

## Trügerische Ruhe am Gletschersee

Dresdner Forscher sind in einer der entlegensten Regionen der Welt unterwegs, um ein Geo-Warnsystem aufzubauen. Die SZ begleitet sie dorthin.

Jeep, Boot und Pferde – das ist lange her. Seit Tagen geht es nur noch zu Fuß weiter. Mit Rucksäcken voller Messgeräte und wissenschaftlichen Kameras. Es sind Forscher der TU Dresden, die derzeit auf Expedition in Patagonien sind, einer der wildesten Gegenden der Erde. SZ-Wissenschaftsredakteur Stephan Schön begleitet sie dorthin und berichtet exklusiv. Am Colonia-Gletscher angekommen, bleiben nun nur wenige Tage Zeit, um ein automatisches Kamerasystem zu installieren. Ein solches System soll einmal vor gefährlichen Fluten warnen. Gletscherseen weltweit bergen diese Gefahr in sich, und derzeit zunehmend durch den Klimawandel. Die Wissenschaftler vom TU-Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung wollen mit ihren automatischen Kameras selbst geringe Schwankungen des Seespiegels erfassen. Sie erkennen damit frühzeitig, wenn sich ein solcher Gletschersee wie dieser Cachet 2 urplötzlich einen Weg unter dem Eis hindurch ins Tal bahnt. Mehrere Meter hohe Überschwemmungen können dann die Folge sein. Ein Jahr lang sollen die Kameras der Dresdner nun Wind und Wetter standhalten und stündlich Daten speichern. (SZ/sts)



Die Dresdner Geoforscher Ellen Schwalbe (l.) und Robert Koschitzki richten eine automatische Kamera zur Beobachtung des Wasserspiegels am Gletschersee Cachet 2 in Patagonien ein. Auf ihrem tagelangen Marsch durch die unerschlossene Region begleitet sie SZ-Redakteur Stephan Schön (kl. Foto).

Fotos: SZ/Stephan Schön



## Kathedrale der heilenden Strahlen

Für ihren Kampf gegen Krebs bekommen Dresdner Mediziner eine innovative Waffe. Die wollen sie noch besser machen.

VON FRANK ESSEGERN

Die Schubertstraße im Gelände des Dresdner Universitätsklinikums ist derzeit dicht. Tag für Tag rollen hier Transporter an, von denen große Kisten abgeladen und in einer tiefen Baugrube versenkt werden.

Den Kran kann Wolfgang Enghardt durch die Äste der Bäume von seinem Bürofenster aus sehen. Für den Professor für Medizinische Strahlenphysik an der TU Dresden ist das sozusagen der Blick auf seinen künftigen Arbeitsplatz. Denn den Krebsforschern vom Dresdner Zentrum Oncoray steht dort ab Anfang kommenden Jahres eines der modernsten Bestrahlungssysteme für die Tumorbehandlung zur Verfügung – ein Protonentherapie-Zentrum. „Diese moderne Anlage eröffnet uns die Möglichkeit, in systematischen klinischen Studien zu untersuchen, für welche Tumoren die Protonentherapie der herkömmlichen Strahlentherapie überlegen ist“, sagt Wolfgang Enghardt.

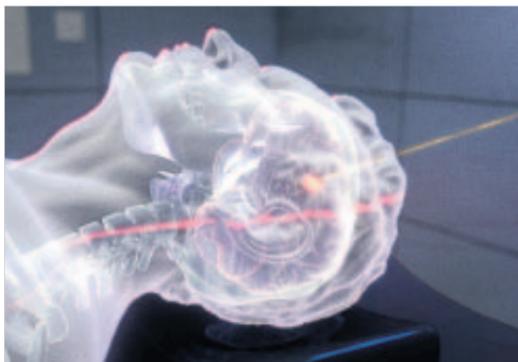
Die Dresdner wollen dort einerseits Patienten behandeln, zugleich aber auch die Therapie mit den winzigen Partikeln ohne den Druck kommerzieller Zwänge weiterentwickeln. Von den Protonen versprechen sich die Mediziner eine ganze Reihe von Vorteilen für die Patienten. Die positiv geladenen Wasserstoffkerne können punktgenau im Körper das Erbgut der Krebszellen zertrümmern und so den Tumor am Weiterwachsen hindern.

### Gesundes Gewebe wird geschont

Bisher rücken die Mediziner Krebsgeschwüren vor allem mit ultraharten Röntgenstrahlen zu Leibe. Doch diese wirken nicht nur im Tumor, sondern auch an anderer Stelle im Körper – auf dem Weg zur Geschwulst und dahinter. „Das Bemerkenswerte am Protonenstrahl ist, dass er eine wohldefinierte Reichweite im Gewebe

Punktgenau trifft der Protonenstrahl den Tumor im Gehirn – ohne das dahinterliegende Gewebe zu durchdringen.

Abb.: HZDR/AI Films



hat“, sagt Wolfgang Enghardt. Wenn also die Energie des Strahls genau eingestellt ist, entfaltet der seine Wirkung vor allem in dem bösartig veränderten Gewebe. Ein gesundes Organ dahinter wird geschont. So hoffen die Mediziner auf geringere Nebenwirkungen und eine mögliche höhere Strahlendosis im Tumor.

Allerdings ist eine solche Protonentherapie derzeit im Schnitt noch rund viermal teurer als die heute gängige Bestrahlung, sagt Wolfgang Enghardt. „Das ist ja alles Megatechnik.“ Allein das Herz der Anlage, das Zyklotron, wiegt mehr als 200 Tonnen. Am kommenden Mittwoch soll es aus Belgien am Oncoray-Neubau eintreffen.

Im Zyklotron, dem Kreisbeschleuniger, werden die Protonen mit riesigen Magneten auf fast zwei Drittel der Lichtgeschwindigkeit gebracht. Nach 2300 Umläufen in dem rund vier Meter breiten Koloss können sie im Hochvakuum auf den Weg zum Patienten gelenkt werden. Das übernimmt die sogenannte Gantry, eine gigantische drehbare Stahlkonstruktion, die den Strahl aus verschiedenen Richtungen auf das Tumorgewebe schießen kann. „Die Gantry

hat einen Durchmesser von elf Metern“, berichtet Wolfgang Enghardt. „Der eigentliche Behandlungsplatz ist dann also eine Art Kathedrale“, sagt der Professor.

Bevor er zum Patienten gelangt, muss der etwa bleistiftstarke Protonenstrahl allerdings noch gebremst werden. Denn jeder Tumor liegt schließlich in einer anderen Entfernung im Körper. Die Mediziner können den Strahl entweder durch mehrere Streufohlen auf die Größe des Tumors auffächern. Oder sie bewegen ihn durch die Geschwulst, scannen das bösartige Gewebe praktisch Schicht für Schicht – immer mit jeweils veränderter Energie. „Für jeden Patienten wird die Reichweite des Strahls entsprechend der Ausdehnung des Tumors individuell angepasst“, erläutert Wolfgang Enghardt. „Denn der Tumor ist ja eine ziemlich unregelmäßig geformte Angelegenheit.“

Auch wenn sie das Eintreffen des tonnenschweren Herzens ihres Protonentherapie-Zentrums mit Spannung erwarten, denken die Dresdner schon wieder daran, es solchen Anlagen herauszureißen. „Dass diese großen Geräte so teuer sind, kann

sich durchaus auch zum Showstopper entwickeln“, sagt Enghardt. „Es wäre eine tolle Sache, wenn man die Protonenbeschleuniger viel kompakter bauen könnte.“ 2,50 Meter dicke Betonwände, wie sie derzeit notwendig sind, um den Strahlenschutzanforderungen zu genügen, sollen dann der Vergangenheit angehören.

„Wir verfolgen gemeinsam mit Kollegen im Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf und in Jena den Ansatz, Hochintensitätslaser für die Protonenbeschleunigung zu nutzen“, berichtet Enghardt. Deswegen entsteht in dem neuen Gebäude auch eine Laserhalle. Ein laserbasierter Protonenbeschleuniger könnte deutlich kleiner ausfallen, hoffen die Forscher.

Doch hier stehen sie schon vor der nächsten Herausforderung: Zunächst müssen sie die Energie der Strahlen so weit steigern, dass diese weit genug in den Körper eindringen und Krebszellen zerstören können. Und dann stellt sich die Frage, ob die auf diese Weise erzeugten Strahlen die gleiche biologische Wirkung erzielen wie die aus dem benachbarten Zyklotron.

### Signale aus dem Inneren

Und noch mehr Probleme haben sich die Dresdner Oncoray-Forscher auf ihre Labortische geholt. Wie lässt sich beispielsweise bei der Bestrahlung kompensieren, wenn sich der Tumor bewegt, etwa durch die Atmung? Wie kann die tatsächliche Reichweite der Protonen im Körper überwacht werden? „Wir haben hier eine Gruppe, die daran arbeitet, von außen zu sehen, wie weit im Inneren des Patienten der Partikelstrahl reicht“, sagt Enghardt. Der Ansatz ist hier eine bestimmte Strahlung, die für einen winzigen Moment auftritt, wenn ein Proton auf einen Atomkern des Gewebes trifft. Die könnte den Ort im Körper verraten. „Wir versuchen jetzt, optimale Messsysteme für diese Strahlung zu entwickeln“, sagt der Professor.

## Korallen der Karibik wachsen nicht mehr schnell genug

Washington/Exeter. Korallenriffe in der Karibik bauen im Schnitt nur noch halb so viel Kalk auf wie vor rund 7000 Jahren. Dadurch steigt die Gefahr, dass sie mit einem steigenden Wasserspiegel nicht mehr mithalten können. Die komplexen Ökosysteme könnten verschwinden, warnen britische Forscher im Fachjournal „Nature Communications“. Korallen bauen ihr Skelett, indem sie Kalk produzieren. Sie bauen so zusammen mit einigen anderen Lebewesen riesige Riffe auf.

Chris Perry von der Universität Exeter (Großbritannien) und seine Kollegen haben den Kalkaufbau in 19 Riffen vor den Bahamas, Belize, Bonaire und den Caiman-Inseln bestimmt. Dabei fanden sie heraus, dass nur fünf Prozent der Korallenriffe deutlich wuchsen – und zwar mehr als fünf Kilogramm pro Quadratmeter und Jahr. Bei 26 Prozent lag dieses Wachstum unter einem Kilogramm, und 21 Prozent der Riffe verloren sogar Kalk.

Um mindestens die Hälfte ist damit die Kalkproduktion der Riffe im Vergleich zu früheren Langzeitwerten gesunken. Im flachen Meer ging sie um 60 bis 70 Prozent zurück, in tiefen Regionen lag der Rückgang etwa bei einem Viertel.

Diese Entwicklung habe etwas mit dem sinkenden Anteil lebender Korallen an der Oberfläche eines Riffs zu tun, folgerten die Wissenschaftler. Er dürfe nicht weniger als rund zehn Prozent betragen. Hinzu komme eine Verschiebung innerhalb der Lebensgemeinschaften hin zu nicht kalkaufbauenden Arten. Die Forscher nehmen außerdem an, dass das sogenannte Bleichen der Korallen eine Rolle spielen könnte. Dabei verlieren die Korallen oft wegen höherer Wassertemperaturen ihre symbiotischen Algen und sterben. Ein weiterer Grund könne die Versauerung der Meere durch das Treibhausgas Kohlendioxid sein, die schädlich für den Kalk ist. (dpa)

## Per Smartphone das Auto einparken

Auf dem Weg zum fahrerlosen Auto könnten am ehesten die Systeme marktreif sein, die das Fahrzeug zentimetergenau in die Parklücke steuern.

VON ANITA PÖHLIG

Die Suche nach einem Parkplatz kann so einfach sein: Valet-Parking heißt das Zauberwort. Vor edlen Hotels übernimmt seit jeher ein Portier die Aufgabe. Verkehrsforscher des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) haben nun in Braunschweig gezeigt, dass auch hoch entwickelte Sensortechnik im Zusammenspiel mit dem Smartphone das Einparken übernehmen kann. Wie von Geisterhand findet das fahrerlose Auto einen freien Parkplatz und parkt zentimetergenau in die kleinste Lücke ein.

Die Vorteile liegen auf der Hand: Der Autofahrer spart Zeit und Nerven, die Umwelt wird nicht durch eine lange Suche be-

lastet und der Parkraum wird optimal genutzt. „Dass zwei Stellplätze durch schiefes Einparken besetzt werden, gibt es nicht mehr“, versichert Karsten Lemmer, der das DLR-Projekt leitet.

Noch ist das System zwar nicht auf dem Markt, aber Professor Lemmer ist sich sicher, dass sich Autofahren in den nächsten zehn Jahren extrem verändern wird: „Die Entwicklung ist rasant“, stellt er fest. „Wenn ich vor zehn Jahren etwas vom automatischen Einparken gesagt habe, haben die Leute abgewunken“, erinnert er sich. Mit Fahrerassistenzsystemen wie ASB, ESP oder Einparkhilfen habe die Zukunft jetzt längst begonnen. All diese Systeme gehören zu den teilautomatisierten, die der Fahrer ständig überwachen muss.

Nicht ganz so zeitnah, aber dennoch in vorstellbaren Zeiträumen, werden – so sieht es Markus Maurer von der Technischen Universität (TU) Braunschweig – auch die automatisierten Systeme wie Valet-Parking auf die Märkte kommen. Dabei geht es um weit mehr als technische Spielereien: Autofahren soll umweltfreundli-



Warum noch selbst einparken? Verkehrsforscher arbeiten an hoch entwickelter Sensortechnik, die das Auto im Zusammenspiel mit dem Smartphone auf den freien Parkplatz bringt.

Foto: dpa/Sebastian Kahmert

cher, zeitsparender, komfortabler und vor allem sicherer werden. Von den jährlich etwa 4000 tödlichen Unfällen in Deutschland sind laut Professor Maurer mehr als 95 Prozent auf menschliches Versagen zurückzuführen. „Automatisches Einparken

wird eines der ersten marktreifen Systeme sein“, meint Maurer, der 2010 „Leonie“ auf die Straße brachte. „Leonie“ ist das erste fahrerlose Auto gewesen, das zu Forschungszwecken auf öffentlichen Straßen fahren durfte. Für den gesamten Niedriggeschwindigkeitsbereich, also auch bei Stau- und Stopp-and-go-Situationen, könne der Kunde jährlich mit Neuerungen rechnen.

Schwieriger wird es laut Maurer überall dort, wo schnell gefahren wird – die Ansprüche an die Technik sind hoch: „Bei jeder Neuentwicklung müssen auch die unwahrscheinlichsten Fälle mit einkalkuliert werden“, erläuterte er.

Das DLR als neutrale Großforschungseinrichtung ist dabei, für Industrie und Forschung die „Anwendungsplattform Intelligente Mobilität“ (AIM) aufzubauen. „Die Idee ist, eine Infrastruktur für viele Forschungsprojekte anzubieten“, erläuterte Karsten Lemmer. Damit sollen Forschungsgelder gespart werden und die Ziele schneller erreicht werden. AIM wird von der EU, dem Bund und dem Land gefördert. „Valet-Parking“ ist ein Projekt von AIM. (dpa)

## Späte Esser bremsen die Diät aus

Hamburg/London. Übergewichtige sollten bei einer Diät die Uhr im Blick haben. Die Teilnehmer einer Diätstudie verloren nämlich schneller an Gewicht, wenn sie ihre tägliche Hauptmahlzeit vor statt nach 15 Uhr zu sich nahmen. Auch der Umfang des Frühstückes könnte eine Rolle spielen, wie ein internationales Forscherteam im „International Journal of Obesity“ berichtet. Bislang setzten die meisten Programme zum Abnehmen beim Verhältnis zwischen Energieaufnahme und -verbrauch an. Aus Tierstudien ist jedoch bekannt, dass es auch einen Zusammenhang zwischen der Fütterungszeit und der Gewichtszunahme gibt. Die Forscher um Marta Garaulet von der spanischen Universität Murcia haben nun gezeigt, dass beim Menschen der Zeitpunkt der Mahlzeiten beim Abnehmen ebenfalls eine Rolle spielt. Als mögliche Erklärung führen die Autoren der Studie an, dass späte Esser meist Abendmensen sind, denen oft weniger Gelegenheit bleibt, die spät aufgenommenen Kalorien zu verbrauchen. (dapa)