

Lasertemposünder

Mittels spezieller Lasersysteme werden Spurengase in der Erdatmosphäre aufgespürt und neuerdings auf deutschen Straßen auch Temposünder geblitzt.

Vor über 50 Jahren wurde die Radarmessung zur Geschwindigkeitskontrolle auf deutschen Straßen eingeführt. Diese häufig fest installierten Radarfallen bekommen nun Konkurrenz von mobilen Laserpistolen, deren Funktionsweise auf dem Lidar-Prinzip basiert und die mit Laserpulsen Temposünder aufspüren. Sogar der Spielzeug-Klassiker LEGO, der dieses Jahr 50 Jahre alt geworden ist, hat sich bereits auf die neue Technik eingestellt und seine Polizisten mit einer Laserpistole ausgerüstet.



Auch Lego hat aufgerüstet, denn moderne Spielzeugpolizisten stellen neuer-

dings auch per Laserpistole Temposündern eine Falle.

Optisches Radar

Schon seit vielen Jahren kommt Lidar (Light Detecting And Ranging) als optisches Radarsystem erfolgreich zum Einsatz, um Aerosole und Gasmoleküle vor allem in der Troposphäre und in der daran angrenzenden Stratosphäre zu detektieren.¹⁾ Bei diesen Messungen wird ein gepulster und sehr intensiver Laserstrahl, z. B. bei Wellenlängen von 1064 nm, 532 nm oder 355 nm, von einer Bodenstation aus in den möglichst wolkenlosen Himmel gerichtet, wo das Licht mit den Aerosolen und den Gasmolekülen in der Luft wechselwirkt und gestreut wird (Abb. 1a). Während an Molekülen, deren Durchmesser klein ist verglichen mit der Wellenlänge λ des gestreuten Lichts, elastische Rayleigh- und inelastische Raman-Streuprozesse auftreten, ist bei den größeren Aerosolen Mie-Streuung

zu beobachten. Die Teleskopspiegel des Lidar-Systems detektieren das durch die Streuung teilweise in Rückwärtsrichtung gelenkte Licht, das ein Photomultiplier zur Auswertung in elektrische Signale umwandelt. Aus der Laufzeitdifferenz Δt zwischen Sendepuls und Empfangspuls und der Lichtgeschwindigkeit c lässt sich über die Gleichung $D = c \Delta t / 2$ die Entfernung, z. B. von Aerosol-Schichten in der Erdatmosphäre, bestimmen (Abb. 1b).

In den letzten Jahren wurde die Lidar-Technik stetig verfeinert und optimiert: Neben der Entfernung lässt sich aus der Signalintensität auch die Konzentration atmosphärischer Spurengase wie Wasserdampf, Ozon oder Methan in einem bestimmten Streuvolumen sehr genau erfassen. Damit ermöglicht

Lidar es u. a., Daten über Luftverschmutzung und den Treibhauseffekt zu sammeln. Aber Lidar kann noch mehr: Misst man die Entfernung eines sich bewegenden Teilchens innerhalb eines definierten Zeitintervalls mehrmals, so lässt sich über die Entfernungsänderung auf die Geschwindigkeit der Partikel entlang des Laserstrahls schließen. Solche Messungen erlauben es auch, die Windgeschwindigkeit zu bestimmen, die für genauere Wetterprognosen wichtig ist.

Lidar gegen Raser

Mit Lidar lässt sich auch die Geschwindigkeit deutlich größerer Objekte bestimmen, z. B. die von Autos. Damit ein Polizist allerdings nicht unter der Last eines Lidar-Sensors zusammenbricht, muss das Detektionssystem mobil und kompakt sein. Daher ersetzen hier empfindliche Photodioden, die inzwischen recht preiswert erhältlich sind, die großen Teleskopspiegel.

Dank dieser Fortschritte kann ein Polizist nun mit seiner handlichen Laserpistole ein Auto bzw. dessen Nummernschild anvisieren. Die Laserpistole sendet IR-Lichtimpulse ($\lambda = 905 \text{ nm}$) aus, die eine Dauer von einigen Nanosekunden haben. Das Zielobjekt reflektiert die Pulse, sodass die lichtempfindlichen Sensoren in der Lidar-Pistole

1) In einem Interview erzählt Hannes Vogelmann von seinen Lidar-Messungen auf der Zugspitze: S. 48 in diesem Heft.

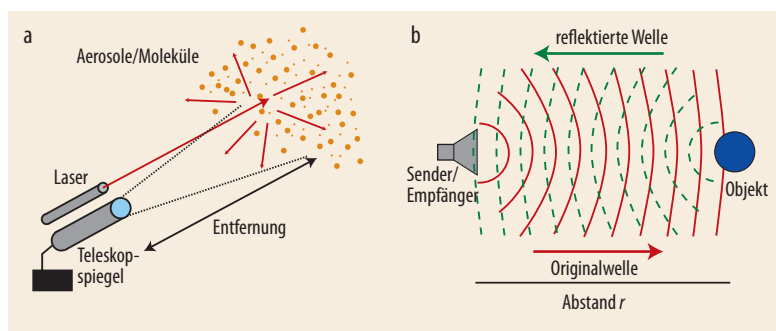


Abb. 1 Das an Aerosolen und Molekülen gestreute Licht detektieren Teleskopspiegel im Lidar-System (a). Die Messung

der Geschwindigkeit geschieht mithilfe der Laufzeitdifferenzen zwischen Sendepuls und Empfangsimpuls (b).

diese detektieren können. Da die Empfangsoptik nur einen schmalen Öffnungswinkel besitzt, trifft lediglich ein kleiner Teil des reflektierten Lichts auf die Sensoroberfläche. Daher setzt man bei mobilen Lidar-Methoden bevorzugt auf empfindliche Avalanche-Photodioden, die das Signal verstärken und sich gleichzeitig durch ausreichend schnelle Anstiegszeiten von wenigen Nanosekunden auszeichnen.

Die handlichen Laserpistolen können im Straßenverkehr bei Entfernungen zwischen 10 und 1000 m Geschwindigkeiten von mehr als 300 km/h messen – und zwar mit einer Genauigkeit von rund 3 Prozent. Die Distanzgenauigkeit liegt nach Herstellerangaben bei 20 cm.

Mehrspurige Überwachung

Während eine Laserpistole nur ein einziges Fahrzeug im Verkehrsfluss identifizieren kann, überwachen aufwändigere Systeme wie z. B. das stationäre PoliScan^{speed} der Firma Vitronic das Fahrgeschehen zuverlässig auf bis zu drei Fahrbahnen. Diese erfassen nicht nur hinter- und nebeneinander fahrende Temposünder, sondern sammeln auch wichtige Daten zum Verkehrsfluss und Fahrzeugaufkommen, um intelligente Verkehrsleitsysteme zu unterstützen.

Die Säule steht bevorzugt auf Verkehrsinseln oder Grünstreifen, von denen sie mit ihren zwei integrierten Lidar-Systemen beide Fahrtrichtungen gleichzeitig überwacht (Abb. 2). Ein Spezialspiegel weitet den emittierten und ge-

pulsten IR-Laserstrahl so auf, dass er einem fächerartigen Lichtkegel gleicht, der sich über die Fahrbahn legt und die mehrspurige Fahrbahn in einem Winkel von rund 45 Grad gleichmäßig ausleuchtet. Das System erfasst die sich nähernden Fahrzeuge bereits ab einer Entfernung von 75 m und misst ihre Geschwindigkeit in einem Abstand von 20 bis 50 m. Unter Berücksichtigung des Abtastwinkels lässt sich anhand der Geschwindigkeiten ein Bewegungsprofil der Fahrzeuge generieren.

Während bei den Laser-Pistolen die Geschwindigkeitsübertretung lediglich in einem Messprotokoll dokumentiert wird und der Polizist den zu schnellen Fahrer sofort heraus winkt, verfügen die Lidar-Säulen über integrierte Kamera- oder Videosysteme, die wie bei der Radarfalle zusätzlich einen Bildnachweis erstellen, auf dem das Fahrzeug eindeutig zu erkennen ist. Die PoliScan^{speed}-Säule besitzt pro Fahrtrichtung zwei Kameras, die aufgrund ihrer unterschiedlichen Objektivbrennweiten Fahrzeuge – und vor allem deren Nummernschilder – auch in unterschiedlichen Abständen scharf fotografieren.

Lidar macht mobil

Lidar-Systeme sorgen außerdem für den richtigen Durchblick: So werden intelligente Rückleuchten mit integrierten Lidar-Sensoren für Autos entwickelt, die in der Lage sind, Gischt, Nebel oder Niederschläge und ihre Dichte zu erkennen. Anhand dieser Informationen



Abb. 2 Eine Poliscan-Säule auf einem Grünstreifen überwacht mit einer Ausleuchtung von etwa 45 Grad den Verkehr auf bis zu drei Fahrbahnen pro Richtung.

lässt sich die Helligkeit der Rück- bzw. Bremslichter regulieren und automatisch den Sichtverhältnissen anpassen.

Aber damit nicht genug: Eine Kombination aus Lidar-Sensoren und einer CMOS-Kamera sammelt in Fahrerassistenzsystemen die nötigen Umfeld- und Verkehrsinfos: Während die Kamera anhand von Fahrbahnmarkierungen und Begrenzungslinien den Spurverlauf der Straße erfasst und Verkehrszeichen erkennt, liefert der Lidar-Sensor permanent Daten zu vorausfahrenden Fahrzeugen. Im Assistenzsystem fließen diese Informationen zusammen und sorgen nicht nur für eine optimierte Abstandsregelung über den gesamten Geschwindigkeitsbereich, sondern hoffentlich auch dafür, dass man nicht mehr von der am Straßenrand platzierten Laserpistole der Polizei geblitzt wird.

Katja Bammel

Dr. Katja Bammel,
science & more
redaktionsbüro,
kb@science-and-
more.de