

**SÜDWESTRUNDFUNK
SWR2 Wissen – Manuskriptdienst**

**Gläserne Patienten
SWR2 Radio Akademie: Der vermessene Mensch (3)**

Autor: Maximilian Schönherr
Redaktion: Detlef Clas
Regie: Günter Maurer
Sendung: Samstag, 17. Mai 2014, 8.30 Uhr, SWR2 Wissen

Bitte beachten Sie:

Das Manuskript ist ausschließlich zum persönlichen, privaten Gebrauch bestimmt. Jede weitere Vervielfältigung und Verbreitung bedarf der ausdrücklichen Genehmigung des Urhebers bzw. des SWR.

Mitschnitte auf CD von allen Sendungen der Redaktion SWR2 Wissen/Aula (Montag bis Sonntag 8.30 bis 9.00 Uhr) sind beim SWR Mitschnittdienst in Baden-Baden für 12,50 € erhältlich.

*Bestellmöglichkeiten: 07221/929-26030
SWR 2 Wissen können Sie ab sofort auch als Live-Stream hören im SWR 2 Webradio unter www.swr2.de oder als Podcast nachhören:
<http://www1.swr.de/podcast/xml/swr2/wissen.xml>*

Manuskripte für E-Book-Reader

*E-Books, digitale Bücher, sind derzeit voll im Trend. Ab sofort gibt es auch die Manuskripte von SWR2 Wissen als E-Books für mobile Endgeräte im so genannten EPUB-Format. Sie benötigen ein geeignetes Endgerät und eine entsprechende "App" oder Software zum Lesen der Dokumente. Für das iPhone oder das iPad gibt es z.B. die kostenlose App "iBooks", für die Android-Plattform den in der Basisversion kostenlosen Moon-Reader. Für Webbrowser wie z.B. Firefox gibt es auch so genannte Addons oder Plugins zum Betrachten von E-Books.
<http://www1.swr.de/epub/swr2/wissen.xml>*

Kennen Sie schon das Serviceangebot des Kulturradios SWR2?

*Mit der kostenlosen SWR2 Kulturkarte können Sie zu ermäßigten Eintrittspreisen Veranstaltungen des SWR2 und seiner vielen Kulturpartner im Sendegebiet besuchen. Mit dem Infoheft SWR2 Kulturservice sind Sie stets über SWR2 und die zahlreichen Veranstaltungen im SWR2-Kulturpartner-Netz informiert.
Jetzt anmelden unter 07221/300 200 oder swr2.de*

Dieses Manuskript enthält Textpassagen in [Klammern], die aus Zeitgründen in der ausgestrahlten Sendung gekürzt wurden.

Radio Akademie Intro: Der vermessene Mensch

Ansage:

Gläserne Patienten
Von Maximilian Schönherr

Zitator (*rufend, wie in einer großen Halle*):

Die Würde des Menschen ist unantastbar.

Krankenhaus OP Sauggeräusch

Erzähler:

Das Grundgesetz und Menschenrechtskonventionen schützen uns. Weder darf ich ungestraft einem anderen eine reinhauen, noch ihn aufschneiden, um mal nachzusehen, wie gesund eigentlich seine Leber ist. In den Operationssälen der Welt wird generell viel zu viel geschnitten, im Vorfeld viel zu viel geröntgt.

Kritiker der Mammografie-Kampagnen prangern an, durch die systematische Durchleuchtung des weitgehend röntgendichten Brustgewebes würden zahllose falschpositive Krebsbefunde produziert, die bei den Frauen psychische und physische Kollateralschäden verursachen.

Die Bildgebungsverfahren, um ins Körperinnere zu blicken, werden immer raffinierter, die Geräte immer teurer. Die kostspieligen Anschaffungen müssen sich rechnen. Im Vorfeld einer Knie-OP fallen Unmengen an Magnetresonanz-Bilddaten an, die sich der operierende Arzt oft nur flüchtig ansieht. Ein Zahnarzt, der früher den Weisheitszahn einfach gezogen hätte, röntgt ihn, ...

Spielszene im Hintergrund:

Arzt:

Dann machen wir mal noch ein schönes Bildchen, Frau Mongata.

Patientin (halb offener Mund, schon im Behandlungsstuhl):

Sie haben doch bei meinem letzten Besuch schon geröntgt – und mir damals die Bleiweste falsch herum angezogen. Wissen Sie das nicht mehr?

Arzt:

Ich glaube, da haben Sie was falsch verstanden. Dieses Gerät ist neu und hat praktisch keine Strahlung.

Patientin:

Nimmt es ohne Röntgenstrahlen auf?

Arzt:

Natürlich fällt Röntgenstrahlung an, aber nur minimal, eigentlich vernachlässigbar. Bevor wir Ihren Zahn extrahieren, gehen wir bei Ihnen auf Nummer sicher.

Patientin:

Ich bin da anderer Meinung. Ich glaube, das drei Monate alte Foto reicht Ihnen. Oder finden Sie's nicht mehr?

Erzähler:

... und dann schiebt er wortlos die Röntgenmaschine heran – bis die Patientin wiederholt:

Patientin:

Also bitte! Sie haben den Zahn vor einen Vierteljahr schon mal geröntgt. Muss das jetzt wieder passieren, weil sich das Gerät amortisieren soll? Oder weil die letzte Aufnahme beim letzten Festplatten-Backup verschwunden ist?

Erzähler:

Natürlich nicht, und so kommt man diesmal doch ohne neues Foto aus.

Zitator (in einer Halle, wie oben):

Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit.

Erzähler:

Heilbronn. Dieser etwa 60-jährige Mann hat eine diagnostische Tortur hinter sich, die sich „gelohnt“ hat: In seiner Prostata befinden sich tatsächlich die vermuteten Krebszellen. Er hat sich entschieden, seine körperliche Unversehrtheit für zwei Stunden in die Hände von Jens Rassweiler zu legen. Er ist Leiter der Urologie im Klinikum am Gesundbrunnen.

*Atmo 1: OP***Erzähler:**

Wir sind im Operationssaal. Der Patient in Vollnarkose auf einer gewärmten Tischschale. Er bekommt heute die Prostata entfernt. Der Anästhesist an seinem Kopfende flüstert mir zu, er habe dem Patienten zusätzlich eine Art indianisches Pfeilgift verabreicht, was seine inneren Organe lähmt und von Zuckungen abhält. Der Körper ist mit sterilen Tüchern bedeckt, nur der Bauch und der Penis liegen frei. Im Penis steckt ein Katheter. In seinem Rektum ein armdickes Ultraschallgerät. Jens Rassweiler ist auf Endoskopie spezialisiert, auch Laparoskopie genannt: Statt den Patienten am Bauch aufzuschneiden, bohrt er vier kleine Löcher in die Bauchdecke, bläst die Bauchdecke auf und arbeitet sich nun Stück für Stück – es dauert mehr als eine Stunde – vom Nabel zur tief im Beckenboden liegenden Prostata vor. Viele Ärzte machen das mit Unterstützung eines einzigen Videobilds, nämlich dem der Kamera im Bauch. Sie hat den Vorteil, dass sie dicht am Geschehen dran ist, und den Nachteil, dass sie an einem Metallgestänge hängt und sich zum Beispiel eine Schlagader nicht eben mal von hinten ansehen kann. Dafür wäre ein zweites Bild gut, und das nutzt das Krankenhaus in Heilbronn schon länger: die 3D-Ultraschallsonde, die sich vom Enddarm des Patienten aus die Prostata ansieht, mit ihren sehr unscharfen Bildern, die das Innenleben des Organs zeigen. Der Physiker Matthias Baumhauer hatte eine Idee, beide Bildquellen zu verbinden.

Cut 1: Matthias Baumhauer:

„Augmented Reality“ heißt eigentlich: Man reichert eine tatsächliche Wahrnehmung an. Der Chirurg besitzt als Wahrnehmung fast ausschließlich das Videobild des Endoskops. Er hat ja seinen Tastsinn fast komplett verloren. Seine Wahrnehmung stützt sich auf dieses zweidimensionale Videobild. Wir haben aber viele andere Informationen, die wir aus anderen Bildquellen kennen. Die in Bezug zu bringen, ist die Aufgabe von Augmented Reality.

Erzähler:

Augmented Reality, angereicherte optische Realität, spielt in allen möglichen Techniken eine immer wichtige Rolle. So kann man mit einem Smartphone durch eine Straße gehen und in manche Häuser hineinsehen, als wären sie aus Glas. Voraussetzung dafür sind 3D-Karten des Stadtteils und 3D-Innenansichten bestimmter Gebäude, etwa Museen. Augmented Reality errechnet aus diesen völlig verschiedenen Informationen eine, die uns einen tatsächlichen Mehrwert liefert. Einfach das Ultraschallbild im Enddarm mit dem Video aus dem Bauchraum zu überlagern, wäre so verwirrend, wie zwei Spielfilme gleichzeitig auf einem Fernseher abzuspielen. Eine um vieles reichere Information kommt erst zustande, wenn man die beiden Bildquellen räumlich koppelt, man spricht von Registrierung. Das erledigt ein von Matthias Baumhauer geschriebenes Computerprogramm:

Cut 2: Matthias Baumhauer:

Ich sitze gelassen hier, weil ich der Ingenieur bin und nicht der Chirurg, der operieren muss. Außerdem war ich schon bei relativ vielen Eingriffen dieser Art dabei. Das ist für mich langsam Routine.

Erzähler:

Während sich der Chirurg endlich der Blase nähert, bereitet ein Medizinstudent, Tobias Simpfendörfer, kleine Objekte vor, die für das räumlich korrekte Überlagern der beiden Bildquellen nötig sind.

Cut: 3 Tobias Simpfendörfer / Autor:

Im Moment hab ich diese Navigationshilfen zusammengebaut.

Navigationshilfen ist ja ein milder Ausdruck für...

... kleine Stecknadeln, bisschen verändert. Ich habe jetzt fünf vorbereitet, eine gelbe, zwei grüne und zwei blaue.

Atmo 1: OP

Cut 4: Matthias Baumhauer / Autor:

Erkennen Sie als Informatiker die Prostata?

Ich kann die Prostata erkennen, richtig.

Wo ist sie denn?

Sie liegt unter dem Instrument, wo gerade präpariert wird.

Wo gerade geschnitten wird. Wo die Rauchschwaden aufsteigen.

Richtig, da steigen richtig Rauchschwaden auf. Es geht jetzt darum, die Prostata freizulegen und auch die Blutzufuhr zu unterbinden, damit das Organ später dann gefahrlos entfernt werden kann.

Erzähler:

Nun zieht der Chirurg eine seiner kleinen Greifzangen aus dem Bauch des Patienten heraus, lässt sich von der Assistentin eine der vorbereiteten und sterilisierten Stecknadeln geben, greift sie mit der Zange, bewegt diese wieder in den Bauchraum hinein und steckt nun die Nadel mit dem grünen Kopf in das, was augenscheinlich die Oberseite der Prostata ist. Sein Blick ist dabei auf den Monitor gerichtet:

Cut 5: O-Ton und Reportage Operationssaal

Die Nadel ist jetzt umgeklappt, und jetzt setzen wir sie oben links ein.

Da sieht man, was ein Torero für Probleme hat! Den grünen Kopf der Nadel sieht man sehr gut.

Herr Baumhauer, zufrieden mit der Position?

Die Position ist wunderbar.

Und hier am – wie heißt dieser Tisch?

Instrumentiertisch.

Sie nehmen die zweite Nadel, die ist blau und wird oben rechts an der Prostata eingesetzt. Das geht innerhalb von fünf Sekunden hier vom Tisch in den Bauch hinein. Die Blaue sitzt unten links. So, die Gelbe kommt jetzt in die Mitte, schätze ich mal.

Erzähler:

Alle fünf Nadeln sitzen. Während die Chirurgen sich nun um etwas anderes, nämlich die Lymphknoten im unteren Bauchraum kümmern und Proben entnehmen, beginnt die Arbeit für den Medizinstudenten am Rechner. Er drückt zunächst einen Knopf, der eine neue Serie von Schichtbildern des Ultraschallgeräts im Rektum des Patienten aufnehmen lässt. In diesen Aufnahmen ist der Rand der Prostata und der Harnleiter zu sehen.

Cut 6: Tobias Simpfendörfer / Autor

Ich markiere hier nur die Oberfläche der Prostata, und daraus errechnet der Computer dann ein 3D-Modell.

Die Oberfläche haben Sie gerade anhand des Ultraschalls bekommen?

Genau, ich erkenne, weil das ein tolles Ultraschallgerät ist, genau die Übergänge von Prostata zu umliegendem Gewebe. Die Prostata ist dunkler.

Und der schwarze Punkt in der Mitte?

Das ist die Harnröhre. Wir gucken da sagittal drauf.

Erzähler:

Jetzt greift der Computer das Videobild der Endoskopiekamera ab; die „sieht“ jetzt die Stecknadeln mit ihren bunten Köpfen. Die acht Menschen im OP atmen auf, als die Bildquellen fusionieren: Das Computerbild vom Ultraschall (es ähnelt einem Phantombild aus der Kriminologie) und darüber das Endoskopie-Video hellgrün, halbdurchsichtig eingeblendet. Während sich die Endoskopiekamera bewegt, scheint das synthetische Bild mit den tatsächlichen Organbestandteilen hindurch, mittendrin, in orange dargestellt, die Harnröhre. Jetzt kann der Chirurg genau um den Rand herum schneiden und die Prostata sicher entfernen, ohne Nervenstränge zu beschädigen.

Die Überlagerung der beiden Bildquellen funktioniert in Echtzeit. Der Chirurg Jens Rassweiler ist zufrieden:

Cut 7: Jens Rassweiler

Da sind die Strukturen so nah beieinander, dass es wirklich Millimeterarbeit ist. Und man möchte dann beim Pathologen nicht den sogenannten positiven Rand haben. Das ist jetzt die spannendste Phase der ganzen Operation. Hier laufen die Potenznerven und auch, gut durchblutet, die Nerven für den Erhalt der Funktion des Schließmuskels. Und das ist für den Patienten ja eine der wichtigsten Sachen. Wasser halten möchte jeder können, und das geht nur, wenn man diese Schichten sauber hat. Hier sehen Sie den Samenhügel, und das ist sozusagen mein Endpunkt.

[Cut 8: Matthias Baumhauer:

Also, diese kleinen Navigationshilfen haben den großen Vorteil, dass sie sich mit dem Organ mitbewegen. Gerade bei den Organen des Rumpfbereichs des Körpers gibt es Bewegungen aufgrund der Atmung und des Herzschlags und der chirurgischen Manipulation. Und die Navigationshilfen sind eine elegante Methode, das Problem systemeigen zu kompensieren. Bewegen sich die Organe, dann bewegen sich die Navigationshilfen.]

Erzähler:

Wenig später ist die Prostata losgelöst. Jens Rassweiler packt sie mit seinen Greifinstrumenten im Bauchinnenraum in eine Plastiktüte und holt sie über das Loch im Bauchnabel heraus. Die Nadeln stecken noch alle drin. Wir dürfen das warme Organ alle mal durch die Tüte anfassen.

Cut 9: Tobias Simpfendörfer

Ich halte eine kastaniengroße Prostata in der Hand. Fühlt sich sehr weich an.

*Trenner***Erzähler:**

Diese Art der Operation macht nur Sinn, wenn das Organ oder Teile davon tatsächlich entnommen werden, denn das Einstechen der Nadeln mit ihren feinen Haken gegen das Herausfallen verletzt natürlich gesundes Gewebe. Man setzt die Stecknadeltechnik auch bei Nierenresektionen, also der Entfernung von bestimmten Bereichen der Niere ein.

Auch hier dienen die Stecknadeln als Marker, die zwei Bildquellen im Raum zusammenbringen, sodass der Chirurg nur auf einen Monitor gucken muss und quasi in das Organ hineinsieht, egal wie er seine Endoskopiekamera bewegt. Bei Nieren-OPs werden statt des Ultraschalls Live-Röntgenbilder in das normale Videobild eingeblendet – mit nicht unerheblicher Strahlenbelastung für den Patienten und den Arzt, der natürlich seine Hände in den Strahl legt.

Die Durchleuchtung, Durchlöcherung, das Anschneiden von Patienten sind krasse Verletzungen der unantastbaren Menschenwürde. Das Grundrecht muss kurzzeitig ausgesetzt werden, um einem Menschen helfen zu können. Die Entwickler neuer Diagnose- und Operationstechniken müssen sich die neuen Geräte und die Software vom TÜV zertifizieren lassen. Außerdem brauchen sie ein sogenanntes „Ethikvotum“. Früher hieß das eine Erlaubnis zum „Heilversuch“. Seit die Medizinische Informatik so gewaltige Fortschritte macht und immer tiefer in den Körper blicken lässt, wird das Ethikvotum von den Entwicklern sehr ernst genommen.

Grundlage dafür ist die Erklärung des Weltärztebunds 1964 in Helsinki über „ethische Grundsätze für die medizinische Forschung am Menschen“. Die Deklaration von Helsinki betrifft nicht nur die Technik selbst, sondern auch die Daten:

Zitator:

Die den Patienten betreffenden Informationen, Unterlagen und Daten sind vertraulich zu behandeln. Sie dürfen nur mit Zustimmung des Patienten weitergegeben werden. Die ärztliche Schweigepflicht besteht auch gegenüber anderen Ärzten. In Datenbanken gespeicherte Angaben über den Patienten sind vor unbefugtem Zugriff zu schützen und nach Ablauf der Aufbewahrungsfrist zu löschen.

Erzähler:

In den Neufassungen der Ethik-Richtlinien nehmen die Patientendaten einen immer größeren Raum ein. Die Digitalisierung hat große Vorteile; sie sorgt für schnellere, schärfere Bilder, sie setzt Schichtbilder so zusammen, dass man wie in einem Raum hindurchfahren kann. Sie vernetzt Daten, sodass sich bei einem Patienten aus vielen Parametern auf bestimmte Krankheitsverläufe schließen lässt.

Aber die Digitalisierung bringt den Nachteil mit sich, dass sich Daten mühelos kopieren, verlustfrei woanders speichern und unter Umständen nicht mehr kontrollieren lassen. Was geht es die neue Versicherung an, zu der der Patient wechselt, wie sich im Laufe von 16 Jahren bestimmte Bereiche in seiner Lunge verändert haben? – Schön zu sehen auf etlichen CT-Aufnahmen aus mindestens fünf radiologischen Praxen und Krankenhausabteilungen.

Die Einführung der Elektronischen Gesundheitskarte scheitert seit 2006 immer am gleichen Thema: Datenschutz. Aber es ist doch von Vorteil, wenn eine Patientin ihren 3D-Scan des Knies digital auf der Karte gespeichert zum Radiologen bringen kann, ohne dass der sie noch einmal durchleuchten muss (auch wenn er's vielleicht gern täte) ...

Zitator: :

Die den Patienten betreffenden Daten sind vertraulich zu behandeln. Die ärztliche Schweigepflicht besteht auch gegenüber anderen Ärzten.

Erzähler:

[Wohin überträgt die Karte beim nächsten Einlegen in ein Lesegerät die Daten? An einen zentralen Server? An die Krankenkasse? An den PC des Hautarztes? Alle Daten? Verschlüsselt? Wer hat den Schlüssel? Meine Krankenkasse? Oder nur ich? Was, wenn ich bewusstlos in ein Krankenhaus eingeliefert werde? Kann dann meine Frau, mein Sohn, mein Hausarzt die Daten offenlegen?]

Besuch im Deutschen Krebsforschungszentrum Heidelberg. Ein hoher Gebäudekomplex, ganz oben die Abteilung für medizinische und biologische Informatik. Markus Wangerer leitet eine Arbeitsgruppe zum Einsatz mobiler Geräte im klinischen Betrieb. Er zeigt auf seinem kleinen Tablet-Computer die Durchfahrt durch einen Körper.

Cut 10: Markus Wangerer / Autor:

[Wir zeigen in unserer App radiologische Bilder an. Normalerweise sind Radiologen eigentlich Bildschirme von 15 oder 17 Zoll Größe gewohnt. Ja, das ist jetzt von einem Thorax, das sind 1200 Schichten.

Hohe Röntgenbelastung für den Patienten?

Ja. Wenn man einen Menschen scannt, ist die Datenmenge schon ziemlich groß. Vor allem können wir nicht viel an Komprimierung benutzen, weil der Arzt die Originaldaten sehen möchte.

Die Niere sehe ich jetzt gut, beide Nieren. Sie scrollen also mit den Fingern herum. Da sieht man die Knochen und plötzlich den Darminhalt, weil da ein Kontrastmittel drin war. Ist da ein Tumor?

Das weiß ich nicht. Ich bin kein Radiologe. Das kann ich nicht sagen.

Aber der Radiologe könnte das nutzen? Dafür machen Sie das schließlich.

Ja.]

Wie kommen diese Daten in das Gerät hinein, und wo kommen sie überhaupt her? Der Patient wurde durch die Röhre geschoben, die Daten sind da, viele Gigabytes typischerweise pro Patient.

Von dort schickt man sie in das PACS, die Datenbank, in der alle Bilddaten aufbewahrt werden.

Ein Standard für radiologische Bilder?

Ja, das *Picture Archive and Communication System*. PACS ist der Überbegriff für solche Systeme. Die normalen Filmrollen von früher, auch die Negativaufnahmen wurden hier nachträglich eingescannt. Das ist praktisch eine digitale Bildlagerung.

Wie kommen Sie da dran?

Also es ist nicht möglich, auf die kompletten Bilddaten einer ganzen Klinik zuzugreifen, sondern es wird direkt ausgewählt, wer was sehen darf. Intern hat ein Krankenhaus immer ein LAN, was abgeschottet ist nach außen, wo man von außen nicht reinkommt. Aber es gibt einen kleinen Bereich, den nennt man DMZ, also Demilitarisierte Zone – das ist wirklich der Fachbegriff dafür, ich hab mich auch gewundert. Und in diesen Bereich kann man von außen durchs Internet rein, und auch die PACS-Workstations von innen können sich damit verbinden. Aber aus dem heraus geht nichts. Es gibt diesen einen Punkt, wo man sich treffen kann, dahin kann das PACS die Daten hinschicken und das mobile Handy darauf zugreifen.

Erzähler:

Das heißt, das Krankenhaus hat ein verkabeltes internes Netz, wo der Radiologe zum Beispiel die Daten in die Abteilung für Gastroskopie digital übertragen kann, aber nur auf Antrag dürfen Daten von dort in einen Zwischenbereich kopiert werden, der dann von außen übers Mobiltelefonnetz zugänglich ist.

Cut 11: Markus Wangerer / Autor

Wir haben ganz viele Sicherheitsvorkehrungen in diese Applikation eingebaut. Normalerweise pseudonymisieren wir die Patientendaten, es steht also nicht der Name voll ausgeschrieben da. Die Datenübertragung ist von unserem mobilen Gerät bis zu dem Verbindungspunkt verschlüsselt. Das Hauptproblem war die Sicherheit, also dass keine Ärzte Angst haben müssen, wenn sie das iPad oder iPhone verlieren, dass dann auf den Server und auf die Patientendaten zugegriffen werden kann.

Zum Beispiel ist es für einen Bereitschaftsdienst nicht notwendig, die Daten mehr als zwei Stunden auf dem Gerät zu haben, weil danach der nächste Fall kommt, und dann werden sie automatisch gelöscht.

Wer ist jetzt der typische Nutzer dieses Datensatzes?

Ja, in der Uni haben wir Ärzte, die das benutzen, um damit bei den Radiologen ihre Prüfungen abzulegen. Die schließen das iPad dann an einen Projektor an.

Der Hauptanwendungszweck ist im Außendienst, also Ärzte auf Bereitschaft, die nachts um 2 oder 3 Uhr angerufen und nach ihrer Meinung gefragt werden, ob ein Patient, der gerade ambulant eingeliefert wurde, jetzt zum Beispiel operiert wird oder nicht. Von einer solchen Entscheidung hängt dann ab, ob der Patient so eine OP überlebt oder nicht. Deswegen sind das relativ kurze Zeiten, in denen man zu entscheiden hat.

Der Arzt kann nicht ein Gigabyte abwarten, da kann er ewig warten, bis das heruntergeladen ist. Wir haben das praktisch ähnlich wie Google Maps implementiert. Von diesem 3D-Volumen sehen wir nur die Würfel, die sich der Arzt gerade anschaut. So ähnlich wie bei Google Maps: Von der großen Karte sehen wir nur die Quadrate, wo der Benutzer gerade drüber ist. Dadurch haben wir so eine Art Streaming und erlauben es, dass sich der Arzt zu Hause nach ein bis zwei Minuten das Bild anschauen kann.

[Weitere Anwendungen sind die mobile Visite, dass der Arzt, bevor er durch die Gänge geht, hat er alle Daten schon in seinem Arztkittel auf seinem iPad Mini verfügbar. Dazu haben wir uns auch schon ein System überlegt, dass es ein Stations-iPad gibt, das an einer bestimmten Stelle platziert ist und wo auch automatisch alle Daten, die gerade für den Tag anstehen, draufgeladen werden. Und dann muss der Arzt vorbeigehen, das einstecken und hat alles.

Erzähler:

Im Operationssaal selbst ist diese App schon allein deswegen nutzlos, weil das Gerät zu klein und die Hände des Arztes, der darauf arbeiten soll, blutig sind und eigentlich woanders gebraucht werden.

Cut 12: Markus Wagener:

Dazu haben wir auch schon Konzepte entwickelt, mithilfe von Gestenerkennung. Hauptsächlich geht es darum, dass der Chirurg selber, während er blutige Hände hat, diesen Viewer bedienen kann und sich dazwischen zum Beispiel das nächste Bild anschauen kann, ja.]

Erzähler:

Die neuen Maschinen in der Radiologie funktionieren nur, wenn man sie an einen PC anschließt und ein Computerprogramm, eine Software startet. Sie *sind* Computer. Die Daten von einer Maschine zu einer anderen zu bewegen, geht in der Regel nicht, weil jeder Hersteller solcher Hochleistungsmedizinischer Geräte sein eigenes Software-Süppchen kocht. Das Gegenteil von Open Source, also offenem Quellcode, der von jedem weiterentwickelt und genutzt werden kann. Hans-Peter Meinzer, Leiter der Informatik am Deutschen Krebsforschungszentrum:

Cut 13: Hans-Peter Meinzer

[Das Krankenhaus ist das Letzte, was jemals an Open Source gedacht hat. Und das hat auch etwas mit der notwendigen Sicherheit der Programme in einer klinischen Umgebung zu tun. Die müssen schon aufpassen, was sie an Daten haben, und dass da nicht jeder beliebig drankommt. Soweit ist das richtig.

Auf der anderen Seite ist es dann zu einem extremen Closed Shop oder proprietärer Software ausgeartet, und die steht jetzt firmenmäßig nebeneinander, und keiner kann mit seinem jeweils Nächsten auch nur Daten austauschen.]

Jetzt nehmen wir mal an, wir haben Daten aus einem CT oder Kernspin in der Radiologie. Und diese Daten sollten jetzt benutzt werden, um einen Bestrahlungsplan für einen Krebspatienten in der Radiotherapie herzustellen. Zwei Abteilungen, und die geben sich die Daten nicht so ohne Weiteres – geschweige wenn die eine Abteilung in einer Stadt ist und die andere in einer anderen Stadt. Und da reicht es nicht aus, die Daten einfach auf einer CD von A nach B zu tragen, sondern eigentlich wünschte man ja, dass nicht nochmal ein CT gemacht werden muss, nur um jetzt ihre Strahlungsplanung zu machen. Man wünschte sich, dass die Daten so wenig wie möglich erhoben werden.

Das setzt allerdings eine Vernetzung nicht nur innerhalb einer Klinik zwischen verschiedenen Abteilungen voraus, sondern setzt auch voraus, dass Kliniken untereinander, zumindest in einem Bundesland, miteinander vernetzt werden.

Erzähler:

Deswegen baut Hans-Peter Meinzer jetzt mit einigen anderen Forschungsinstituten und einigen Firmen der Medizingeräteindustrie an einem Open Source-Standard.

Cut 14: Hans-Peter Meinzer

Da ist jetzt eine große, globale Software-Plattform entstanden, die den schönen Namen trägt: „The Common Toolkit“, CTK. Es wird inzwischen wirklich von Kanada bis China benutzt. Der Geist des Open Source geht schon in die richtige Richtung.

Erzähler:

[Selbst die Hersteller der Kernspin- und PET- und Röntgentomografie-Maschinen, die ja mit der Software großes Geld verdienen, liebäugeln jetzt mit dem Common Toolkit. Ein Grund für sie, zu wechseln, ist, dass sie den teilweise jahrzehntealten Code in den Maschinen gar nicht mehr verstehen, geschweige denn warten können – denn die Programmierer damals haben wenig dokumentiert und sind längst in Rente.]

Für Hans-Peter Meinzer ist Open Source die Zukunft im Krankenbetrieb. Die neue Software, die er selbst an seinem Institut in Heidelberg entwickeln lässt, wird auch Stück für Stück in die Öffentlichkeit entlassen. Diese hier allerdings nicht; sie muss noch weiter getestet werden, ist aber bereits im Einsatz, auch im OP: Der Chirurg hält den Tablet-Computer über den Rücken des Patienten und sieht auf dem Gerät, wie es *in* dem Patienten aussieht, speziell wo die Nierensteine liegen. Er neigt das Tablet ein wenig nach links, sieht, dass sich da ein kleiner Stein hinter dem großen versteckt hat (ein Röntgenbild würde das nicht sehen), und er neigt das Tablet nach rechts, da zeigen sich die Steine im benachbarten Nierenkelch. Mit dieser Vorbereitung am noch nicht operierten Patienten hat er die beste Voraussetzung, seine Nadel von hinten exakt so in die Niere einzustechen, dass sie den ersten Kelch trifft.

Magie? Nein, nur die neueste Entwicklung des Körperinnenblicks, Augmented Reality. Michael Müller hat sie am Deutschen Krebsforschungszentrum entwickelt:

Cut 15: Michael Müller / Autor

[Also der Arzt hat heute teilweise Zugriff auf die radiologischen Bilddaten im OP. Das unterscheidet sich wirklich von Klinik zu Klinik. Es ist aber meistens so, dass die Bilder im OP oder während der Operation auf Zuruf interagiert werden. Das heißt, da steht der Assistenzarzt und muss dann in Schicht XY blättern, um den Tumor jetzt mal zu vergrößern. Hab ich selber erlebt, bei einer Nierenteilresektion. Es ist unheimlich schwierig: Der Operateur muss sich entweder vor der OP klarmachen, wo der Tumor ist, manche nehmen aber auch das intraoperative Betrachten hinzu, dann aber mit einem Mittelsmann als Kommunikator. Das Problem wollen wir angehen.]

Wir haben ein Navigationssystem entwickelt, wo ich mittels eines Tablet-Computers in den Patienten reinschauen kann, noch bevor ich den ersten Schnitt gemacht habe. Ich halte das iPad jetzt einfach mal drüber.

Da sehen wir in der Mitte des Bildschirms ein Oval oder einen Kreis. Und der tut so, als würden wir in diesen Torso reingucken. Der ist im Moment nur aus Plastik.

Also, wir haben in diesen Torso aus Plastik einen echten Human-CT-Datensatz reingelegt, einen CT-Datensatz, der einen Pankreas-Tumor zeigt: das Rote, die rote Struktur hier vor uns.

Das Pankreas ist ja ...

Der ist blau.

... ist so ein wurstförmiges Organ, ich habe es mir mal in echt angeguckt.

Wurstförmig sieht das hier eigentlich nicht aus.

Wir gucken es uns gerade von der Seite an.

Dann gehen wir doch mal auf die andere Seite.

Ja, gehen wir mal hier herum. Ich weiß nicht, ob Sie Ihre Wurstform jetzt wiedererkennen.

Ja, so langsam.

So langsam, genau. Da liegt ein Tumor drin. Das war ein, sage ich mal, chirurgisch interessanter Fall, weil ein Pankreas-Tumor immer schwierig zu reseziieren ist. Vor allem liegen außen viele vital wichtige Organe herum. Insofern ist das eine große Herausforderung. Deshalb ein „interessanter“ Fall.

Das Rote ist der Tumor?

Genau. Was wir im Prinzip machen, ist folgendes: Das Computertomogramm ist ja im Prinzip ein Bildstapel von zweidimensionalen Bildern. Wir kümmern uns darum, aus diesen 2D-Informationen 3D-Informationen zu generieren.

Wenn wir jetzt näher herangehen mit dem Tablet-Computer, wird es dann schön größer?

Dann wird es größer. Was wir im Prinzip machen, ist eine Fusion aus diesen 3D-CT-Inhalten, die wir prä-operativ vom Patienten machen, und einem Videobild, das von der Tablet-Kamera erfasst wird. Damit das funktioniert, haben wir auf der Haut Referenzmarker aufgebracht. Die Referenzmarker sehen wir sowohl im CT-Bild als auch hier im Videobild. Sie sehen, es sind farbige Marker. Diese Farben, diese Marker kann der Computer in Echtzeit extrahieren, und darüber kann man diese passgenaue Überlagerung machen.

Suchen wir mal die Lunge?

Die Lunge haben wir hier nicht rekonstruiert, weil sie nicht wichtig ist für den Fall.

Suchen wir die Niere!

Die Niere ist hier in einem leichten Blau dargestellt. Da müssten Sie jetzt meine Frau fragen, welcher Blauton das genau ist.

Sind Sie farbenblind?

Nö, aber ... ist das ein Hellblau?

Ein Türkis.

Ein Türkis, genau.

Also ich finde das Großartige daran, dass man wirklich um das Organ herumgehen kann, indem man den Tablet-Computer dreht.

Genau, der dreidimensionale Eindruck kommt durch das Bewegen des Tablets, was ich hier ohne weiteres machen kann, weil es in Echtzeit adaptiert. Darüber haben Sie den Eindruck von Tiefe. Wir können zusätzlich die Art der Visualisierung ändern.

Ah, die Wirbelsäule.

Ja, jetzt haben wir mal eine Knochendarstellung gewählt, eine andere Fensterung, eine andere Darstellungsweise des CTs.

Ist es denn für den Operateur das richtige Tool?

Klinisch umgesetzt wurde wenig. Also in der Orthopädie gibt es ein paar Navigationssysteme, die wirklich in der Klinik angekommen sind. Schlussendlich sind es drei Bedingungen, an denen es hängt: Es muss einfach zu integrieren sein, das heißt, es muss ein einfacher Workflow sein, es darf das Ganze nicht zu sehr ändern. Es darf sich nicht zu viel Gerätschaft im OP befinden. Und es muss auch eine geeignete Visualisierung sein.

Und das ist genau das, was wir mit dem System angehen wollten: Wir haben einen herkömmlichen Tablet-Computer, den kriegen Sie im Prinzip für 500 Euro. Sie können das System über dem Patienten aufbauen, das heißt, Sie haben die Information nicht auf einem Sekundär-Monitor, was auch ein Problem ist. Und Sie haben zusätzlich, durch die Verwendung der Marker, einen sehr, sehr einfachen Ablauf. Im Prinzip geht es nur darum: Marker aufkleben, Bildgebung – CT oder MRT – machen, und dann interoperativ das Tablet verwenden.

Da drüben, ein Zimmer weiter, wird gerade versucht, das Ganze zu mappen, also zu registrieren, ohne die Marker. Wie geht das?

Da verwenden wir eine spezielle Kamera, eine Tiefenkamera. Manche kennen vielleicht den Microsoft Connect-Sensor für Videospieľfreunde, wo man anhand von Gesten Computerspiele steuern kann. Das zweckentfremden wir praktisch für diese Anwendung. Die Kamera macht Folgendes: Man hat ein normales Farbbild, im Prinzip eine normale Videokamera, und zu jedem Bildpunkt in diesem Bild hat man noch eine Tiefeninformation, also: Wie weit befindet sich dieser Bildpunkt weg von der Kamera? Und auf Basis dieser 3D-Information können wir Oberflächen registrieren. Also, die Kamera liefert wirklich einen Tiefeneindruck. Und dann rekonstruieren wir diese Oberfläche aus diesen Tiefendaten und registrieren sie mit den Oberflächen, die wir aus den CT-Daten gewinnen.

Das kann ich mir gut funktionierend vorstellen beim Gesicht, habe ich drüben gerade gesehen: Die Nase sticht hervor, die Augen sind bei uns Menschen immer ungefähr an derselben Stelle. Aber ein Torso? So eine Brust, die hat doch irgendwie kaum Gebirge.

Sie haben vollkommen recht. Je markanter die Merkmale, desto „gesunder“ ist die Registrierung, muss man sagen. Da ist der Mensch schon sehr einzigartig aufgebaut. Auch am Bauch und am Rücken funktioniert das.

Ja?

Ja, klar.

Trenner

Erzähler:

Auch die Visualisierungen des Gehirns machen große Fortschritte, obwohl jeder zusätzliche Einblick in diese Netzstruktur neue Rätsel aufgibt. Im Bauchraum mit Schlüssellochtechnik zu operieren ist etwas anderes, da herrschen klare Verhältnisse, da ist auch Platz.

Alle neuen Techniken bauen auf Bildern aus dem Inneren des Patienten auf, vor allem Kernspin und Röntgen. Die Ärzte können nicht genug Bilder haben und sie fragen hier zu selten nach, ob schon welche gemacht wurden, nehmen gern selber neue auf – ohne dem Patienten zu sagen, dass er unter Umständen mit diesem Scan das 1000-fache der natürlichen jährlichen Röntgenbelastung aufnimmt. Und es ist erwiesen, dass Röntgenstrahlen Krebs erzeugen. Ein Artikel zweier kalifornischer Ärztinnen in der New York Times Anfang 2014 trug den Titel:

Zitator:

Wir machen uns mit zu vielen CTs unseren Krebs selber. Wir verstrahlen uns leise zu Tode.

Schluss wie Anfang

Zitator:

Die Würde des Menschen ist unantastbar. – Die Würde des Menschen ist unantastbar.

* * * * *