

Raumtemperatur (Multi-Mode) zu sowie knapp 1 mW im Single-Mode-Betrieb. Dabei erwärmte sich das Bauelement nicht über 110 °C.

Bislang wurde bereits eine Bandbreite von 2,5 Gb/s zur Signalübertragung realisiert, und die Entwickler sind sich sicher, eine Bandbreite von 10 Gb/s erreichen zu können – dem zukünftigen Standard von Hochleistungs-Datennetzen. Auch in anderen Bereichen könnte der langwellige VCSEL den Weg in die Anwendung finden: beispielsweise zur optischen Verbindung von Computerkomponenten oder in der Gassensorik. Viele in der Umweltanalytik wichtigen Spurengase besitzen Resonanzlinien im Infraroten. Optische Nachweissysteme könnten daher auch hier in Zukunft eine große Rolle spielen.

Neue Sensoren gegen Staus

Jeder Autofahrer wird sie schon mal gesehen haben – die grauen Kästen zur Messung des Verkehrsaufkommens an Autobahnbrücken. Üblicherweise arbeiten diese Sensoren mit Infrarotlicht. Diese sind jedoch recht teuer, benötigen relativ viel Energie und ihre Funktion hängt von der Witterung ab. Wie Physiker aus Saarbrücken vor kurzem gezeigt haben, lassen sich Fahrzeuge auch mit magneto-resistiven Sensoren zählen, die als sog. Traffic-Sensoren ihren elektrischen Widerstand verändern, wenn sich das Magnetfeld ändert, z. B. durch einen ferromagnetischen Gegenstand. Das kann ein vorbeifahrendes Auto oder ein LKW, aber auch ein Flugzeug auf dem Weg zur Parkposition oder ein Schiff im Hafen sein.⁴⁾

Die Forschergruppe entwickelte einen Magnetfeldsensor, den sie zusammen mit der TCZ Traffic Communication GmbH noch in diesem Jahr zur marktreifen Anwendung umsetzen will. Er zeichnet sich durch eine lineare Ausgangsspannung, hohe Messgenauigkeit ($\pm 0,3 \mu\text{T}$) und hohe Empfindlichkeit ($5 \mu\text{T}$) in einem großen Temperaturbereich aus (-40 bis $+105$ °C). Er basiert auf dem Magnetowiderstandseffekt, d. h. der Widerstandsänderung eines Materials im Magnetfeld. Diese Änderung war beim herkömmlichen (anisotropen Magnetowiderstands-) Effekt nur klein. Anders beim GMR-Effekt (Giant Magnetoresistance), auf dem der Traffic-Sensor basiert. Der

GMR-Effekt wurde erst 1986 entdeckt und führte zu einem gewaltigen technischen Durchbruch bei der Messung von Magnetfeldern.⁵⁾ Er besteht in einer Änderung des elektrischen Widerstandes einer speziellen Viellagenschicht, wenn man dieses Schichtsystem an ein Magnetfeld annähert. Das Schichtsystem ist aus einigen Nanometerdicken ferromagnetischen und nicht-ferromagnetischen Schichten aufgebaut. Der Spin der Elektronen beeinflusst dabei den elektrischen Widerstand, und zwar je nach dem, ob der Spin parallel oder antiparallel zur Ausrichtung der Magnetkräfte steht. Diese so genannten GMR-Sensoren finden heute vor allem als Leseköpfe in Festplattenlaufwerken Verwendung. Die Physiker aus Saarbrücken nutzen solche kommerziell verfügbaren GMR-Elemente und betreiben sie jenseits der vom Hersteller angegebenen Empfindlichkeiten, indem sie die Messung schaltungstechnisch optimieren. Dadurch können sie mit sehr kleinen GMR-Sensoren Magnetfelderänderungen im μT - und nT -Bereich messen. Das ist ausreichend genau, um Fahrzeuge auf mehrere Meter Entfernung sicher zu detektieren und um LKW, PKW und Motorräder voneinander unterscheiden zu können.

Die Sensorsysteme aus der Arbeitsgruppe wurden kürzlich auf der IAA in Frankfurt einem breiten Publikum präsentiert. Derzeit werden sie in Kooperation mit dem Unternehmen TCZ an Autobahnen und in anderen Verkehrssituationen zu Testzwecken eingesetzt.

Erster mobiler Terawattlaser

6 TW Leistung bei einer Pulslänge von 50 fs – das sind die Eckdaten eines mobilen Hochleistungslasers, den Physiker aus Jena, Berlin, Paris und Lyon gebaut haben.⁶⁾ Das Ti:Saphir-Lasersystem ist so kompakt, dass es in einen herkömmlichen Eurocontainer passt und sich per LKW transportieren lässt. Dies ist wichtig für die geplanten Anwendung des Lasersystems: Mit ihm soll die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre an verschiedenen Orten bis in 15 Kilometer Höhe analysiert werden.

Bei der Untersuchung der Atmosphäre machen sich die Wissenschaftler einen erst vor wenigen Jahren entdeckten optischen Effekt zu Nutze:⁷⁾ Schießt man einen tera-

wattstarken, ultrakurzen gepulsten Laserstrahl kilometerweit in die Atmosphäre, so ändert sich schon nach einer kurzen Wegstrecke unter seiner immensen Intensität der Brechungsindex der Luft, und zwar räumlich wie zeitlich. Dadurch entsteht eine Art künstliche Linse und aus dem anfangs dunkelroten Laserstrahl mit einer Wellenlänge von 800 nm entstehen Filamente aus konzentriert gebündeltem weißen Licht. Fängt man nun mit Teleskopen das Streulicht dieses „weißen Lasers“ aus der Erdatmosphäre auf, so ergibt die Spektralanalyse präzise Aufschlüsse über die chemische Zusammensetzung und Spurenverunreinigungen der Luft.



Mit diesem System lassen sich z. B. Industrieabgase untersuchen und Umweltsünder überführen. In erster Linie soll aber der Smog über Ballungsgebieten und das Vorkommen von Treibhausgasen näher erforscht werden. Gegenüber der herkömmlichen Messmethode mit Wetterballons ist dieses Verfahren besonders einfach und präzise in der Handhabung. Auch im Vergleich zu anderen lasergestützten Analyseverfahren kann es überzeugen: Es detektiert mit einem einzigen Laserstrahl viele unterschiedliche Molekülarten gleichzeitig.

Neben der Atmosphärenforschung eignet sich der mobile Terawattlaser sehr wahrscheinlich auch als Blitzableiter für elektronische High-Tech-Anlagen – z. B. auf Flughäfen. Innerhalb des kilometerlangen Laserstrahls in der Atmosphäre bilden sich nämlich Filamente mit stark erhöhter elektrischer Leitfähigkeit aus, sodass ein Blitz, wenn der Laser auf eine Gewitterwolke gerichtet wird, dort einschlägt und sich entlang des Strahls kontrolliert zur Erde leiten lässt.

HOLGER KOCK

Ein mobiler Terawattlaser eignet sich nicht nur zur Untersuchung der Atmosphäre, sondern auch als Blitzableiter. Sein Laserstrahl kann zwei Elektroden, zwischen denen eine Spannung von 3 Mio. Volt anliegt, zielgerichtet und kontrolliert entladen. Ein Blitz zuckt schnurgerade entlang des intensiven Laserstrahls von einer Elektrode zur anderen. (Quelle: Uni Jena, FU Berlin)

4) www.uni-saarland.de/fak7/hartmann/german.html

5) siehe z. B. Phys. Bl., April 1994, S. 339

6) www.teramobile.org

7) siehe z. B. R. Sauerbrey, Phys. Bl., Juni 1997, S. 535