

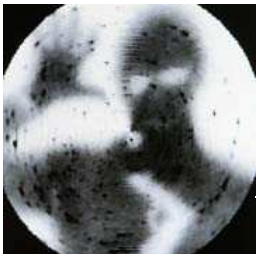
24.11.2007 15:55 Uhr

[Terahertz-Strahlen](#)

Bis unter das letzte Hemd

Mit Terahertz-Geräten lassen sich im Hosenbund versteckte Waffen ausmachen, Sprengstoffe erkennen oder Materialien überprüfen. Jedenfalls in der Theorie.

Von Alexander Stirn



Ertappt: Deutlich zeichnet sich auf einem mit Terahertz-Strahlen erzeugten Bild eine Waffe unter der Kleidung ab. Diese muss nicht aus Metall sein.

Foto: dpa

Das ganze elektromagnetische Spektrum wird von den Menschen genutzt. Das ganze? Nein, ein kleiner Fleck, irgendwo zwischen Mikrowellen und infraroter Strahlung, wehrt sich beharrlich gegen die kommerzielle Ausbeutung - und das bereits seit mehr als 100 Jahren.

Ganz langsam jedoch beginnt der Widerstand zu bröckeln. "Terahertz-Strahlung" nennen Physiker die renitenten Wellen mit den ungewöhnlichen Eigenschaften: Aufgrund ihrer Frequenz - Terahertz-Strahlen bringen es auf etwa tausend Milliarden Schwingungen pro Sekunde - durchdringen sie Kleider und Schuhe, Kunststoff und Pappschachteln.

Von Wasser, Metall und anderen chemischen Stoffen werden sie dagegen auf verräterische

Weise geschluckt oder reflektiert.

Aufgrund dieser Fähigkeiten lassen sich mit Terahertz-Strahlen im Hosenbund versteckte Waffen ausmachen, Sprengstoffe erkennen oder Materialien überprüfen. Jedenfalls in der Theorie.

Ein ganzes Arsenal unterschiedlicher Techniken

"Eine der größten Herausforderungen für einen Einsatz der Terahertz-Strahlen sind derzeit die Sender. Diese sind einfach noch zu groß und zu teuer", sagt Sergej Ganichev, Koordinator des vor sechs Monaten gegründeten Terahertz-Zentrums an der Universität Regensburg.

Viel hat sich in den vergangenen Jahren getan: Mittlerweile steht den Forschern ein ganzes Arsenal unterschiedlicher Techniken auf der Basis von Lasern und Halbleiter-Elementen zur Verfügung. Doch die optimale Mischung aus hoher Leistung, geringem Preis und kompakter Bauweise ist noch lange nicht gefunden.

"Da Mutter Natur bei der Erschließung der Terahertz-Wellen nicht nett zu uns ist, müssen wir versuchen, ihr Stück für Stück etwas abzutrotzen", sagt Martin Koch, Physiker an der Technischen Universität Braunschweig und Vorsitzender des Deutschen Terahertz-Zentrums.

Koch und sein Team setzen dabei hauptsächlich auf opto-elektronische Lösungen. Die Idee dahinter: Das Licht eines Femtosekundenlasers, der extrem kurze und intensive Pulse aussendet, fällt auf eine Antenne aus einem Halbleitermaterial.

Die Elektronen darin werden zu Schwingungen angeregt und strahlen Terahertz-Pulse ab. Mit neuen Halbleitern und Anordnungen versuchen die Braunschweiger Forscher gerade, schnellere und vor allem preisgünstigere Systeme herzustellen.

Einen ganz anderen Ansatz verfolgt ein internationales Forscherteam um Ulrich Welp vom Argonne National Laboratory in Illinois, das seine Ergebnisse in der aktuellen Ausgabe der Fachzeitschrift *Science* (Bd.38, S.1291, 2007) vorstellt.

Die Physiker aus Japan, den USA und der Türkei haben winzige Schichten aus supraleitenden und isolierenden Materialien so kombiniert, dass das Sandwich kontinuierlich Terahertz-Wellen ausstrahlt.

"Es ist sehr klein, sehr kompakt und produziert Frequenzen, die mit Lasern so kaum zu erreichen sind", sagt Welp. Allerdings liefert das Konstrukt seine optimale Leistung nur bei Temperaturen von etwa minus 220 Grad Celsius. In jedem Haus werde man so eine Terahertz-Quelle natürlich nicht finden, räumt Welp ein.

Interessant für Sicherheitsbehörden

Für [Sicherheitsbehörden](#) könnte sie aber interessant sein. "Natürlich bleiben noch viele Fragen offen", meint auch Reinhold Kleiner von der Universität Tübingen, der die neuen Forschungsergebnisse für *Science* analysiert hat. "Das Experiment wird das Gebiet der Terahertz-Forschung aber mit Sicherheit beleben, interessante neue Ergebnisse werden folgen."

Koch sieht das genauso, sagt aber auch: "Das haut mich alles noch nicht vom



Martin Koch und sein Team von der Technischen Universität Braunschweig wollen preisgünstige Systeme herstellen.

Foto: TU Braunschweig

Stuhl." Zu groß sei der Aufwand für die Kühlung, zu gering die derzeitige Leistung. Zudem arbeitet das System zunächst nur mit einer Wellenlänge, was in der Theorie zwar billiger und einfacher herzustellen ist, aber auch weniger Informationen über das untersuchte Objekt liefert.

Terahertz-Pulse ermöglichen da mehr Einblick: Die extrem kurzen Blitze setzen sich aus vielen verschiedenen Wellenlängen zusammen; jede wird von den Grenzflächen, auf die die Strahlen in einem Objekt treffen, unterschiedlich reflektiert. Zusammen ergibt sich - ähnlich wie bei einer Ultraschalluntersuchung - ein detailliertes Bild der inneren Strukturen des Gegenstandes.

So ist es zum Beispiel möglich, Schicht für Schicht in einen verdächtigen Koffer zu schauen oder einem Flugpassagier unter die Kleidung. Weltweit arbeiten derzeit mehrere Firmen daran, Personen-Scanner auf Terahertz-Basis zu entwickeln. Über die Fortschritte schweigen sie sich aus.

Koch schätzt jedoch, dass in zwei oder drei Jahren bereits an vielen Flughäfen derartige Geräte stehen werden. Um moralische Bedenken auszuräumen, die der intime Blick durch die Textilien auslösen könnte, werden die Bilder womöglich automatisch ausgewertet, ohne dass sie ein Mensch zu Gesicht bekommt. Auch ein System, das Flüssigsprennstoff erkennen und von harmlosen Getränken im Handgepäck unterscheiden soll, wird gerade entwickelt.

Schokolade im Reinheitstest

Zudem dürften sich Terahertz-Strahlen in der Materialkontrolle durchsetzen. Die US-Raumfahrtbehörde Nasa setzt die Wellen bereits ein, um den empfindlichen Isolierschaum an den Außentanks ihrer Space Shuttles auf Beschädigungen zu untersuchen. Die großen Zigarettenkonzerne, so wird gemunkelt, kontrollieren mit Terahertz-Kameras Feuchtigkeit und Tabakanteil jeder einzelnen Zigarette.

Für normale Mittelständler sind die Systeme aber noch zu teuer - dabei könnten gerade sie von den Eigenschaften der Strahlen profitieren. Zum Beispiel in der Kunststofftechnik: Plastikteile werden heutzutage oft nur noch zusammengeschweißt. Kleine Luftbläschen oder andere Verunreinigungen schwächen die Schweißstellen, das Produkt wird instabil.

Im sichtbaren Licht ist davon nichts zu sehen, in der Terahertz-Welt dagegen wird der Kunststoff transparent. Die Braunschweiger Forscher konnten zeigen, dass ihre Strahlen problemlos Verunreinigungen aufspüren. "Jedes Sandkorn kann man so sehen", sagt Koch.

Auch Fremdkörper in Schokolade wurden im Labor bereits ausgemacht. Christian Jördens vom Braunschweiger Institut für Hochfrequenztechnik ist es gelungen, in präparierter Vollmilchschokolade kleine Schrauben, Steine und Glassplitter zu identifizieren und die Fremdkörper anhand der Form und der Laufzeit der Terahertz-Pulse von Zutaten wie Nüssen oder Rosinen zu unterscheiden.

Ultraschnelle Datennetze

In Zukunft könnten sich Terahertz-Strahlen auch noch auf einem völlig anderen Gebiet nützlich machen: bei der drahtlosen Übertragung von Daten. Auf den Mikrowellen-Frequenzen, mit denen die heutigen WLAN-Netzwerke arbeiten, kann nur eine begrenzte Menge an Informationen transportiert werden.

Steigt das Datenaufkommen weiter ungebremst an, müssen auch die Übertragungsfrequenzen höher werden. Im Labor wurden bereits erste Systeme mit 0,3 Terahertz getestet, ein Bereich, der noch nicht reguliert und technologisch halbwegs zu beherrschen ist. Das Problem dabei: Nach den Gesetzen der Physik werden mit steigenden Frequenzen auch immer mehr Signale verschluckt. Die Leistung muss entsprechend gesteigert werden.

Ein Sender, der ähnlich einer Glühlampe wie bisher seine Signale in alle Richtungen abstrahlt, würde die Strahlungsgrenzwerte überschreiten und wohl nicht mehr genehmigt werden. "Wie mit einer Taschenlampe müssten die Daten in Zukunft gerichtet übertragen werden", sagt Koch.

Stehen Menschen im Weg, würde der Datenstrahl unterbrochen. Die Wissenschaftler arbeiten daher daran, Reflexionen an Wänden für die Übertragung auszunutzen. Und als Notlösung sollen auch die heutigen, niedrigen Frequenzen im Hintergrund weiterhin mitlaufen. Zehn bis 15 Jahre, schätzt der Forscher, könnten noch vergehen, bis die ultraschnelle drahtlose Übertragung funktioniert.

Doch die Zeit läuft für die Terahertz-Forscher. "Als ich vor wenigen Jahren Vorträge über Terahertz-Kommunikationstechnik hielt, wurde ich belächelt", erinnert sich Koch. Heute lacht er. Das Interesse aus Industrie und Regierung an den lange vernachlässigten Strahlen nimmt stetig zu: Gerade laufen in Braunschweig nicht weniger als sieben neue Terahertz-Forschungsprojekte an - um den blinden Fleck im elektromagnetischen Spektrum Stückchen für Stückchen auszulöschen.

(SZ vom 24.11.2007)

[Artikel drucken](#) | [Fenster schließen](#)