

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

50 Jahre

RUB

RUBIN

SONDERAUSGABE

WISSENSCHAFTSMAGAZIN

50 JAHRE FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIONSTECHNIK

PDF-Datei
nur zur privaten
Verwendung

IT-SICHERHEIT

Smartphones, Browser,
Ladesäulen schützen

PLASMAFORSCHUNG

Kunststoffe dichter machen
und Keime töten

25 Sonderheft | 2015
Jahrgang 4,00 Euro



Abb. 1: Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz (links) und Hans-Martin Schwab vom Lehrstuhl Medizintechnik erforschen an der RUB das Potenzial des fotoakustischen Verfahrens für den Klinikalltag.



Abb. 2: Herkömmlicher Ultraschallkopf (links) fotoakustische Verfahren. Neben dem Sensor, kann das Gerät Laserlicht aussenden (oben).

MIT LICHT ZUHÖREN

Die Fotoakustik als neues bildgebendes Verfahren verspricht in der Medizin zahlreiche diagnostische Möglichkeiten. Doch welches Potenzial hat die Methode für den Klinikalltag wirklich?

Die Schwere von Brandwunden bestimmen, Rheuma frühzeitig diagnostizieren, das Gefahrenpotenzial von Plaques in der Halsschlagader ermitteln – all das könnte mit der Fotoakustik möglich sein. Das Potenzial des neuen bildgebenden Verfahrens testen Bochumer Medizintechniker und ihre Partner im EU-Projekt „Fullphase“. „Es wird gern gesagt, die Fotoakustik verbinde das Beste aus zwei Welten“, sagt Prof. Dr.-Ing. Georg Schmitz vom Lehrstuhl Medizintechnik (Abb. 1). Damit sind die Welt des Lichts und die des Schalls gemeint. Das Verfahren basiert auf dem fotoakustischen Effekt, den Alexander Graham Bell 1880 entdeckte. Licht einer bestimmten Wellenlänge wird in den Körper gestrahlt, wo das Gewebe einen Teil der Strahlung aufnimmt; man spricht von Absorption. Durch die dabei aufgenommene Energie erhöht sich die Temperatur um Bruchteile eines Grades, das Gewebe dehnt sich kurz aus und es entsteht eine Schallwelle. Ein Ultraschallgerät wertet die aus dem Körper zurückkommenden Signale aus. Und zwar zeitaufgelöst, sodass kein statisches Bild entsteht, sondern ähnlich wie beim Ultraschall ein „Film“. Die Fotoakustik gibt dennoch andere Einblicke ins Körperinnere als eine Ultraschalluntersuchung (Abb. 2). Sie unterscheidet Gewebetypen anhand ihrer Fähigkeit, Licht zu ab-

sorbieren. Unterschiedliche Gewebe nehmen unterschiedlich viel Licht auf, beziehungsweise absorbieren sie Licht verschiedener Wellenlängen. Ein Beispiel: Sauerstoffarmes Blut absorbiert kurzwelligere Strahlung besser als sauerstoffreiches Blut. Auf diesem Wege könnten Mediziner zum Beispiel verfolgen, wie sich der Sauerstoffgehalt in Tumoren verändert, und daraus auf das Tumorstadium schließen. Ob das in Zukunft gelingen wird, hängt davon ab, wie tief man mit dem eingestrahlenen Licht in den Körper eindringen kann. Am besten eignet sich Strahlung im Nahinfrarotbereich, also knapp unter dem sichtbaren roten Licht. Setzt man jedoch zu viel davon ein, kann das Verbrennungen zur Folge haben. Im Projekt „Fullphase“ richten sich die Forscherinnen und Forscher nach der Arbeitsschutzsicherheitsverordnung. „Wir halten uns also an die gleichen Grenzwerte, die auch für ein normales Arbeitsumfeld gelten, zum Beispiel für das gestreute Licht einer Laserschweißstraße, an der eine Person acht Stunden am Tag steht“, erklärt Georg Schmitz. „Mit der Laserleistung, die wir verwenden, besteht für den Patienten bei vorschriftsmäßiger Anwendung keinerlei Gefahr.“ Schmitz' Team möchte die Fotoakustik mit bis zu vier verschiedenen Laserwellenlängen gleichzeitig funktionstüchtig



) im Vergleich mit dem Messgerät für das der Ultraschallwellen empfängt (unten),

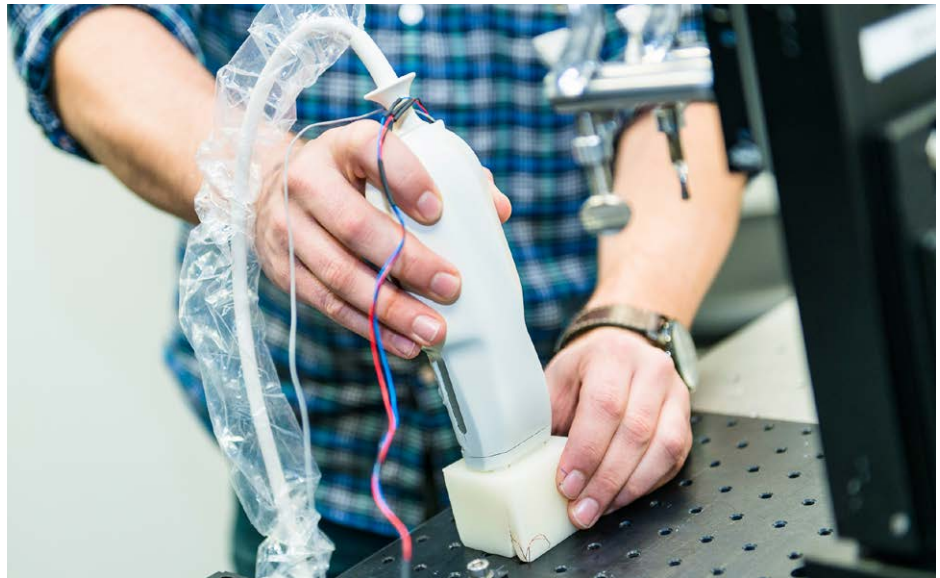


Abb. 3: Im Labor testen die RUB-Ingenieure das fotoakustische Verfahren mit sogenannten Phantomen. Das sind Objekte aus PVC, mit denen die Forscher das Körpergewebe nachahmen.

machen. Dabei erforschen die Medizintechniker, wie sie mit dem durch die Grenzwerte vorgeschriebenen Energiebudget optimal haushalten. Sie analysieren, mit wie viel Energie sie Licht einer bestimmten Wellenlänge einstrahlen sollten, um ein möglichst gutes Bild zu erhalten, aber die Grenzwerte nicht zu überschreiten. Für die Tests im Labor stellen sich die Forscher Objekte aus PVC her, sogenannte Phantome (Abb. 3). Durch entsprechende Chemikalien bauen sie Streupartikel ein, die bestimmte Gewebetypen simulieren. Mit dem zurzeit vorliegenden fotoakustischen System dringt die Strahlung etwa eineinhalb Zentimeter tief ein. Für viele Anwendungen, zum Beispiel Untersuchungen oberflächlicher Blutgefäße, ist das ausreichend, lautet Schmitz' Fazit.

Die Bochumer arbeiten auch an der Bildrekonstruktion. Sie merzen Störsignale aus und suchen nach Algorithmen, mit denen sie aus den gemessenen Schallwellen am besten die Quellen des Signals berechnen können, also aus welchem Gewebe das Signal kam. Der Ultraschallwandler empfängt Signale von nebeneinanderliegenden Stellen auf vielen Kanälen gleichzeitig – 256 ist eine typische Zahl. Daraus müssen Schmitz und seine Kollegen rekonstruieren, was für ein Objekt das Gerät gerade „sieht“. Zu diesem Zweck entwickeln sie bestehende Auswertalgorithmen weiter und greifen dabei nicht nur auf Vorarbeiten für medizinische Anwendungen zurück: „Auch Forscher aus anderen Bereichen beschäftigen sich mit Algorithmen, die die Ausbreitung von Wellen beschreiben, etwa Seismiker, die Höhlen unter der Erdoberfläche suchen“, so der Bochumer Ingenieur.

Die Rechenoperationen können laut Schmitz beliebig kompliziert werden. Und das stellt die Technik vor eine Heraus-

forderung. Es gibt zwar im Projekt bereits ein kliniktaugliches System, das die fotoakustischen Bilder in Echtzeit rekonstruieren kann und farbig auf einem herkömmlichen Ultraschallbild darstellt (Abb. 4). Aber bei fortgeschrittenen Verfahren mit ausgeklügelteren Analysealgorithmen reicht die Rechenpower dafür noch nicht aus. Allerdings standen auch andere Methoden anfänglich vor dieser Hürde: „Viele Auswertverfahren für Ultraschall sind in den 80er-Jahren entwickelt worden und kommen jetzt in die Anwendung, weil man heute erst die Rechenpower hat“, weiß Georg Schmitz. Für die Computer der Zukunft sind die neuen Algorithmen also möglicherweise kein Problem.

Der bisherige Verlauf des Projekts macht den Beteiligten jedenfalls Mut. Denn das „Fullphase“-Konsortium hat bereits große Fortschritte gemacht, die Georg Schmitz in der Kürze der Zeit kaum für möglich gehalten hätte. Die Industriepartner entwickelten einen Laser mit eingebautem Ultraschallwandler, der so klein ist, dass er sich in der Hand halten lässt. „Für die meisten Studien zum fotoakustischen Verfahren verwenden Wissenschaftler leistungsstarke Laser, die Tischfüllend sind“, sagt Schmitz. Der Trick des „Fullphase“-Teams: Laserdioden. Ursprünglich erreichte man mit dieser Technik gerade mal eine Pulsleistung von einigen hundert Watt während der sehr kurzen Pulse. Nichts im Vergleich zu den großen Lasern, die im Megawattbereich arbeiten. Heute schaffen die Dioden bereits einige Kilowatt; damit sind sie immer noch um den Faktor hundert leistungsschwächer als die großen Laser. Aber das fängt das „Fullphase“-Team auf, indem es die Laserpulse einfach schneller hintereinander einstrahlt, als es mit einem großen Laser möglich wäre. ▶

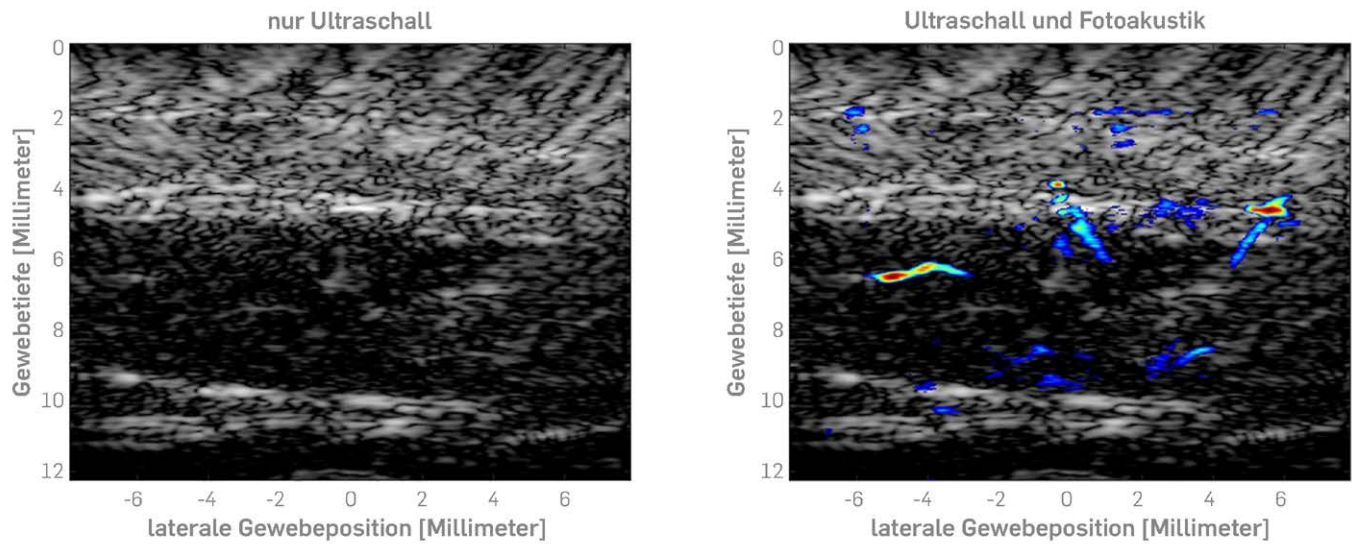


Abb. 4: Um zu zeigen, in welcher Gewebetiefe das fotoakustische Verfahren funktioniert, injizierten die Forscher Farbstoff an drei Stellen in ein Testgewebe. Links ein normales Ultraschallbild dieses Gewebes, rechts sind die fotoakustischen Daten farblich überlagert dargestellt. Der Farbstoff ist noch in einer Tiefe von rund einem Zentimeter nachweisbar.

Die Experimente im Rahmen des Projekts, das bis Oktober 2016 läuft, sollen bis in die präklinische Phase gehen; das heißt, erste Tests mit freiwilligen Probanden sind vorgesehen. Ein Nachfolgeprojekt ist bereits beantragt, für das die Bochumer Medizintechniker zurzeit eine Kooperation mit dem Universitätsklinikum Bergmannsheil aufbauen. Das Ziel: das fotoakustische Verfahren für die Beurteilung von schweren Brandwunden testen.

Bislang läuft bei „Fullphase“ alles ganz nach Plan. Georg Schmitz zieht Zwischenbilanz: „Wir sind unserem Zeitplan sogar leicht voraus“, so der Bochumer. „Weltweit sind wir die einzigen Gruppen, die einen integrierten Ultraschallwandler mit eingebautem Laser haben, mit dem man direkt experimentieren kann. Ich bin begeistert von unseren Möglichkeiten.“ Weitere Infos: www.fullphase-fp7.eu

Text: jwe, Fotos: dg

REDAKTIONSSCHLUSS

99,9 % DES UNIVERSUMS BESTEHEN AUS PLASMA.

Die Erde ist hingegen beinahe plasmafrei – bis auf Blitze, Feuer und Polarlichter. Da Plasmen aber den energiereichsten Zustand der Materie darstellen, sorgt der Mensch dafür, dass sie ein klein wenig häufiger auf der Erde werden. In Forschung und Industrie werden Plasmen technisch hergestellt und für eine Vielzahl von Anwendungen genutzt. Wofür? Ein paar Beispiele finden sich in diesem Heft auf den Seiten 12 bis 27.

Bild: NASA, ESA, and M. Livio and the Hubble 20th Anniversary Team (STScI)

IMPRESSUM

HERAUSGEBER: Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr-Universität Bochum in Verbindung mit dem Dezernat Hochschulkommunikation (Abteilung Wissenschaftskommunikation) der Ruhr-Universität Bochum

REDAKTIONSANSCHRIFT: Dezernat Hochschulkommunikation, Abteilung Wissenschaftskommunikation, Ruhr-Universität Bochum, 44780 Bochum, Tel.: 0234/32-25528, Fax: 0234/32-14136, rubin@rub.de, rubin.rub.de

REDAKTION: Dr. Julia Weiler (jwe, Redaktionsleitung); Meike Drießen (md); Raffaella Römer (rr)

Die Redaktion hat sich um die Einholung der nötigen Bildrechte mit allen Mitteln bemüht; wo das nicht möglich war, bitten wir eventuelle Rechteinhaber, sich mit der Redaktion in Verbindung zu setzen.

FOTOGRAFIE: Damian Gorczany (dg), Hofsteder Str. 45a, 44791 Bochum, Tel.: 0176/29706008, www.damiangorczany.de; Roberto Schirdewahn (rs), RUB Agentur

COVERFOTO: Damian Gorczany

WEBAUFTTRITT: Andreas Rohden, Abteilung Markenbildung, RUB

GRAFIK, LAYOUT UND SATZ: VISUELL MARKETING GMBH, Springorumallee 2, 44795 Bochum, Tel.: 0234/459803, www.visuell-marketing.com

DRUCK: VMK Druckerei GmbH, Faberstrasse 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-110, www.vmk-druckerei.de

AUFLAGE: 4.000

ANZEIGENVERWALTUNG UND -HERSTELLUNG: VMK GmbH & Co. KG, Faberstraße 17, 67590 Monsheim, Tel.: 06243/909-0, www.vmk-verlag.de

BEZUG: Die Sonderausgabe 2015 des Wissenschaftsmagazins RUBIN ist erhältlich in der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Ruhr-Universität, Gebäude ID, Etage 1, Raum 643. Das Wissenschaftsmagazin RUBIN erscheint zweimal im Jahr. ISSN 0942-6639

Nachdruck bei Quellenangabe und Zusenden von Belegexemplaren