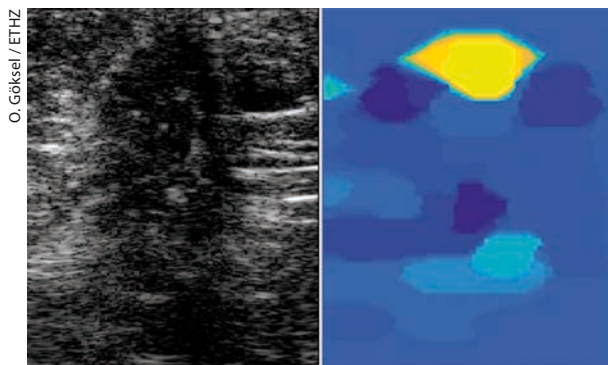


## ■ Gut von Böse trennen

**Tumore lassen sich mit einem neuen Ultraschallverfahren zuverlässiger erkennen.**

Die Ultraschalldiagnostik ist eine der drei wichtigsten medizinischen Bildgebungsverfahren. Sie ist kompakter und kostengünstiger als die Magnetresonanztomografie und weniger belastend als Röntgenaufnahmen. Ihre Bilder sind allerdings teils schwer zu interpretieren. Zum Beispiel ist es nur selten möglich,



Das neue Verfahren (rechts) zeigt einen Brustkrebstumor deutlich (gelb), der im herkömmlichen Ultraschallbild (links) kaum zu erkennen ist.

gutartige von bösartigen Tumoren mittels Ultraschall zu unterscheiden. In den vergangenen Jahren haben verschiedene Forschungsgruppen ein tomografisches Ultraschallverfahren entwickelt, das diese Aufgabe besser meistert. Allerdings muss sich das zu untersuchende Gewebe dabei in entgastem Wasser befinden – was eine ziemlich aufwändige und kostspielige Infrastruktur erfordert. Nun haben Wissenschaftler der ETH Zürich in Zusammenarbeit mit dem Universitätsspital Zürich ein Ultraschallverfahren entwickelt, das im Prinzip an existierenden Ultraschallgeräten einsetzbar ist und bei Tumoren Gut von Böse trennt.<sup>1)</sup>

Herkömmliche Ultraschallgeräte messen die Intensität der reflektierten Wellen, das ETH-Verfahren registriert dagegen die Laufzeit der Ultraschallechos. Die Geschwindigkeit der Ultraschallwellen hängt von der Dichte und Steifigkeit des Gewebes ab. Sie bewegen sich schneller durch bösartige Tumore als durch gutartige oder gesundes

Gewebe. Diesen Geschwindigkeitsunterschied nutzen die ETH-Forscher aus. Sie rekonstruieren dabei die Geschwindigkeitsverteilung der detektierten Ultraschallwellen in der Raumdomäne anhand der von einem gewöhnlichen Transducer aufgezeichneten Zeitmessungen.

Erste Tests an Patienten lieferten ermutigende Ergebnisse. Das Verfahren eignet sich im Prinzip für alle Gewebearten, die per Ultraschalldiagnostik zugänglich sind.

## ■ Gezielte Vorsorge

**Ein Sensorarmband hilft, Stürze zu vermeiden.**

Im Alter steigt die Wahrscheinlichkeit für Stürze – beispielsweise aufgrund von Kreislaufproblemen oder sinkender Bewegungsaktivität. Ein schwerer Sturz bedeutet oft den Beginn einer dauerhaften Einschränkung des Betroffenen oder gar seine Pflegebedürftigkeit. Wünschenswert wäre es daher, Stürze prognostizieren zu können. Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) haben in Kooperation mit Bosch Healthcare Solutions einen Demonstrator entwickelt, der dies leisten soll. Aus der Auswertung seiner Messdaten ließen sich Maßnahmen zur Prävention ableiten – etwa ein Gleichgewichtstraining, Anpassungen bei den Medikamenten oder die Minimierung von Stolperstellen in den heimischen vier Wänden.

Das System enthält Beschleunigungs- und Gyro-Sensoren, die wie eine Uhr am Handgelenk getragen werden. Gang, Aufstehverhalten der Person und Arm-Bein-Koordination gehen in die Auswertung



Der Sturzsensor lässt sich unauffällig wie eine Armbanduhr am Handgelenk tragen.

ein. Die KIT-Wissenschaftler haben ihren Algorithmus auf Basis eines neuronalen Netzes mit Patientendaten trainiert. Die Referenzdaten stammen vom Stuttgarter Robert-Bosch-Krankenhaus. In der dortigen Geriatrie durchlaufen Patienten standardmäßig einen Bewegungsparcours, damit Fachpersonal ihre individuelle Sturzgefährdung ermitteln kann. Die Patienten trugen im Parcours das Sensorarmband, um parallel Messdaten für das Training des Algorithmus zu erfassen. So kamen rund 500 Datensätze zusammen.

Der nächste Schritt wäre eine Validierung des Algorithmus in einem Feldversuch. Bosch prüft derzeit die Möglichkeiten der praktischen Umsetzung des Systems.

## ■ Vorbild Fangschreckenkrebs

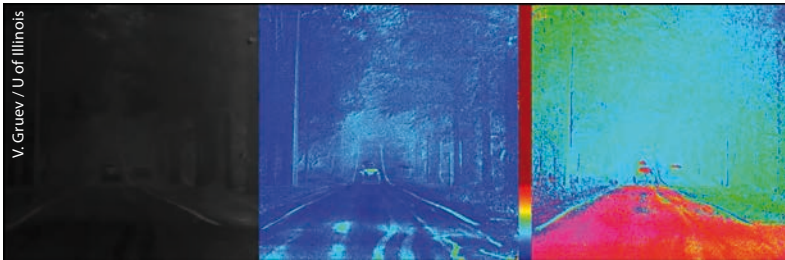
**Dank hoher Dynamik und Polarisationsfilter arbeitet ein Bildsensor bei ungünstigen Lichtverhältnissen zuverlässiger.**

Für die Umfelderkennung von Fahrzeugen und die Fernerkundung sollten Kameras eine möglichst hohe Dynamik bei geringem Rauschen haben. Das ist aber nicht so leicht umzusetzen, zumal Kameras in der Automobilbranche klein und günstig sein müssen. Forscher der University of Illinois in Urbana-Champaign haben das Problem angegangen, indem sie sich Fangschreckenkrebs zum Vorbild nahmen<sup>2)</sup>: Die Augen dieser geschickten Jäger sind nicht nur bei verschiedenen Wellenlängen empfindlich, sondern können auch sechs Polarisationszustände des einfallenden Lichts unterscheiden. Zudem zeigen ihre Sehrezeptoren ein logarithmisches Antwortverhalten.

Diese Eigenschaften haben die Wissenschaftler auf ihre Kamera übertragen. Dazu betreiben sie die Fotodioden des Bildsensors nicht – wie sonst üblich – in Sperrrichtung, sondern in Durchlassrichtung. Die Dioden arbeiten dann nicht mehr im linearen, sondern im logarithmischen Bereich. Zwar lassen sich Dioden in Durchlassrichtung mit

1) S. Sanabria et al., Phys. Med. Biol. **63**, 215015 (2018)

2) M. Garcia et al., Optica **5**, 1240 (2018)



Bilder der neuen Kamera (Mitte und rechts) zeigen drei Autos. Eine konventionelle Kamera (links) leistet das nicht.

etablierten Prozessen fertigen, allerdings sind die Prozesse dafür nicht optimiert. Erst dank eigens entwickelter Fertigungsschritte verbesserte sich das Signal-Rausch-Verhältnis (SNR). Damit die Dioden auf polarisiertes Licht ansprechen, ist auf Pixelebene eine Nanostruktur als Filter aufgebracht.

Dieser polarisationsempfindliche Bildsensor weist eine um etwa den Faktor zwei größere Dynamik auf als bisherige Demonstratoren, die alle nicht mit logarithmischen Pixeln arbeiteten. Für ihr System nennen die Forscher die folgenden Kenndaten:  $384 \times 288$  Pixel, 140 Dezibel Dynamik, maximal 61 Dezibel SNR, 30 Bilder pro Sekunde. Da Sensor und Filter monolithisch auf einen Chip integriert sind, dürften die Stückkosten in der Massenfertigung unter zehn US-Dollar liegen. Die Wissenschaftler arbeiten nun mit einem Automobilzulieferer zusammen und haben auch Geldmittel für die Entwicklung einer Fernerkundungskamera erhalten.

### ■ Füller für die Breitbandlücke

**Ein Funknetz auf Millimeterwellenbasis sorgt großflächig für Datenraten von 10 Gbit/s.**

Der Breitbandausbau in Deutschland und auch in ganz Europa hinkt seit Jahren den Erwartungen von Gesellschaft und Wirtschaft hinterher. Schuld sind die hohen Kosten für eine faserbasierte Anbindung des ländlichen Raums. Mit jeder neuen Mobilfunkgeneration steht das Versprechen im Raum, dass nun alles besser werde. Durch 3G und 4G hat sich aber nichts geändert. Auch der kommende 5G-

Standard würde bei einer Flächenversorgung mit hohen Datenraten einen unrealistisch hohen Aufwand erfordern. Ein Konsortium aus Forschungseinrichtungen und Unternehmen setzt daher auf den Millimeterwellenbereich, um Versorgungslücken zu schließen. Die Projektbeteiligten haben in einem Feldversuch weltweit erstmals ein drahtloses Netzwerk im W-Band (92 bis 95 GHz) stabil betrieben, das Datenraten bis zu 10 Gbit/s über eine Fläche von  $1 \text{ km}^2$  verteilt. Zu den neun Mitgliedern des Konsortiums unter Leitung der Universität Lancaster gehört auch die Goethe-Universität Frankfurt.

Das W-Band ist für diese Art von Funknetz günstig, weil die atmosphärische Dämpfung auch bei Regen eine flächige Übertragung mit hohen Datenraten über größere Distanzen erlaubt. Bei niedrigeren Frequenzen wären entsprechende Datenraten nur mit höheren Kosten erreichbar, für höhere Frequenzen müsste erst noch die erforderliche Elektronik entwickelt werden. Im Feldversuch nutzte das Konsortium neue Wanderfeldröhrenverstärker, die Leistungen bis 40 W bereitstellen. Bei solchen Verstärkern gibt ein Elektronenstrahl einen Teil seiner kinetischen Energie an das elektromagnetische Wechselfeld ab. Die Elektronik des Gesamtsystems beruht auf GaAs in Verbindung mit einer Hornantenne.

Das Konsortium versucht nun, mit einem Betreiber ein W-Band-Netzwerk prototypisch aufzubauen. Dies läuft parallel zur Regulierung des Frequenzbereichs. Diese wird wohl Punkt-zu-Mehrpunkt- sowie Punkt-zu-Punkt-Verbindungen erlauben.

Michael Vogel

**WILEY**

Your Daily Quantum of Photonics

**NEW!**

**PhotonicsViews.com**  
The international news platform for industry and research in

- Optics
- Photonics
- Laser Technology

**PhotonicsViews.com**