



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.

92

Technik & Kommunikation

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 Verkehr

Die so genannten Magnetfeldsensoren messen die winzigen Veränderungen der Magnetfelder, die durch die Fahrzeuge entstehen. Infrarot-Sensoren sind dafür ungeeignet, weil sie nur die Wärme der Fahrzeuge erfassen. Induktionsschleifen hingegen sind nur für die Erkennung von Fahrzeugen geeignet, die einen elektrischen Strom durch sich führen. Die neuen Magnetfeldsensoren sind in der Lage, die winzigen Veränderungen der Magnetfelder zu messen, die durch die Fahrzeuge entstehen. Sie sind in der Lage, die winzigen Veränderungen der Magnetfelder zu messen, die durch die Fahrzeuge entstehen.

zentrum Jülich mit Hilfe magnetischer Schichten, die wie bei einem Sandwich übereinander gelegt wurden. Dafür erhielt er den Deutschen Zukunftspreis des Jahres 2003. Mit dem von Grünberg entwickelten Wissen entwickelte die Universität des Saarlandes nun einen hochempfindlichen Sensor, der in der Lage ist, Magnetfelder im Pikotesla-Bereich (10^{-12} Tesla) zu messen. Er kann damit noch viel kleinere Magnetfelder messen, die rund ein Millionstel so stark sind wie das Erdmagnetfeld.

KOMPAKT

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

Die schwachen Magnetfelder sind sehr kleinen Änderungen ausgesetzt, die allerdings schwierig zu messen sind. Prof. Peter Grünberg vom Forschungs-

das Magnetfeld durch ein vorübergehendes Fahrzeug gestört, registriert der Sensor dessen spezielles Profil, indem er die von dem Auto hervorgerufene Verbiegung des Magnetfelds und das anschließende Entzerren präzise misst“, er-

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.

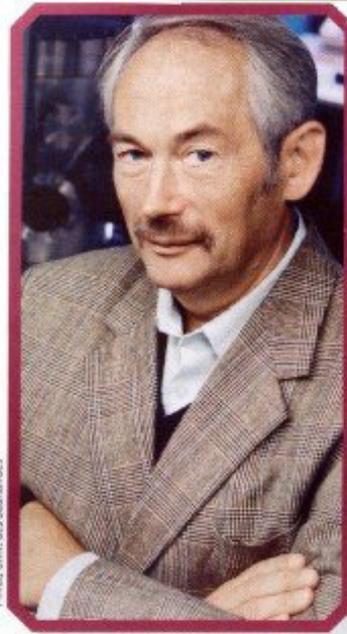
Damit das glückt, war zunächst Fleißarbeit gefragt: Etliche Magnetfeldprofile mussten aufgenommen und klassifiziert werden, um den Sensor mit der nötigen Intelligenz auszustatten – dem Wissen, welches Profil für welche Art von Fahrzeug charakteristisch ist. Zudem hatten die Forscher Schnittstellen zu 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.

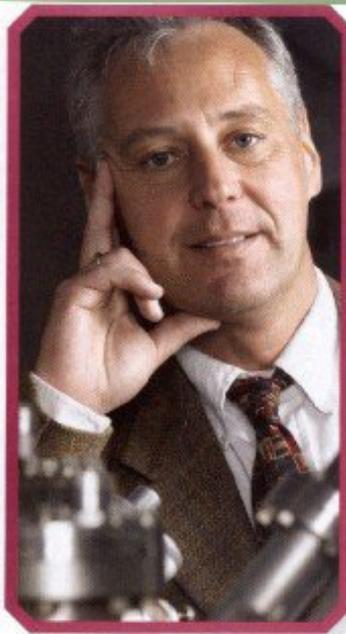
Die Ingenieure am Zentrum für integrierte Verkehrssysteme (ZIV) in Darmstadt bestätigen das. „Der TrafficSensor aus

In Darmstadt und am Autobahnkreuz Saarbrücken haben sich die Sensoren bereits bestens bewährt

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-



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

in der Innenaufnahme von Eisenbahnen. In Darmstadt wird der Sensor auf die Resultate von Messungen am Autobahnkreuz Bad Homburg. In zwei Messreihen wurde dafür je ein Sensor zirka 2,50 Meter tief im Abstand von 50 Zentimetern untergebracht. Um die aufgenommenen Sensor-Daten zu überprüfen, ermittelten die ZIV-Ingenieure in einer zweiten Messreihe per Auge die Fahrzeugklasse und die Geschwindigkeit mit einer Lichtschranke die Geschwindigkeit der Wagen. Der Vergleich beider Messreihen spricht für den TrafficSensor: 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.

Ein entscheidendes Argument für den Einsatz der neuen Verkehrsfühler sieht TrafficSensor: Die Messsignale werden weder durch Schienenverkehr noch durch die elektromagnetischen Felder von Stromleitungen gestört.

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

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.

Insbesondere gespannt waren die Forscher auf die Resultate von Messungen am Autobahnkreuz Bad Homburg. In zwei Messreihen wurde dafür je ein Sensor zirka 2,50 Meter tief im Abstand von 50 Zentimetern untergebracht. Um die aufgenommenen Sensor-Daten zu überprüfen, ermittelten die ZIV-Ingenieure in einer zweiten Messreihe per Auge die Fahrzeugklasse und die Geschwindigkeit mit einer Lichtschranke die Geschwindigkeit der Wagen. Der Vergleich beider Messreihen spricht für den TrafficSensor: 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 einen Leiter in einem Magnetfeld auf.

über einen TrafficSensor, der auf Null geregelt ist, 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 kontinuierlich und veränderliche Felder mit einer Empfindlichkeit von einigen Hundert Mikrotesla bis zu einigen Hundert Mikrottesla in 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 Hartmann 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 Bodenkontrollanten in Betracht zieht. Uwe Hartmann, Leiter des Projekts, sieht sich in der Verantwortung, die Entwicklung dieser Sensoren zu beschleunigen.

Nachdem die Sensoren entwickelt sind, werden sie in einem ersten Schritt in den Rollfeldmarkierungen eingesetzt. Die Sensoren werden mit einem „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 auch Verkehrsströme verfolgen und analysieren. Das würde die Verkehrsplanung effizienter und dazu kostengünstiger machen. Die Entwicklung von Verkehrsmanagement-Systemen dringt voran. Die Prognosen der Verkehrsplanung zeigen, dass der Verkehr mit einem Anstieg des Personals um über 20 Prozent und des Verkehrs um rund 65 Prozent zu erwarten ist. 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