

Im Geheimdienst Ihrer Medizin

Der Wundspion

Ob eine Wunde unter einem Verband gut verheilt, lässt sich von aussen nicht erkennen. Empa-Forscher ermöglichen nun den Blick durchs Pflaster à la James Bond. Die verfeinerte Anwendung von Terahertz-Strahlung könnte im medizinischen Bereich die Analyse mehrschichtiger Gewebe voranbringen und bei der Wundbehandlung oder der Diagnostik von Blutgefässablagerungen zum Einsatz kommen.

Ein Abend im Casino, der Spion im Smoking zieht das neueste Gadget aus der Tasche: eine blau getönte Brille. Und mit dem Blick durch die Spezialgläser vermag James Bond in «Die Welt ist nicht genug» mühelos durch die Kleidung der Casino-Schurken zu sehen und ihre Waffen unter den Jacketts zu erkennen.

Doch nicht nur fiktive Gestalten wie Bonds tüftelnder Quartiermeister Q befassen sich mit dem Röntgenblick. In der Realität wird der Blick durchs Textil bereits angewendet, beispielsweise bei den Sicherheitschecks am Flughafen mittels so genannter Body- oder Nacktscanner. Damit die freie Sicht auf verborgene Objekte auch in der Biomedizin genutzt werden kann, entwickeln Empa-Forscher neue Verfahren, die beispielsweise einen Blick auf eine Wunde ermöglichen, ohne den Verband ablösen zu müssen.

Hierbei werden allerdings nicht ionisierende elektromagnetische Strahlen, wie bei der Röntgenuntersuchung beim Arzt, eingesetzt, sondern Terahertz-Strahlen im Wellenlängenbereich von 0,1 bis 1 Millimeter. Damit liegen die Wellen zwischen wärmendem Infrarot und Radiowellen und sind gesundheitlich unbedenklich.

Transparente Textilien

Das Team um Peter Zolliker und Erwin Hack von der Empa-Abteilung «Transport at Nanoscale Interfaces» hat nun ein vom Schweizerischen Nationalfonds (SNF*) gefördertes Projekt abgeschlossen, bei dem die Terahertz-Strahlen nicht nur versteckte Objekte aufspüren sollen, sondern ebenfalls die Wechselwirkung zwischen verdecktem Zielobjekt und sichtbarer Oberfläche ermitteln. Diese Weiterentwicklung der Terahertz-Technik lässt sich künftig beispielsweise für die schonende Beobachtung von Wunden nutzen, die in einem Verband sicher verpackt sind. Denn derzeit lassen sich zwei Vorgaben bei der Wundpflege nicht optimal vereinen: Einerseits möchte man den Patienten nicht dem Risiko einer Infektion aussetzen oder das fragile heilende Gewebe beschädigen, indem man einen Verband zu häufig ablöst. Andererseits ist das Monitoring von komplexen Wunden, etwa nach Verbrennungen oder bei chronischen Hautschäden, nötig und trägt zur personalisierten medizinischen Behandlung bei. Terahertz-Strahlen, für die eine Vielzahl von Materialien wie Textilien, Plastik, Papier und Holz transparent ist, erlauben hingegen eine berührungsfreie Inspektion. «Bisher war die Bildauflösung von Terahertz-Systemen allerdings ziemlich bescheiden», erklärt Empa-Forscher Lorenzo Valzania. Zudem sei der Effekt von Textilien auf der Haut bisher nicht direkt beobachtbar gewesen.

Will man aber die Interaktion von Textil und Haut bestimmen, müssen auch die Eigenschaften des

bedeckenden Materials in der Bildrekonstruktion der Hautoberfläche berücksichtigt werden. Valzania hat hierzu eine neue Phasenbestimmungstechnik entwickelt, mit der das gewünschte Objekt und das bedeckende Textil mittels Durchstrahlungsgeometrie erfasst werden können.

Nötig sind unter anderem ein Dauerstrich-Gaslaser als Quelle der Terahertz-Strahlung und ein Flächendetektor, der die resultierenden Beugungsmuster aufnimmt. Mit Hilfe eines speziellen Phasenbestimmungs-Algorithmus lässt sich eine zusammenhängende, dreidimensionale Rekonstruktion aller Gebilde erstellen, da der Algorithmus die Trennung der Durchstrahlungsfunktionen der beiden Objekte erlaubt. Vergleichbar ist der Vorgang dem Auseinandersammeln von Papieren am Bürodrucker, wenn mehrere Druckaufträge gemischt im Ausgabefach landen.

Schärfung bis in Nanometerbereich

Während Körperscanner am Flughafen eine Auflösung im Millimeterbereich aufweisen, haben die Empa-Forscher die in ihren Experimenten auf zwei Zehntelmillimeter optimiert. Und: Weitere Schärfungen bis in den Nanometerbereich sollen folgen. So sollten sich künftig Blut, Hautprofil und Textilien gut unterscheiden lassen. Als weitere Anwendungen in der Biomedizin bieten sich die bildgebende Krebsdiagnostik ohne Kontrastmittelgabe und die nicht-invasive Analyse von Blutgefäßen mit verdächtigen Ablagerungen an.