortrittsrecht an Fußgängerstreifen, beim Rechtsvortritt oder unerlaubte Spurwechsel. Die Objekte werden verfolgt, solange sie sich im Blickfeld des Systems befinden. Zusätzlich wurde dieser Prozess so erweitert, dass die Objekte, sollten sie für kurze Zeit nicht sichtbar sein, spekulativ verfolgt werden.

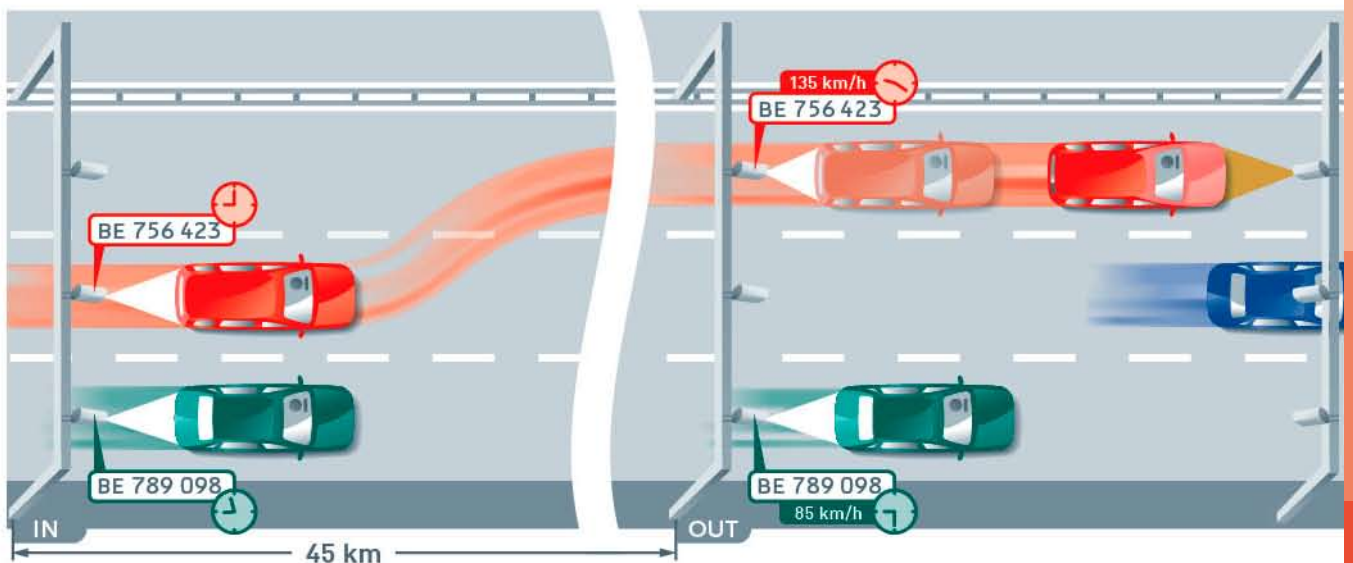
Weil die Daten und ihre Analyse in Echtzeit übermittelt werden (über Kabel, Internet oder Funk, selbstverständlich verschlüsselt), können die Informationen für verschiedenste Zwecke verwendet werden: für die Kontrolle des Verkehrsflusses, die Überwachung des Verkehrs mit Fotografie bei Widerhandlungen oder für statistische Erhebungen.

6



Abschnittsweise Verkehrsüberwachung (7)

Punktuelle Geschwindigkeitskontrollen sollen in Zukunft vermehrt ersetzt werden durch Kontrollen der Durchschnittsgeschwindigkeit über eine längere Strecke. Bei einer solchen Abschnitts-Geschwindigkeitskontrolle (auch abschnittsweise Geschwindigkeitskontrolle, Abschnittskontrolle oder Section control genannt) wird zu Beginn und am Ende einer festgelegten Strecke jedes Fahrzeug fotografisch mit genauer Zeitangabe erfasst. Aufgrund der Zeit, die das Fahrzeug für die Durchfahrt des Abschnitts benötigt, lässt sich die Durchschnittsgeschwindigkeit ermitteln. Liegt sie höher als die erlaubte Geschwindigkeit, werden die Daten den Vollzugsbehörden übermittelt. Identifiziert wird das Fahrzeug über eine automatische Nummernschilderkennung. Liegt keine Widerhandlung vor, werden diese persönlichen Daten unmittelbar gelöscht.



7

Geschwindigkeitsmessung mit Lichtschranken

Auch Lichtschranken eignen sich zur Geschwindigkeitsmessung. In der Schweiz sind bis anhin nur Laserlichtschranken zugelassen. Mindestens zwei parallele, unsichtbare Laserlichtstrahlen werden so auf die Fahrbahn gerichtet, dass sie reflektiert und zum Messmittel zurückgeworfen werden. Durchfahrende Fahrzeuge stören die Lichtstrahlen. Diese Störungen liefern die Daten für die Geschwindigkeitsberechnung. Mit dem Messmittel ist eine Foto- oder Videoeinrichtung verbunden, die ausgelöst wird, wenn ein Fahrzeug die eingegebene Höchstgeschwindigkeit überschreitet. Eine aufwendige Auswertelogik verhindert, dass bei kritischen Fahrzeugkonstellationen Fehlmessungen auftreten.

Rotlichtüberwachung und Geschwindigkeitsmessung

Missachtet ein Fahrzeuglenker bei einer Ampel den Vortritt, hängt das Gefahrenpotential wesentlich von seiner Geschwindigkeit ab. Deshalb sind Rotlichtüberwachungssysteme heute durchwegs mit Geschwindigkeitsmessungen kombiniert.

Überwachungssysteme für Geschwindigkeit und Rotlicht mit Induktionsschleifen (8, 9)

Bis vor ein paar Jahren wurden für die Geschwindigkeitsmessung bei Rotlichtüberwachungsanlagen ausschließlich Induktionsschleifen verwendet. Dabei sind unterhalb des Deckbelages der Fahrbahn in genau definiertem Abstand mehrere Sensoren eingebaut. Detektoren registrieren die Zeit, die ein Fahrzeug für das Überfahren dieser Sensoren benötigt. Aus dieser Zeit und dem Abstand zwischen den Sensoren lässt sich die Geschwindigkeit ermitteln.

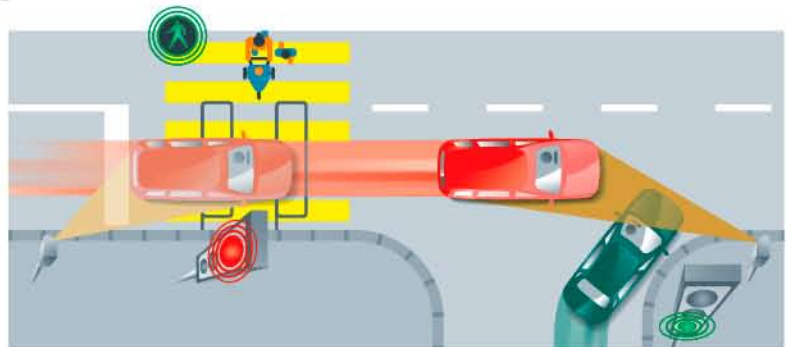
Induktive Sensoren erfassen die Überfahrt eines Fahrzeuges anhand der Frequenzänderung eines elektrischen Schwingkreises. Mit Hilfe dieser Sensoren wird sowohl die Rotlichtmissachtung festgestellt als auch die Geschwindigkeit gemessen. Damit die Widerhandlung eindeutig belegbar ist, werden zusätzlich in einem definierten Zeitabstand oder einer Fixdistanz zwei Bildaufnahmen gemacht. Das erste Bild dient als Nachweis, dass die Haltelinie bei Rotlicht überfahren wurde. Das zweite zeigt, ob und wie stark der fehlbare Lenker andere, vortrittsberechtigte Verkehrsteilnehmer behindert und gefährdet hat.

Überwachungssysteme für Geschwindigkeit und Rotlicht mit Laser oder Radar

Der Einbau von Sensoren für Induktionsschleifen erfordert Eingriffe in den Strassenbelag. Auch wird der Belag in einem Bereich, der ohnehin durch Geschwindigkeitsänderungen der Fahrzeuge stark strapaziert ist, geschwächt. Deswegen werden heute vermehrt auch Laser- oder Radarmessmittel mit Rotlichtüberwachungen kombiniert. Einerseits werden Laserscanner verwendet. Andererseits wird auf die neueste Radartechnologie mit frequenzmodulierten Radarsensoren zurückgegriffen, die fahrspurselektiv eingesetzt werden können. Damit lassen sich parallel befahrene Spuren gleichzeitig erfassen. Mit Laserscannern ist dies nur bedingt möglich, weil ein Fahrzeug eine parallele Spur verdecken kann.



8



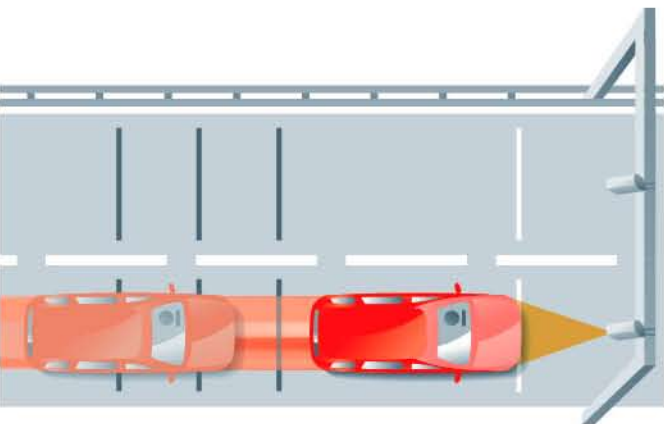
9



10

Geschwindigkeitsmessung mit Drucksensoren (10, 11)

Messsysteme mit druckempfindlichen Piezosensoren werden ausschliesslich für Geschwindigkeitsmessungen im Autobahnbereich eingesetzt. Vielfach sind sie kombiniert mit Wechselverkehrszeichen-Steuerungen. Sie werden also auf Strecken verwendet, bei denen zur Steuerung des Verkehrsflusses phasenweise verschiedene Geschwindigkeitslimiten gelten.



11

Geschwindigkeitsmessung mit Nachfartachografen (12)

Tachografen sind spezielle, in ein Polizeifahrzeug eingebaute Verkehrsüberwachungsanlagen. Sie bestehen aus einem Impulsgeber, einem digitalen Geschwindigkeitsmesser und einer Datenregistrierung, allenfalls kombiniert mit einer Bildaufzeichnung der Verkehrssituation. Nachfartachografen werden vorwiegend auf Autobahnen eingesetzt. Sie erlauben dem Messpersonal, Raser oder Drängler zielgerichtet aus dem Verkehr zu ziehen. Solche Tachografen sind nicht vergleichbar mit herkömmlichen Tachoanzeigen oder Fahrtenschreibern. Sie sind sehr genau und lassen sich deshalb auf verschiedenen Gebieten der Verkehrsüberwachung einsetzen.

Im Gegensatz zu anderen Messverfahren wird die Geschwindigkeit des überwachten Fahrzeuges bei dieser Methode nicht direkt ermittelt. Der Nachfartachograf zeichnet vielmehr die Eigengeschwindigkeit des Polizeifahrzeuges auf. Nach einer festgelegten Nachfahrstrecke kann dem fehlbaren Fahrzeug so die durchschnittliche Geschwindigkeit zugeordnet werden.

Bei Geräten der neuesten Technologie wird die Eigengeschwindigkeit des Polizeifahrzeuges zusätzlich via GPS überwacht und die Bildinformation zur Verkehrssituation direkt auf einer Harddisk aufgezeichnet. Da in einem Ringspeicher stetig eine Sequenz von bis zu einer Minute aufgezeichnet wird, ist auch die Vorgeschichte einer Widerhandlung gegen die Verkehrsregeln bildlich verfügbar. Bei herkömmlichen Videoaufzeichnungssystemen beginnt die Speicherung erst, nachdem das Messpersonal den Beginn eines Fehlverhaltens festgestellt hat.



12



Labor *Verkehr* des METAS

verkehr@metas.ch, www.metas.ch/verkehr

Bundesamt für Metrologie METAS

Lindenweg 50, CH-3003 Bern-Wabern, Telefon +41 31 32 33 111, www.metas.ch