

Deutschlandfunk
Forschung Aktuell

Thermometer von der Rolle

Glasfaser-Sensoren überwachen die Temperaturen in Straßentunnels und längs von Pipelines immer genauer.

Autor: Ralf Krauter
Länge: 4'20"
Sendedatum: 18. 11. 2009
Redakteur: Uli Blumenthal
Gesprächspartner: Prof. Luc Thévenaz,
Ecole Polytechnique Fédérale EPFL,
Lausanne

Moderation

Glasfaserkabel bilden das Rückgrat der globalen Datennetze. Aber sie können weit mehr, als digitale Datenpakete von A nach B zu schleusen. Auch als Thermometer spielen sie eine wichtige Rolle. Da die Lichtausbreitung in einer Glasfaser von ihrer Temperatur abhängt, lassen sich mit ihrer Hilfe nämlich Wärmequellen aufspüren. In Straßentunnels und U-Bahnschächten werden deshalb Glasfaserkabel verlegt, um Brände schnell zu lokalisieren. Und auch längs von Ölpipelines kommen sie als Wärmefühler zunehmend zum Einsatz – um Lecks zu detektieren. Schweizer Forschern gelang es kürzlich, die Präzision solcher Glasfaser-Thermometer stark zu erhöhen. Ralf Krauter hat sie besucht.

Beitrag

Autor

Über schlechte Aussichten kann sich Luc Thévenaz nicht beklagen. Vom Campus der Ecole Polytechnique Fédérale in Lausanne genießt der schweizer Professor freie Sicht auf den Genfer See. Und auch sein Spezialgebiet, die Glasfaser-Sensorik, hat sich in den vergangenen Jahren prächtig entwickelt. Beim Besuch im Labor fällt der Blick als erstes auf ein riesiges Regal mit Spulen kilometerlanger Glasfaserkabel. Mehrere große Experimentiertische füllen den Raum. Auf einem davon ist Luc Thévenaz's Team kürzlich wieder mal etwas Beeindruckendes gelungen.

Zuspiel 1: O-Ton Thevenaz, 11:50 -

Can we show the finger stuff? Yes...

Autor: Darüber

Können wir den Fingertrick zeigen, fragt er seinen koreanischen Mitarbeiter.

Regie: Zuspiel wieder hochziehen

...So this is the one centimeter spatial resolution sensor. ...

Autor: Darüber

Auf der stählernen Tischplatte liegt ein schwarz ummanteltes Glasfaserbündel. Dahinter stapeln sich Netzteile und Laser, Modulatoren und Oszilloskope. Über farbige Glasfaserkabel gelangt das Licht dreier Laser in den schwarzen Lichtleiter.

Zuspiel 2: O-Ton Thevenaz, 13:05 – 13:50 + 7:10 – 7:xy, 45s

So now, I will change the temperature of the fiber. I will just place my finger on many of this spools here...

Autor: Darüber

Luc Thevenaz legt seinen Zeigefinger auf das schwarze Kabelbündel, um die Glasfaser leicht zu erwärmen. Aus der flackernden waagrechten Linie auf dem Oszilloskop wachsen allmählich einige Spitzen in die Höhe.

Regie: Zuspiel wieder hochziehen

... each peak here corresponds to one position in the fiber where my finger is placed...

Übersetzer: Darüber

Jede Signalspitze entspricht einer lokalen Erwärmung, hervorgerufen durch meinen Finger. Wir können diese Temperaturänderungen genau detektieren und präzise lokalisieren. Und zwar aus bis zu 50 Kilometern Entfernung. Solche Glasfaser-Wärmefühler werden heute häufig verwendet, um Industrieanlagen und Rohleitungen zu überwachen. Denn mit ihrer Hilfe lassen sich Lecks und Brände schnell aufspüren. In der Gegend um Berlin wurde erst kürzlich eine Ölpipeline damit ausgerüstet.

... in the Berlin area. They could detect leakage actually.

Autor

Damit das zähe Öl besser fließt, wird es erwärmt, bevor es in die Röhre strömt. Quillt es durch ein Leck ins Freie, detektiert das kilometerlange Glasfaser-Thermometer eine Wärmequelle und schlägt Alarm.

Das Besondere an dem Versuchsaufbau in Lausanne: Die Schweizer Forscher nutzen einen speziellen Resonanzeffekt, die so genannte stimulierte Brillouin-Streuung, mit dem sich Wärmequellen längs der Glasfaser hundertmal genauer dingfest machen als bisher. Dabei versetzen zwei präzise abgestimmte Laserstrahlen die Atome des Lichtleiters in Schwingungen. Das Ergebnis ist eine akustische Welle in der Glasfaser. Die eigentliche Messung macht dann ein dritter Laserstrahl, erklärt Luc Thévenaz.

Zuspiel 3: O-Ton Thevenaz, 09:05 – 09:35, 30s

We launch a pulse of light...

Übersetzung: Darüber

Wir schicken einen kurzen Lichtpuls in die vibrierende Faser und messen, was davon zurück kommt. Beim Weg durch die Faser wird aufgrund der Schallwelle darin ständig ein kleiner Teil des Lichtblitzes reflektiert. Je weiter entfernt vom Eingang das passiert, umso später kommt der reflektierte Anteil vorn wieder heraus.

... the longer it takes.

Autor

Wärmequellen längs der Faser verraten sich durch eine Frequenzverschiebung des reflektierten Lichtes. Anhand seiner Laufzeit können die Forscher diese Wärmequellen per Ferndiagnose auf einen Zentimeter genau dingfest machen. Eine derart präzise Lokalisierung könnte Reparaturtrupps einmal die Arbeit erleichtern. Die Licht-Dompteure am Ufer des Genfer Sees denken aber schon weiter.

Zuspiel 4: O-Ton Thevenaz, 23:50 – 24:15, 25s

We think about using this technique to make delay lines...

Übersetzer: Darüber

Wir wollen Verzögerungsschleifen für Lichtpulse zu bauen, die optische Datenpulse synchronisieren. Wir können die Schallwelle in der Faser nämlich auch so einstellen, dass sie einen Datenpuls an einer bestimmten Stelle komplett reflektiert. Wo genau das geschieht, kontrollieren wir mit den beiden anderen Laserstrahlen. Das macht das Ganze sehr attraktiv.

...where the light is reflected by light. So, it's extremely attractive.

Autor

Das Ergebnis wären variable lasergesteuerte Warteschleifen, die Lichtpulse solange wie eben gewünscht hinhalten. Bei ersten Versuche ließ sich die Verzögerung zwischen Null und vielen Mikrosekunden variieren - also in einem viel weiteren Bereich, als bislang möglich. Für den Bau optischer

Modulatoren und Speicher eröffnen eine Menge neuer Möglichkeiten, freut sich Luc Thévenaz. Die Aussichten sind rosig.