



Besser als Infrarot und Induktionsschleifen: Mit dem Magnetfeldsensor sind Ampeln zuverlässig zu steuern.

## Sensible Wächter

Eine neue Generation von Sensoren ist in der Lage, winzige Magnetfelder und deren Änderungen zu messen. Damit lassen sich Fahrzeuge der verschiedensten Art erfassen und unterscheiden.

Das Autoradio bringt wieder einmal die üblichen Stau meldungen: Auf der A6 im Rhein-Main-Gebiet, der A8 und A9, rund um Hamburg, Berlin, Stuttgart und München ist zäher Verkehr bis zum Stillstand angesagt. Es ist Freitagabend – und damit „Stauzeit“. Eine neue Technologie zur

automatischen Erkennung könnte den

Die so

zen dazu

Infrarot

fen.

neti

ent

aus

ein

rum

den

ses g

zerrun

und Ges

Die sch

sehr klei

allerdings schwierig

Prof. Peter Grünberg vom Forschungs-

zentrum Jülich mit Hilfe magnetischer

schichten, die wie bei einem Sandwich

einander gelegt wurden. Dafür erhielt

den Deutschen Zukunftspreis des

Präsidenten. Mit dem von Grün-

berbeiteten Wissen entwickelten

an der Universität des Saarlandes

jetzt nun einen hochempfind-

lichen Sensor, der in der Lage ist, Magnet-

felder im Pikotesla-Bereich ( $10^{-12}$

tesla) zu messen. Er kann damit noch

schwächere Felder, die rund ein Millionstel

von der Stärke des Erdmagnetfelds

ausmachen, das Magnetfeld durch ein vor-

über das Fahrzeug gestört, registriert

den Sensor dessen spezielles Profil, in-

dem er die von dem Auto hervorgerufene

Verbiegung des Magnetfelds und das an-

schließende Entzerren präzise misst\*, er-

### KOMPAKT

- Mit den neuen Magnetfeld-Messfüh-  
lern lassen sich Verkehrsströme über-  
wachen und steuern.
- In Parkhäusern könnten die Sensoren  
Autos gezielt an freie Stellplätze lotsen.
- Auf Flughäfen sollen sie startende  
und landende Jets sicher über das Roll-  
feld leiten.

Quelle: bild der wissenschaft 8 | 2004

klärt Prof. Uwe Hartmann, Leiter der Forschergruppe Magnetosensorik des Bereichs Experimentalphysik der Universität des Saarlands. Eine intelligente Analyse der Messergebnisse sorgt dafür, dass uninteressante Signale, die etwa Straßenbahnen, Züge oder elektrische Anlagen verursachen, ausgeschlossen werden.

Damit das glückt, war zunächst Fleißarbeit gefragt: Etliche Magnetfeldprofile mussten aufgenommen und klassifiziert werden, um den Sensor mit der nötigen Intelligenz auszustatten – dem Wissen, welches Profil für welche Art von Fahrzeug charakteristisch ist. Zudem hatten die Forscher Schnittstellen zu entwickeln, um die Daten per Kabel oder Funk übertragen zu können. Schließlich musste die notwendige Software zur Auswertung aller Messdaten entworfen werden. Anders als beim Debakel um die deutsche Lkw-Maut, bei der die Entwickler von Tbl Collect sich vor allem an dieser Aufgabe bis heute die Zähne ausbeißen, gelang das den Saarbrücker Wissenschaftlern: Derzeit kann der Sensor nicht nur alle Fahrzeuge – vom Fahrrad übers Auto bis zum Flugzeug – erfassen, sondern auch Fahrzeugklasse, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung bestimmen.

Die Vorteile des TrafficSensors sind vielfältig: Er ist klein und robust, kann ohne Schaden zu nehmen überfahren werden, misst genau und zuverlässig von oben, unten oder von der Seite – und das unabhängig von Witterungseinflüssen wie Schnee, Eis, Regen, Nebel, Schmutz sowie Licht- und Temperaturschwankungen. Damit, betont Hartmann, sei er allen bisher zur Verkehrsmessung eingesetzten Technologien überlegen, die das nur eingeschränkt könnten.

Die Ingenieure am Zentrum für integrierte Verkehrssysteme (ZIV) in Darmstadt bestätigen das. „Der TrafficSensor aus

## In Darmstadt und am Autobahnkreuz Saarbrücken ist eine moderne, kostengünstige Alternative zu den bisherigen Verkehrserfassungssystemen“, lobt ZIV-Geschäftsführer Dr. Uwe Plank-Wiedenbeck. „Gemeinsam mit den Forschern und Entwicklern testen wir verschiedene ver-

kehrstechnische Anwendungen des Sensors sowohl für den ruhenden als auch für den fließenden Verkehr“, erklärt der Experte und er



Prof. Peter Grünberg erhielt für sein Verfahren, schwache Magnetfelder zu messen, den Deutschen Zukunftspreis.



Prof. Uwe Hartmann nutzte die von Peter Grünberg entwickelte Technologie zum Bau hochempfindlicher Verkehrssensoren.

kehrstechnische Anwendungen des Sensors sowohl für den ruhenden als auch für den fließenden Verkehr“, erklärt der Experte und er

## haben sich die Sensoren bereits bestens bewährt

TrafficSensor: Die Messsignale werden weder durch Schienenverkehr noch durch die elektromagnetischen Felder von Stromleitungen gestört.

Ein entscheidendes Argument für den Einsatz der neuen Verkehrsfühler sieht

Plank-Wiedenbeck darin, dass sie bis zu etwa 2,50 Meter tief unter der Erde in Rohre verlegt werden können, ohne dass die Straße dafür gesperrt werden muss. Selbst bei Straßenbauarbeiten kann weiter gemessen werden. Dazu wird der Sensor einfach im Rohr verschoben.

Sonders gespannt waren die Forscher auf die Resultate von Messungen am Autobahnkreuz Bad Homburg. In zwei wurde dafür je ein Sensor zirka 2,50 Meter tief im Abstand von 50 Zentimetern angebracht. Um die aufgenommenen Sensor-Daten zu überprüfen, ermittelte ZIV-Ingenieure in einer zweiten Messreihe per Auge die Fahrzeugklasse mit einer Lichtschranke die Geschwindigkeit der Wagen. Der Vergleich beider Messreihen spricht für den Traffic-Sensor: Er hält selbst starken Erschütterungen durch den fließenden Verkehr stand und liefert zuverlässige Daten über Geschwindigkeit und Abstand – und das getrennt für jede Fahrbahn. Außerdem kann man die Fahrzeugklasse über die Zahl der Achsen bestimmen und bei Lastkraftwagen zusätzlich erkennen, ob sie beladen oder leer fahren.

Das ist beispielsweise für das Kassieren von Mautgebühren wichtig, wenn das





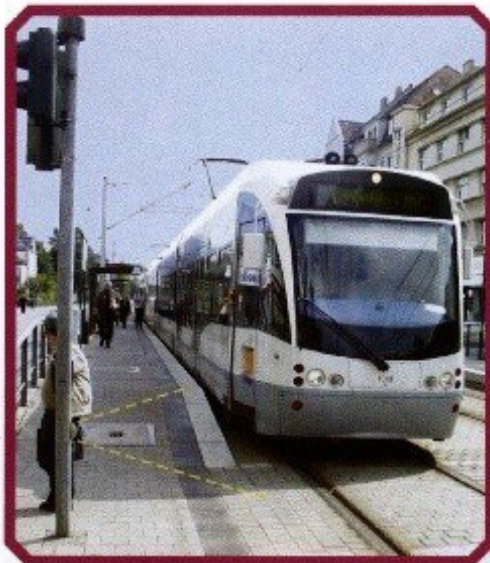
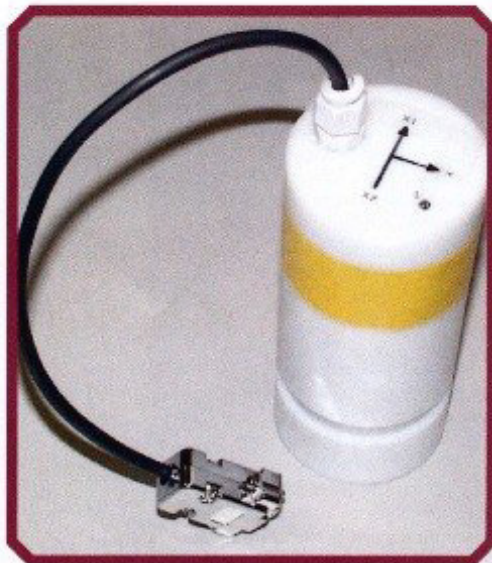


Foto: des Saarlandes Verkehrs



manuell geschieht und nicht über anfällige High-Tech-Inkassosysteme. Betreiberfirmen von stationären Mautstationen, zum Beispiel in der Schweiz, in Österreich, Frankreich und Italien, interessieren sich bereits für den Sensor. Denn er bietet die Chance, das Kassieren der Maut von Lastkraftwagen unabhängig vom Personal der Mautstationen zu kontrollieren.

Auch außerhalb des fließenden Verkehrs lässt sich die Magnetfeld-Technologie einsetzen. Mit einer geschickten Anordnung von Sensoren kann jede Ein- und Ausfahrt, egal ob Garage, Industriehof oder Parkhaus, überwacht und gesteuert werden. „Intelligente“ Parkhäuser oder Parkplätze, die Autos freie Stellplätze weisen, werden so schon bald realisierbar sein und sich mit innerstädtischen Parkleitsystemen kombinieren lassen. Sie versprechen die Erfindung des Sensors, den Physiker Hartmann. Funktionstüchtig im Personalparkhaus des Frankfurter Flughafens belegen das. Demnächst kommt der TrafficSensor als kommerzielles Produkt auf den Markt, gebaut vom Automobilzulieferer Votronic in St. Ingbert – zum Preis von zunächst etwa 100 Euro. Mit steigenden Stückzahlen soll der Preis auf etwa die Hälfte sinken.

„Verkehrsleit- und -regelsysteme für den Schienenverkehr auf Nebenstrecken sind ein weiteres mögliches Einsatzfeld“, ergänzt Uwe Plank-Wiedenbeck. Wenn die aktuelle Verkehrslage schneller be-

kannt ist, könnten Strecken zügiger freigegeben, Signale rascher geschaltet und damit Bahnverspätungen reduziert werden. Auch in puncto Sicherheit an Bahnübergängen bieten sich TrafficSensoren zur permanenten Überwachung an.

#### MAGNETFELD-FÜHLER

TrafficSensoren arbeiten nach dem so genannten Hall-Effekt. Er tritt bei einem Stromfluss durch ein Material in einem Magnetfeld auf.

über einen TrafficSensor auf Null geregelt werden. Zwei TrafficSensoren über eine solche Brücke, wird diese bei einem veränderlichen äußeren Magnetfeld ständig verstimmt und muss durch das Ändern zweier bekannter variabler Widerstände wieder

Mehr Sicherheit im Schienenverkehr: Der TrafficSensor lässt sich gut an Bahnübergängen oder Straßenbahnhaltestellen einbauen (links), da er nur wenige Kubikzentimeter groß ist (rechts).

auf Null geregelt werden. Der dabei über die Brücke fließende Strom ist ein empfindliches Maß für Stärke und Richtung des von außen wirkenden Magnetfelds.

Der Magnetfeldsensor erfasst kontinuierliche und veränderliche Felder mit einer Genauigkeit von einigen Hundert Mikotesla bis zu einigen Hundert Mikotesla bis zu einigen Hundert Mikotesla dreidimensionaler Auflösung. Er liefert das gemessene elektrische Signal über einen Verstärker an einen Digital-Wandler. Anschließend wird das Signal in einem Sensor-Controller messtechnisch aufbereitet: Nach einer automatischen Kalibrierung des Nullpunkts gleicht der Conditioner störende Einflüsse durch die Temperatur aus, eliminiert in der Umgebung vorhandene Magnetfelder und erkennt das Magnetfeldprofil durch Vergleich mit bekannten Profilen. So kann die Elektronik etwa ermitteln, ob es sich bei einem Fahrzeug um einen Pkw oder einen Lkw handelt und wie viele Achsen dieser besitzt.





**Versteckte Verkehrslenker:** Auf dem Rollfeld von Flughäfen könnten die Sensoren bald routinemäßig arbeiten. Sie sollen dort die Lotsen beim Regeln des Verkehrs von Flugzeugen, Versorgungsfahrzeugen und Zubringerbussen unterstützen.

Ihre erste Anwendung könnten die Magnetfeld-Sensoren bald im Rollfeld-Management auf Flughäfen finden. Auf dem Flugfeld verkehren neben Flugzeugen auch Versorgungsfahrzeuge und Zubringerbusse. Sie kollisionsfrei zu managen sowie jedes startende, landende oder rollende Flugzeug in die richtige Position zu leiten, erfordert einen enormen logistischen Aufwand. Bisher wird dies über Leuchtsignale („Befehlung“), Bodenradar, Funk und vorausfahrende „Follow-me“-Fahrzeuge geregelt.

Mit TrafficSensoren in den gelben Roll- und Haltelinien könnte das Bodenkontrollpersonal den Flugplatz unabhängig vom Wetter zu jeder Zeit überwachen. Flugzeuge ließen sich entlang der Leitlinien kontrolliert in die Parkpositionen leiten, Haltelinien für den Start könnten zeitlich exakt überwacht werden. Selbst Bereiche zwischen den Gebäuden, die mittels Bodenradar nicht erreichbar sind, wären einsehbar. Würde in einem ersten Schritt – beispielsweise für das Parkpositions-Management – der TrafficSensor als Raster in die Fahrbahnmarkierung eingebaut, könnte das Kontrollpersonal im

Tower jeden Winkel des Flugplatzes erfassen, kontrollieren und die Flugzeugbewegungen bequem steuern, schlägt Uwe Härtmann vor.

Im Frühjahr 2004 startete dazu ein auf drei Jahre angelegtes und rund vier Millionen Euro teures internationales Forschungsprojekt, das unter anderem die Entwicklung von Sensoren für die wachsenden Verkehrsströme an Flughäfen und die damit verbundenen Aufgaben der Lotsen und Bodenkontrollpersonal in Betracht zieht. Uwe Härtmann, Leiter des Projekts, sieht sich mit der Herausforderung konfrontiert, die Sensoren so zu entwickeln, dass sie nicht nur die Positionen der Fahrzeuge erfassen, sondern auch deren Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit bestimmen können. Dies ist eine große Herausforderung, da die Sensoren in einem Raster in die Fahrbahnmarkierung eingebaut werden müssen.

Nachdem die Sensoren entwickelt sind, werden sie in einem Testfeld erprobt. Die Energieverbraucher sind deutlich gesunken, zum Beispiel durch den Einsatz eines „Sleep Modus“ versehen werden, vergleichbar mit dem Stand-by-Betrieb eines Fernseh- oder Kopiergeräts. Zudem will man die Sensoren künftig durch Brennstoffzellen mit Strom versorgen – sobald diese Technologie in Form zuverlässiger und preisgünstiger Energiespender zur Verfügung steht. Dadurch müssten die Sensoren nur noch einmal

im Jahr gewartet werden. Außerdem arbeiten die Wissenschaftler an der Integration von Funkmodulen für die Fernübertragung der Daten via Satellit.

In Zukunft könnten die sensiblen Messfühler das Verkehrsmanagement wesentlich effizienter machen, weil sich schneller und zuverlässiger zu jeder Zeit ein aktuelles Verkehrslagebild aufnehmen lässt. Die Sensoren können Verkehrsströme verfolgen und die Verkehrslenker informieren lassen. Dass die Entwicklung von Verkehrsmanagement-Systemen dringender ist, zeigen die Prognosen der Verkehrswegeplanung. Demnach wird der Verkehr mit einem Anstieg des Personenaufkommens um über 20 Prozent und des Frachtaufkommens um rund 65 Prozent zuwachsen. Besonders stark soll der Verkehr auf den S-Bahnlinien anschwellen.



DR. CHRISTINE RITSCHEL arbeitete lange als Physikerin in der Forschung. Heute ist sie freie Wissenschaftsjournalistin in Karlsruhe.

**bdw community**

**COMMUNITY**

Infos zum TrafficSensor der Firma Votronic in St. Ingbert: [www.votronic.com/trafficsensor.pdf](http://www.votronic.com/trafficsensor.pdf)