

■ Gezielter gegen Krebs

Eine Reichweitenmessung steigert die Genauigkeit der Protonentherapie.

Die Protonentherapie ist eine sehr wirkungsvolle Behandlungsmethode beim Kampf gegen Krebs. Allerdings ist ihr Potenzial noch nicht optimal ausgeschöpft, weil sich die Reichweite von Protonenstrahlen im Gewebe für klinische Zwecke nicht genau genug vorab bestimmen lässt. Zum Beispiel kann bereits eine verstopfte Nase bei den Voruntersuchungen die Daten ver-

zwischen dem Eintritt der Strahlen in den Körper und dem Signal der Gammastrahlung am Detektor. Weichen die gemessenen von den zuvor berechneten Zeitspektren ab, trifft der Strahl sein Ziel nicht genau genug. Auf dieser Basis ist eine Korrektur in Echtzeit möglich. Bei den nun durchgeführten Messungen am Westdeutschen Protonentherapiezentrum Essen konnten die Forscher Abweichungen des Strahls von wenigen Millimetern zuverlässig erfassen. Nun sollen Tests an Phantomen folgen.

■ Touchless- statt Touchscreen

Schichten aus Antimon-Phosphorsäure ermöglichen eine neue Displaytechnologie.

Der Variantenreichtum von Mensch-Maschine-Schnittstellen dürfte künftig weiter zunehmen, weil jede Technologie in einem bestimmten Anwendungskontext ihre spezifischen Vor- und Nachteile hat und die technischen Möglichkeiten immens sind. Wissenschaftler des Max-Planck-Instituts für Festkörperforschung in Stuttgart und der LMU München haben nun ein Materialsystem entwickelt, das sich für berührungslose Schnittstellen eignet, die mit dem Finger zu bedienen sind.²⁾

Die Sandwichstruktur besteht aus einem vielschichtigen Aufbau aus Nanopartikeln, dessen Herzstück Nanoschichten aus Antimon-Phosphorsäure sind. Bei diesem Material handelt es sich um einen bei Raumtemperatur kristallinen Feststoff, dessen Struktur aus schichtartig angeordneten Antimon-, Phosphor-, Sauerstoff- und Wasserstoffatomen besteht. Das Material ist hygroskopisch und verändert durch die Einlagerung von Wassermolekülen seine Leitfähigkeit und seine Dicke. Die daraus resultierende Farbänderung binnen Millisekunden nutzen die Forscher für die Anwendung als berührungsloses Display aus. Die Farbe des Materials ist über die Dicke der Schichten einstellbar; sie passt sich bei Veränderung der Luft-

feuchtigkeit in der Nähe der Sandwichstruktur dynamisch an. Für Letzteres genügt die Annäherung mit dem Finger auf wenige Millimeter, weil aus den Poren der Haut permanent genügend Wassermoleküle austreten. Der Farbumschlag lässt sich abhängig von der Menge des aufgenommenen Wasserdampfs über das gesamte Spektrum durchstimmen; zudem ist es möglich, die farbige Sandwichstruktur reversibel transparent zu schalten.

Im nächsten Schritt wollen die Wissenschaftler zusammen mit einem Kooperationspartner eine Barrierschicht für die Sandwichstruktur entwickeln, die vor chemischen und mechanischen Einflüssen schützt, aber wasserdampfdurchlässig ist.

■ Rasche Analyse

Dank Raman-Spektroskop lassen sich Harnsteine direkt im OP untersuchen.

Harnsteine, landläufig Nierensteine genannt, sind höchst unangenehm. Ihre Diagnose und Therapie hat sich in den vergangenen Jahren zum Glück deutlich verbessert, sodass Betroffene nach der Behandlung meistens nach kurzer Zeit das Krankenhaus wieder verlassen können. Nur bei der Nachsorge ist dieser Zeitgewinn noch nicht spürbar: Ein Laborergebnis gibt es oft erst drei Wochen nach der Operation. Ein spezifisches Nachsorgegespräch findet dadurch häufig nicht statt. Dass die Analyse des Harnsteins so lange dauert, liegt an der Untersuchungsmethode: Sie erfolgt zum



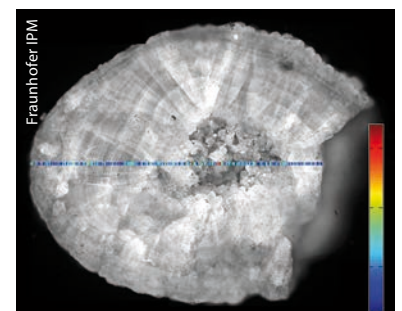
Die Protonentherapie ermöglicht es, Tumore gezielt zu zerstören – beispielsweise im Kopf.

fälschen, sodass der Protonenstrahl bei der eigentlichen Behandlung nicht exakt an der geplanten Stelle gestoppt wird. Aus diesem Grund müssen Radiologen bei dieser Therapieform einen Sicherheitsraum um den Tumor bestrahlen, um das kranke Gewebe zuverlässig zu zerstören. Zu vermeiden wäre das, wenn man die Position des Protonenstrahls während der Behandlung in Echtzeit erfassen könnte. Wissenschaftler des Nationalen Zentrums für Strahlenforschung in der Onkologie (OncoRay) in Dresden und des Helmholtz-Zentrums Dresden-Rossendorf haben nun erstmals ein Verfahren getestet, mit dem das mit relativ geringem Aufwand machbar scheint.¹⁾

Die Forscher erfassen dazu die Gammastrahlung, welche die Protonen im Gewebe durch Kernreaktionen erzeugen, mit einem einzigen Detektor. Da die Protonenstrahlen eine bestimmte Zeit brauchen, bis sie ihre maximale Zerstörungskraft entfalten, messen die Wissenschaftler die Zeitspanne

1) F. Hueso-González et al., Phys. Med. Biol. 60, 6247 (2015)

2) K. Szendrei et al., Adv. Mater., doi: 10.1002/adma.201503463



Mit der Raman-Spektroskopie lassen sich Harnsteine zeitnah spektroskopisch analysieren.

Beispiel per Infrarotspektroskopie, für die nur wenige Labore die technischen Voraussetzungen haben, weil die Geräte teuer sind und die Proben aufwändig präpariert werden müssen.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Physikalische Messtechnik IPM in Freiburg und der dortigen Uniklinik haben nun ein Verfahren entwickelt, das letztlich direkt im OP Anwendung finden soll. Statt auf die IR- setzen sie auf die Raman-Spektroskopie. Da Wasser im sichtbaren Spektralbereich ein schlechter Raman-Streuer ist, ist für die Messung keine Präparation der Harnsteine erforderlich. Dass sich die Raman-Streuung trotz ihrer geringen Effizienz für die Spektroskopie der Harnsteine mit relativ kleinen Geräten anbietet, hat mehrere Gründe: preiswerte starke Laser, kleine Spektrografen sowie Filter, welche die Anregungswellenlänge nur sehr schmalbandig durchlassen und so den Untergrund der Rayleigh-Streuung wirkungsvoll unterdrücken. Die Forscher rechnen bei ihrem Laboraufbau zudem die Untergrund-Fluoreszenz durch eine Signalverarbeitung so weit heraus, dass die schwachen Raman-Linien sichtbar bleiben. Derzeit bauen sie eine Referenzdatenbank mit Harnsteinproben auf. Der nächste Schritt ist die Miniaturisierung des Systems auf OP-taugliche Dimensionen.

■ Vereinfachte Waferfertigung

Ein neues Herstellungsverfahren sorgt für günstigere Solarzellen.

Die Photovoltaik-Industrie hat bei ihrem Wachstum im vergangenen Jahrzehnt vor allem von enormen Skaleneffekten in der Fertigung profitiert. Dieser Trend dürfte sich nun abschwächen – wichtiger wird es sein, den Zellwirkungsgrad zu verbessern und die Rohstoffe effizienter zu nutzen. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg etwa haben ein Verfahren industrietauglich gemacht, mit dem sie monokristalline Wafer für So-



Nach dem neuen Verfahren hergestellter Wafer (rechts), wiederverwendbares Substrat (links)

larzellen wirtschaftlicher herstellen können.

Beim etablierten Verfahren der Waferfertigung entsteht monokristallines Silizium in mehreren Prozessschritten, für die hohe Temperaturen von mehr als 1000 °C erforderlich sind. Dabei wird Roh-Silizium zur Aufreinigung in flüssiges Chlorsilan umgewandelt, aus dem hochreines Polysilizium durch Abscheidung aus der Gasphase entsteht. Monokristallines Silizium wird in einem weiteren Prozessschritt aus der Schmelze bei über 1400 °C gewonnen. Aus den resultierenden Blöcken sägt man letztlich Wafer für Solarzellen. Die ISE-Forscher nutzen bei ihrem Verfahren zwar ebenfalls die Abscheidung des Chlorsilans aus der Gasphase, allerdings erfolgt sie auf einem Siliziumwafer, dessen Gitterkonstante direkt für das Aufwachsen monokristallinen Siliziums sorgt, ein nochmaliges Aufschmelzen entfällt also. Der Wafer ist einige Dutzend Mal verwendbar, weil er mit einer Art Sollbruchstelle – einer Schicht aus porösem Silizium – versehen ist.

Im Vergleich zum etablierten Verfahren spart der neu entwickelte Prozess 80 Prozent der Energie ein und reduziert den Materialverlust durch Wegfall des Sägens um die Hälfte. Entscheidend für den Erfolg war es, einen Weg zu finden, um die Ausbeute und den Durchsatz der Gasphasenabscheidung zu erhöhen. NexWafe, eine Ausgründung des ISE, will im kommenden Jahr eine Pilotfertigung aufbauen.

Michael Vogel