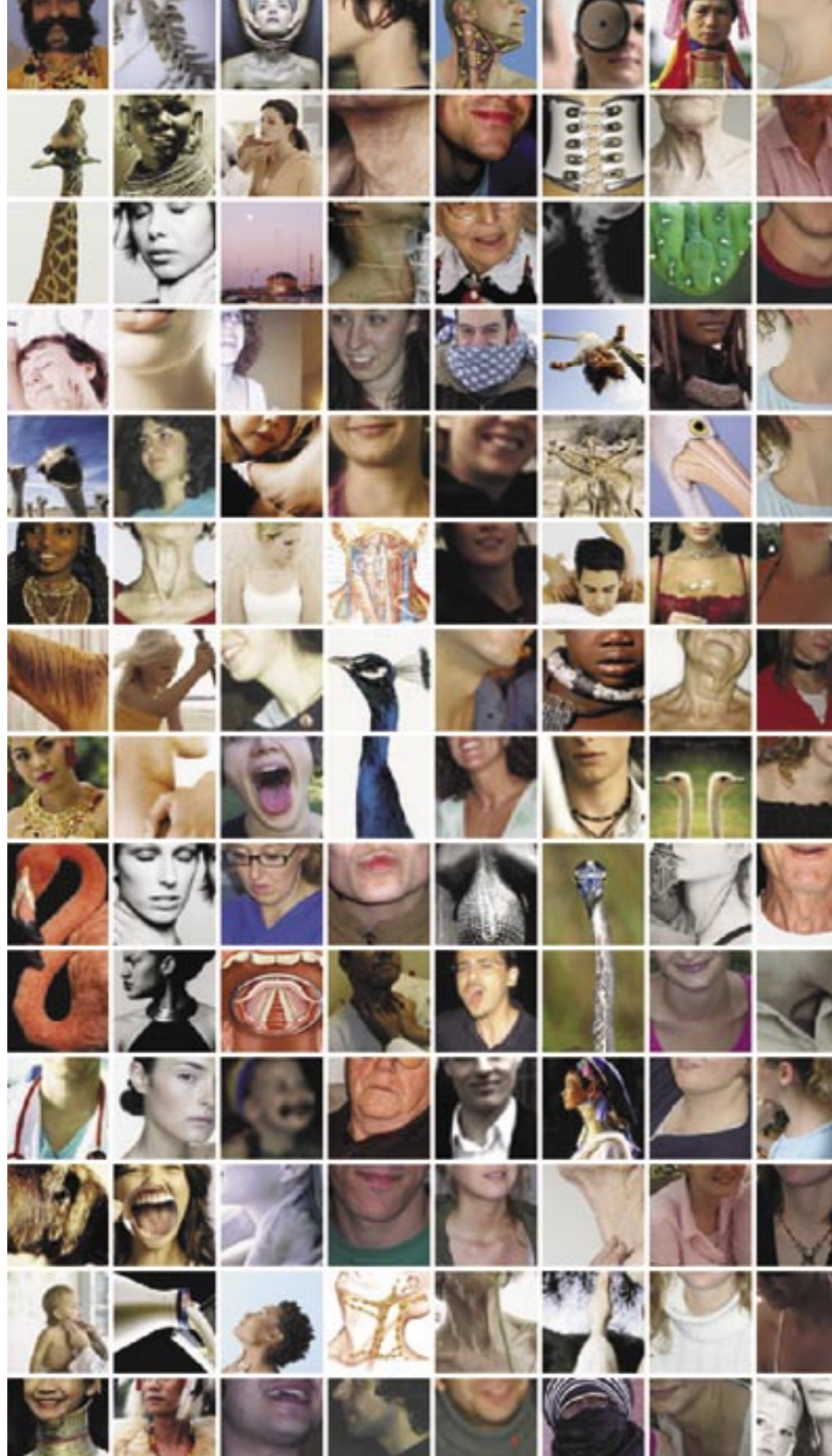


Gestaltung einer präoperativen Software für den HNO-chirurgischen Bereich



Impressum

Thema der Arbeit_Gestaltung einer präoperativen Software für den
HNO-chirurgischen Bereich

Bearbeiterin_Claudia Janke, 20003292

Art der Arbeit_Diplomarbeit im Wintersemester 2005/06

Bearbeitungszeitraum_16. September bis 16. Dezember 2005

Prüfungsort_Hochschule Magdeburg/Stendal (FH)
Studiengang Gestaltung/Industriedesign

Referenten_Prof. Carola Zwick

Koreferent_Prof. Bernhard Preim der Uni Magdeburg

Anlagen_Diese Dokumentation enthält eine CD-Rom mit Animationen.

Druck_dokupoint Magdeburg

Kontakt_Claudia Janke

Schillerstraße 41D
39108 Magdeburg

claudijanke@yahoo.de

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, Claudia Janke (Matrikel-Nr. 20003292), die vorliegende Arbeit allein und nur unter Verwendung der angegebenen Quellen angefertigt zu haben.

Claudia Janke

Selbstständigkeitserklärung

5

Einführung

„Nach Schätzung der Weltgesundheitsorganisation (WHO) sind 1998 weltweit etwa 10 Millionen neue Krebsfälle aufgetreten und mehr als 7,2 Millionen Menschen an Krebs gestorben. Nach Voraussagen wird die Zahl der Krebsfälle bis 2020 auf 15 Millionen pro Jahr angestiegen sein. Die zunehmende Häufigkeit und hohe Sterberate infolge einer Krebserkrankung wird unter anderem auf folgende Faktoren zurückgeführt: Bevölkerungswachstum (6 Milliarden Erdenbürger), zunehmende Lebenserwartung, ungesunder Lebensstil und besonders ein hoher Nikotinverbrauch. Westeuropa weist eine der höchsten Krebssterblichkeiten in der Welt auf (18% bei 7% der Weltbevölkerung). Krebs ist in einigen neuindustrialisierten Regionen unerwartet schnell zu einer der Haupttodesursachen herangewachsen. Es werden Tumorarten in verschiedenen Ländern registriert, in denen man sie vor nur 30 Jahren kaum kannte.

Jährlich erkranken in Deutschland circa 330.000 Menschen neu an Krebs; rund 210.000 starben allein an den Folgen einer Tumorerkrankung. Jeder 3. Todesfall ist auf eine Krebserkrankung zurückzuführen. Krebs steht hinter den Bluterkrankungen an zweiter Stelle der Sterberatestatistik. Nach Angaben des Landesgesundheitsministeriums versterben in Sachsen-Anhalt jährlich mehr als 7.000 Menschen an einem Karzinom (Krebserkrankung). Karzinome der Mundhöhle und des Rachen (Pharynx) zählen zu den Tumorerkrankungen, deren Zahl seit den 70er Jahren stetig zunimmt. Diese Entwicklung ist sowohl für Frauen als auch für Männer zu beobachten. Laut WHO-Jahresbericht 1999 standen die Karzinome der Mundhöhle und des Rachen (Pharynx) mit 233.000 Todesfällen 1998 bei Männern weltweit an 7. Stelle der Todesursachenstatistik.“¹



Ärzte der Uniklinik Leipzig.



Eine schnelle und effektive Behandlung des Patienten durch Operation oder Bestrahlung ist notwendig. Diese Operationen werden momentan auf der Grundlage von zweidimensionalen Daten, die durch Computertomographie- oder Magnetresonanztomographie gewonnen werden, geplant. Jedoch ist die Lokalisation trotz dieser Mittel nicht einfach, so kann es vorkommen, dass betroffene Lymphknotengruppen nicht entdeckt werden oder Operationen abgebrochen werden müssen, weil die Operabilität des Patienten falsch eingeschätzt wurde. Solche Risiken könnten reduziert werden, wenn dem Arzt zur Diagnose aussagekräftigere Bilddaten über die patientenindividuelle Anatomie zur Verfügung stehen würden.

Computergestützte Simulation und Planung von HNO-chirurgischen Eingriffen wird somit immer wichtiger. Die zunehmende Fülle digitaler Informationen muss optimal genutzt werden. Die rasante Entwicklung in der Technik und Computerindustrie erlaubt es, dass in der Medizin immer bessere Voraussetzungen für die Patienten und den Operateur geschaffen werden. Verbesserungen in der Bildverarbeitung und Visualisierung, vor und auch während der OP, speziell auf den Patienten abgestimmt. Jedoch müssen die Neuerungen auch an das jeweilige medizinische Gebiet angepasst werden. Denn die anatomische Komplexität, zum Beispiel der Ohrmuschel, benötigt eine andere Navigation als die des Halses.

In Zusammenarbeit mit der Fakultät Computervisualistik der Otto-von-Guericke Universität und den HNO Spezialisten der Uniklinik aus Leipzig, soll eine benutzerfreundliche Oberfläche zur Planung HNO-chirurgischer Eingriffe entstehen. Im Mittelpunkt der Betrachtung steht hierbei der Hals mit der Ausräumung von Tumoren und Lymphknoten_Neck dissection. Eine patientenindividuelle präoperative Planung des Eingriffs wird die Präzision des Eingriffs erhöhen und dem Operateur erhöhte Sicherheit bieten.

Im HNO-chirurgischen Bereich gibt es bereits Entwicklungen auf dem Gebiet der Ausbildung oder der intraoperativen Planung, die patientenindividuelle Planung steht jedoch dabei nicht im Vordergrund.

Sitz der Computervisualistik, in der Fakultät Informatik an der Otto von Guericke Universität Magdeburg.



3	Impressum
5	Selbstständigkeitserklärung
6-7	Einleitung und Thema
8-9	Inhaltsverzeichnis

10-19 allgemeines zum Hals

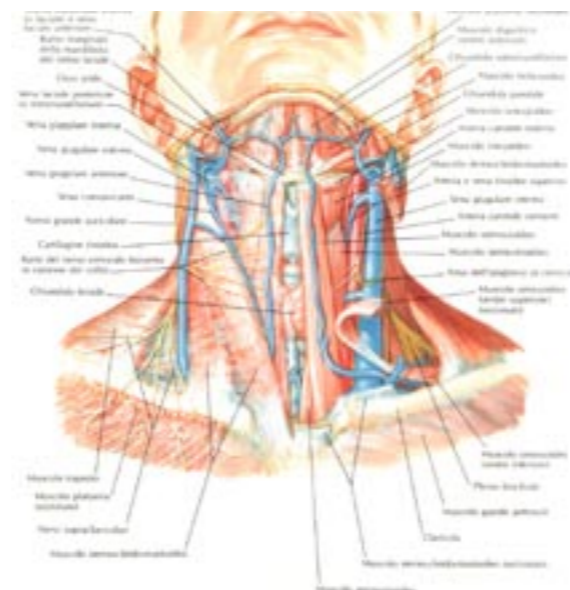
10	der Hals allgemein
11	der Hals in Sprichwörtern und Redensarten
12-13	Tiere mit Hals
14-15	Kulturen und Trachten
16	Evolutionstheorie
17	das HNO-System
18-19	HNO-Geschichte

20-33 medizinischer Hintergrund

22-23	Anatomie
24-25	Physiologie
	Begriffserklärungen
26	Tumoren
27	Neck dissection
28-29	Lymphknoten
30-31	Patient und Erkenntnisgewinnung
32-33	präoperative Diagnostik
34	Röntgen und CT
35	MRT und Ultraschall

36-47 Recherche

37	Hardware
38	intraoperative Steuerung
39	BrainLab
40	MeVisLab
41	stealthstation
42	chirurgische Aus- und Weiterbildung
43	Voxel Man 3D
44	Amira
45-47	3D-Programme allgemein
48-51	Szenario
52-53	Analyse und Workflow



54-67 Erste Entwicklungsphase

- 54-55 Knetmodelle
- 56-57 Bausteine
- 58-59 Krankenhausaufenthalt
- 60-61 Bildschirminhalte
- 62-63 Navigation
- 64-67 3D-Daten

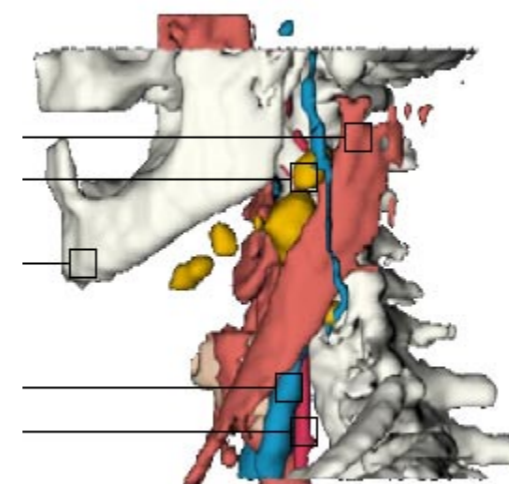
68-77 Zweite Entwurfsphase

- 68-69 Schichtdurchlauf
- 70-71 Farbgebung Anatomiebuch
- 72-73 Navigationstools
- 74 Strukturenfenster
- 75 Ideen Ergebnisse
- 76-77 Bildschirmaufteilung

78-97 Ergebnisbeschreibung

- 78 Bildschirmaufteilung
- 80-81 Ansicht und Navigation
- 82-83 Steuerung 3D
- 84-85 CT im 3D-Modell
- 86-87 Patientendaten
- 88-89 Krankheitsbild
- 90-91 Strukturen
- 92-93 Ergebnisse festhalten
- 94-95 Schrift für den Bildschirm
- 96-97 Farbe für den Bildschirm

- 98-99 Quellenverzeichnis
- 100 Symbolverzeichnis
- 101 Begriffsverzeichnis
- 102 Danksagung



Was ist ein Hals

„Der Hals (Cervix, zervikal – den Hals betreffend) ist das Körperteil eines Lebewesens, das Kopf und Rumpf verbindet. Er ist mit seinen verschiedenen zu erfüllenden Funktionen ein komplexes Gebilde, das auch eine gefährdete Engstelle darstellt.“²

Durch den Hals verlaufen verschiedene Versorgungsstränge wie Speiseröhre, Luft- röhre und Blutbahnen. Das Knochengerüst (Halswirbelsäule) muss eine möglichst große Flexibilität für den Kopf herstellen.

In unserem Sprachgebrauch treffen wir auch häufig in anderen Zusammenhängen auf einen „Hals“, zum Beispiel bei Zähnen – der Zahnhals oder auch bei Flaschen – der Flaschenhals. Der Grund ist die Assoziation zum menschlichen Körperteil.

Sprichwörter/Redensarten rund um den Hals

Wir schenken unserem Hals nicht besonders viel Aufmerksamkeit, dabei ist er gerade im Sprichwortgebrauch sehr präsent.

So zum Beispiel wünscht man einem Theaterschauspieler vor der Aufführung „Hals und Beinbruch“ – man sagt es um jemandem Glück / gutes Gelingen zu wünschen. Es folgen weitere Redewendungen mit kurzer Erklärung:

„Hals über Kopf“ = in Hast; plötzlich und ohne Überlegung; überstürzt

„Geizhals“ –

„bis zum Hals“ – völlig; ganz und gar

„jemandem an den Hals gehen“ – jemanden tätlich angreifen; handgreiflich werden

„jemandem um den Hals fallen“ – jemanden stürmisch umarmen

„Bleib mir damit vom Hals!“ – Davon will ich nichts hören! Damit will ich nichts zu tun haben!

„Das kann ihn den Hals kosten!“ – Das kann sein Verderben sein! Das kann ihn die Stellung kosten!

„den Hals aus der Schlinge ziehen“ – sich im letzten Moment aus der Gefahr befreien

„Ich könnte ihm den Hals umdrehen!“ – Ausruf, wenn man über jemanden sehr verärgert ist

„sich den Hals verrenken“ – erwartungsvoll / neugierig Ausschau halten

„sich um den Hals reden“ – sich durch Reden schwer schaden

„bis zum Hals in Schulden stecken“ – stark verschuldet sein

„seinen Hals riskieren“ – ein hohes Risiko eingehen; sein Leben auf's Spiel setzen

„einen Frosch im Hals haben“ – nicht reden können; heiser sein

„einen langen Hals machen“ – neugierig etwas sehen wollen

„sich die Kehle aus dem Hals schreien“ – anhaltend laut schreien

„etwas steht einem bis zum Hals“ – jemand ist einer Sache überdrüssig

„(auf jemanden) einen Hals haben“ – verärgert sein (über jemanden)

„das Wasser bis zum Hals stehen haben“ – kurz vor dem Ruin sein; sich in einer schlechten Verfassung befinden

„jemandem schlägt das Herz bis zum Hals“ – jemand ist sehr aufgeregt / angespannt

„jemanden etwas an den Hals wünschen“ – jemanden verfluchen / verdammen

„sich jemanden vom Hals halten“ – sich von jemandem distanzieren; jemanden meiden

„sich die Lunge aus dem Hals husten“ – heftig husten

„jemandem den Hals brechen“ – jemanden ruinieren / zugrunde richten

„sich die Krätze an den Hals ärgern“ - sich sehr ärgern

Der Hals bei den verschiedenen Lebewesen

Einen Hals hat jeder, egal ob Mensch oder Tier. Wie auch beim Menschen ist der Tierhals die Schnittstelle zwischen dem Kopf und dem restlichen Körper. Somit Versorgungstrakt, jedoch kann die Anatomie des Halses von Tier zu Tier variieren. Auf Grund der Evolution hat jedes Tier auf seine Umwelt angepasst seinen Hals entwickelt. Manche Tiere (Schlangen) bestehen scheinbar nur aus einem Hals, einer langen Röhre. Bei anderen, zum Beispiel bei Löwen, scheint es wiederum gar keinen Hals zu geben. Die starke Mähne schmückt den Hals des Löwen. Tiere, wie Giraffen und Schwäne gelten durch ihren aussergewöhnlich langen Hals als besonders elegant und feingliedrig.

„Die Giraffe ist das höchste landlebende Tier der Welt. Der Hals der Giraffen ist außergewöhnlich lang, gleichwohl besteht die Halswirbelsäule, wie bei fast allen Säugetieren, aus nur sieben Halswirbeln, die jedoch stark verlängert sind.“³

„Der Froschlurch besitzt am Hals eine Schallblase, welche die Männchen zur Paarungszeit als Resonanzverstärker für ihre Lautäußerungen (v. a.: Paarungsrufe zum Anlocken von Weibchen) nutzen. Meist handelt es sich um ein geschlossenes System aus Mundhöhle, Kehlkopf und Lunge, die das Tier sehr voluminös aufpumpen kann.“⁴

„Ein interessantes Phänomen gibt es auch bei der Kragenechse, namensgebend ist der aufstellbare Halskragen an beiden Seiten des Kopfes. Durch Öffnen des Mauls ist die Echse in der Lage, den Kragen aufzustellen. Der Kragen wird dabei mittels Verlängerungen der Kieferknochen gestützt. Der Halskragen kann aber auch zur Regulierung der Körpertemperatur genutzt werden, da er von vielen kleinen Blutgefäßen durchzogen ist.“⁴⁵

Der Hals in verschiedenen Kulturen und Trachten

So verschieden die Kulturen sind, so unterschiedlich gehen sie mit ihren Hälsen um. Er wird versteckt, geschmückt, gestreckt, oder auch ganz „natürlich“ gelassen. So gibt es in Asien ein Volk, in dem Frauen als besonders schön gelten, wenn sie einen langen Hals haben. Sie legen nach und nach Ringe um ihren Hals, wobei diese dann ab einem bestimmten Zeitpunkt die Wirbelmuskulatur und auch die Knochen komplett ersetzen. Die Frau ist dann nicht mehr in der Lage ohne diese „Korsett“ zu leben, da der Kopf nicht mehr allein vom Hals getragen werden könnte.

In anderen Gebieten so zum Beispiel in Afrika, ist der Halsschmuck für die Menschen von besonderer Bedeutung, wie Alter oder Status. Dieser wird getragen um Feiern zu halten, Kriege zu führen oder auf der Jagd.

In religiösen Trachten wird der Hals meist versteckt.

Evolutionstheorie zum HNO-System

Es gibt umstrittene Theorien, die davon ausgehen, dass der Mensch früher im Wasser gelebt haben könnte? Die Anatomie des Mittelohrknochens und des Kehlkopfes lassen darauf schließen. Auch die Hände könnten als Flossen gedient haben? Der Mensch hat als eines der wenigen Säugetiere kein Fell und lebt an Land!

Die winzigen Knochen des Mittelohrs gingen aus den Kiemenknochen der früheren Fische hervor, aus denen sich die Säugetiere entwickelten. Ebenso könnte der Kehlkopf auf Grund seiner Lage und Länge zum willkürlichen Atmen - eher zum Tauchen als zum Sprechen gedacht gewesen sein.

Die Werbung für den Film „Dolphins“,
als Sinnbild für die Wasseraffentheorie.



Das HNO – System

Auf den ersten Blick scheinen Hals, Nase und Ohren nichts gemein zu haben, und ihre wichtigsten Funktionen - Sprechen, Riechen, Hören und das Halten des Gleichgewichtes - unterscheiden sich grundlegend von einander. Trotzdem stehen diese Organe in mehrfacher Hinsicht in engem Zusammenhang und bilden ein Körpersystem.

Anatomisch betrachtet sind Hals, Nase und Ohren durch den engen Gang, die Ohrtrompete, verbunden. Die Erkrankung eines dieser Organe beeinträchtigt oft auch die anderen. Daher bilden alle drei Organe zusammen ein Spezialgebiet in der Medizin - die Hals-Nasen-Ohrenheilkunde - oder auch Otorhinolaryngologie.

Weiterhin stehen Hals-Nase-Ohren in einem engen entwicklungsgeschichtlichen Zusammenhang, da sie aus ähnlichen Teilen des Fetus hervorgegangen sind. Ebenso ist ihnen eine hohe Empfindlichkeit gemein, durch die sie geringste Änderungen innerhalb eines riesigen Spektrums erzeugen und/oder wahrnehmen können. Dies ermöglichen zarte Strukturen im Inneren jedes Elementes des HNO-Systems.

Hals, Nase und Ohren spielen eine wichtige Rolle in der Kommunikation und Interaktion zwischen dem Menschen und seiner Umwelt.

Gehör- und Geruchssinn steigern nicht nur die Lebensfreude beträchtlich, sondern sind auch für das reine Überleben unverzichtbar.

Im Hals werden die Laute erzeugt, mit denen wir unsere Gedanken und Gefühle zum Ausdruck bringen. ⁶

Das HNO-System, auf kleinstem Raum verknüpft.



Geschichte der HNO-Heilkunde

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist mittels der Entwicklung von Hohlspiegeln Diagnose und Behandlung der HNO-Krankheiten möglich.

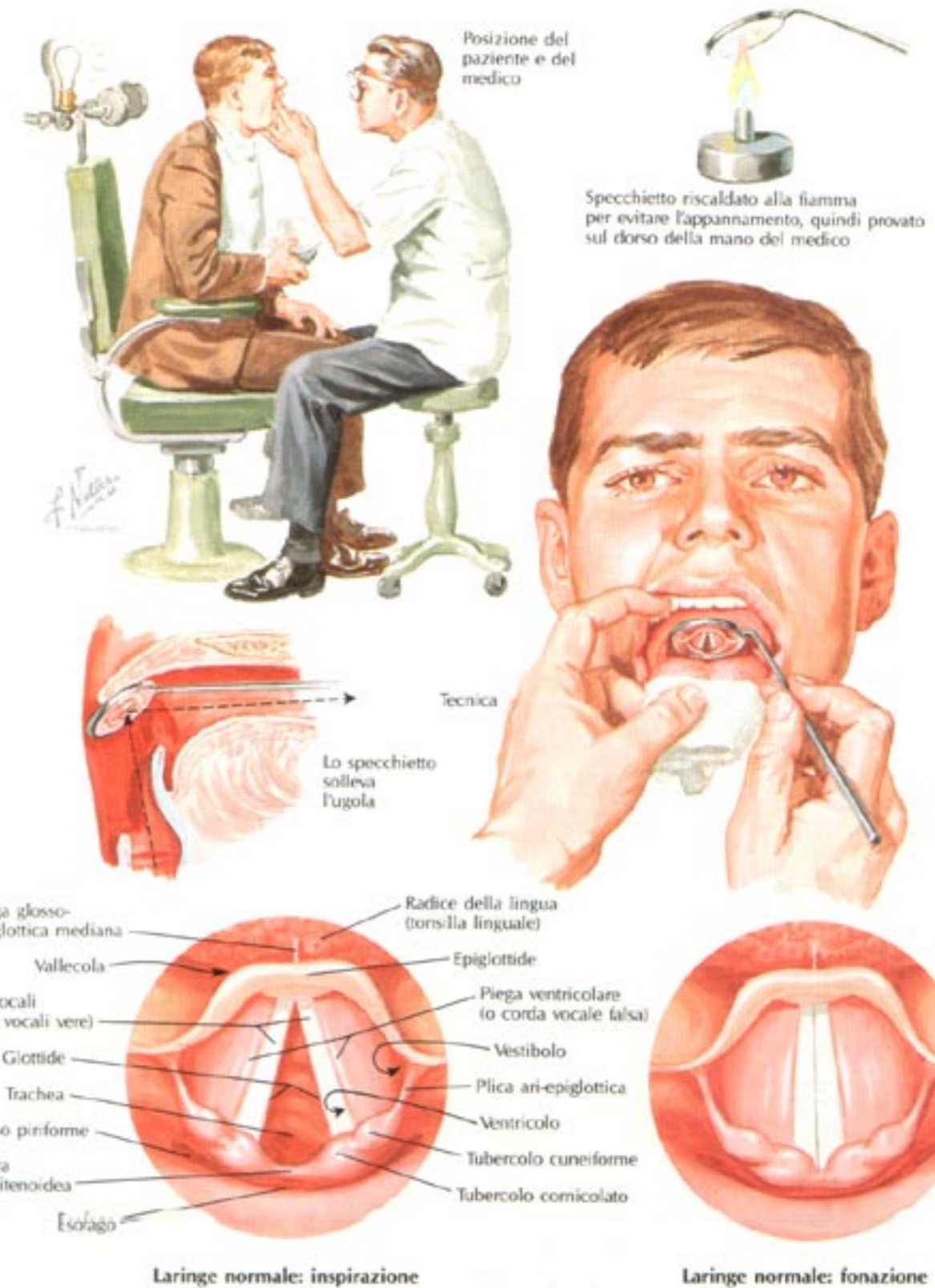
So entstand ein, in der Mitte mit einem Loch versehener Spiegel zur Beleuchtung und Betrachtung des Trommelfells.

In dieser Zeit entstanden auch Geräte zur Otoskopie. Kurz vor Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Ohrenheilkunde mit den benachbarten Disziplinen zur Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde zusammengeführt. Dies geschah zum einen aufgrund der gemeinsamen Untersuchungstechniken, zum anderen wegen der Erkenntnis der engen anatomischen und funktionellen Zusammenhänge mit den oberen Luftwegen.

Am Anfang des 19. Jahrhunderts gab es das Fach HNO in der heutigen Form noch nicht. Die Otologie war ein Teilgebiet der Chirurgie, die Laryngologie ein Teilgebiet der Inneren Medizin. Die Rhinologie wurde meist durch die Laryngologen vertreten. Trotz der getrennten Entwicklung fand an den Universitäten nach und nach die Vereinigung der Fächer statt. 1890 entstand der erste Lehrstuhl für HNO-Heilkunde in Marburg.

Geschichte der HNO

18



HNO heute

Die Hals-Nasen-Ohrenheilkunde (kurz HNO-Heilkunde) stellt heutzutage ein Teilgebiet der Medizin dar, das sich mit Erkrankungen, Verletzungsfolgen, Fehlbildungen und Funktionsstörungen der Ohren, der oberen Luftwege, der Mundhöhle, des Rachens, des Kehlkopfes, der unteren Luftwege und der Speiseröhre befasst; im weiteren Sinne mit den oben genannten Problemen im gesamten Kopf- und Halsbereich.

Die Bundesärztekammer definiert die avisierte neue Ausbildungsordnung der HNO so: Das Gebiet Hals-Nasen-Ohrenheilkunde umfasst die Vorbeugung, Erkennung, konservative und operative Behandlung, Nachsorge und Rehabilitation von Erkrankungen, Verletzungen, Fehlbildungen, Formveränderungen und Tumoren des Ohres, der Nase, der Nasennebenhöhlen, der Mundhöhle, des Pharynx und Larynx und von Funktionsstörungen der Sinnesorgane dieser Regionen sowie von Stimm-, Sprach-, Sprech- und Hörstörungen.

Überschneidungen ergeben sich mit den medizinischen Teilgebieten Kinderheilkunde, Neurologie, Orthopädie, Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie, Dermatologie und Allergologie und Innere Medizin Schwerpunktcompetenz Pneumologie.

Zum anatomischen Block Ohren gehören: Ohrmuschel und Ohrläppchen, Gehörgang, Mittelohr, Innenohr sowie zentrale Hörbahnen und Hörzentren. Die oberen Luftwege bestehen aus: äußerer Nase, Nasenhaupthöhlen, Nasennebenhöhlen, Nasenrachenraum, Rachenmandel und Rachen. Die unteren Luftwege bestehen aus Kehlkopf und Luftröhre. Zur Mundhöhle zählen Mundschleimhaut, Zunge, Gaumenmandeln, sowie alle Speicheldrüsenausgänge im engeren Sinne und die Speicheldrüsen im weiteren Sinne. Der Rachen geht in den Speiseröhreneingang über.

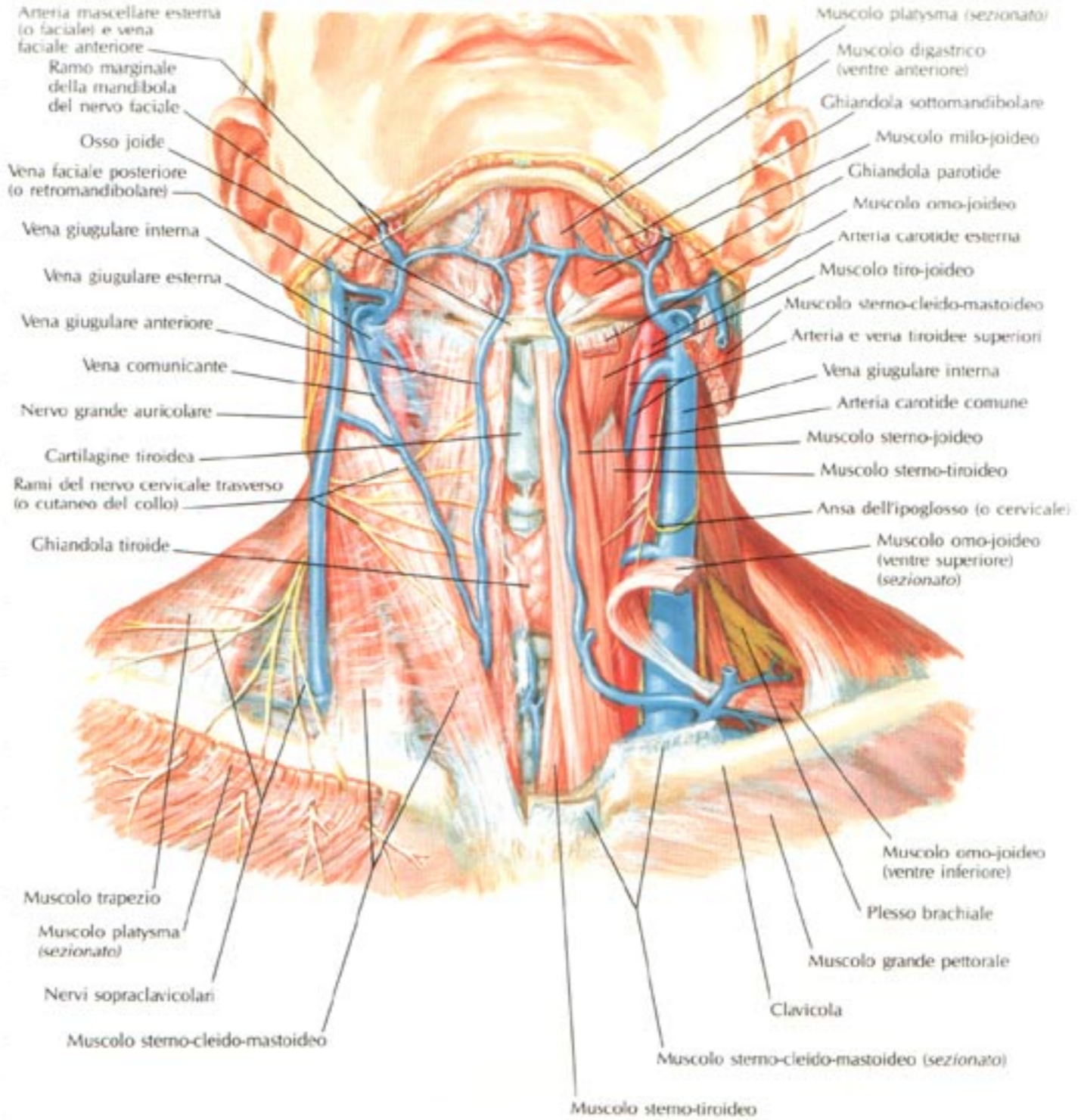
Die HNO-Heilkunde sieht sich in der Behandlung von Erkrankungen weitgehend der wissenschaftlichen Medizin verbunden; jedoch gelangen auch Naturheilverfahren zur Anwendung.

In der weiteren Betrachtung steht jedoch der Hals im Vordergrund. Somit werden im folgenden Anatomie, Physiologie und Krankheitsbild auf dieses Gebiet beschränkt.⁷

Im Englischen wird statt HNO das Kürzel ENT (für „Ears Nose and Throat“) verwendet, für die internationale wissenschaftliche Verständigung auch ORL für Oto-Rhino-Laryngologie (aus dem griechischen).

Eine HNO-Ärztin bei der Untersuchung mit Hilfe eines Hohlspiegels.





F. Netter

Anatomie - verschiedene Strukturen im Hals

Die Halswirbelsäule ist der beweglichste Teil der menschlichen Zentralachse.

„Klein sind ihre Wirbel, beengt die Verhältnisse: Die aus dem Rückenmark austretenden, für Arme, Kopf und Oberkörper zuständigen Spinalnerven, das Neuroengeflecht des vegetativen Nervensystems und die Wirbelarterien, die das Gehirn versorgen, liegen hier dicht an dicht. Sie können durch ruckartige Bewegungen, Muskelverhärtung, Bandscheibendruck oder knöcherne Auswüchse an Wirbeln und ihren Fortsätzen so bedrängt und gequetscht werden, dass es zu schmerzhaften Halswirbelsyndromen kommt.“⁸

„In der Mitte des Halses binden sich die einmalig auftretenden Strukturen, wie der Rachen, die Luftröhre und die Speiseröhre. Der Rachen (Pharynx) ist ein Schlauch aus Muskeln und Schleimhaut, der von der Schädelbasis bis zum Kehlkopf (Larynx) reicht. Der Rachen (Pharynx) ist der gemeinsame Weg von Luft und Speisen. Er wird je nach seiner Lage, in Nasenrachen (Nasopharynx), Schlund (Oropharynx) und den unteren Bereich des Schlundes, der bis zum Kehlkopf (Hypopharynx) reicht, unterteilt. Am Kehlkopf trennt sich der gemeinsame Weg von Luft und Speisen. Die Luft nimmt anschließend den Weg durch die Luftröhre (Trachea), deren Wand aus hufeisenförmigen Knorpelstangen, glatter Muskulatur, Bindegewebe und Schleimhaut besteht. Die Speisen gelangen durch die rückenwärts (dorsal) zur Luftröhre (Trachea) gelegenen Speiseröhre (Ösophagus) bis in den Magen. Im Bereich des Pharynx und der Trachea befinden sich viele Tumoren, diese anatomischen Merkmale, sind für eine Operationsplanung zur Orientierung im Hals von Bedeutung.“⁹

„Der wichtigste Muskel im Zusammenhang mit der Neck dissection ist der Musculus sternocleidomastoideus, „Kopfwender“. Er dient der Bewegung des Kopfes, durch ihn kann man den Kopf zur Seite und nach hinten drehen und neigen. Er entspringt an der Stelle wo Schlüsselbein (Clavicula) und Brustbein (Sternum) zusammenwachsen und endet am Warzenfortsatz des Schläfenbeines hinter dem Ohr (Mastoid). Der Unterzungenbeinmuskel, Musculus omohyoideus, formt eine Bindegewebsschicht im vorderen Bereich des Halses, in der sich auch die wichtigste Vene des Hals-Kopf-Bereiches befindet. Durch ihn kann das Blut, welches aus dem Gehirn kommt, auf seinem Weg zum Herzen besser die Venen passieren. Er besteht aus zwei Bäuchen. Der untere Bauch entspringt am Schulterblatt und endet an der Zwischensehne des Muskels. Dort setzt der obere Bauch an, der bis zum Zungenbein verläuft. Dieser Muskel ist außerdem an der Atmung und am Kauakt beteiligt.“¹⁰

„Am vorderen Rand des M. omohyoideus verläuft die Arteria carotis communis, die Halsschlagader. Sie teilt sich in die Arteria carotis externa, die das Hals- und Kopfgebiet versorgt und in die Hauptschlagader (Arteria carotis interna), die das Gehirn mit Blut versorgt. Die Vene V. jugularis interna sammelt das Blut aus der Schädelhöhle und führt es neben der A. carotis communis in Richtung Thorax, Herz. Die V. jugularis externa verläuft zwischen dem Hautmuskel (Platysma) und der Halsfaszie (Bindegewebshülle der Muskeln) ebenfalls in Richtung Brustkorb.

Die Strukturen des Halses werden durch die zwölf Hirnnerven versorgt. Die drei wichtigsten sind der X., XI. und XII. Hirnnerv. Der Nervus vagus (X.) erstreckt sich vom Kopf bis in die Bauchhöhle und ist für die Steuerung der oberen Atem- und Speisewege zuständig. Eine Schädigung des Nervs führt zu einer motorischen Störung der versorgten Organe. Der XI. Nerv, Nervus accessorius oder Schulter-Nackennerv, versorgt unter anderem den M. sternocleidomastoideus und den M. trapezius, der für die Bewegung der Schulter verantwortlich ist. Eine Lähmung dieses Nervs würde dazu führen, dass der Arm nicht mehr über die horizontale Position hinaus gehoben werden und der Kopf nur noch begrenzt geneigt werden kann. Der letzte Nerv ist der Nervus hypoglossus (XII.). Er versorgt die Zungenmuskulatur und verläuft im Hals zwischen V. jugularis interna bzw. externa. Eine Lähmung dieses Nervs führt zu einer Sprechstörung und beim Rausstrecken der Zunge weicht diese zur gelähmten Seite ab. Bei einer doppelseitigen Lähmung des N. hypoglossus können die Patienten die Zunge gar nicht mehr bewegen, woraus eine starke Beeinträchtigung beim Sprechen und der Nahrungsaufnahme resultiert.“¹¹

physiologische Abläufe

Die Physiologie beschreibt physikalische, biochemische und informationsverarbeitende Funktionen eines Lebewesens.

Der Schluckakt

Unter Schlucken versteht man medizinisch-anatomisch das Befördern des Mundinhaltes über Rachen (Pharynx) und Speiseröhre (Ösophagus) in den Magen. Der Schluckakt ist infolge der Überkreuzung von Atem- und Speiseweg sehr kompliziert. Es kommt dabei zu einem Abschluß des Nasenrachens durch Anheben des Gaumensegels durch den Kehldeckel (Epiglottis) und weiter zu einer Kontraktionswelle der Schlundmuskulatur von oben nach unten, wobei die vor dem Kontraktionsring befindliche, die Speise enthaltene Partie erschlafft. Dieser Vorgang ist ab der Aufnahme der Speise unwillkürlich und kann nicht mehr gestoppt werden.¹²

Physiologie

24

Ein Mensch atmet durchschnittlich ca. 5.000.000 m³ Luft in einem Leben ein.

Die Atemfrequenz bei einem Erwachsenen beträgt 12 mal pro Minute.

Das Atmen

Unter Atmung (lat.: Respiration) versteht man allgemein den aeroben, das heißt Sauerstoff verbrauchenden Abbau (Dissimilation) von Stoffen zur Energiegewinnung und die damit einhergehende Abgabe von Kohlendioxid.

Beim Atmen strömt die Luft durch Mund oder Nase in den Körper. Wird durch die Nase eingeatmet, wird die Luft zunächst durch Haare der Nase und Schleimhäute gereinigt, angefeuchtet und angewärmt. Anschließend gelangt die Atemluft über den Rachenraum vorbei an Kehlkopf und Stimmbändern in die Luftröhre (Trachea).

Die Luftröhre verzweigt sich in die beiden Äste der Bronchien, die sich immer weiter verzweigen (Bronchiolen). Am Ende befinden sich die Lungenbläschen (Alveolen) in der Lunge, durch deren dünne Membran Sauerstoff in die Kapillargefäße übertritt und auf umgekehrtem Weg Kohlendioxid aus dem Blut an die Lunge abgegeben wird.

Bei der Einatmung (Inspiration) vergrößert sich durch das Zusammenziehen der Brustmuskulatur und des Zwerchfells das Volumen des Brustkorbes. Dabei dehnt sich die Lunge aus und es entsteht ein Unterdruck, Luft strömt durch die Atemwege in die Lunge. Dabei dehnt sich durch Senkung des Zwerchfells die dementsprechende Muskulatur des Rumpfes. Das bewirkt, dass sich zum Beispiel der Bauch dabei nach vorne wölbt.

Bei der Ausatmung (Expiration) zieht sich die Lunge wieder zusammen und die Luft strömt durch den Überdruck wieder durch die Atemwege hinaus.

Gesteuert wird die Atmung durch das Gehirn bzw. das Atemzentrum im verlängerten Rückenmark.¹³

Trinken; Atmen; Essen.



Das Sprechen

Das Sprechen bezeichnet die wichtigste Kommunikationsform des Menschen. Es ist der Vorgang des vorwiegend auf zwischenmenschliche Interaktion ausgerichteten Gebrauchs der menschlichen Stimme, wobei artikulierte Sprachlaute (Schallwellen) erzeugt werden.

Lauterzeugung

Im Hals wirken straffe Bänder, die Stimmbänder, wie das Blatt eines Musikinstrumentes. Sie verleihen Kraft und Präzision für verschiedenste Laute vom Flüstern bis hin zum Singen eines Liedes, von einer einzigen Note bis zur komplexen Lautbildung der Sprache. Die Stimmbänder sind elastische Bänder, die durch den Kehlkopf gespannt werden. An der Kehlkopfrückseite sind die Stimmbänder mit beweglichen Knorpeln verbunden. Beim Sprechen drehen sich die Kehlkopfmuskeln und bewegen die Stimmbänder abwechselnd – spannen und entspannen. Je länger die Stimmbänder sind, desto niedriger ist ihre Resonanzfrequenz und desto tiefer die Stimme. Das erklärt auch warum die männliche Stimme nach der Pubertät tiefer wird.

Lautbildung

Auch für die Lautbildung ist die Beweglichkeit der Zunge wichtig, denn in der Mundhöhle werden die Vokale und Konsonanten durch bestimmte Formungen der Wange und Zunge gebildet. Einschränkungen der Zungenbeweglichkeit führen zur Sprachbehinderung.¹⁴

Stimmbänder gleich Gummibänder.



Sprechen; Flüstern.



Begriffserklärung Tumoren

„Unter Tumoren (aus dem lat.: tumor, -oris = 1. Schwellung, 2. Geschwulst) im weiteren Sinne versteht man in der Medizin jegliche Raumforderung (z.B. auch eine Schwellung bei einer Entzündung).

Unter Tumoren im engeren Sinne (und meist wird der Begriff so gebraucht) versteht man Neubildungen (= Neoplasien; dieser Begriff ist daher besser als Tumoren) von Körpergewebe durch Fehlregulationen des Zellwachstums, die gutartig oder bösartig sein können. Neoplasien können jegliche Art von Gewebe betreffen. Je nach Lokalisation und Funktion des durch tumorartigen Wachstums beschädigten Gewebes kann es zu einer Fehlfunktion von Organen mit Beeinträchtigung des Gesamtorganismus bis zum Tod kommen.

Gutartige Geschwülste wachsen langsam und sind auf ein Körperteil begrenzt. Bösartige Tumoren hingegen sind aggressiver, wachsen schneller und breiten sich mit großer Wahrscheinlichkeit auf andere Körperteile aus.

Tumoren können in Hals, Nase, Ohren und anderen Bereichen des Kopfes auftreten. Krebs kann Nebenhöhlen, Schilddrüse, Speicheldrüsen, Rachen, Zunge und Kehlkopf befallen. Eine große Zahl von Tumoren, vor allem solche an denen die Schleimhaut von Nase, Mund, Rachen und Atemwegen erkrankt, hängt eng mit dem Rauchen zusammen.“¹⁵

Tumoren allgemein

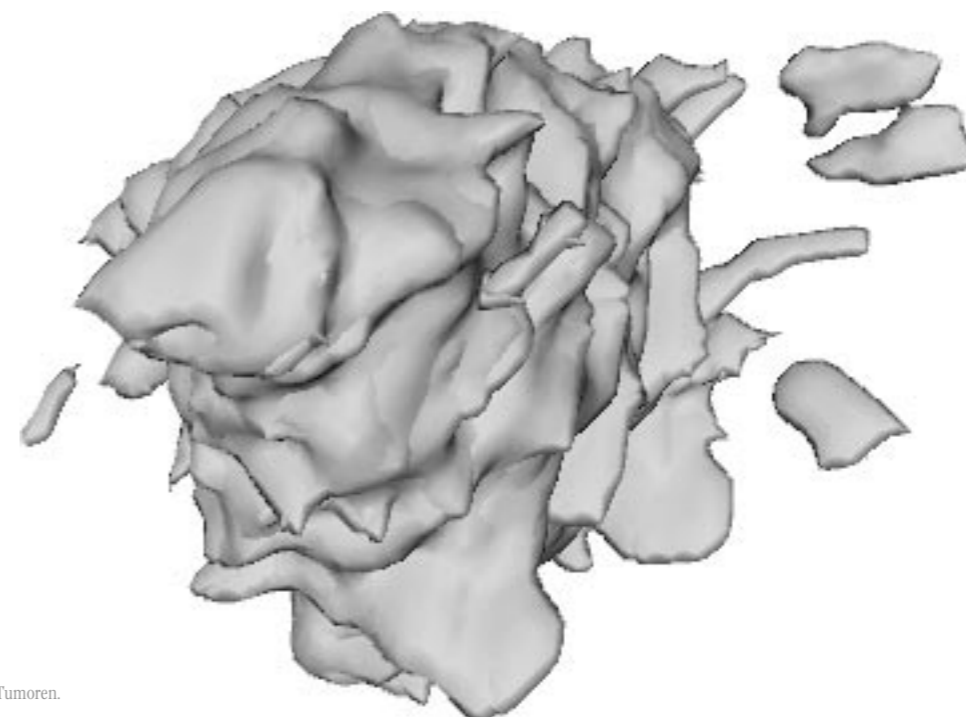
26

Tumoren ist die korrekte Bezeichnung im medizinischen Sprachgebrauch, umgangssprachlich wird der Tumor jedoch im Plural Tumore genannt.

Therapie

„Die Tumorthherapie erfolgt grob gesprochen durch „Stahl, Strahl und Chemie“, also durch operative Tumorentfernung, Bestrahlung mit ionisierenden Strahlen und (Poly-)chemotherapie.“¹⁶

Forscher vom Heidelberger Krebsforschungsinstitut, sowie Ärzte der dort ansässigen Universitätsklinik wiesen nach, dass eine Impfung die Überlebenszeit nach einer Tumoroperation deutlich verbessern kann. Patienten wurden nach der Operation mit einem Impfstoff behandelt, der aus veränderten Zellen des Tumors hergestellt wurde. Fünf Jahre nach der Behandlung lebten noch 61 Prozent der Patienten (mit der Standardtherapie wären nur 38 Prozent zu erwarten gewesen). Die Forscher vermuten, dass das Immunsystem durch die veränderten Zellen lernt, erneut entstehende Tumorzellen als fremd zu erkennen und anzugreifen. Hat sich ein Tumor eines anderen Körperbereiches auf die Lymphknoten des Halses ausgebreitet, muss operativ behandelt oder bestrahlt werden. Die Wahl der Therapie hängt von mehreren Faktoren ab. Wichtig sind hierbei die Lage und Größe und die Art der Behandlung des Primärtumors. Werden die Halslymphknoten operativ entfernt, so nennt man dies Neck dissection.



3-dimensionaler Tumor.

Begriffserklärung Neck dissection

Der Begriff Neck dissection (aus dem englisch: Halspräparation) bezeichnet in der Medizin eine Radikaloperation mit Ausräumung aller Lymphknoten des Halses bei einer Tumoroperation im Kopf-Halsbereich. Ziel ist es Metastasen des Tumors zu entfernen und eine weitere Streuung von Tumorzellen im Körper zu verhindern.

Bei der Operation werden nicht nur Lymphknoten, sondern zum Teil auch Fett- und Bindegewebe, Blutgefäße, Speicheldrüsen und Muskelanteile entfernt. Die Operation geht also mit einem großen Gewebeerlust und damit auch funktionellen Einschränkungen für den Patienten einher.

Im Hals existieren rund 200 Lymphknoten, bei einer typischen Neck Dissection können zwischen 30 und 50 Knoten entfernt werden. Operiert wird durch einen Schnitt in den Hals. Obwohl der Arzt dabei sehr vorsichtig vorgeht, um keine Nerven, Blutgefäße oder Muskeln zu verletzen, ist dies manchmal unvermeidlich.

Ist beispielsweise der Hauptnerv zur Schulter (Nervus accessorius) von der Krankheit betroffen, muss er möglicherweise durchtrennt werden. Dies hat eine gewisse Steifheit zur Folge und eine Schwächung derjenigen Muskeln, die beim Schulterzucken zum Einsatz kommen und muss physiotherapeutisch behandelt werden. In manchen Fällen muss der große Halsmuskel Musculus sternocleidomastoideus (Kopfnicker) entfernt werden. Das kann die Form des Halses verändern und auf einer Seite kann eine Art Höhlung zurück bleiben.

Man unterscheidet in:

superselektive Neck dissection

einzelne Lymphknoten (sentinel lymph node) werden entfernt, eher zu diagnostischen Zwecken

selektive Neck dissection

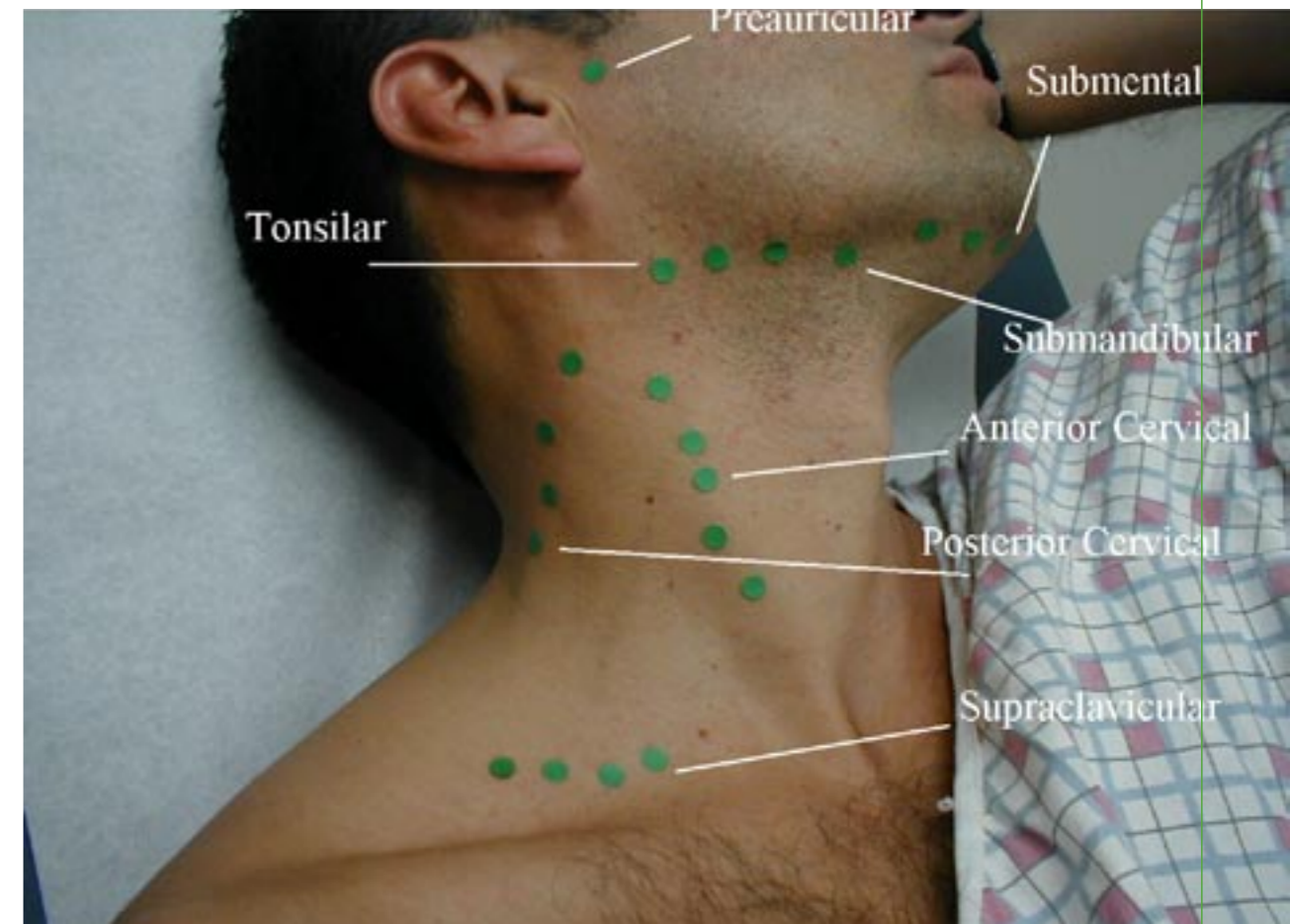
häufigste Form, Lymphknotenfettgewebspräparation

modifiziert radikale Neck dissection

bedarfsgerecht angepasste Zwischenform zwischen radikaler und selektiver Neck dissection

radikale Neck dissection

Operation der Metastasen einschließlich der Entfernung bzw. Unterbindung von Venus jugularis interna, Musculus sternocleidomastoideus, Nervus accessorius; eher selten ¹⁷



Begriffserklärung Lymphknoten

Ein Lymphknoten ist eine „Filterstation“ für die Lymphe (=Gewebswasser) und gehört zum Lymphsystem. Die Abkürzung für Lymphknoten lautet LK. Im Englischen heißt Lymphknoten lymph node. Im Lateinischen wird der Ausdruck Nodus lymphaticus verwendet.

Jeder Lymphknoten ist für die Aufnahme und Filterung der Lymphe einer Körperregion zuständig. Die Lymphknoten gehören zum Abwehrsystem (Immunsystem) des Körpers. Man findet sie bei Menschen und bei allen Säugetieren und in primitiver Form auch bei Vögeln. Die Lymphknoten sind normalerweise circa 5 - 10 mm groß und sind oval oder unregelmäßig geformt. In der Leiste und am Hals können sie auch bis zu 20 mm groß werden. Sind sie größer als 20 mm und nehmen eine kugelige Gestalt an, dann sind sie aktiviert und als krankhaft zu bezeichnen. Aktivierte Lymphknoten haben im Ultraschall einen verbreiterten dunklen Rand und sind vermehrt durchblutet. Man kann die Lymphknoten mit Polizeistationen in einer Stadt vergleichen. Ist in einem Stadtteil wenig los, dann ist die Polizeistation nur gering besetzt. Kommt es in einem Viertel vermehrt zu Problemen, muss die Polizeistation verstärkt werden.

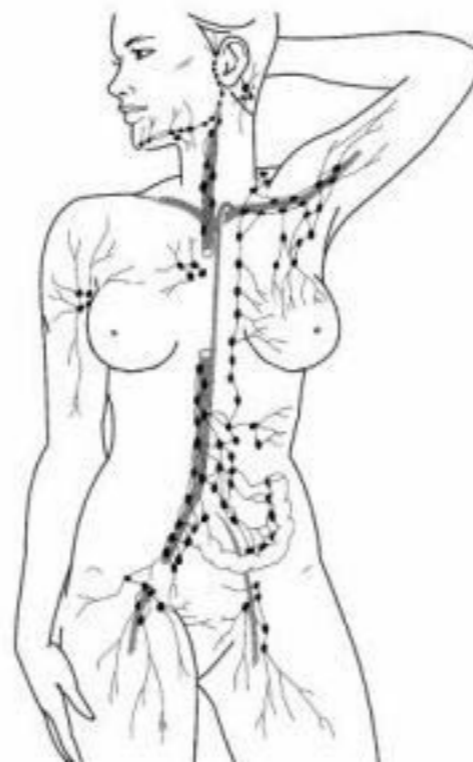
Ein Lymphknoten wird in aller Regel erst wahrgenommen, wenn er angeschwollen ist. Dies ist dann Ausdruck eines „vollen Filterbeutels“, zum Beispiel mit Bakterien oder Metastasen. Die in Flussrichtung davor (peripherer) liegenden Gebiete müssen dann als Ort der Erkrankung angesehen werden.

Die wichtigsten Regionen mit Lymphknoten liegen:

- *am Hals
 - **im Nacken
 - **unter dem Unterkiefer
 - **entlang der Halsgefäße
 - *in der Achselhöhle
 - *in der Leistenbeuge
 - *im Bauch um den Darm
 - *im Brustraum um die Bronchen
- (die Anzahl der * beschreibt die Häufigkeit der LK in dieser Region)

Wie kann man Lymphknoten untersuchen?

- mit den Fingern tasten (Palpation)
- per Ultraschall
- per Computertomograph (CT)
- per Kernspintomograph (MRT)
- per Lymphographie
- durch eine gezielte Gewebeprobe aus dem Lymphknoten
- durch eine chirurgische Entnahme eines auffälligen Lymphknotens ¹⁸



Die darstellung des Lymphsystems.

Lymphknotengruppen - Regionen - Orientierung

Um die Lokalität befallener Lymphknoten präziser zu bestimmen, gibt es verschiedene Definitionen. Zwei davon werden im Folgenden erklärt.

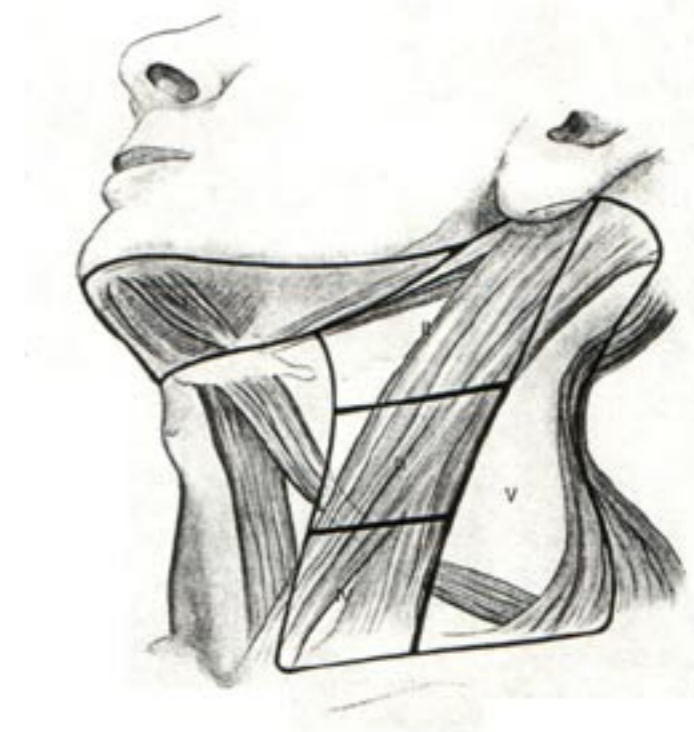
Eine Sammlung von Richtlinien zu den Lymphknoten basiert auf den wegweisenden Untersuchungen von Rouvière aus dem Jahre 1932. Das anatomische Prinzip beruht darauf, dass trotz überall vorkommender Lymphknoten in den Halsweichteilen an definierten Punkten eine Ansammlung von Lymphknoten eine Lymphknotengruppe bildet. Es gibt 6 Lymphknotengruppen, die von der Academy of Otolaryngology - Head and Neck Surgery für die Neck dissection definiert sind. Zu sehen ist die Einteilung im oberen Bild.

Die Einteilung des metastatischen Halslymphknotenbefalls erfolgt nach der Empfehlung des Memorial Sloan Kettering Cancer Centre anhand von Lymphknotenregionen. Region I umfaßt die Lymphknoten im submentalen und submandibulären Dreieck. Die Regionen II, III und IV beinhalten die Lymphknoten entlang der V. jugularis interna und die Lymphknoten im Fett- und Bindegewebe medial des Sternocleidomastoideus. Die letzteren sind willkürlich in drei gleich große Gruppen unterteilt. Region V enthält Lymphknoten des hinteren Halsdreiecks. (Bild unten)

Besonders die muskuläre Ummantelung des Halses dient dem Chirurgen als Orientierungshilfe in der komplizierten Halsanatomie. Im einzelnen handelt es sich um die Muskeln sternocleidomastoideus, trapezius, digastricus, omohyoideus, mylohyoideus und scalenus anterior. Durch die Zuordnung wichtiger Nerven, Arterien und Venen wird die Anatomie des Halses verständlicher.



Hier abgebildet die Lymphknotengruppen, die eine Orientierung erleichtern.



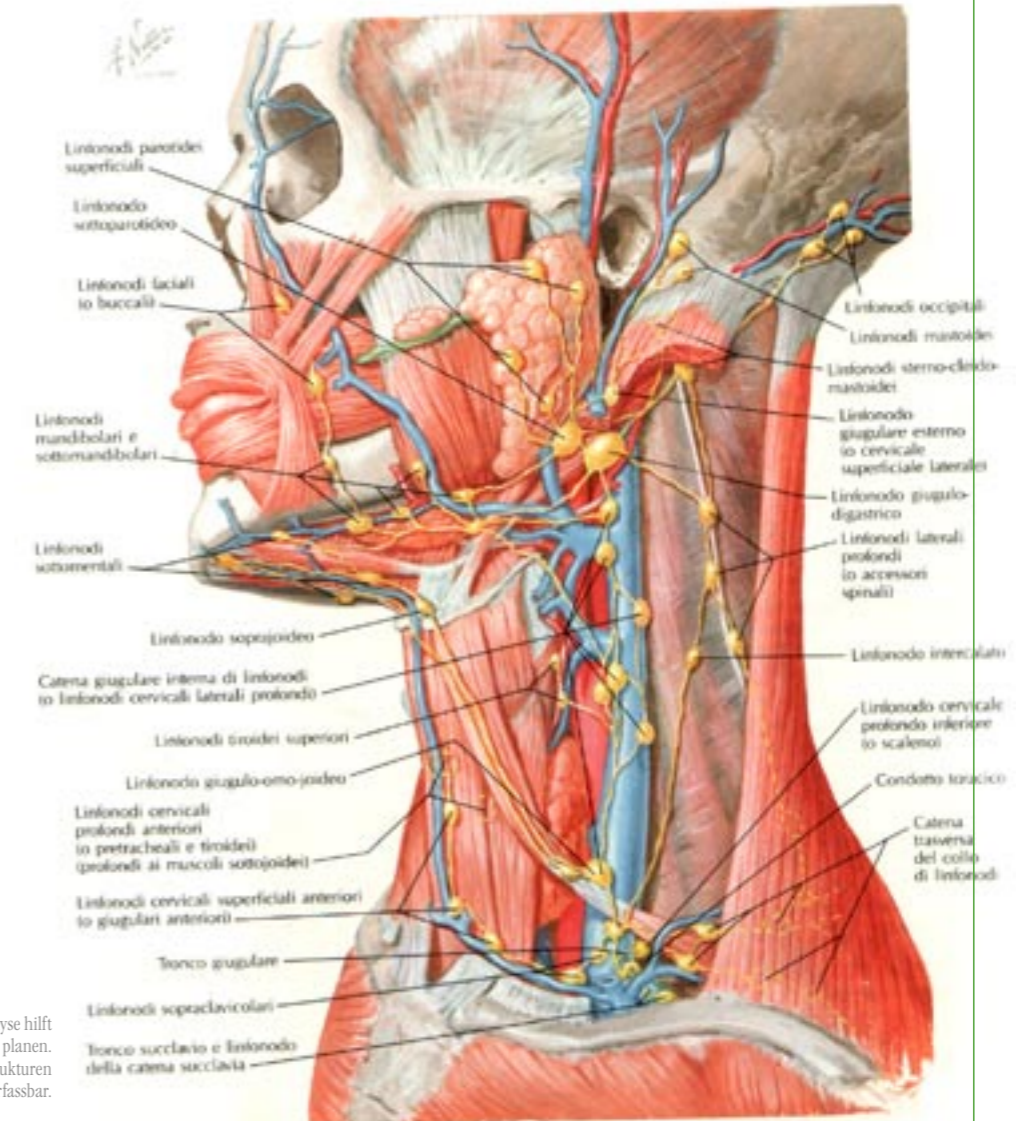
Die Einteilung in Lymphknotenregionen, zur Orientierung dient die Muskulatur.

„Nach dem Robert-Koch-Institut sind für ganz Deutschland insgesamt jährlich ca. 10.310 Malignome (bösartige Tumoren) aus dem Kopf-Hals-Bereich bei Männern und ca. 3.400 bei Frauen zu erwarten. Die bei den Männern deutlich höhere Tumorfrequenz im Vergleich zu den Frauen ist unter anderem auf den bei männlichen Patienten signifikant häufiger beobachteten Alkohol- und Tabakkonsum zurückzuführen. Unterschiedlichste Tumorenorte bieten differenzierte Überlebenschancen. So hat man relativ gute Überlebensraten für das Lippen- und Ohr- sowie Larynxkarzinom errechnet. Dies hängt wohl damit zusammen, dass Lippen- und Ohrmaglinome den Patienten zu einem zügigen Arztbesuch führen. Die damit oftmals verbundene geringe Tumorgröße bedeutet eine hohe Überlebenschance. Gleiches gilt auch für Erkrankungen im Bereich des Kehlkopfes, da Heiserkeit als ein charakteristisches Frühsymptom eine schnelle Behandlung ermöglicht. Im Gegensatz dazu ist eine Prognose im Rachenbereich weitaus schwieriger, da die Symptome sehr uncharakteristisch sind, somit werden Tumoren im fortgeschrittenen Stadium diagnostiziert, dadurch steigt auch die Tendenz zur Metastatisierung. Krebs ist eine Krankheit, die besonders häufig im höheren Alter auftritt. Zwischen dem 50. und 75. Lebensjahr verzehnfacht sich die altersabhängig Krebsinzidenz. Bei Betrachtungen aller Tumorvorkommen wurde festgestellt, dass zwei Drittel der Patienten älter als 60 Jahre sind.“¹⁹

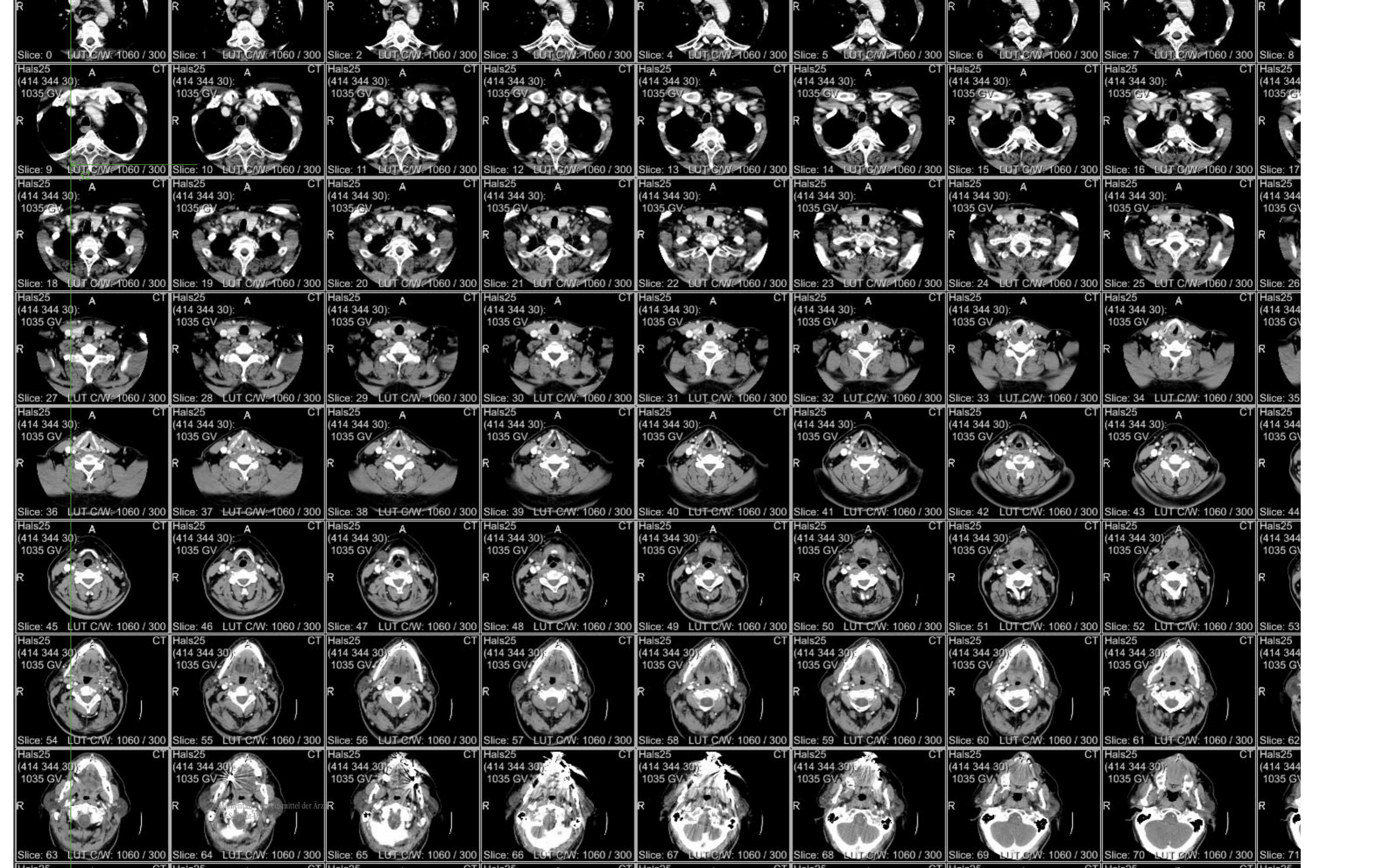
Erkenntnisgewinnung vor der OP

Bei allen Kopf-Hals-Tumoren ist eine angemessene Therapieplanung von grundlegender Bedeutung. Der regionäre Lymphknotenbefall ist durch die TNM-Klassifikation der UICC (Hermanek und Sobin 1987) und des AJCC (1992) definiert. Noch immer wird der Lymphknotenstatus vielfach durch alleinige Tastuntersuchung der Halsweichteile erhoben. Bei alleiniger Tastuntersuchung werden in bis zu 30% aller Fälle falsch negative und in bis zu 20% falsch positive Befunde erhoben. Wenn therapeutische und prognostische Überlegungen vom Lymphknotenbefall abhängig gemacht werden, ist eine Optimierung der Falschnegativ- (Sensivität) und Falschpositivrate (Spezifität) unbedingt erforderlich - damit einerseits Patienten mit behandlungswürdigem Halsbefund auch erfaßt werden und andererseits Patienten mit nicht behandlungswürdigem Befund eine überflüssige Therapie erspart wird. Schon seit langem werden CT, MRT, Ultraschall und US-gesteuerte Feinnadel zur Verbesserung herangezogen.

Unter bestimmten Kriterien verglichen von den Brekel und Mitarb. (1993) in einem großen Patientenkollektiv vor späterer Neck dissection den Befund der Tastuntersuchung des Halses mit CT, MRT, US und US-gesteuerter Feinnadel. CT und MRT waren die eindeutig sensibleren Parameter gegenüber der Tastuntersuchung. Die US-gesteuerte Feinnadel erwies sich, aufgrund der Verbindung von Bildgebung und Morphologie, allen anderen Verfahren als signifikant überlegen in Sensitivität, Sensibilität und technischer Präzision.



us Netter: Eine gute Bildanalyse hilft dem Arzt den Eingriff optimal zu planen. Auch die lymphischen Strukturen werden besser erfassbar.



Computergestützte Simulation und Planung von HNO-chirurgischen Eingriffen wird immer wichtiger. Die patientenindividuelle präoperative Planung des Eingriffs ermöglicht eine erhöhte Präzision des Eingriffs und bietet dem Operateur eine erhöhte Sicherheit. Die intraoperative Unterstützung bei der Lokalisation krankhafter Veränderungen und Risikostrukturen bietet die Möglichkeit nachfolgende Einschränkungen für den Patienten zu erkennen und abzuwägen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten Informationen über die patientenindividuelle Anatomie zu erhalten. Zu den bildgebenden Verfahren zählen das Röntgen, die Computertomographie, die Magnetresonanztomographie und der Ultraschall. Auf Grund der unterschiedlich langen Nutzung des jeweiligen Verfahrens ergibt sich eine bevorzugte Nutzung bewährter Verfahren. Neue Systeme, wie die MRT müssen erst standardisiert werden, um eine Anwendung zu gewährleisten. Weiterhin sind die Kosten dieser Verfahren noch sehr hoch.²⁰

Röntgen

(nach dem Physiker Wilhelm Conrad Röntgen) steht für den Prozess des Durchstrahlens eines Körpers mit Röntgenstrahlen unter Verwendung eines Röntgenstrahlers.

Röntgenstrahlen sind Elektromagnetische Wellen mit einer Photonenenergie, die höher ist als die von ultraviolettem Licht.

Das Röntgen dient der Feststellung von Anomalien im Körper. Die unterschiedlich dichten Gewebe des menschlichen Körpers absorbieren die Röntgenstrahlen unterschiedlich stark, so dass man eine Abbildung des Körperinneren erreicht. Das Verfahren wird zum Beispiel häufig bei Verdacht auf einen Knochenbruch angewendet: zeigt das Röntgenbild eine Unterbrechung der Kontinuität des Knochens, ist der Verdacht bestätigt.

Häufig werden dem Patienten bei oder vor der Röntgenuntersuchung Kontrastmittel verabreicht. Manche Strukturen, die sich normalerweise nicht abgrenzen lassen, können so hervorgehoben werden. Zum Teil lässt sich mit Kontrastmittel auch die Funktion eines Organsystems darstellen.²¹

bildgebende Verfahren

34

CT_Der Schwächungskoeffizient (oft physikalisch ungenau als Dichte oder Röntgendichte bezeichnet) wird in der CT in Grauwerten dargestellt und auf der Hounsfield-Skala angegeben. Luft hat auf dieser Skala einen Absorptionswert von -1000 und Wasser von 0.

Von links nach rechts: eine Röntgenaufnahme des linken und rechten Fußes, Wade; CT-Schicht des Kopfes.



ComputerTomographie

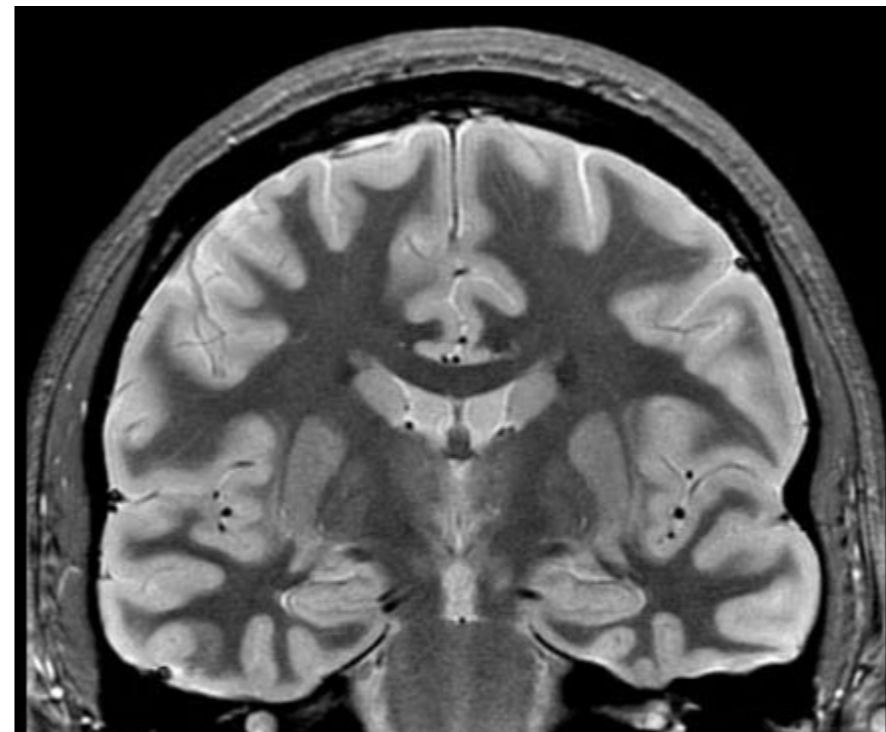
Die Computertomographie, Abkürzung CT, ist die rechnergestützte Auswertung einer Vielzahl aus verschiedenen Richtungen aufgenommener Röntgenaufnahmen eines Objektes, um ein dreidimensionales Bild zu erzeugen (Voxeldaten).

Die Computertomographie basiert auf einem mathematischen Verfahren, das 1917 von dem österreichischen Mathematiker Johann Radon entwickelt wurde. Damals ein rein mathematischer Erkenntnisgewinn fern jeglicher Anwendungsmöglichkeiten, ermöglicht die Radontransformation heute die zerstörungsfreie räumliche Aufnahme eines Objektes mit seinen gesamten Innenstrukturen.

Nach Vorarbeiten des Physikers Allan M. Cormack in den 1960er Jahren realisierte der Elektrotechniker Godfrey Hounsfield mehrere Prototypen. Die erste CT-Aufnahme wurde 1971 an einem Menschen vorgenommen. Beide erhielten für ihre Arbeiten 1979 gemeinsam den Nobelpreis in Medizin.

Vorteile: Knochen sind gut erkennbar, es gibt gleichwertige, standardisierte Helligkeiten, sie sind in Housefield-Einheiten eingeteilt.

Nachteil: Weichteile sind weniger gut erkennbar.²²

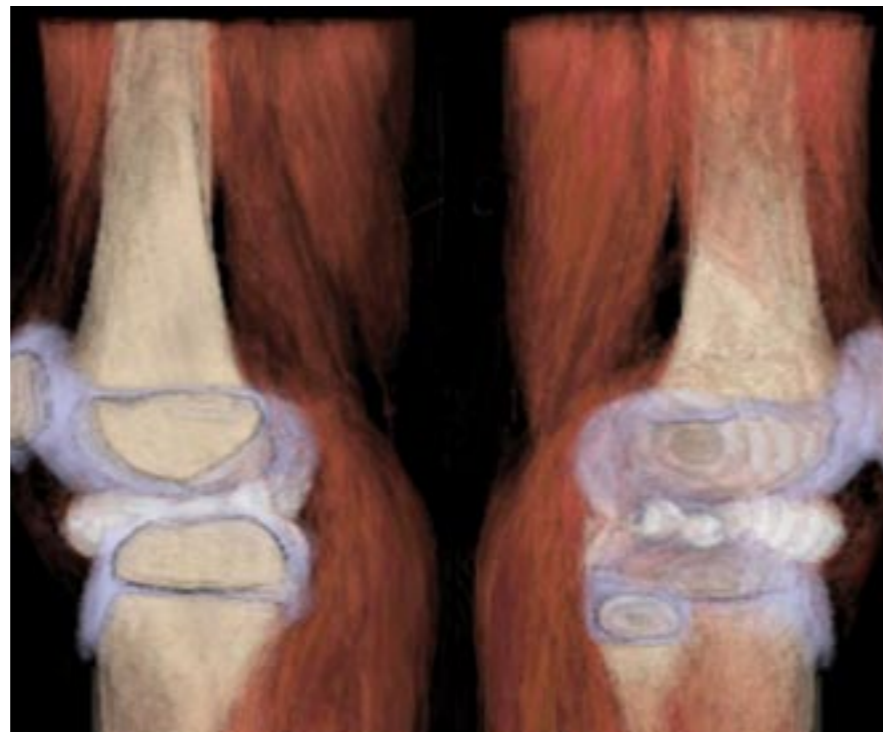


MagnetResonanzTomographie

Magnetresonanztomografie (MRT; aus dem griechischen „Schnitt, abgeschnittenes Stück“ und „ritzen, malen, schreiben“) ist ein bildgebendes Verfahren zur Darstellung von Strukturen im Inneren des Körpers. Mit einer MRT kann man Schnittbilder des menschlichen Körpers erzeugen, die oft eine hervorragende Beurteilung der Organe und vieler Organveränderungen erlauben. Die Magnetresonanztomografie nutzt magnetische Felder, keine Röntgenstrahlen.

Vorteile: gegenüber anderen bildgebenden Verfahren ist die oft bessere Darstellbarkeit vieler Organe. Sie resultiert aus der Verschiedenheit der Signalintensität, die von unterschiedlichen Weichteilgeweben ausgeht. Dabei kommt das Verfahren ohne potenziell schädliche ionisierende Strahlung aus. Manche Organe werden erst durch die MRT-Untersuchung darstellbar (z. B. Hirnstamm). Weiterhin kann die Auflösung einer MRT-Untersuchung die mm-Grenze weit unterschreiten und es kann normalerweise auf Kontrastmittel verzichtet werden, wodurch das Risiko durch Nebenwirkungen (allergische Reaktionen) minimiert werden kann. Entzündungen, Tumoren sind oft besser zu erkennen als bei Röntgen- oder CT-Untersuchungen.

Nachteil: einer der Hauptnachteile der MRT sind die hohen Anschaffungs- und Betriebskosten. Das Verfahren ist noch nicht standardisiert. Außerdem kann Metall am oder im Körper Nebenwirkungen und Bildstörungen verursachen. Träger eines Herzschrittmachers und ähnlicher Geräte dürfen bisher nicht untersucht werden. Schnell bewegliche Organe wie das Herz lassen sich nur mit eingeschränkter Qualität darstellen oder erfordern eine Bewegungskompensation. Die Untersuchung ist im Vergleich zu anderen bildgebenden Verfahren zeitaufwändig.²³



Ultraschall-Sonografie

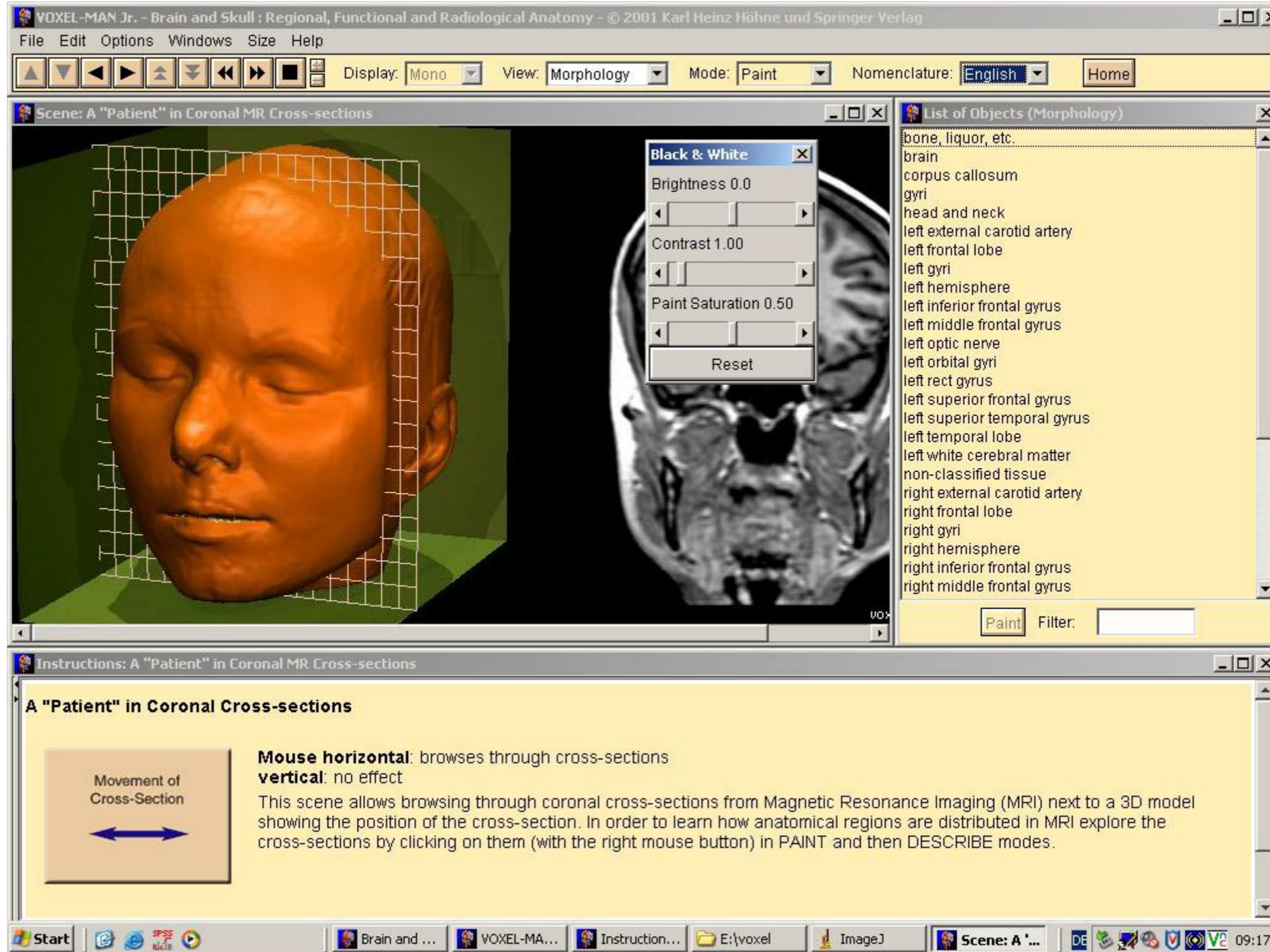
Die Ultraschall-Sonografie (US) dient der Untersuchung von Mensch und Tier. Mit Ultraschall bezeichnet man Schall oberhalb der menschlichen Hörschwelle, mit Frequenzen zwischen 20 kHz und 1 GHz. Ultraschallgeräte erzeugen Bilder des menschlichen Körpers mit Hilfe von Schallwellen. Die Schallwellen werden von einem Schallkopf aus in den Körper gesandt. Im Körper kommt es an Grenzflächen zwischen unterschiedlichen Geweben zu einer Reflexion eines Teils der Schallwellen. Der Anteil der reflektierten Schallwellen ist abhängig von der Art und der Zusammensetzung der beteiligten Gewebe. Ein Teil der reflektierten Schallwellen wird hierbei zum Schallkopf zurückgeworfen („Echo“).

Der Schallkopf dient gleichzeitig als Empfänger der reflektierten Schallwellen. Aus der Reflektionsrichtung und der Zeitdauer zwischen Aussenden und Empfangen der Schallwellen berechnet ein Rechner das Schallbild. Dieses wird in Form unterschiedlicher Graustufen auf einem Monitor dargestellt. Treffen die Schallwellen im Körper auf Knochen oder Luftblasen (z. B. im Magen-Darm-Trakt), so werden sie vollständig zum Schallkopf zurückgeworfen. Tiefere Strukturen können dann nicht mehr dargestellt werden. Die Ultraschalluntersuchung des Bauches wird daher um so erfolgreicher sein, je weniger Luft sich im Magen und in den Därmen befindet.²⁴



MRT_Ein synonymer Begriff ist Kernspintomografie. Dieser wird jedoch aufgrund der falschen Assoziation, dass Kern- bzw. Atomkraft involviert sei, heutzutage in Fachkreisen seltener verwendet.

Von links nach rechts: MRT-Aufnahme der Schienbeine; Ultraschalluntersuchung.



Es gibt viele Anbieter und Forschungsinstitute die sich mit der Entwicklung medizinischer Software befassen. Hier die Abbildung der Ausbildungssoftware Voxel Man.

Hardware

Um von einem Patienten einen konkreten Befund bzw. ein 3D-Modell erstellen zu können, müssen Aufnahmen im Computertomographen gemacht werden. Eine Vielzahl aus verschiedenen Richtungen aufgenommener Röntgenaufnahmen dienen dazu ein 3-dimensionales Bild zu erzeugen (Voxeldaten). In diesem Bereich gibt es zahlreiche Anbieter, wie zum Beispiel Siemens und GE. Der Patient wird gut fixiert in eine Art Röhre gefahren. Die Fixation dient dazu sich so wenig wie möglich zu bewegen, um dann einwandfreie Bilder zu erhalten. Die Röntgenstrahlen, die durch das Untersuchungsobjekt geschickt werden, werden von mehreren Detektoren gleichzeitig aufgezeichnet. Der Vergleich zwischen ausgesandter und gemessener Strahlungsintensität gibt Aufschluss über die Abschwächung (Attenuation) der Strahlung durch das zu untersuchende Gewebe. Die Daten werden mittels eines mathematischen Verfahrens im Computer zu einem Volumendatensatz zusammengefügt, aus dem man Schnittbilder und 3D-Ansichten in beliebigen Ebenen rekonstruieren kann. Zur Untersuchung eines Organs wird in der Praxis meist eine Serie von Schnittbildern angefertigt.

Zur Überwachung der Untersuchung werden die Daten auf einen Bildschirm im Vorraum geleitet, wo der Radiologe und/oder die Medizinisch Technische Assistenten die Untersuchung steuern und das zu untersuchende Gebiet eingrenzen. In diesem Programm werden zumeist die ermittelten Ansichten des ausgewählten Bereiches in Schichten dargestellt. Axial von oben, Coronal von vorn und Sagittal von der Seite. Aus diesen Daten wird später das 3D Modell vom Patienten erstellt.

Bis heute bleibt jedoch die unterschiedliche Patientenpositionierung eine große Herausforderung. Für die Bilddatenaufnahme der präoperativen Datensätze wird der Patient in der Regel unter diagnostischen Gesichtspunkten gelagert. Während des chirurgischen Eingriffs hingegen ist in den meisten Fällen eine andere Lagerung erforderlich, um den optimalen Zugang zum OP-Feld zu gewährleisten.²⁵

Hardware

37

Voxel ist das dreidimensionale Äquivalent eines Pixels, jedoch hat ein Voxel keine bestimmte Form, da es sich um einen diskreten Wert an einer XYZ-Koordinate handelt.



Ein Computertomograph.

Überwachung der Computertomographie; hier die Software von der Firma Siemens.



intraoperative Steuerung

Die chirurgische Navigation hat eine lange Tradition und wurde durch das Einbringen von innovativen Technologien stetig weiterentwickelt. So können Operationen heutzutage durch intraoperative Bildgebung, Navigation und zum Teil 3D-Bildgebung unterstützt werden. Hauptsächlich werden diese Methoden für die Bereiche Wirbelsäule, Schädel, Orthopädie angewandt, da Eingriffe in diesen Bereichen besonders schwerwiegend sind – für den Operateur in der Ausführung und den Patienten danach.

intraoperative Steuerung

38

Maximale Flexibilität erreicht man durch transportable C-Bögen (ein mobiles Röntgengerät), die während der gesamten OP anatomische Veränderungen im OP-Feld anzeigen.

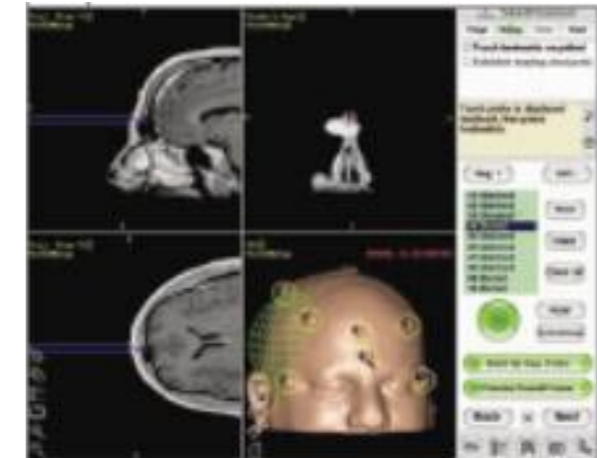
Touchscreens bieten jederzeit die Möglichkeit das Dargestellte der OP anzupassen. Bei ferngesteuerten OP's operiert der Chirurg über einen Bildschirm und kann lediglich Geräte von außen bedienen. So wird der Patient ohne größere Schnitte operiert.

Integrierte Kameras im Operationsbesteck haben den Vorteil einer eindeutigeren Lokalisation. So werden zur Unterstützung der Operation Landmarken gesetzt. Dadurch erhält der Operateur eine Rückkopplung auf dem Bildschirm und kann ermessen in welchem Gebiet er sich befindet.²⁶

Operationsüberwachung.



Operationsbesteck.



Transportables Operationssystem.



Transportabler C-Bogen.

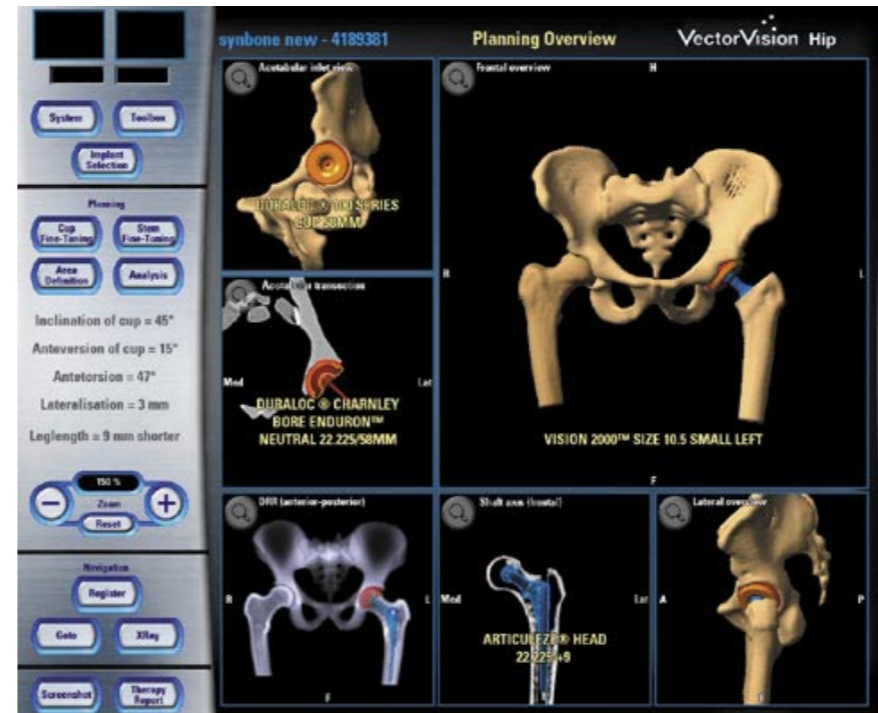
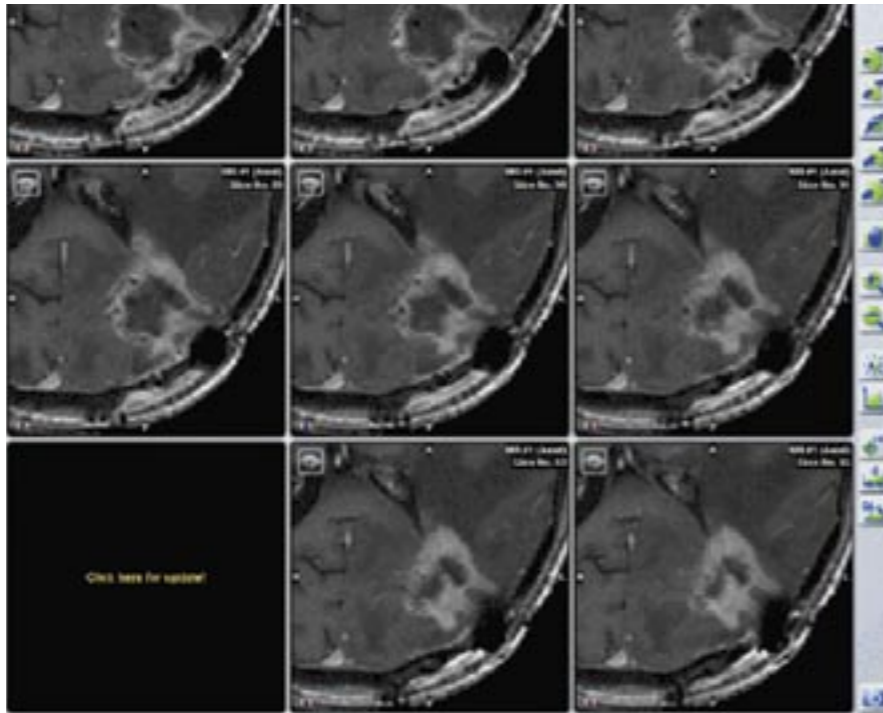


BrainLab bietet sowohl präoperative (Bild 1, linke Seite), als auch intraoperative Programme an, die mit patientenindividuellen Daten arbeiten.

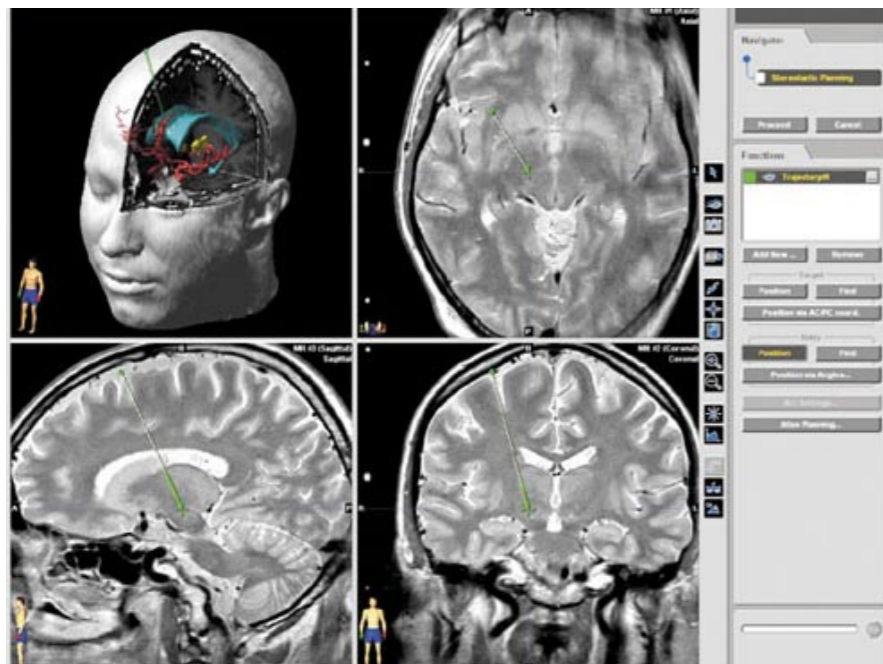
Das Programm zur präoperativen Planung dient der Segmentierung der einzelnen Strukturen. Dabei sind die einzelnen Schichtdaten nebeneinander dargestellt, was sich für unsere Anwendung nicht eignet. Ein besserer Vergleich der Schichten entsteht bei einer Art Durchlauf, man erkennt dann sofort wie sich Strukturen verändern. Von Vorteil ist, dass der gesamte Platz für die Darstellung der Bilddaten verwendet wird, nur ein kleiner Teil geht für die Abbildung der Tools verloren.

Die intraoperativen Programmoberflächen sind klar geteilt in Betrachtungsmodus und Bearbeitungsteil. Diese Flächen werden als Touchscreens verwendet, daher gibt es sehr große Buttons, die in eine metallische Fläche eingebettet sind. Daher erzeugt diese eher die Anmutung eines Computerspiels, als die eines medizinischen Programmes.

Auf den jeweiligen medizinischen Fall abgestimmt, erhält der Arzt die erforderlichen Ansichten.



Programmoberflächen der Firma BrainLab.



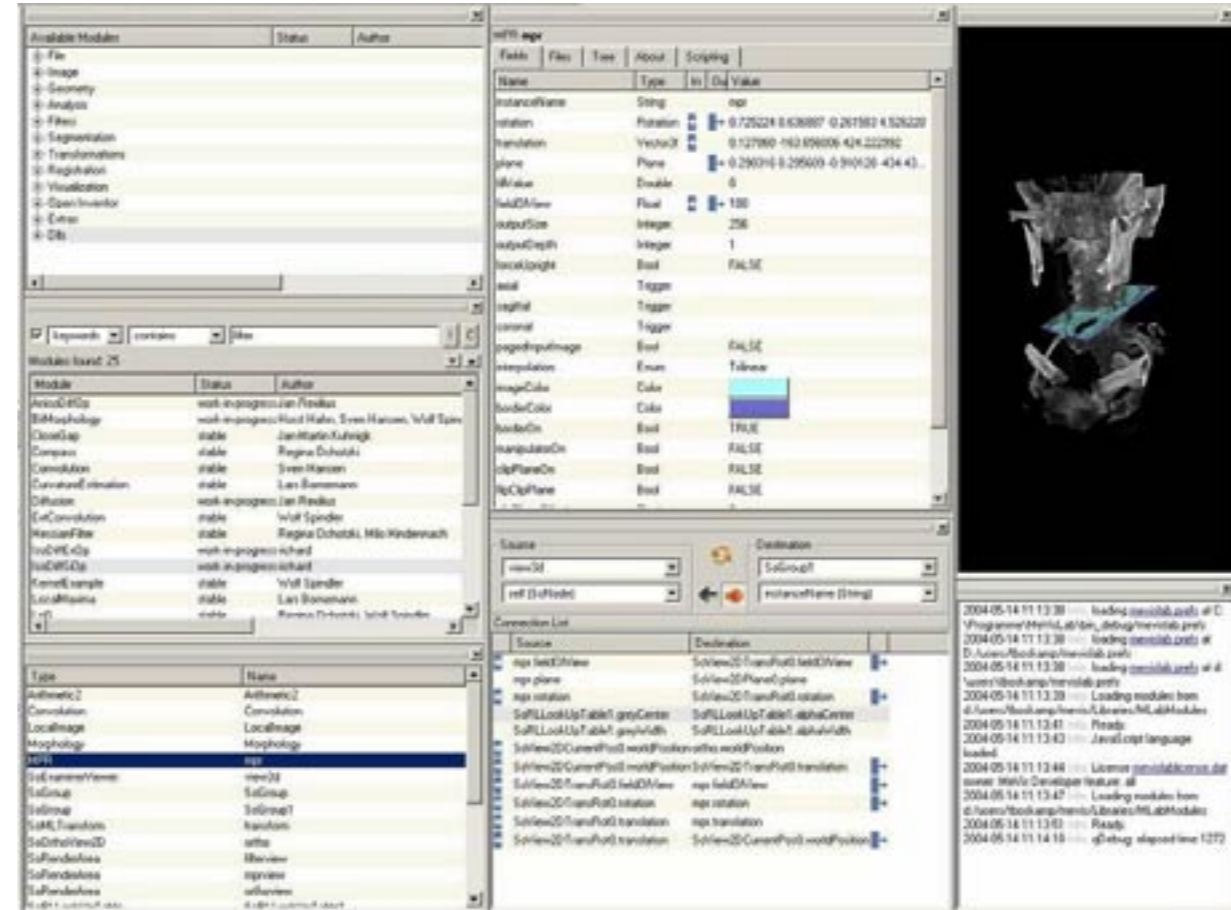
MeVisLab

MeVisLab bietet vorgefertigte Algorithmen, die einmal entwickelt wurden. Der Arzt kann diese aufrufen und in allen möglichen Variationen zusammenstellen. So können zum Beispiel Filme von Patientendaten erzeugt werden oder 3D-Modelle, die dann nach Wunsch des Arztes bewegt werden.

Die Ausgabe-Oberfläche ist auf den jeweiligen Fall abgestimmt, das heißt, die Optionen, die bei dem jeweiligen Beispiel möglich sind, werden integriert. Jedoch gibt es zahlreiche Einstellungsparameter, die nicht alle vom Arzt genutzt werden. So zum Beispiel die Angabe der Koordinaten oder die Einstellung von Transparenz in 1er Schritten. Andere Optionen, die der Arzt wünschen könnte, zum Beispiel eine Diagnose, sind nicht zu finden.

Oben: für den Arzt nicht sichtbar, aber für das Programm sehr wichtig: Algorithmen, Hierarchien, Verknüpfungen.

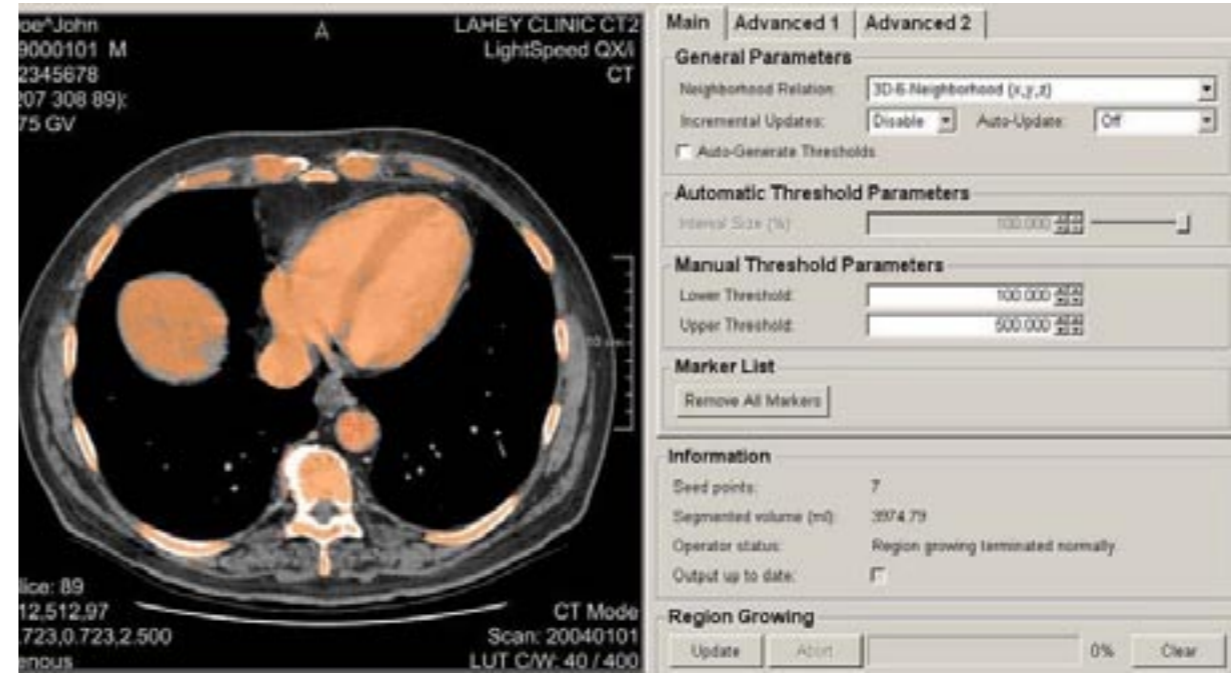
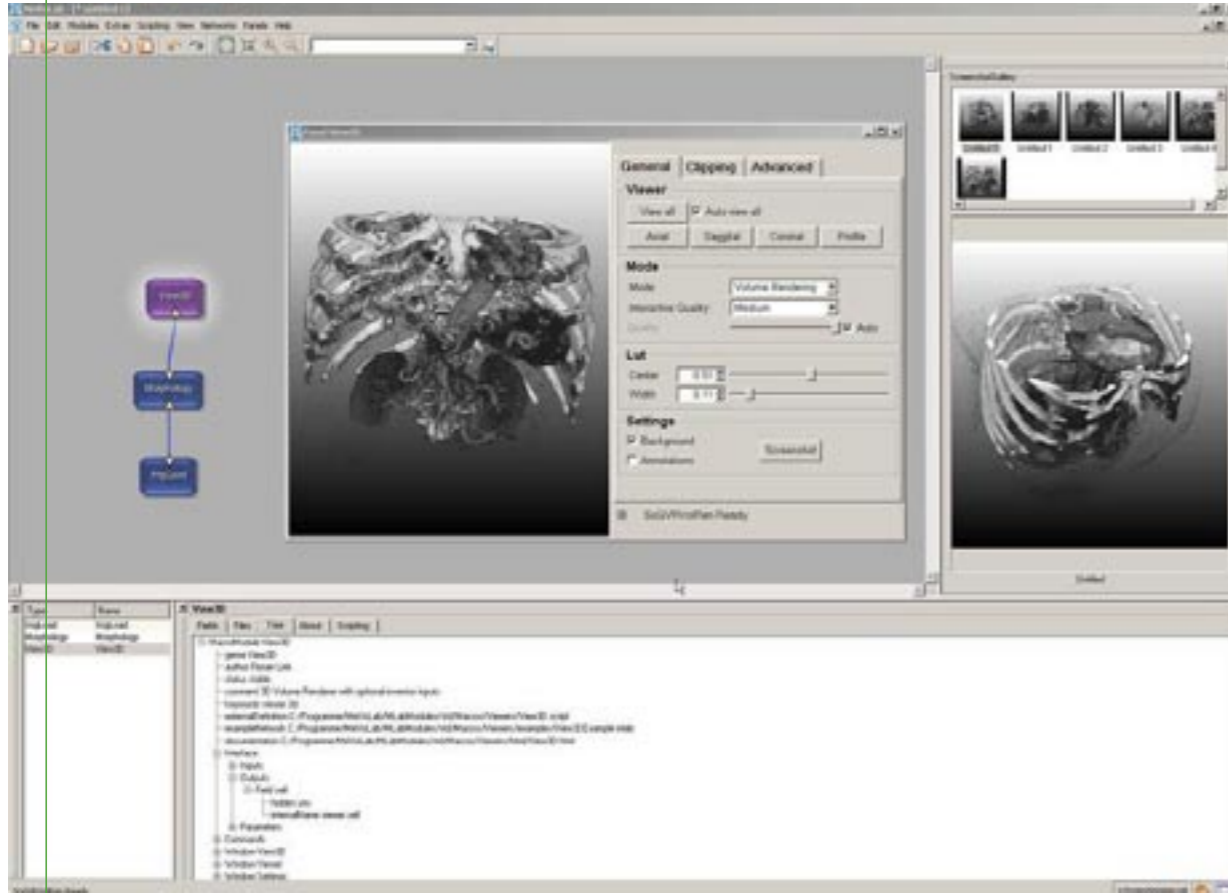
Unten: eine Benutzeroberfläche von MeVisLab, immer auf den jeweiligen Fall abgestimmt.



MeVisLab

40

Die Planung der Benutzeroberfläche.



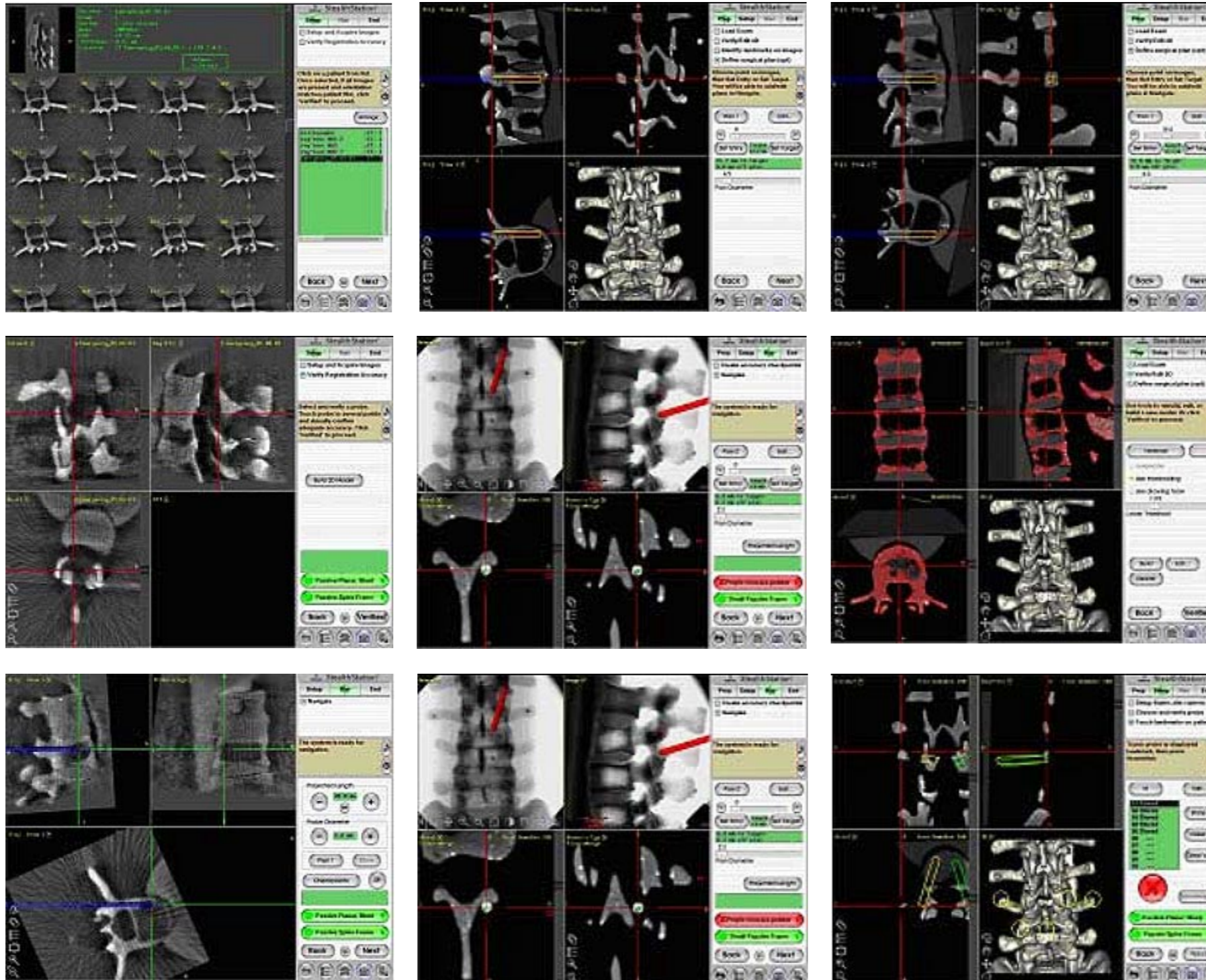
Stealthstation

Ergebnisse der Firma stealthstation im Bereich der Wirbelsäulenchirurgie.

Hier werden aus CT-Daten 3D-ähnliche Bilder erzeugt. Dieses Programm dient komplett der intraoperativen Überwachung. Benutzt wird eine sehr einfache „2-Schritt-Navigation“, wobei der Arzt den operativen Bereich eingrenzt und sofort operiert ohne eine vorherige bildliche Planung im Programm.

Dieses Programm ist etwas komplexer, das 3D-Modell ist besser generiert.

Jedoch werden auch hier die 3-Schicht-Ansichten (A, C, S) und das 3D-Modell mit gleichem Platz dargestellt, also gibt es scheinbar keine Priorität im Darstellungsmodus. Die Tools sind klar an den Rand verlagert. Eine eindeutige farbliche Unterstützung zeigt an, welche Option möglich ist (grün) und welche nicht (rot).



chirurgische Aus- und Weiterbildung

Operationen sollen realitätsgetreu abgebildet werden und beim chirurgischen Training zum Einsatz kommen. Bisher war das vor allem deshalb nicht möglich, weil die Eigenschaften, die sich dem Chirurgen über den Tastsinn bzw. die natürliche elastische Beschaffenheit menschlichen Gewebes erschließen, virtuell nicht zu simulieren waren.

Aus- und Weiterbildung

42

Über ein haptisches Interface können chirurgische Eingriffe an virtuellem Gewebe oder virtuellen Organen durchgeführt werden. Ziel der chirurgischen Simulation ist es, die individuelle Lernkurve des Chirurgen patientenfern zu absolvieren, so daß reproduzierbare Ergebnisse mit chirurgischen Interventionen bereits vor dem ersten Patientenkontakt erreicht sind.

Eine andere Idee, um die Ausbildung zu fördern ist ein Projekt, welches zwei Steuerkonsolen koppelt, um ähnlich dem Fahrschulmodell oder der Flugsimulation für Piloten, die chirurgische Ausbildung zu optimieren. Hierbei sitzen Ausbilder und Auszubildende jeweils an einer Konsole, wobei beiden das gleiche hoch aufgelöste 3-dimensionale Bild des Operationssitus zugänglich ist. Beide führen den gleichen Eingriff durch, wobei danach die unterschiedliche Durchführung nachvollzogen und besprochen werden kann.²⁷



Ein haptisch unterstütztes Operatortraining an virtuellen Geweben.



Das Durchspielen von Operationsabläufen im virtuellen Bereich.



Chirurgische Ausbildung, wie bei Piloten in einem Simulator



Lernen umgeben von zahlreichen Bilddaten.

In diesem Ausbildungsprogramm erhält der Student die Möglichkeit, Strukturen in den verschiedensten Modi darzustellen, wie Röntgen, CT, MRT, die auch kombiniert werden können. Mit dieser Option können die Vorteile einer 2D-Schicht und eines 3D-Modells zusammen genutzt werden. Dies lässt zunächst eine schwere Navigation/Steuerung vermuten. Aber im Gegenteil, jede Darstellung bietet andere Navigationsmöglichkeiten, die in einem Icon dargestellt werden und mit der Maus ohne Probleme nachzuahmen sind. Ein zusätzlicher Text erläutert prägnant die Bewegungsmöglichkeit und deren Auswirkung auf die Darstellung. Dieses Programm dient der Erlernung von anatomischen Zusammenhängen, so lassen sich einfach Strukturen einfärben, markieren oder beschriften. Dies ist möglich für das Gehirn aber auch die inneren Organe.

Oben: Durchleuchten des Schädels mit Hilfe eines Stabes, alle dabei getroffenen Strukturen werden auf einer Skala angezeigt.

Unten: Wegblenden der Haut und Knochen zum Einblick ins Innere des Schädels.



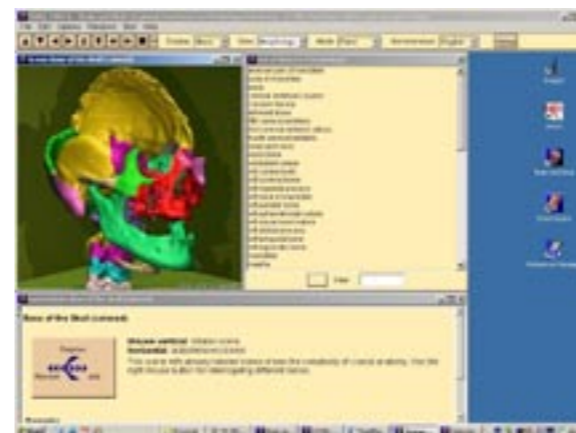
Oben: Ein- bzw. Ausblenden der einzelnen Schichten per Mausebewegung; einfärben der einzelnen Teile, so können Dimensionen gut erfasst werden.

Unten: Eine Fläche dient der Auswahl von Schichten im 3D-Modell.



Oben: ein individueller Scanner bietet eine hohe Freiheit beim Einfangen der Schichtdaten.

Unten: die einzelnen Schädelknochen können, wie in einer Exploration zusammengeführt oder weggeführt werden.



Oben: Markierung und Beschriftung des jeweiligen Organes.

Unten: Kopplung von 3D, MR und CT.



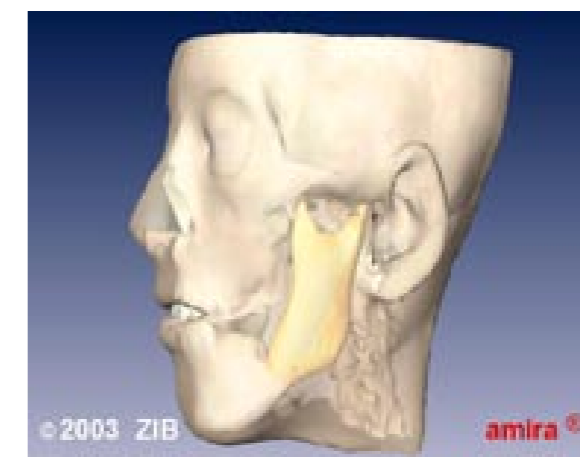
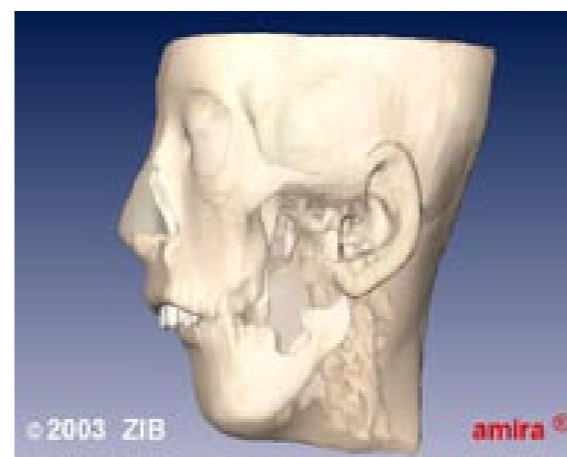
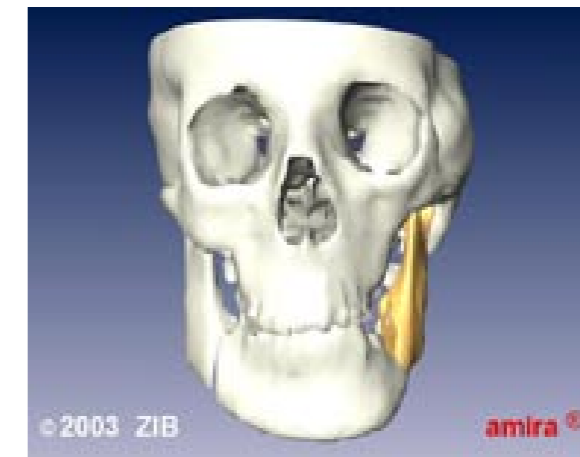
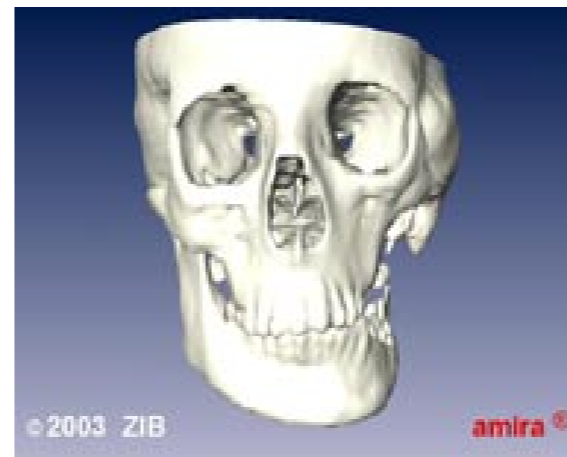
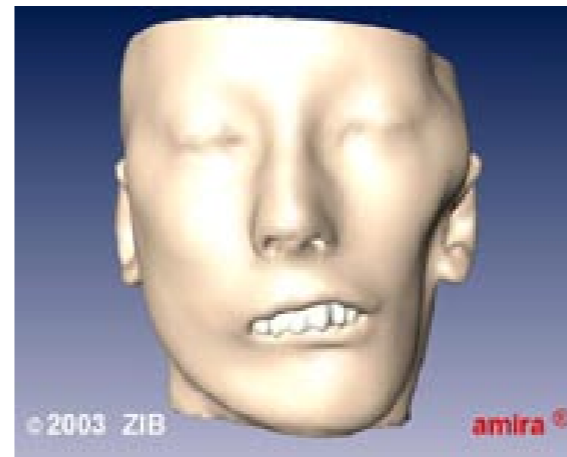
Amira

Am Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik in Berlin (ZIB) werden zum Beispiel schwierige medizinische Fälle geplant.

Auf Grund von Unfällen und Tumorentfernungen entstandene anatomische Missbildungen oder angeborenere Fehlbildungen bei Kindern, können Eingriffe geplant werden.

Es geht dabei hauptsächlich um Gesichtschirurgie. In diesem Programm wird mit Hilfe eines 3D-Modells die aktuelle Anatomie des Kiefers dargestellt, der Operateur kann planen, welche Kieferstücke und wie weit diese versetzt werden müssen, um eine bessere Lebensqualität für den Patienten zu erzielen. Der Arzt ist auch in der Lage die Auswirkung auf Weichteile zu planen, also das Aussehen des Patienten positiv zu beeinflussen.

Diese Daten sollen auch für die chirurgische Ausbildung genutzt werden.



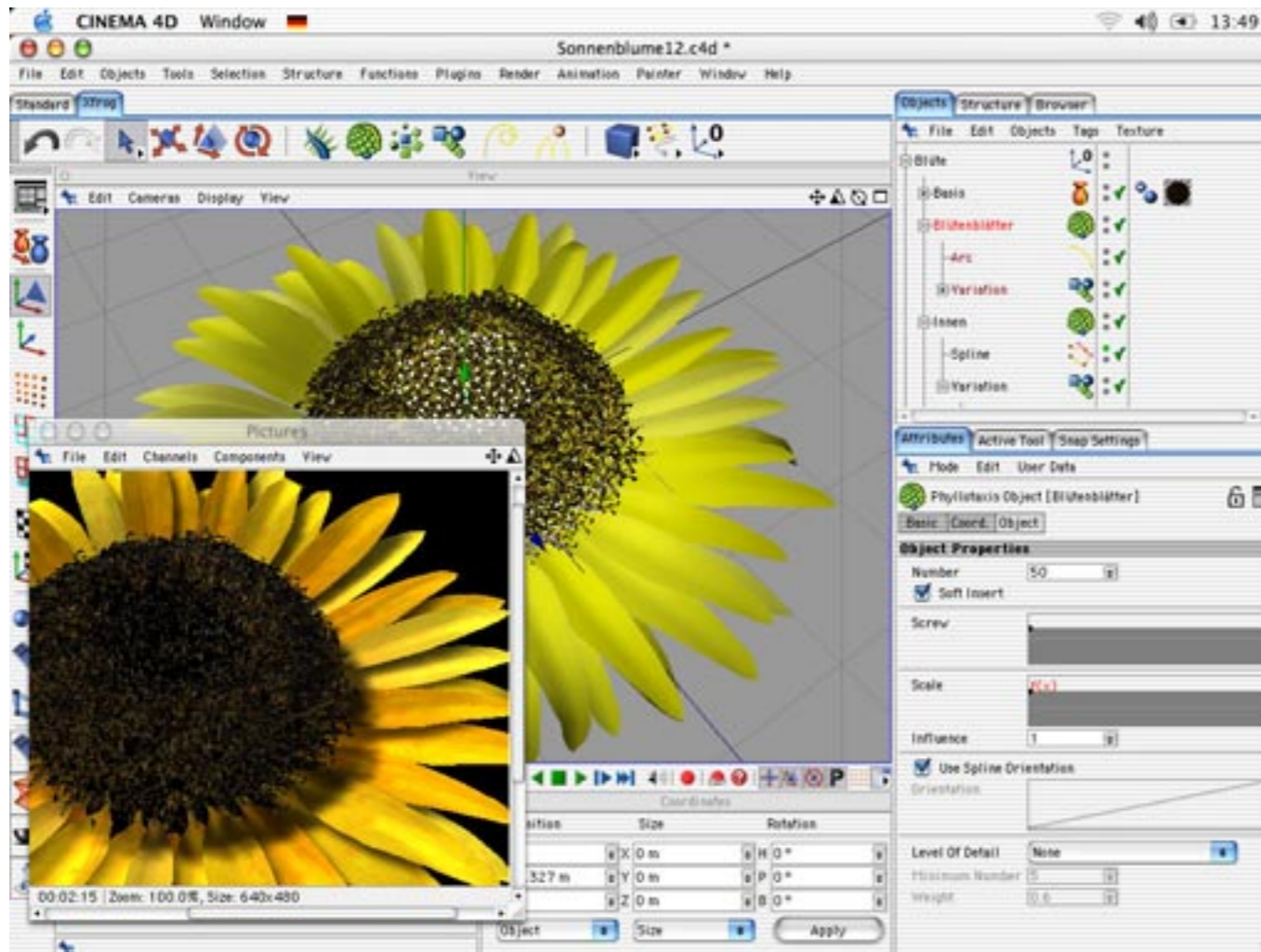
Links: der Kiefer des Patienten.
Rechts: der virtuell operierte Kiefer.

3D-Programme im Allgemeinen

Programme im 3-dimensionalen Bereich können verschiedenen Zwecken dienen. Einmal gibt es die Möglichkeit selbst Objekte zu erzeugen und diese in einem bestimmten Kontext zu animieren. Hierbei wird eine gute Darstellung der verschiedenen Ansichten benötigt, um eine ausreichende Bearbeitung des jeweiligen Objektes zu ermöglichen. Außerdem ist ein besonders feines Gitternetz des Objektes von Nöten, um eine natürliche Anmutung und Bewegung zu erzielen. Dies wurde auch in dem Programm Amira teilweise umgesetzt, da die Objektoberfläche die Haut eines Menschen darstellen soll.

Programme, die der Darstellung und Aktion dienen, sind zum Beispiel Spiele oder auch Lexika und Atlanten, die einen natürlichen 3-dimensionalen Raum abbilden möchten. In einigen Fällen kann auch hier der Nutzer eigene Objekte erzeugen, jedoch ist dies nicht vorgründig.

Cinema 4D: nutzt man zur Erzeugung von 3D Modellen und deren Animation.



Pixar: Animierte Filme werden in aufwendigen Programmen entwickelt. Hier „For the birds“ von Pixar.



Navigation und Verwaltung

„Mit Heinrich dem Seefahrer beginnt die Wissenschaft der Navigation. Die ersten Seefahrer wagten nur in Landsicht zu segeln. Ihre Nachfahren fanden den Weg über die See mit Hilfe von Sonne und Sternen. Der magnetische Leidarstein wurde zum Kompaß der Wikinger. Die ersten Seekarten waren Staatsgeheimnisse und der Navigator war wichtiger als der Kapitän.“²⁸

Ähnlich wie zur See dienen auch auf dem Bildschirm bestimmte Anhaltspunkte dazu den Überblick nicht zu verlieren oder ihn sich so zu verschaffen. Dies kann durch mehrere Tools geschaffen werden, zum Beispiel Text, Icon und farbliche Gestaltung.

Navigation

46



Unten: Die Darstellung der Erde im großen Maßstab auf einem Platz in Mailand erlaubt es dem Betrachter, auf Grund von geografischen Vorkenntnissen ein schnelles Urteil über bekannte Orte zu treffen

Oben: unbekannte Punkte müssen akribisch gesucht werden.



So hat sich die Verwendung von Landkarten über die Jahre geändert. Heutzutage bekommt man im Internet leicht per Anfrage eine detaillierte Beschreibung der gewünschten Route, ohne einen großen Atlas zu wälzen. Diese ist dann zu meist auch den aktuellen Gegebenheiten angepaßt, zum Beispiel Baustellen oder auch Staus werden signalisiert.

Routenplanung für die Strecke Magdeburg – Cottbus. Markierungen geben die Orte bekannt, Zoomen und Verschieben der Karte ist in die Legende integriert.



3D-Globus vom National Geographic

Eine gute Anwendung für Navigation im 3-dimensionalen Raum bietet der 3D-Globus vom National Geographic. Man hat als Nutzer das Gefühl den Globus in jede Richtung drehen zu können, genau wie bei dem echten Globus. Die Steuerung ist sehr intuitiv, so dass man bald die Empfindung hat über die Erde zu fliegen. Die Globussteuerung bietet hierbei immer eine Rückkopplung, auf welcher Erdhalbkugel sich der dargestellte Ausschnitt befindet. Die Drehbewegung ist realitätsnah an den Polen eingeschränkt, es gibt nicht die Möglichkeit in vertikaler Richtung den Globus 360° zu überdrehen, in der Horizontalen jedoch schon. Die 3D-Erde nimmt den gesamten Bildschirm ein und die Tools sind eher dezent eingesetzt, so erhöht sich die Wahrnehmung eines realen Globus.

Eine weitere gute Option ist, dass man jederzeit die Darstellungsart des Planeten wählen kann, zum Beispiel Landkarte, Satellitenkarte, Physische Karte oder auch Nachtdarstellung. Möchte man an einem besonderen Ort anhalten, kann man zu diesem noch zahlreiche Daten und Fakten bekommen.

Der 3D-Globus bietet zahlreiche Darstellungsmodi der Erde, hier die Physische Karte.



Navigationselemente sind auf den Fall Globus sehr gut abgestimmt.



Die Globussteuerung bietet eine ständige Kontrolle und Übersicht, die kompakte Gestaltung ermöglicht eine fast uneingeschränkte Sicht auf den Globus.



Szenario

Ein typisches Szenario soll einen besseren Einblick in die Behandlung und die Betreuung des Patienten geben. Wenn bei einem Patienten Tumoren festgestellt werden, ist eine lebenslängliche Betreuung notwendig, um die Lebenserwartung zu erhöhen. Was jedoch für den Patienten einen enormen Einschnitt in sein Leben bedeutet.

← Szenario

48



Eine wichtige Etappe ist die OP-Planung.

Zuerst einmal ist das Wohlempfinden des Patienten beeinträchtigt, so dass er entscheidet einen Arzt aufzusuchen.



Bei einer Untersuchung beim Allgemeinmediziner erhält er (wegen eines Verdachtes auf Tumoren) eine Überweisung zum HNO-Spezialisten.



Der HNO-Arzt stellt den Verdacht auf Tumoren, so dass einige spezielle Untersuchungen folgen. Die Entnahme von Gewebematerial, MRT, CT und Ultraschall werden durchgeführt.



Nachdem der Verdacht durch die Untersuchungen bestätigt wurde, folgt ein klärendes Gespräch mit dem behandelnden Arzt.



Es folgt die Aufnahme ins Krankenhaus mit weiteren wichtigen Untersuchungen, die für die OP nötig sind, so zum Beispiel die Narkoseplanung.

Die gesammelten Daten dienen der Therapieplanung. Ultraschall gibt Auskunft über die Lymphknoten, CT und MRT über Lokalisation und Größe. Die Daten werden auch auf dem Rechner abgerufen.

Operationsvorbereitung.

Patient wird in den OP gebracht.

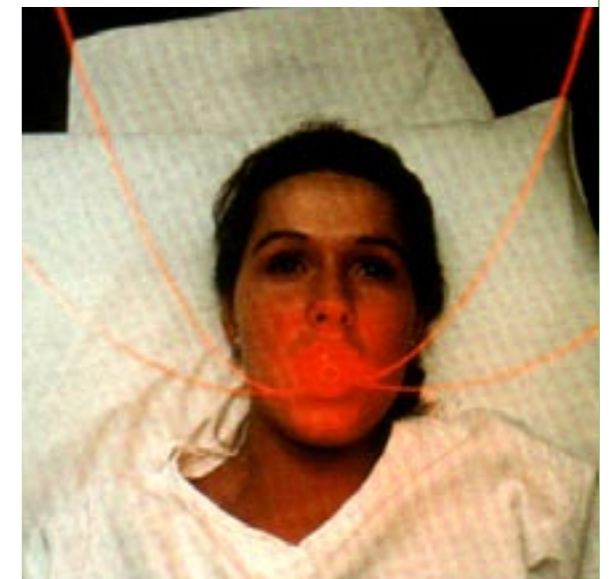


Die OP dauert ungefähr 1 bis 1,5 Stunden, je nach Fall.

Für die OP steht ein OP-Arzt, 2 Assistenzärzte und eine Schwester zur Verfügung.

Nach der Operation muss der Patient bestimmte Fähigkeiten wieder erlernen. Dazu benötigt er die Hilfe von Logopäden oder Physiotherapeuten. Um den Erfolg der OP zu gewährleisten, ist eine häufige Kontrolle notwendig.

Langwellige Strahlentherapien.



Analyse

Auf Grund dieser Erkenntnisse möchte ich eine kurze Analyse geben.

Wie die Aufgabenstellung schon zusammenfasst, handelt es sich bei der Benutzergruppe um Ärzte die im HNO-chirurgischen Bereich tätig sind. Für sie soll eine Oberfläche entstehen, um Operationen im Hals besser planen zu können. Eine verbesserte Darstellung bzw. Nutzung der vorhandenen Bilddaten ermöglicht eindeutiger Aussagen für die Operation. Dies bedeutet natürlich, dass Daten so dargestellt werden, dass die Ärzte einen Nutzen daraus ziehen können. Da eine Software für diesen speziellen chirurgischen Eingriff noch nicht vorliegt, ist die Aussage sehr schwer zu treffen, welche Bilddaten, wie dargestellt werden sollen.

Ein kleines Beispiel soll die Komplexität der verschiedenen Darstellungsmodi und die entstehenden Fragen eines Nicht-Mediziners aufzeigen. Wenn der Arzt Tumoren sehen will, entstehen viele Fragen für eine konkrete Darstellung. Tumoren ohne die Darstellung anderer Strukturen? Tumordarstellung im Kontext? Detailansicht? Im 3D-Modell von vorn, oben, hinten, unten, seitlich? Mit Informationsdetails? In den CT-Schichten: Darstellung vom Zentrum oder von einem der Endpunkte? Welche Aktionen sollen dann ausgeführt werden? ²⁹

Wichtige Fragestellungen des Arztes:

Wo befindet sich der Primärtumor?

Welche Lymphknoten (-gruppen) sind betroffen?

Zeige alle vergrößerten Lymphknoten

Zeige alle Lymphknoten, die A. carotis... infiltrieren

Zeige alle Lymphknoten aus Level X links

Zeige Lymphknoten X und Strukturen in der Nähe

Zeige alle Lymphknoten, die Muskel X infiltrieren

Welche anliegenden Strukturen sind durch die Metastasen einbezogen?

Selektive Neck dissection: Lymphknoten linke/rechte Seite + Tumoren

Die Handhabung des Programmes sollte genau die Fragen der Ärzte abarbeiten und auf alle Fragen eine Antwort bieten.

Durch die vom Radiologen erstellte Diagnose können für die OP bereits die wichtigsten Krankheitsmerkmale festgehalten werden, dies bedeutet Fragen werden beantwortet. Ein intuitiver Zugriff auf den Befund wird in Form eines gerafften Befundes möglich gemacht. In diesem Protokoll wird jede Besonderheit des Krankheitsbildes dargeboten: Lage Tumoren, Lage Lymphknoten, wieviele gefunden wurden, Lymphknoten die größer als 1cm sind, größer als 2 cm, größer als 3 cm und welche Risikostrukturen involviert sind, d.h. gibt es Muskelfiltrationen oder Gefäßfiltrationen. Durch die Erstellung eines solchen Protokolls wird ein Erfassen der Gegebenheiten einfacher. Daran gekoppelt sind die bildlichen Ergebnisse in 3D und CT, die im 3D von einer Situation auf die andere filmen können.

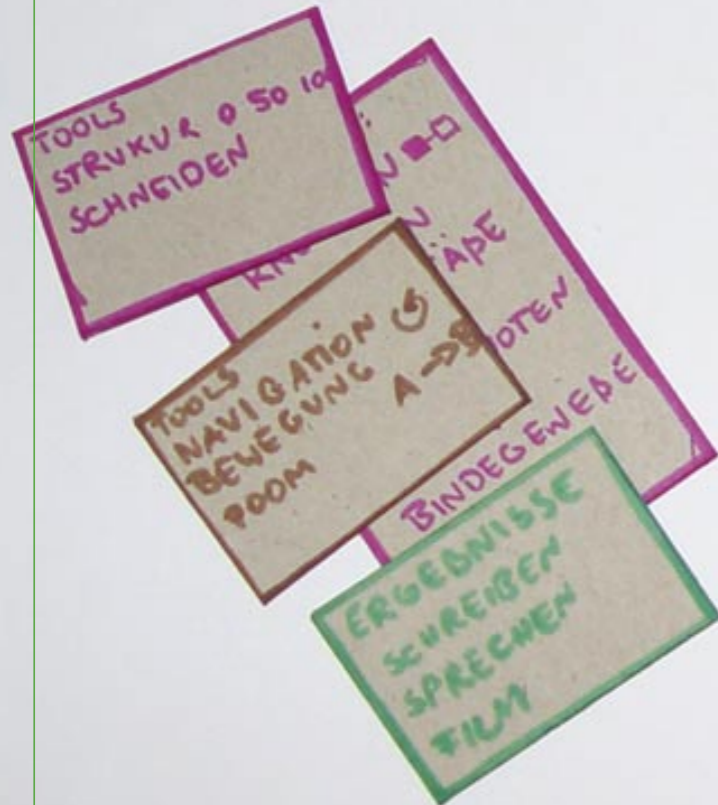
Infozeilen beinhalten Fakten zum Patienten (dunkelblau) und zum Krankheitsbild (türkis).

HERR MÜLLER	90KG	RAKIALE ND	OP 10.00	DR. FEIST	OP2
TUMOR	LINKS	O20	größter LK	MUSKELN	NERVEN

Knetmodelle

54

Toolboxen beinhalten alle vorstellbaren und auch noch nicht vorstellbare Werkzeuge für eine gute Therapieplanung.



Knetmodelle sollten die Navigation im 3D-Raum besser verdeutlichen. Hier zu sehen ein Kopf (gelb), Hals (orange), Tumoren (blau) und Lymphknoten (rot). Die einzelne Abbildungen sollen eine detaillierte Darstellung symbolisieren.



Zweidimensionale Schichten: Axial von Oben, Coronal von Vorn und Sagittal von der Seite (von oben nach unten).

Welche Bausteine werden benötigt?

Anfangs möchte ich klären, welche Bestandteile in das Programm integriert werden müssen. Es gibt eine Fülle von Informationen, die enthalten sind. Dabei gibt es zum einen die Gruppe, die lediglich anzeigt und eine andere dient der Planung. Somit würde ich alle Daten, die der Diagnose dienen und nur anzeigenden Charakter haben, in eine virtuelle Patientenakte legen. Die andere Gruppe soll dem Arzt die Möglichkeit geben eine sinnvolle Therapieplanung vorzunehmen. Er können dort die gesammelten Daten, wie CT- und 3D-Modell aufgerufen, bearbeitet und betrachtet werden. Gewonnene Erkenntnisse über das Krankheitsbild können hier speziell und direkt dargestellt werden.



Die virtuelle Patientenakte

Die virtuelle Patientenakte, enthält ein Foto vom Patienten und alle Daten, die ihn beschreiben: Namen, Geburtstag, Geburtsort, Gewicht, Tag der Operation und den Befund, der durch einen Radiologen erstellt wurde. Diese Details sind in wenigen Sätzen in einer Box zusammengefaßt, für den Arzt bilden sie die Operationsgrundlage.

Persönliche Daten, wie Foto, Geburtsdatum, Geburtsort, Gewicht könnten auf der Chipkarte der Krankenkasse zukünftig gesichert sein und somit beim Einlesen der Daten auf dem Computer gespeichert werden.

Therapieplanung

In diesem Bereich sollen auf der einen Seite, dem Arzt der größtmögliche Freiraum geboten werden, um den Patienten aus allen Winkeln zu betrachten. Auf der anderen Seite sollen wichtige Aspekte bereits vorgefertigt sein, denn Fragen die der Arzt immer hat, können zum Beispiel in vorbereiteten Modulen aufgerufen werden. So kann der Arzt wertvolle Zeit und Konzentration in die Operationsvorgehensweise stecken.

Im folgenden möchte ich kurz die einzelnen Komponenten dieser Darstellungseinheit erklären: die Box mit den Krankheitsmerkmalen, wobei durch Auswahl der einzelnen Krankheitsmerkmale eine Art „Film“ abgespielt wird. Desweiteren das Navigations-Steuerungspult, welches die Möglichkeit bietet, immer einen Ausblick auf den kompletten Kontext zu haben. Die Navigation wird vereinfacht durch erklärendes Bildmaterial. Eine andere Komponente wäre das Tool zur Bearbeitung von Strukturen, für die Einstellung von Transparenzen, das Ein- bzw. Ausblenden oder Wegschneiden unwichtiger Strukturen. Ein letztes Arbeitsfeld ist der Bereich zum festhalten der Ergebnisse während der Therapieplanung, dieses bietet die Möglichkeit wichtige Bilder festzuhalten und dadurch Rücksprachen halten zu können.



Die erste Idee zur Gestaltung einer virtuellen Patientenakte.



Herr Müller
19.05.1950 Erlangen
1,75m
80 Kg

Befund selektive ND

Radiologe:
Tumoren befinden sich hauptsächlich auf der linken Halsseite, es konnten 10LK gefunden werden der größte mit 22mm im Level 1
Angrenzende Risikostrukturen sind der Nervus accessorius

OP-Termin Di 10.10.
10.00 Dr. Feist

Lage Tumoren
links
○ 10
○ 2cm
Angrenzende Risikostrukturen

Eine erste Anordnung der Komponenten auf dem Bildschirm der Therapieplanung.

Herr Müller Größe Gewicht Befund selektive ND OP-Termin Di 10.10. 10.00 Dr. Feist

		A
		C
	C	S

Level1
Level3
Größter Lymphknoten
Links

Idee „Krankenhausaufenthalt“

Eine andere Idee war es, jegliche Diagnostik im Krankenhaus ebenfalls festzuhalten. Jedoch besitzt jedes Krankenhaus seine eigenen Programme.

Aber eine Kopplung anderer bildgebender Verfahren könnte trotz allem interessant sein. Wenn zum Beispiel ausser der CT noch ein Ultraschall des Patienten erfasst wurde, könnten diese Daten auch im Vergleich mit dargestellt werden. So ist eine detailgetreue Planung möglich. Schwierige Bilder können exakter ausgewertet werden.


Im weiteren erschien ein Kalender, eine gute Möglichkeit Patientendaten zu öffnen. In diesem Fall wären alle Neck dissection, einer HNO-Klinik, eines bestimmten Zeitraumes, zum Beispiel eines Tages oder einer Woche, abrufbar. Es wäre demnach vorstellbar, mehrere an einem Tag stattfindende Operationen, nacheinander durchzusprechen. Jedoch kommt dieser Fall nicht allzu häufig vor und eine Planung wäre auch ohne eine kalendarische Einstellung nach einer Reihenfolge möglich.

Hierbei werden in einem Kalender die bevorstehenden Operationen gekennzeichnet und über diese ist die Auswahl des Patienten möglich.

In dieser Idee werden alle Untersuchungen des Patienten festgehalten.

MO 02.10.	DI 03.10.	MI 04.10.	DO 05.10.	MO 09.10.	DI 10.10.	MI 11.10.
Herr Wurm						
	Herr Wurm		Herr Wurm			
					Herr Wurm	

Diagnose




Herr Wurm
19.05.1950 Erlangen
Größe
Gewicht

Befund selektive ND

OP-Termin Di 10.10.
10.00 Dr. Feist

○ 10 ○ 2cm rechts

Diagnose




Herr Wurm
19.05.1950 Erlangen
Größe
Gewicht

Befund selektive ND

OP-Termin Di 10.10.
10.00 Dr. Feist

○ 10 ○ 2cm links

Krankenhausaufenthalt



Herr Wurm
Untersuchung1
Untersuchung2
Vitalitätscheck

Therapie

Herr Wurm Größe Gewicht Befund selektive ND OP-Termin Di 10.10. 10.00 Dr. Feist

		A
		C
		S

Level1 Level3 Größter Lymphknoten

Ergebnisse festhalten
schriftlich
aufsprechen

Therapie

Herr Wurm Größe Gewicht Befund selektive ND OP-Termin Di 10.10. 10.00 Dr. Feist

		A
		C
		S

Level1 Level3 Größter Lymphknoten

Ergebnisse festhalten
schriftlich
aufsprechen
film erstellen

Eine andere Art der Gliederung wäre die Patienten nach Dringlichkeit der Operation zu ordnen, jedoch ist diese bei der Tumorentfernung immer gegeben.

Hier eine Wahl nach Dringlichkeit der Operation.

Liste nach Dringlichkeit

Herr Wurm Frau Morgen
Herr Müller Frau Wolff

Diagnose

Herr Müller
19.05.1950 Erlangen
Größe
Gewicht

Befund selektive ND

OP-Termin Di 10.10.
10.00 Dr. Feist

○ 10 ○ 2cm links

Therapie

Herr Wurm Größe Gewicht Befund selektive ND OP-Termin Di 10.10. 10.00 Dr. Feist

		A
		C
	A	S
Level1	Level3	Größter Lymphknoten

Ergebnisse festhalten
schriftlich
aufsprechen
film erstellen

Bildschirminhalte

Nachdem die Komponenten (Patientendetails, Therapieplanung) für den Bildschirm geklärt waren, konnten diese auch in einem ersten Entwurf auf dem horizontal ausgerichteten Bildschirm angeordnet werden. Die verschiedenen Fenster sind mit unterschiedlichen Funktionen belegt und ermöglichen dem Arzt einen guten Einblick in das Krankheitsbild des Patienten.

Eine Zeile, mit Befunddetails, führt hier durch das Programm. Durch Aufrufen eines Details passen sich die Bilddaten im Betrachtungsfenster an. So können nach und nach alle Erkenntnisse zum Falle betrachtet werden.

Bildschirminhalte

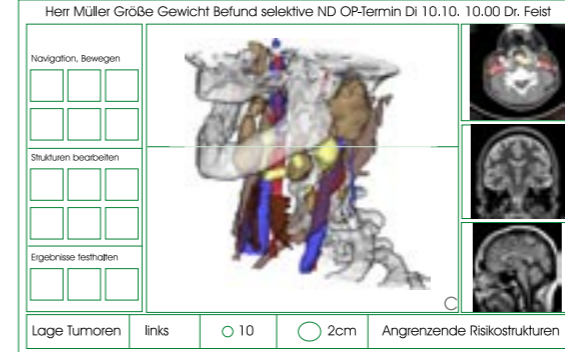
60

Eine erste Teilung des Raumes vom Bildschirm.

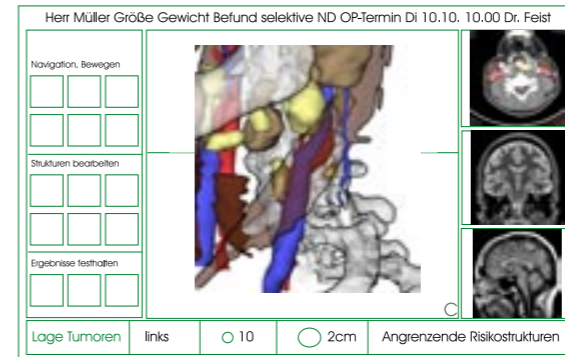
Herr Müller Größe Gewicht Befund selektive ND OP-Termin Di 10.10. 10.00 Dr. Feist

Navigation, Bewegen		A
Strukturen bearbeiten		C
Ergebnisse festhalten		S
Lage Tumoren	links	○ 10
		○ 2cm
Angrenzende Risikostrukturen		

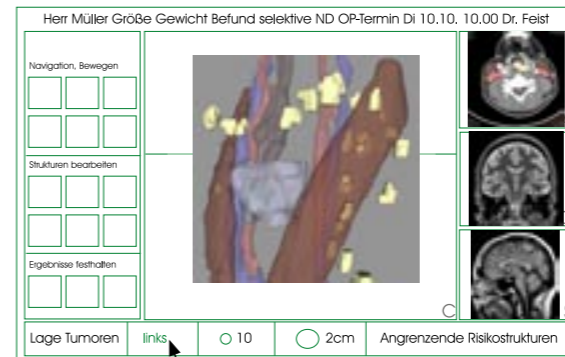
Ein Ablauf wie der Arzt das Programm nutzen könnte. Zu Beginn starten.



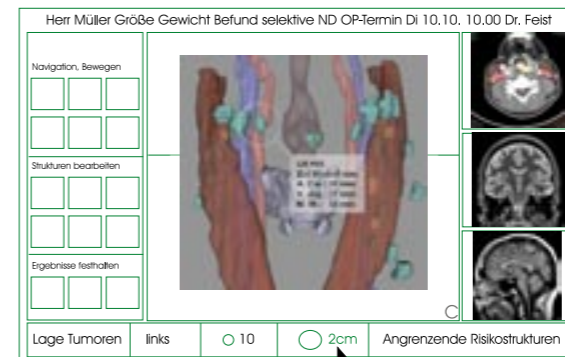
Wahl der Lage Tumoren.



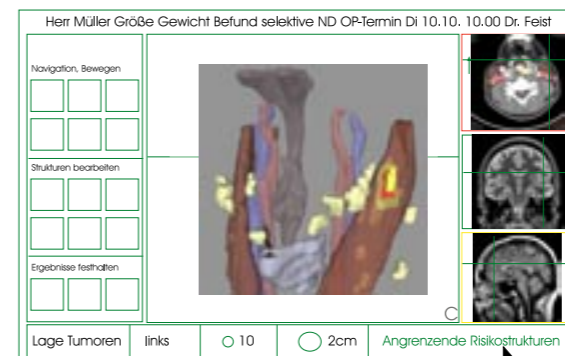
Auswahl der linken Halshälfte.



Detaillierte Beschreibung der gewählten Struktur.

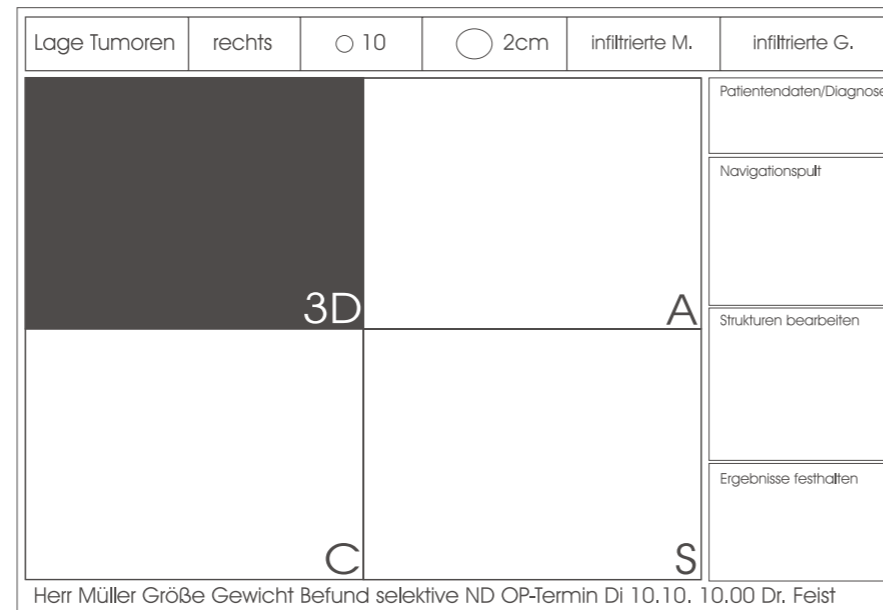


Kennzeichnung von betroffenen Risikostrukturen.

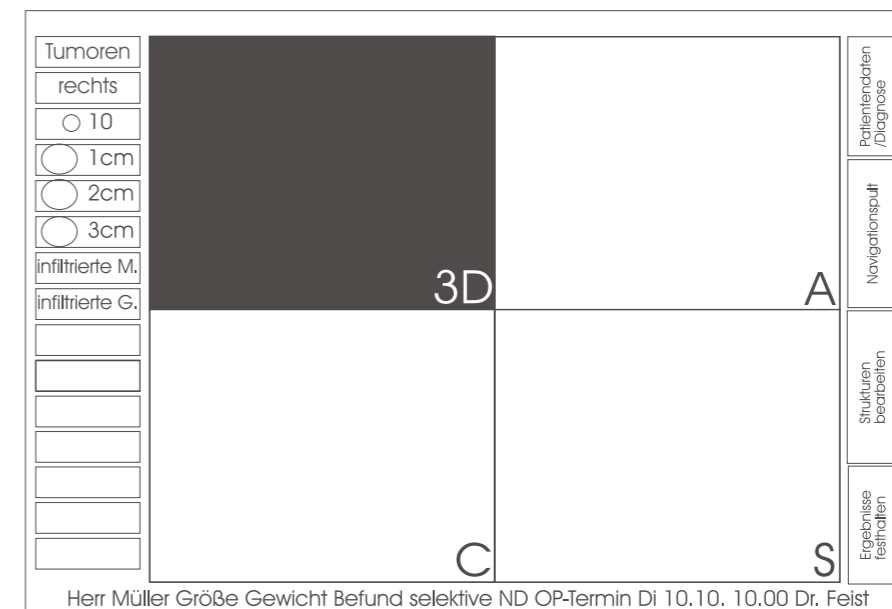
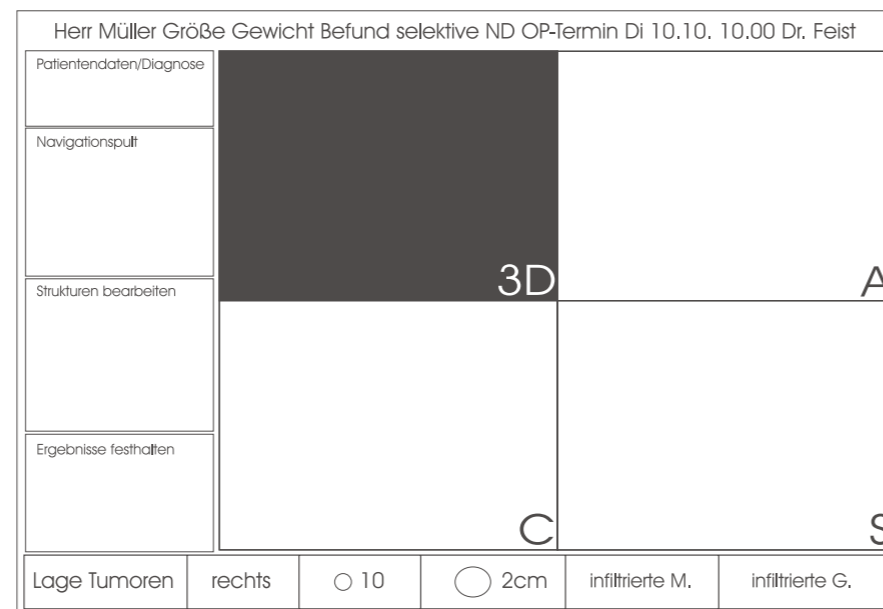
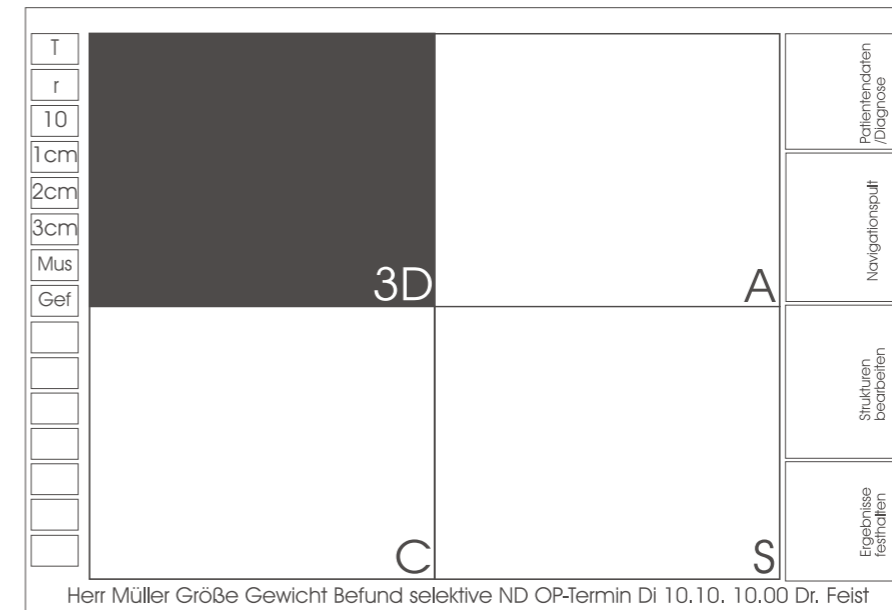


Verschiedene Bildschirmaufteilungen sollten zeigen, welcher Darstellungsmodus, für die Anwendung, sinnvoll ist. Viel Platz für die bildlichen Darstellungen waren das Ziel, so ergaben sich zum einen die Reduktion von Toolboxes oder das Auf- bzw. Zuklappen dieser, je nach Aktion.

Reduzierte Toolboxes.



Das Auf- bzw. Zuklappen der Toolboxes.



Navigation im 3-dimensionalen Raum

Ärzte haben nicht so viel Kontakt mit 3-dimensionalen Programmen, jedenfalls wurde eine solche Fähigkeit früher nicht gebraucht, da es keine Anwendung dafür gab. Heute ändert sich das zusehend, denn 3D-Programme zur Darstellung der komplexen Anatomie sind unverzichtbar. Die Handhabung sollte sich an dem seltenen Gebrauch orientieren und intuitiv nutzbar sein.

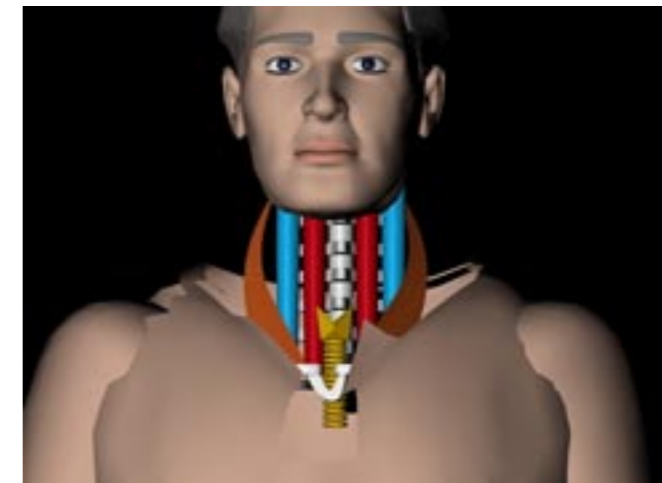
Die Navigation im 3-dimensionalen Gebiet ist keine leichte Sache. Besonders ohne vorherige Kenntnisse führt eine Navigation/Bewegung/Drehung schnell zu unerwünschten Ergebnissen. Man steuert in ungewollte „Gegenden“, findet sich dort nicht zurecht und mit der Steuerung gibt es kein zurück. Es darf keine Möglichkeiten geben das 3D-Modell so zu verdrehen, dass es keinen Ausweg mehr gibt. Deswegen sind vorgefertigte Einstellungen ein gutes Mittel einer Fehlnavigation vorzubeugen.

Um solch eine Fehlsteuerung zu umgehen, habe ich mir als Ziel gesetzt die Navigation so übersichtlich wie möglich zu halten. Ein Navigationspult soll diesem Zweck dienen.

Ein erster virtueller Patient sollte die Bewegungsgrade aufzeigen. Wie dreht man? Es kam dabei heraus, dass eine Fehlnavigation durch zoomen und bewegen vorkommt.

Die Steuerung musste also eingeschränkt werden. Das kann durch Stopper, die das weiterdrehen verhindern, geschehen. Dann entstand jedoch die Frage, an welchen Punkten ist ein solcher Stopper sinnvoll? Wie weit kann der virtuelle Patient gedreht werden.

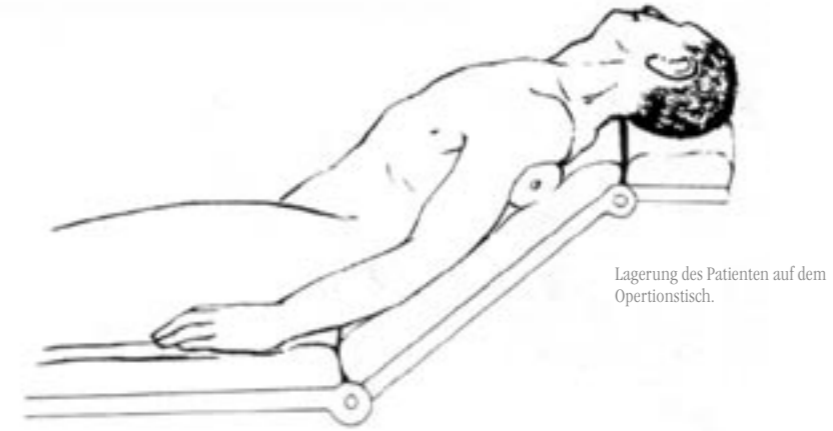
Ein erster 3-dimensionaler Patient erstellt im Programm Cinema 4D; aus einfachen geometrischen Körpern und einem Zygote-Mann.



Assoziation-Operationstisch

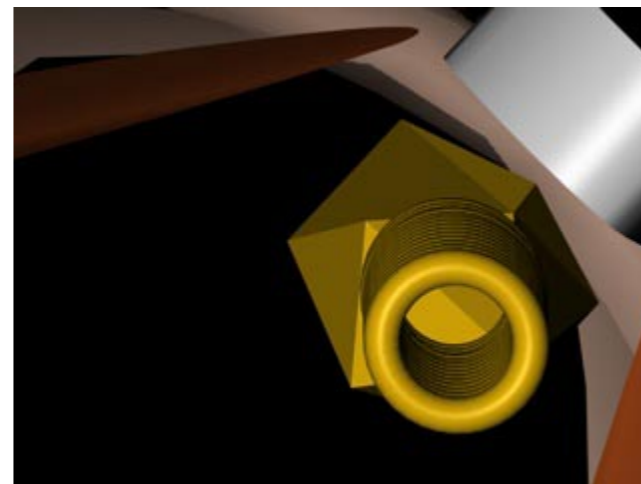
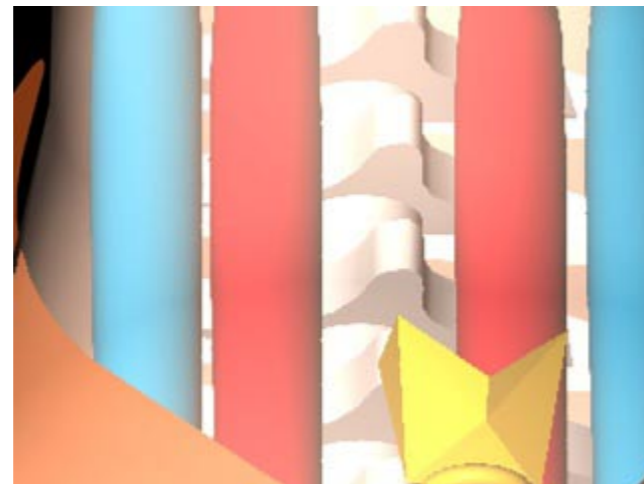
Die Beweglichkeit des Patienten und auch die Lage auf dem Operationstisch, welche eine bestimmte Neigung aufweist, schränkt den Drehradius ein. Die Schlussfolgerung ist, dass die Steuerung des 3D-Modells, an der Drehbarkeit des realen Patienten, orientiert wird.

Eine Einschränkung der horizontalen Ebene, ist nicht nötig, da eine solche Betrachtungsweise in der Realität leicht nachzuvollziehen ist. Jedoch kann eine Einschränkung der Vertikalen von Vorteil sein, dies sollte bei 45° Drehung nach oben und 45° Drehung nach unten passieren.



Lagerung des Patienten auf dem Operationstisch.

Verdrehte Darstellung.

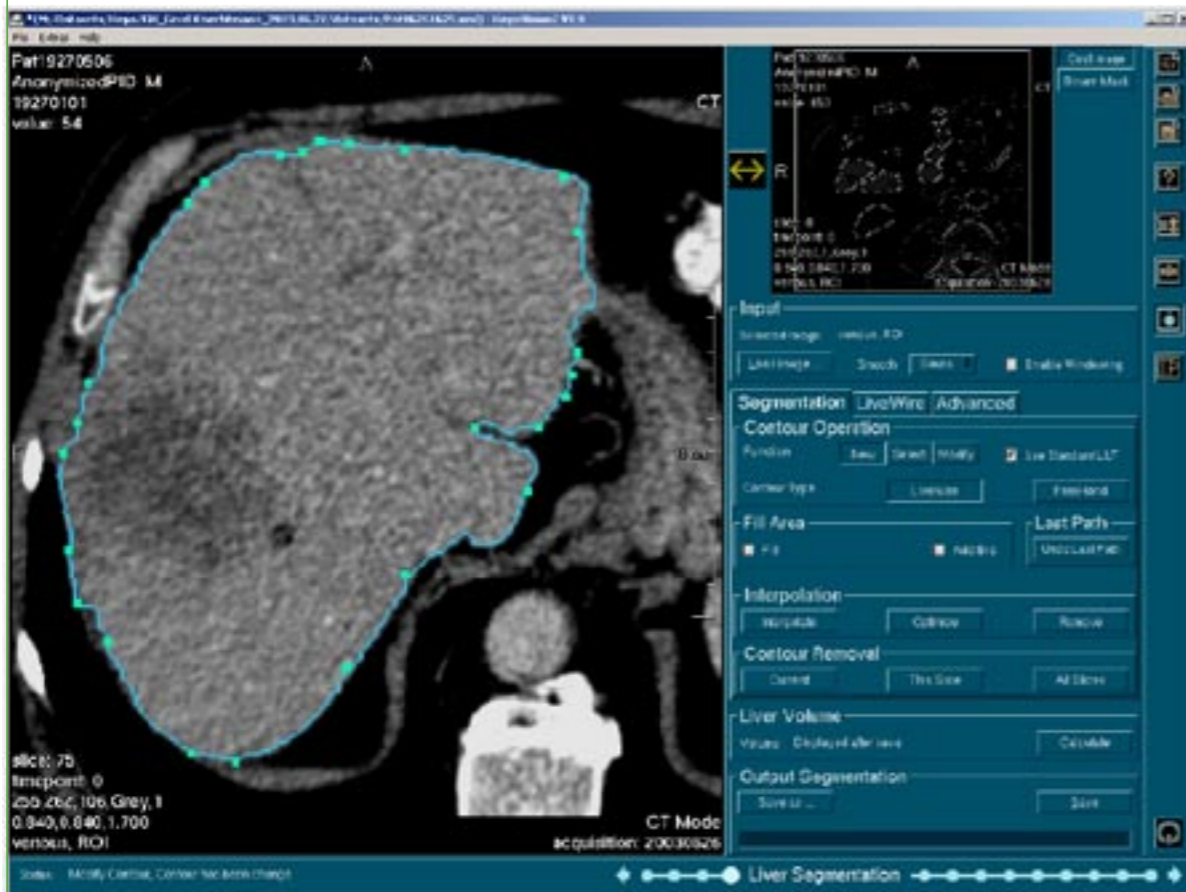


3D-Daten

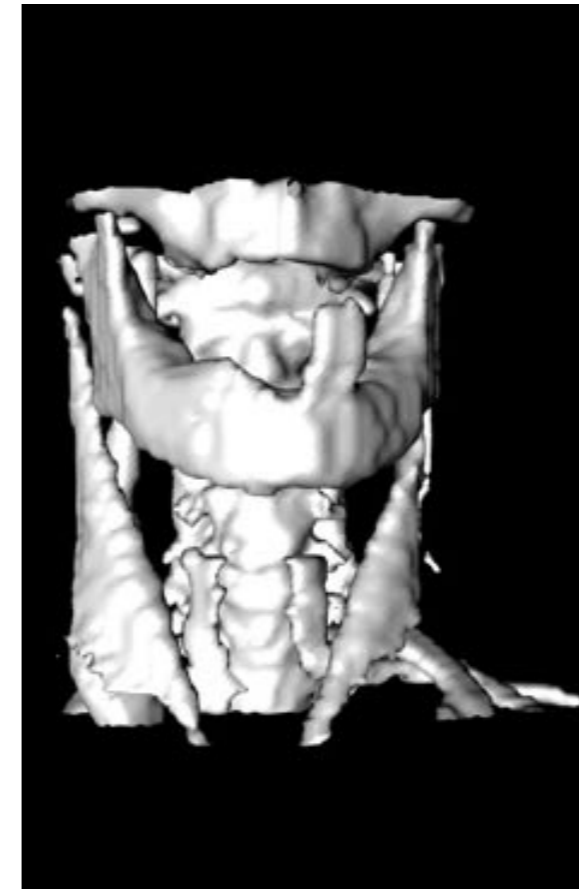
Nachdem die CT-Bilder erfasst wurden, müssen diese segmentiert werden, das heißt jede einzelne Struktur des Halses muss auf den Bilddaten erkannt und gekennzeichnet werden. Erst danach kann ein 3-dimensionaler Patient modelliert und eine Therapieplanung begonnen werden.

3D-Daten

64

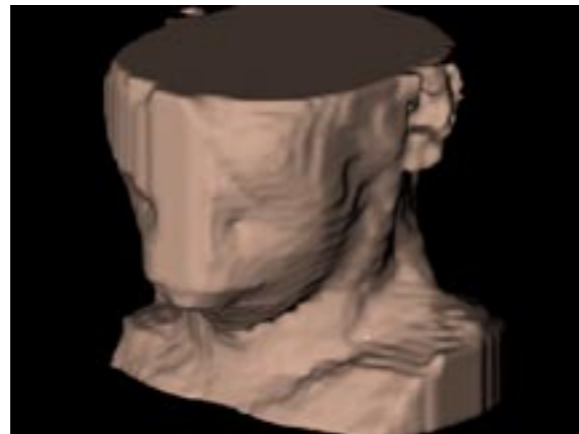


Links: Eine Segmentierung, hier durch das Programm HepaVision von MeVis.
Rechts: Ein erstes Rendering der Halsstrukturen.



Die auf dieser Seite gezeigten Bilder, stellen die 3D-Daten, mit denen die Mediziner arbeiten, dar. Eine eigentümliche Anmutung der Oberflächen des Datensatzes kommt zustande, weil nicht alle Teile komplett gescannt werden. Gründe dafür sind die hohen Aufwandskosten, die dafür beanspruchte Zeit und eine kürzere Röntgenbestrahlung, für das Wohlbefinden des Patienten. So wird zum Beispiel auf das Scannen von Körperteilen, die für eine Therapieplanung unwichtig und außerhalb des Operationssitus liegen, verzichtet. Die Darstellung des Halses mit der umgebenden Haut, ist für die Ärzte nicht notwendig, da sie Patienten an Hand von anatomischen Eigenarten gut wiedererkennen können und die Haut bei der Operationsplanung weniger von Bedeutung ist.

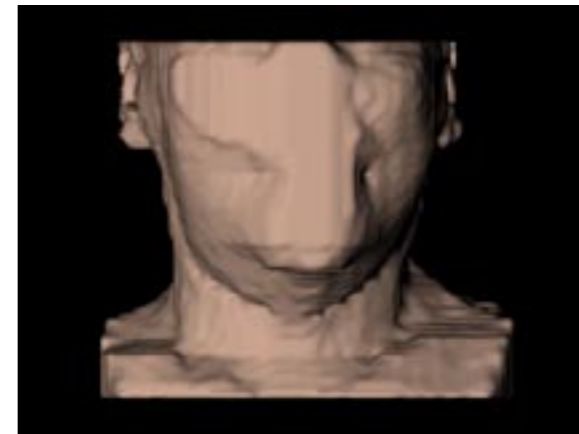
Obwohl Strukturen, wie die Haut nicht komplett gescannt werden, ist das Erkennen der patientenindividuellen Anatomie möglich.



Der virtuelle Patient ohne Haut.



Das Fehlen der Nase.



Ideen zum Bewegen und Steuern des 3D-Modells

Das Einfügen von Hilfsmitteln sollte die Orientierung unterstützen und eventuell gleichzeitig die Bewegung und Steuerung möglich machen. Das Hineinschieben einer Ebene trennt somit Strukturen die sich dahinter befinden, zeigt die Lage der jeweiligen CT-Schicht an und lenkt das Augenmerk auf den gewählten Kontext.

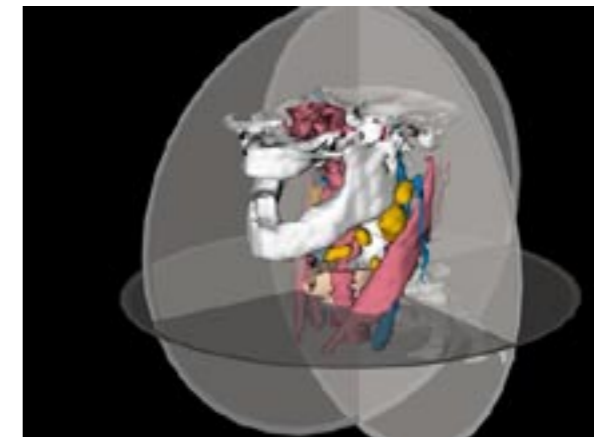
Durch das Setzen einer Schicht konnte die Orientierung verbessert werden, aber eine sichere Aussage über die Lokalität des CT-Schnittes im 3D-Modell konnte nicht getroffen werden. Deshalb wurden im weiteren Schritt verschiedene Texturen in diese Ebene eingebettet, aber dies schränkte die Sicht auf die Strukturen ein.

Im Folgenden wurden alle 3 Flächen eingesetzt, da diese permanent auf dem Bildschirm dargestellt werden und somit einen Bezug zum 3D-Patienten schaffen sollten. So entstand noch mehr Verwirrung, da nun keine Fläche klar erkannt werden konnte und diese eine Sicht auf die Strukturen komplett behinderten. Im Besonderen beim Zoom fiel die Unbrauchbarkeit auf.

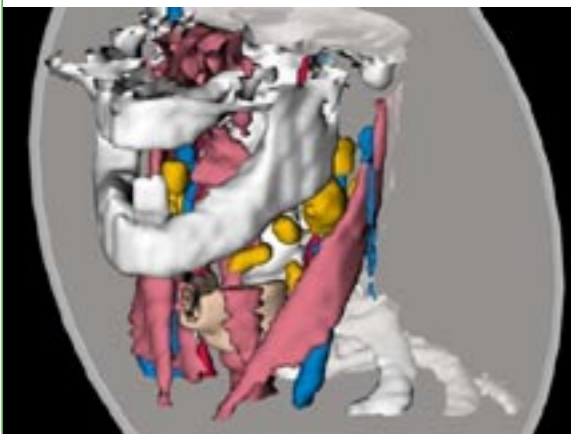
Bewegung/Steuerung

66

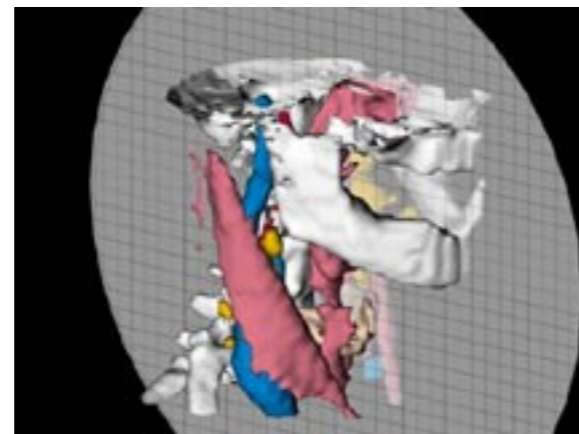
Oben: die Verwendung der Flächen im 3D-Modell.
Unten: ein Ausschnitt gezoomt.



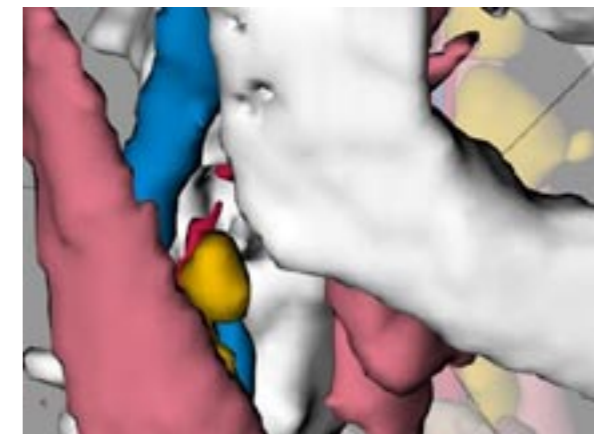
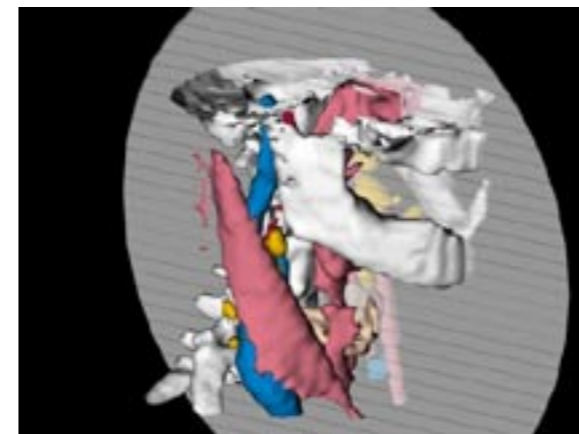
Die Verwendung einer semi-transparenten Fläche.



Hier wurde eine Karotextur eingefügt.



Der Einbau einer linearen Textur.

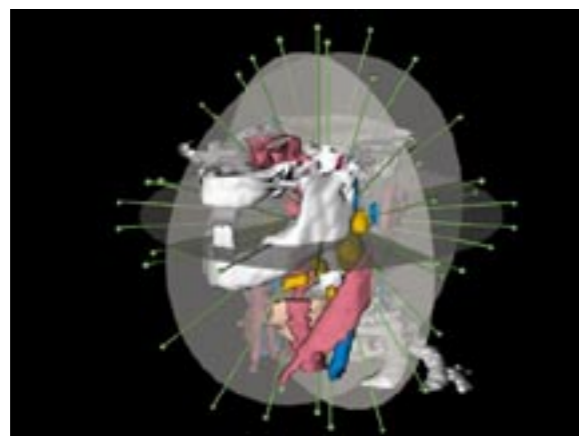
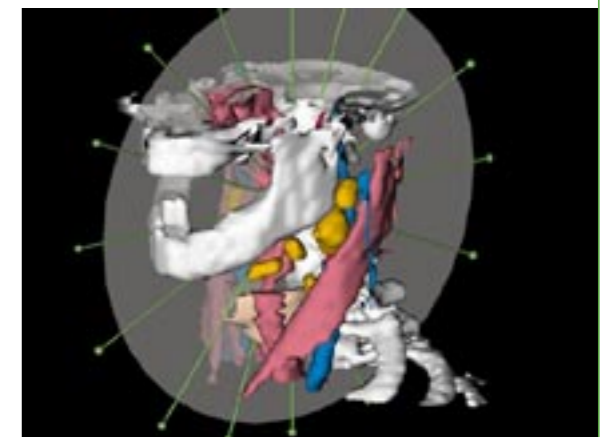
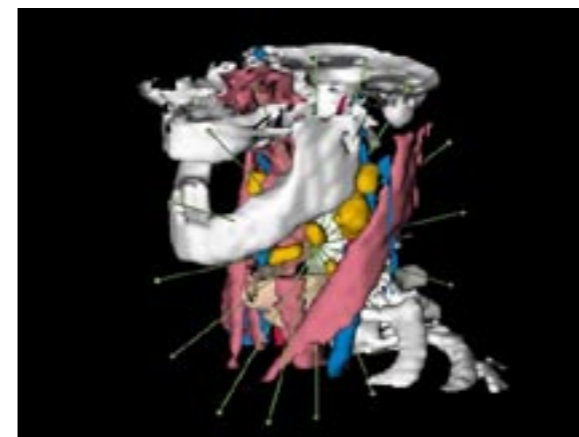


Die Speichen eines Fahrrades folgen der Drehbewegung und Hebel erwecken beim Benutzer die Assoziation der richtigen Nutzung. Deshalb sollten „Speichen“ diesen Effekt bzw. diese Assoziation auch der Navigation erzielen. Die Kugeln sind als „Anfasser“ gedacht, welche die Drehrichtung und die Lage der Ebenen bestimmen. Diese Darstellung wirkt sehr unordentlich und unüberschaubar, somit ist eine einfache Handhabung ausgeschlossen.



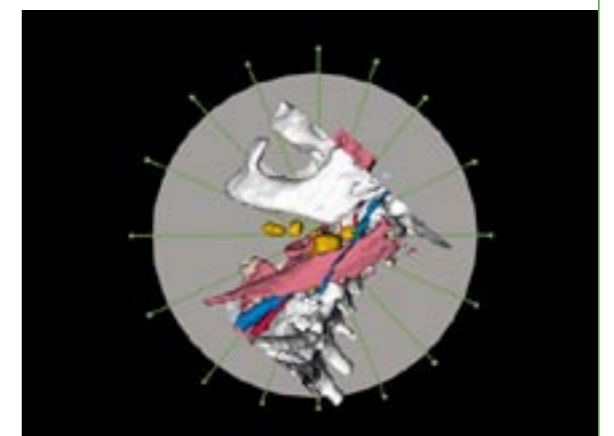
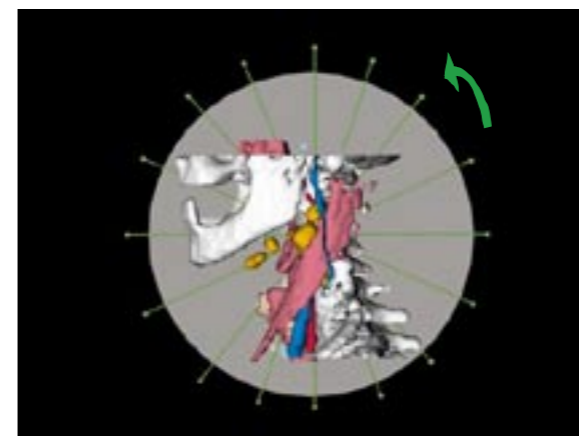
Alle 3 Ebenen im Modell vereint, lassen keine Übersichtlichkeit zu.

Das Model bewegt sich nur in eine Richtung, um nicht beabsichtigte Bewegungen zu verhindern.



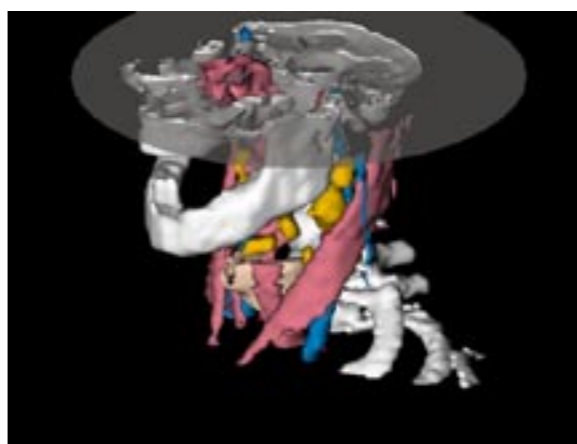
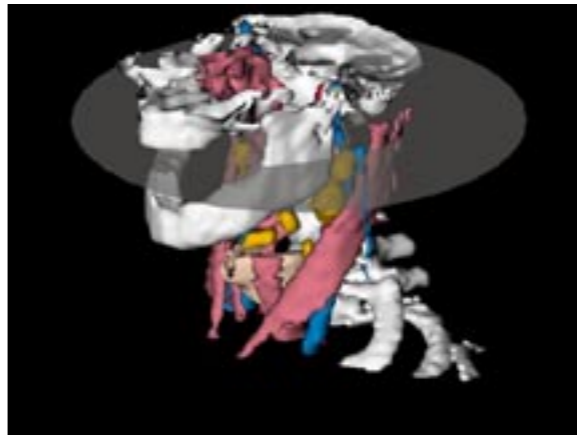
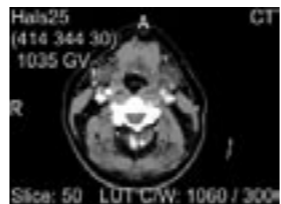
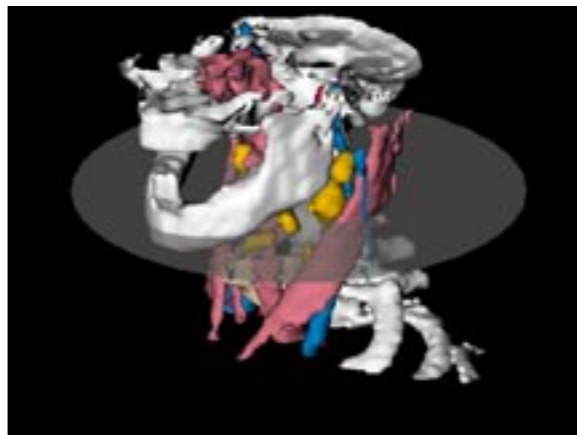
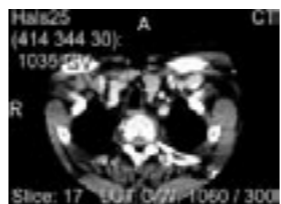
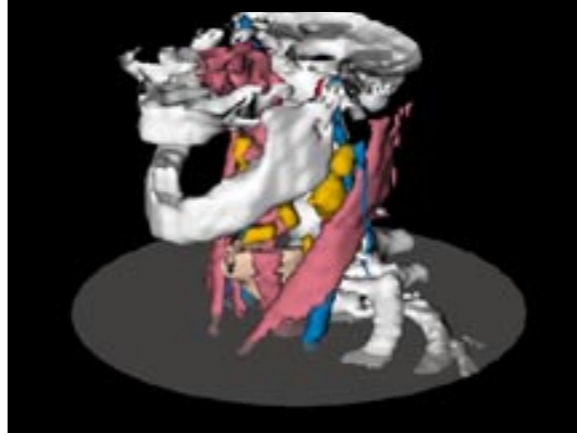
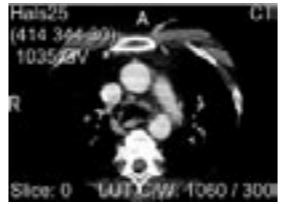
Auch das Hinzufügen der semi-transparenten Scheiben schafft keinen Überblick.

Die Drehung erfolgt über die Ansteuerung eines „Speichenkopf“ per Maus.

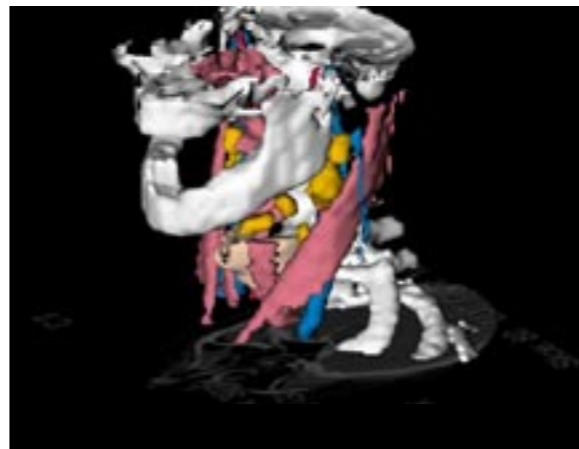
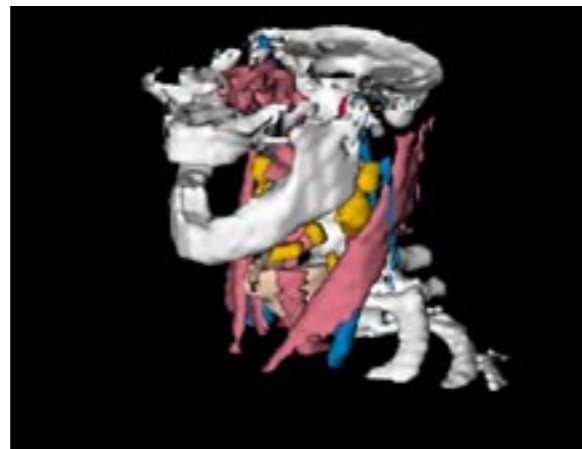
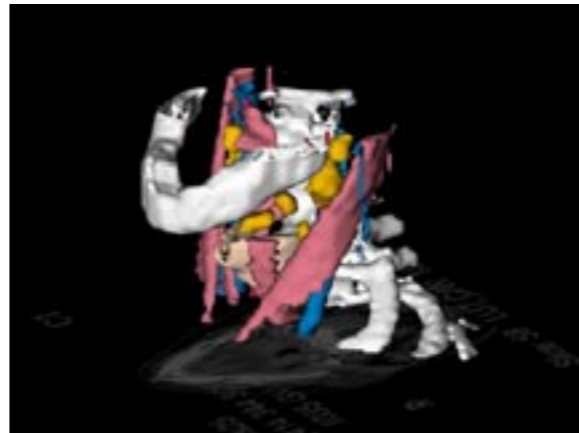
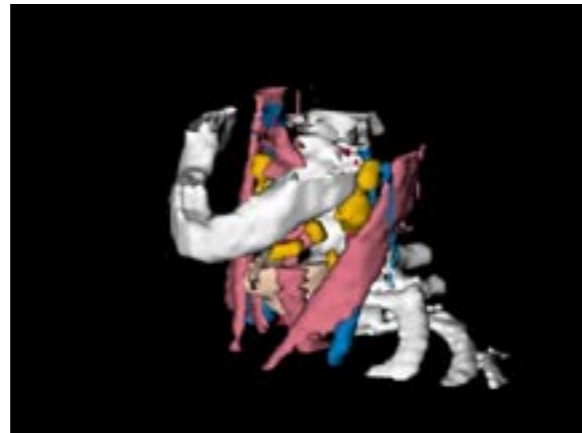
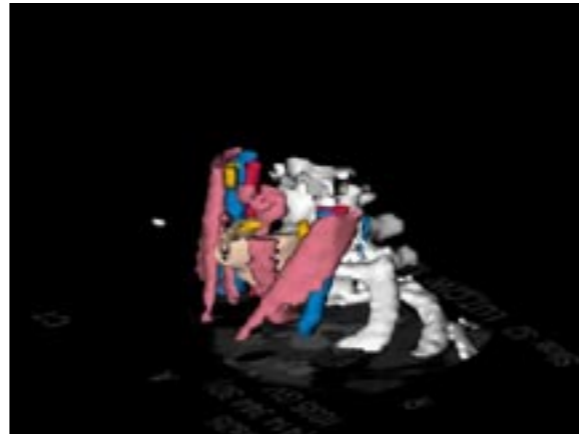


Schichtendurchlauf

Aus den Vorüberlegungen heraus, entstand die Vergewisserung, dass eine Kombination von CT-Schichten und 3D-Bild sinnvoll ist, da eine eindeutigere Lokalisation der Strukturen stattfinden kann. Jedoch musste ein besserer Darstellungsmodus als die zuvor genannten, gefunden werden. Der Einsatz des CT-Bildes, als Ebene, ergab eine bessere Zweckmäßigkeit.



Linke Spalte: axiale Bilddaten.
Rechte Spalte: eine semi-transparente
Scheibe durchwandert das Modell.



Linke Spalte: das Modell baut sich nach und nach auf.
Rechte Spalte: das CT-Bild wird zur Unterstützung mit angeboten.

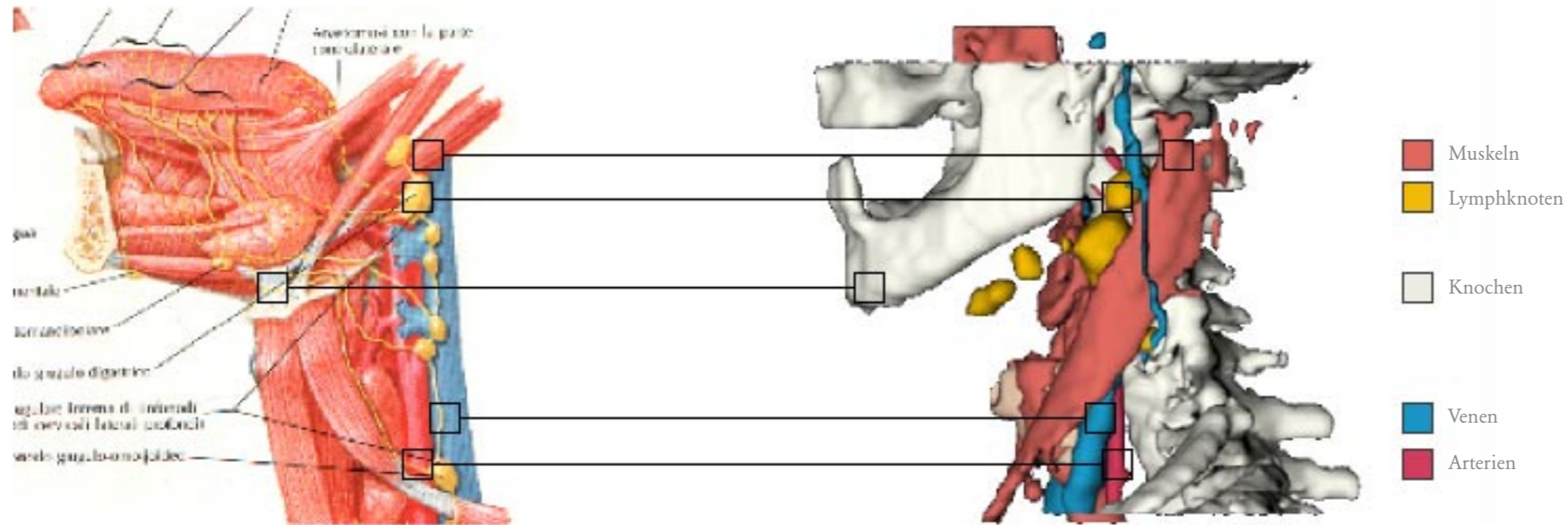
Farbgebung wie im Anatomiebuch

Die Darstellung des 3D-Modells wurde im folgenden, farblich an die Gestaltung von Strukturen eines Anatomiebuches angepasst, somit ist die Wiedererkennung vereinfacht.

In der filigranen Zeichnung wurden die unterschiedlichen Oberflächengegebenheiten gut nachgebildet, außerdem wurde viel Licht bzw. Weiß eingesetzt. Im 3D-Rending sind die Oberflächengegebenheiten durch die Bilddaten bedingt und der Einsatz von Schatten, lässt die Darstellung dunkler anmuten.

← Farbgebung

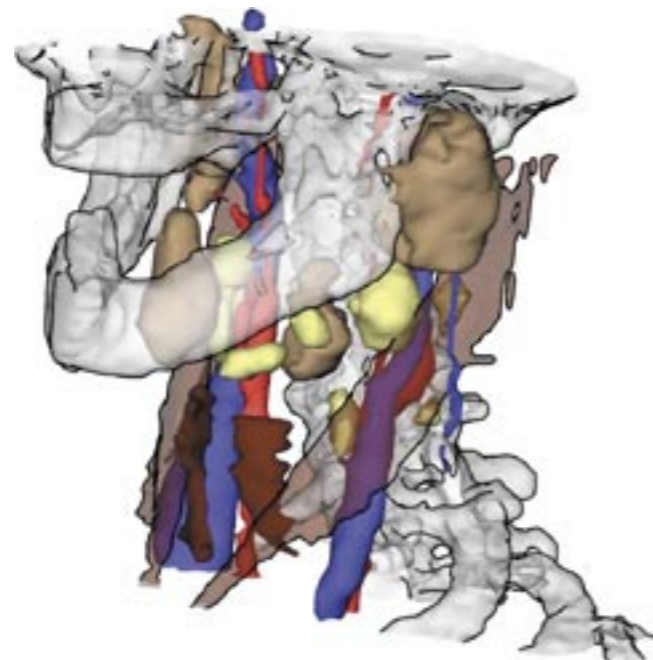
70



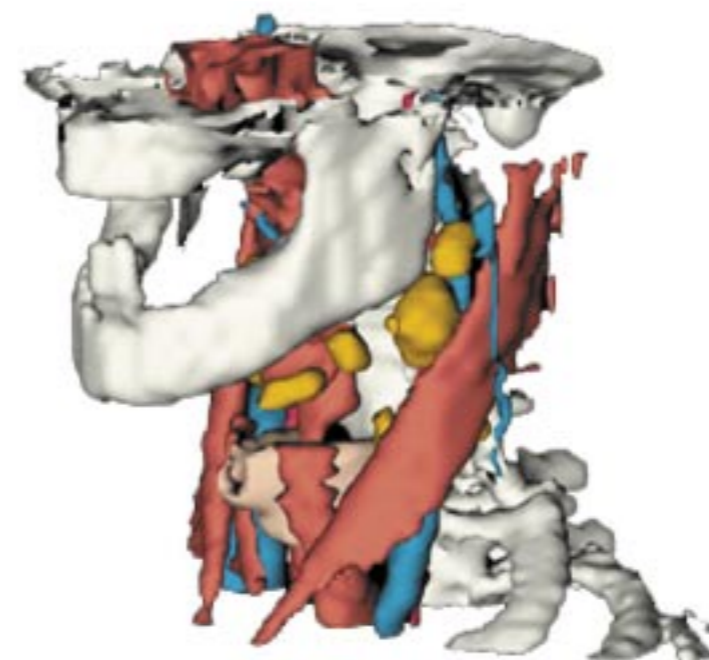
Eine Farbvariante, die den Farben eines Anatomiebuches entspricht.

Die unten dargestellte Abbildung stellt die vorherige farbliche Gestaltung und die angepasste des 3D-Modells gegenüber dar. Die alte Farbgebung erscheint im Gegensatz zu der neuen zurückzutreten und wirkt viel kühler. Vor einem grau farbenem Hintergrund kann sich das Modell nicht gut abheben, weil die Farben einen hohen Anteil davon tragen.

Aktuelle Farbgebung.



Veränderte Farbgebung.

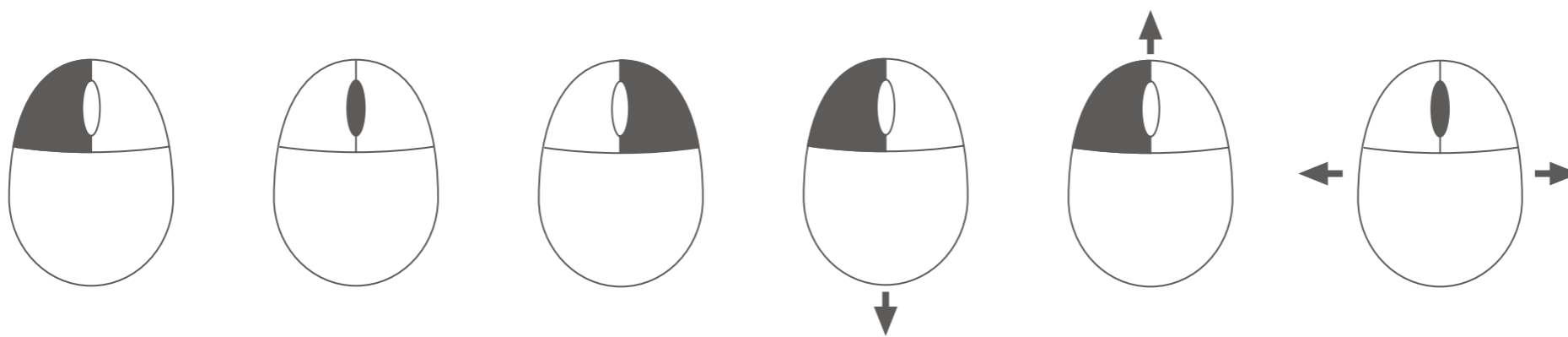


Navigationstools

Herkömmliche Navigationstools, beinhalten beispielsweise Toolboxes mit integrierten Werkzeugen (in Form von Symbolen), mit denen eine bestimmte Tätigkeit ausgeführt werden kann. Dabei steht zumeist: ein Pfeil für auswählen, ein runder Pfeil für drehen, eine Lupe für zoomen und eine Hand für verschieben. In vielen Programmen ist auch die Maus mit bestimmten Funktionen belegt, zum Beispiel: klicken für Auswahl, ein gedrückt halten der linken Maustaste und bewegen der Maus für drehen und das bewegen des Scrollrades für Zoom.



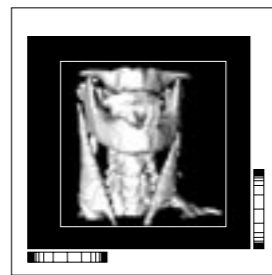
Eine Toolbox beinhaltet verschiedene Werkzeuge zur Bearbeitung des Inhaltes einer Software.



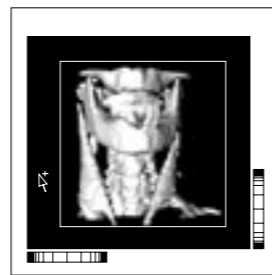
Die Maus kann in vielen Varianten eingesetzt werden und somit unterschiedliche Aktionen ausführen.

Navigationsboxen haben den Vorteil einer sofortigen Rückkopplung der Aktion. So kann auch bei Darstellung eines stark vergrößerten Ausschnittes, der Zusammenhang im Kontext erkannt werden. Das Objekt wird stets in seiner Gesamtheit dargestellt, wobei der Ausschnitt über einen Rahmen kenntlich gemacht werden kann. Trotz der guten Erkennbarkeit, gibt es viele Varianten die Steuerung zu bedienen, unten sind zwei verschiedene Arten dargestellt.

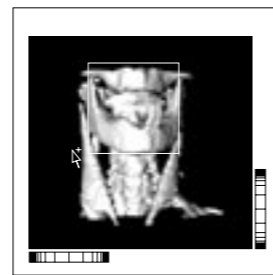
Das Steuerungspult.



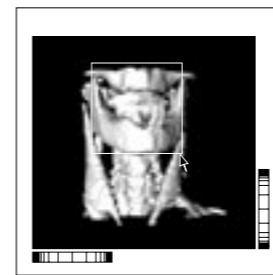
Ein Cursorwechsel signalisiert das Zoomen.



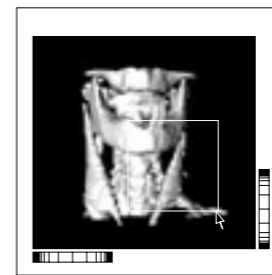
Das Auswahlfenster verkleinert sich entsprechend des Zoom.



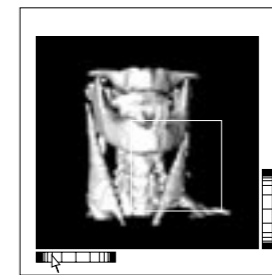
Die Auswahl kann mit Hilfe des Cursors verschoben werden.



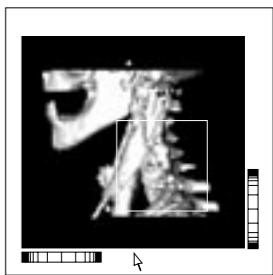
Entsprechend wird die Darstellung im gewünschten Ausschnitt präsentiert.



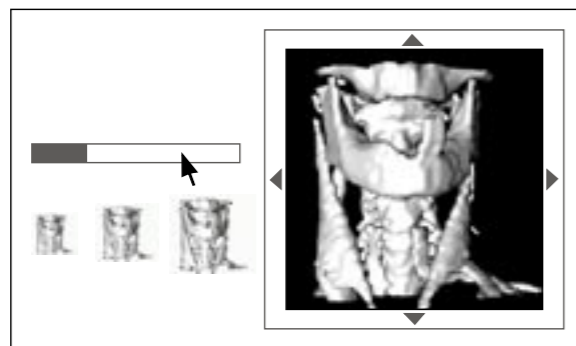
Die Scrollräder an den Seiten, stehen für die Drehung in einer bestimmten Achse.



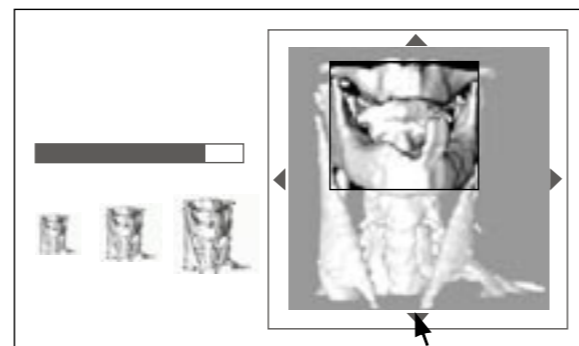
Entsprechend der Drehung des Scrollrades, bewegt sich auch die Navigationshilfe.



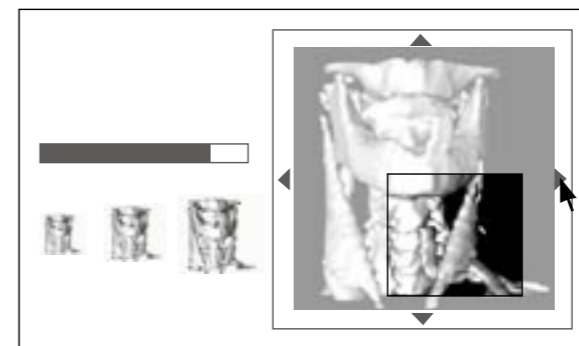
Das Zoomen wird über voreingestellte Zoom-Stufen erreicht.



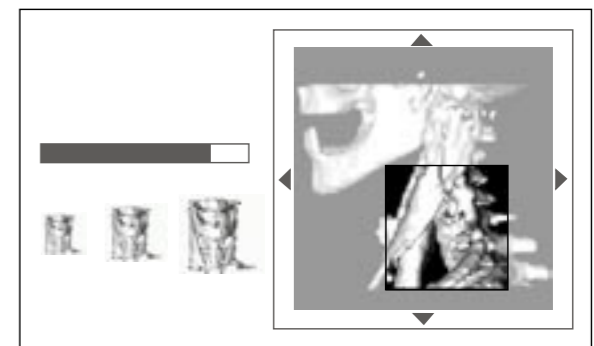
Durch zoomen verändert sich die Größe des dargestellten Ausschnittes, nicht gezeigte Bereiche werden leicht-transparent überblendet.



Der ausgewählte Bereich kann mit der Maus verschoben werden.



Eine Drehung des Objektes erfolgt die dreieckigen Symbole.



Strukturen-Fenster

Das Strukturen-Fenster beinhaltet alle anatomischen Strukturen des Halsbereiches, die sich in Gruppen teilen lassen. Ein sinnvolles Zusammenfassen ermöglicht dabei eine bessere Suche von Strukturen. Es gibt demnach Gruppen mit den entsprechenden Untergruppen, zum Beispiel Lymphknoten-Level, Muskeln, Blutgefäße und Nerven, andere Strukturen wie Kehlkopf oder Speiseröhre müssen wegen ihrer Wichtigkeit, einzeln dargestellt werden.

Für eine selektive Neck dissection ist es hierbei von Vorteil eine Halshälfte komplett ausblenden zu können, diese Wahl würde alle Strukturen-Gruppen in der weiteren Handlung mitbetreffen.

In dieser Idee dargestellt, werden alle Hauptgruppen, bei Auswahl einer Hauptgruppe, überblendet, dies bedeutet ein ständiges hin und her schalten und ist unpraktisch. Außerdem öffnen sich immer weitere Rahmen, die keinen Überblick zu lassen.

Es gibt für die Darstellung der Strukturen je zwei Zustände An (Weiß) bzw. Aus (Schwarz), diese Bearbeitungsmöglichkeit ist sehr einfach und ständig sichtbar.

Fenster Strukturen

74

Oben: alle Strukturen sind sichtbar.
Unten: nur Tumoren sind sichtbar.

Ein/Aus	Bearb.		
<input type="checkbox"/>		1	Knochen
<input type="checkbox"/>		2	Tumoren
<input type="checkbox"/>		3	Lymphknoten
<input type="checkbox"/>		4	Muskeln
<input type="checkbox"/>		5	Nerven
<input type="checkbox"/>		6	Blutgefäße
<input type="checkbox"/>		7	Kehlkopf

Oben: die Untergruppe Muskeln ist aufgeklappt.
Unten: die Strukturen der Blutgefäße werden angezeigt.

Ein/Aus	Bearb.	neu anle.	
<input type="checkbox"/>			1 Muskeln
<input checked="" type="checkbox"/>			2 links
<input type="checkbox"/>			3 rechts
<input checked="" type="checkbox"/>			4 M. sternocleidoma
<input checked="" type="checkbox"/>			5 M.
<input type="checkbox"/>			6 M.
<input type="checkbox"/>			7

Die Lymphknoten-Level werden dargestellt.

Ein/Aus	Bearb.		
<input type="checkbox"/>		1	Lymphknoten
<input checked="" type="checkbox"/>		2	Level1
<input type="checkbox"/>		3	Level2
<input type="checkbox"/>		4	Level3
<input type="checkbox"/>		5	Level4
<input type="checkbox"/>		6	Level5
<input type="checkbox"/>		7	

Ein/Aus	Bearb.		
<input checked="" type="checkbox"/>		1	Knochen
<input type="checkbox"/>		2	Tumoren
<input checked="" type="checkbox"/>		3	Lymphknoten
<input type="checkbox"/>		4	Muskeln
<input type="checkbox"/>		5	Nerven
<input type="checkbox"/>		6	Blutgefäße
<input type="checkbox"/>		7	Kehlkopf

Ein/Aus	Bearb.		
<input type="checkbox"/>		1	Blutgefäße
<input type="checkbox"/>		2	Arterien links
<input checked="" type="checkbox"/>		3	Arterien rechts
<input type="checkbox"/>		4	Venen links
<input checked="" type="checkbox"/>		5	Venen rechts
<input checked="" type="checkbox"/>		6	Hauptschlagader
<input type="checkbox"/>		7	

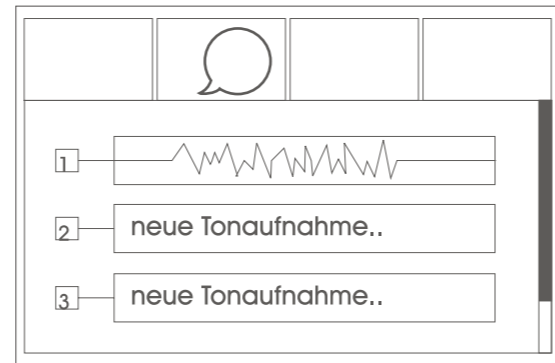
Ergebnisse festhalten

Eine weitere wichtige Komponente für die Therapieplanung ist es, gewonnene Erkenntnisse festzuhalten. Für diesen Zweck gibt es die Wahl zwischen dem Festhalten von Text in schriftlicher Form, Ton in Form eines Diktates oder auch die Aufnahme von Bildern. Diese Optionen können zum einen, vor der Operation den Austausch mit anderen Mediziner*innen bedeuten oder aber auch die Absicherung nach einer Operation.

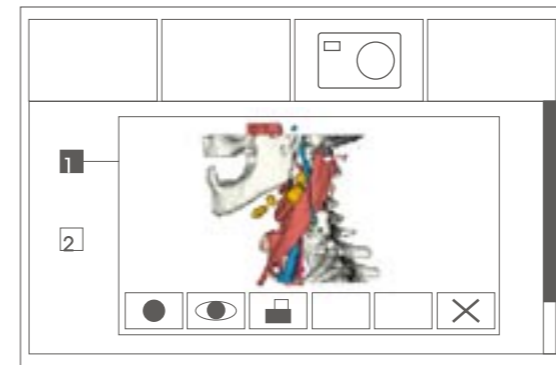
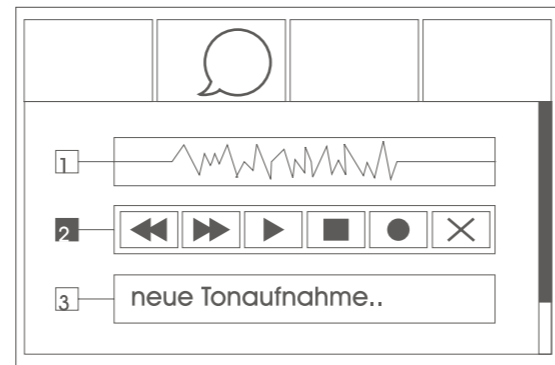
Das Festhalten von Text über die Tastatur, bei Auswahl eines Textpunktes können Anmerkungen gemacht werden.



Die Aufnahme von Ton ermöglicht das Aufsprechen, während das Bild betrachtet werden kann.



Bilder zeigen den gewählten Kontext.



Aufteilung des Bildschirminhaltes

Die Aufteilung ist durch die vollständige Nutzung des horizontal ausgerichteten Bildschirms bedingt. Das Hauptaugenmerk wird dabei auf die Darstellung der Bilddaten gelegt, wobei man 3D-Modell und CT-Daten im gleichen Umfang, mit der größtmöglichen Menge an Platz, darstellen möchte. Die Navigations-, Steuerungspulte und Aktionsfelder sollten viele Informationen fassen, jedoch nicht die Priorität bzw. die Größe von bildgebenden Fenstern bedrängen.

Die Anwendung soll klar und eindeutig sein, bei der Nutzung eines Gestaltungs-rasters entsteht eine einheitliche Gliederung.

Aufteilung d. Bildschirms

76



Eine erste Gliederung des Screens.

bildausgebende Fenster

Eine Reihe von Möglichkeiten, inspiriert durch 3D-Programme zeigt die Vielfalt in der Anordnung der Fenster.

In der ersten Variante sind ein großes Fenster und 3 kleine dargestellt, wobei alle ständig ihre Bedeutung ändern, da es 4 verschiedene Abbildungen gibt. Der Vorteil ist dennoch das alle Bildinhalte ständig sichtbar sind.

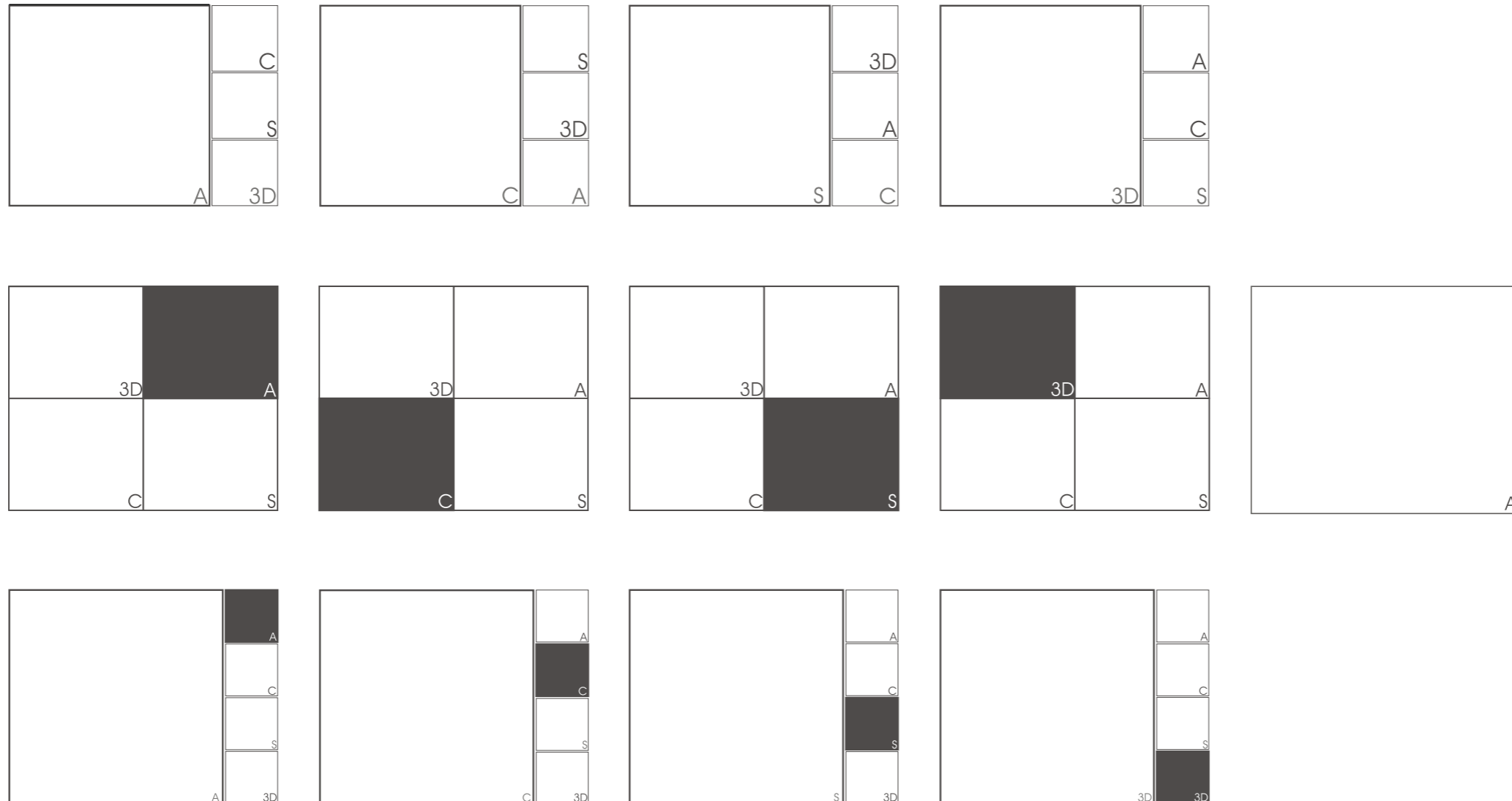
So zeigt die vierte Variante eine gleich große Darstellung aller 4 Fenster, bei Wahl eines dieser, werden die anderen ausgeblendet, was nicht günstig ist.

Um eine optimale Darstellung zu erlangen, viel eine Entscheidung auf die 3. Variante. Die Vorteile liegen auf der Hand, alle Ansichten sind zu jeder Zeit sichtbar. Es gibt keine Änderung in der Darstellung, da jedes Fenster an seinen Ort gebunden ist.

Auf den ersten Blick wird so eine Dopplung jeweils einer Ansicht erzeugt, jedoch kann die kleine Darstellung als Navigations-/Aktionsfenster genutzt werden. Wenn zum Beispiel die Axial-Ansicht der CT im großen Fenster dargestellt wird, können die jeweils möglichen Aktionen im kleinen Fenster durchgeführt werden. Dazu gehören das Durchlaufen der Schichten aufwärts, abwärts und >pingpong< (Endlosschleife).

Diese Aktionen sind auch in den CT-Ansichtsfenstern der Coronalen und der Sagittalen Schichten möglich.

Die Handlungen ändern sich, wenn das 3-dimensionale Fenster ausgewählt wird. Hier muss eine Navigation in 3 Dimensionen auf 2-dimensionale Art und Weise ausgeführt werden: Drehen, Zoomen und Ausschnitte verschieben.



Bildschirmvarianten.



Ergebnis

78

Rechts: die Darstellung des Bildschirms mit einer klaren Gliederung in Ansichtsfenster und Aktionsfenstern.

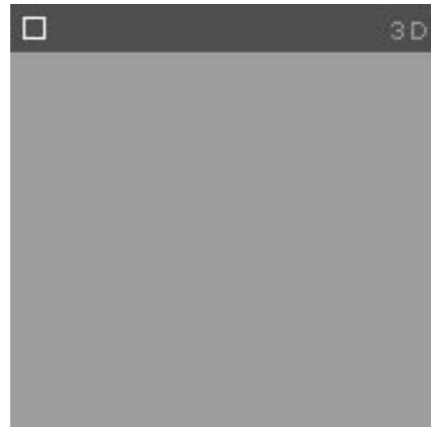
Bildschirmaufteilung

Die Bildschirmaufteilung folgt einem strengen Raster, daraus ergibt eine einheitliche Gliederung für Größen und Positionen von Fenstern und auch der Schrift. Die dadurch gewonnene Einheitlichkeit bedingt somit auch die Handhabung. Einmalig verstandene Abläufe können auf alle Bereiche bezogen werden.

Im Zentrum des Bildschirms befindet sich das Betrachtungsfenster, in dem das Hauptaugenmerk des Akteurs liegt. Dort werden Bilddaten groß und deutlich angezeigt. Die einrahmenden Fenster dienen der Aktionen, die im Betrachtungsfenster stattfinden.

Jedes Fenster besitzt eine bezeichnende Zeile. In dieser steht der Name, welcher das Arbeitsfeld beschreibt. Es gibt die Fenster Krankheitsbild, Strukturen, Diagnose, Ergebnisse, die für die Bearbeitung zuständig sind; Therapieplanung/Patientendaten, für die Ansicht der Bilddaten; Axial, Coronal, Sagittal, 3D für die Steuerung, Navigation der Bilddaten. Weiterhin befindet sich in dieser Zeile ein Fenstericon, welches in zwei Zuständen existiert: aufgeklappt oder zugeklappt.

Das inaktive Fenster hat eine dunklere Fenster- und Textfarbe und rückt somit in den Hintergrund.



Ein aktives Fenster verstärkt seine Leuchtkraft und rückt somit in den Vordergrund. Ebenso die Textfarbe wird erhöht, um die Aktivität zu signalisieren.



Trennung von Ansichts- und Navigationsfenster

Durch die Bildschirmaufteilung, 1 großes Ansichtsfenster und 4 kleine Fenster, ergibt sich auf den ersten Blick eine Dopplung, die jedoch durch eine effektive Aufgabenverteilung in einen Nutzen verwertet werden kann.

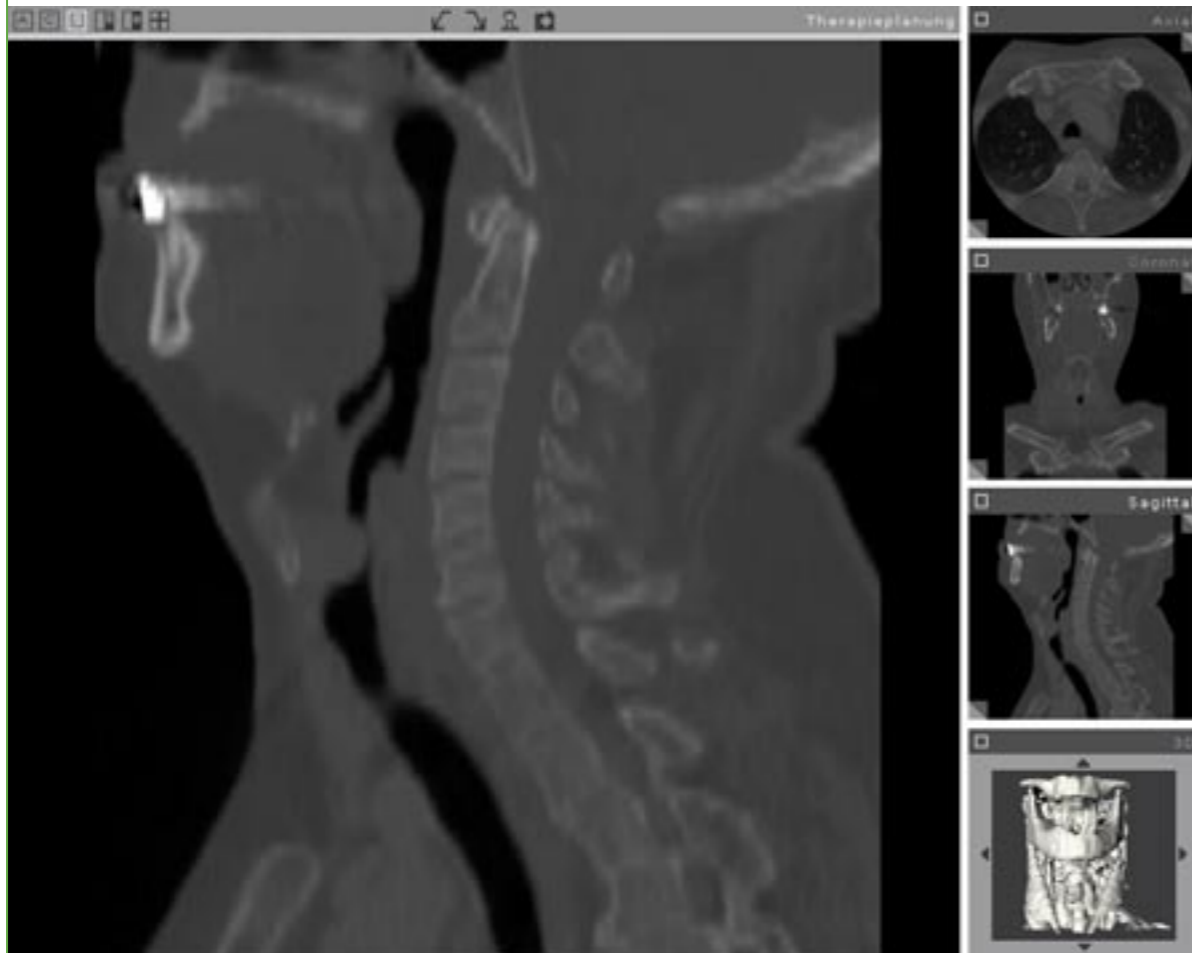
Wenn der User eine Ansicht (Axial, Coronal, Sagittal oder 3D) wählt, erhält er diese als große Darstellung im Betrachtungsfenster. Im kleinen Aktionsfenster ergeben sich dann Möglichkeiten zur Steuerung und Navigation. Bei den kleinen CT-Fenstern wären das, das Durchblättern der einzelnen Schichten. Für die 3D-Darstellung bedeutet das: Drehen, Bewegen/Verschieben, Zoomen. Durch diese Teilung ergibt sich eine uneingeschränkte Sicht auf die Bilddaten, wobei das Navigationsfenster alle potentiellen Steuerungsmöglichkeiten beinhaltet.

← Ansicht und Navigation

80



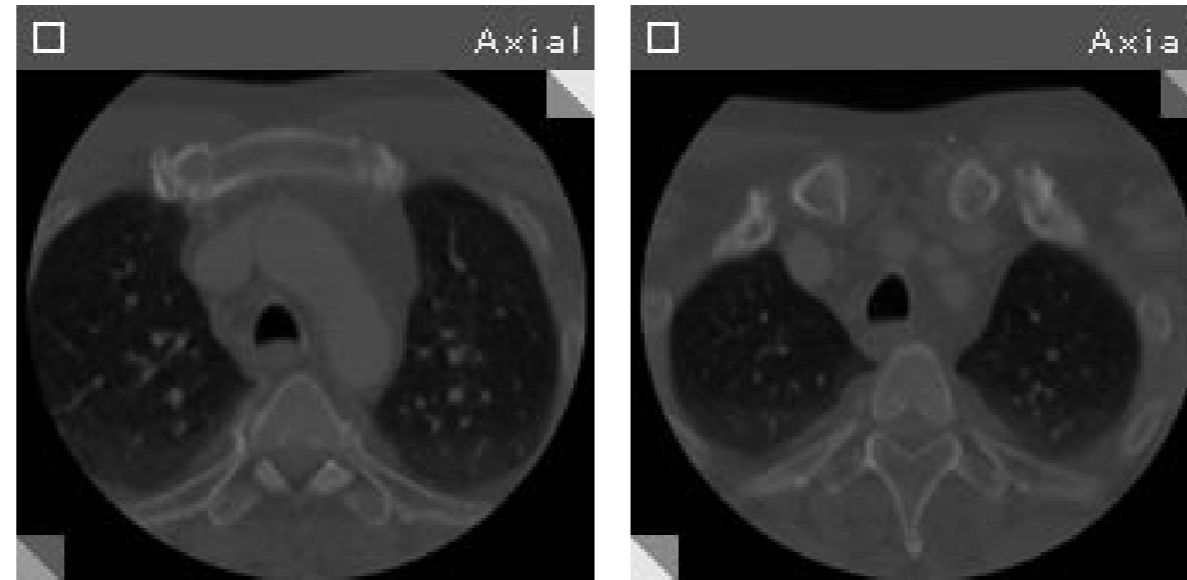
Die Icon zur Auswahl der Ansichten, von links nach rechts: Axial, Coronal, Sagittal, 3D, Mehrfachauswahl und Orthogonal.



Im großen Fenster befindet sich die Darstellung der ausgewählten Ansicht, auf der rechten Seite gibt es das kleinere Pendant mit allen potentiellen Steuerungsmöglichkeiten.

Die durch die Computertomographie gewonnenen Bilddaten ergeben einen großen Umfang, so kann es sich zum Beispiel um bis zu 300 Bilder für eine der Ansichten handeln. Funktionen für eine gute Anschauung sind das Durchblättern der einzelnen Bilder per >mouseover< (Feld berühren mit der Mouse ohne Klick), auch die Option >pingpong< (Endlosschleife), also ein automatisches Abspielen der Bilder von Anfang zum Ende und wieder zurück.

Die Schichtdaten können Axial (von oben), Coronal (von vorn) und Sagittal (von der Seite) verlaufen. Wie hier dargestellt laufen die Schichten Axial, das heißt der Hals ist von oben gesehen in mehrere Schichten geteilt. Läßt man diese Bilddaten nach oben laufen gelangt man vom Schlüsselbein zur Schädeldecke. Andersherum kann man die Daten auch von der Schädeldecke zum Schlüsselbein abspielen.



Eine Reihe axialer Bilddaten zeigt einen Schichtdurchlauf nach oben.



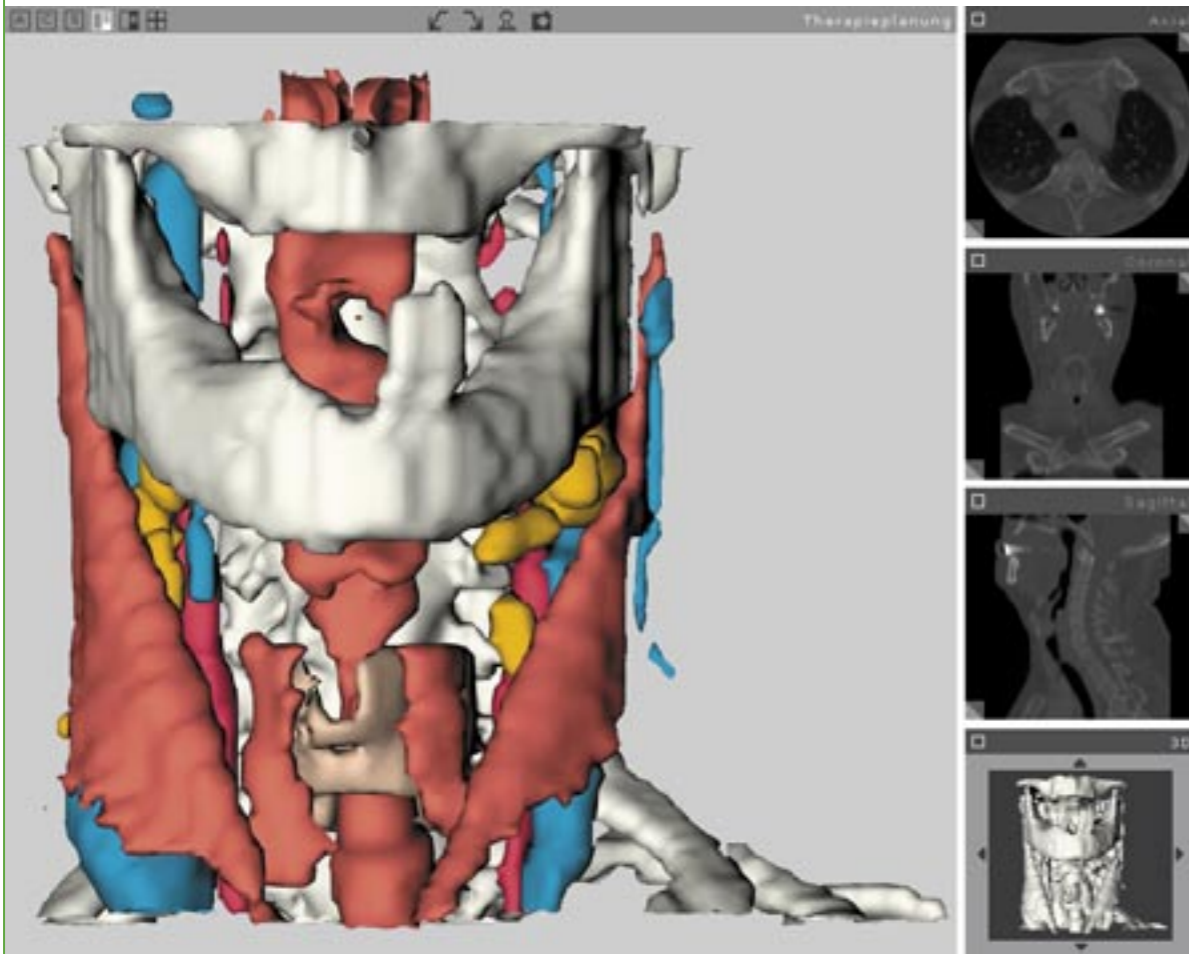
Diese Reihe zeigt einen Schichtdurchlauf nach unten.

Steuerung 3D

Im 3D-Fenster müssen andere Steuerungsoptionen angeboten werden als im Bereich der CT-Daten. Die Navigation findet im kleinen 3D-Fenster statt, es gibt die Funktionen des Zoom, der Drehung und des Verschieben der Arbeitsfläche. Diese werden über Cursorwechsel signalisiert.

Steuerung 3D

82



Die Steuerung des 3D-Objektes befindet sich im kleinen Fenster.



Über die Wahl des 3D-Bildschirms, wird der 3D-Patient im Betrachtungsfenster aufgerufen.



Diese Icons befinden sich in der Statusleiste des großen Fensters: die Pfeile können Navigationen rückgängig machen; der Patient steht für >HalsHome< und stellt die Ausgangsansicht wieder her.



Im Navigationsfenster erscheint eine Lupe für den Zoom.



Die Steuerung im Navigationsfenster ist so gedacht: befindet sich der Cursor direkt auf der Steuerungsfläche, erscheint eine Lupe, hält der Nutzer nun die linke Maustaste gedrückt und schiebt die Maus in die Richtung vom Plus, wird an das Objekt herangezoomt, dem entgegen erzielt ein bewegen der Maus in Richtung des Minus, ein herauszoomen. Um den Effekt des Zooms zu verdeutlichen erscheint ein Auswahlrahmen, dass was im Betrachtungsfenster sichtbar ist, wird umrandet und alles außerhalb davon erscheint hinter einer transparenten Fläche.

Trifft der Cursor auf den Rahmen der Auswahl, erscheint ein Pfeil, mit welchem der Ausschnitt neu festgelegt werden kann. Gleichzeitig ändert sich auch der Ausschnitt im Betrachtungsfenster.

Um das 3D-Objekt zu drehen, müssen die Dreiecke am Rand der Auswahl berührt werden.

Bei berühren des linken Dreiecks erfolgt eine Drehung nach links und bei Berührung des rechten Dreiecks nach rechts, ohne Einschränkungen. Um das Modell nach oben drehen zu lassen, ist es nötig das Dreieck an der oberen Kante zu wählen, hierbei wird die Drehung nach 45° gestoppt. Das gleiche gilt umgekehrt für das untere Dreieck, für eine Drehung nach unten.



Zum verschieben des Auswahlrahmen erscheint ein Pfeil.



Eine Drehung erfolgt über eines der Dreiecke am Rand des Navigationsbereiches.



Kopplung von CT- und 3D-Darstellung

Für eine optimale Therapieplanung sollen die CT-Daten im 3D-Modell durchlaufen. Um eine CT-Schicht im 3D-Modell anzuzeigen, wird das Icon >Mehrfachwahl< aufgerufen, so können eine oder auch weitere CT-Schichten zusätzlich gestartet werden. Die Navigation für die die jeweiligen Schichten ändert sich hierbei nicht.

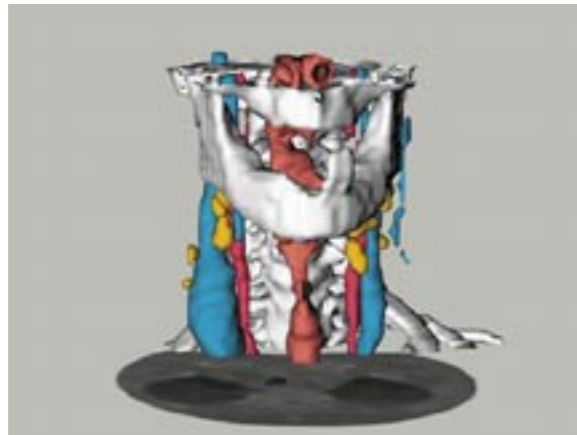
In diesem Ansichtsmodus können Beziehungen unter den Strukturen exakter erkannt werden.

CT im 3D

84



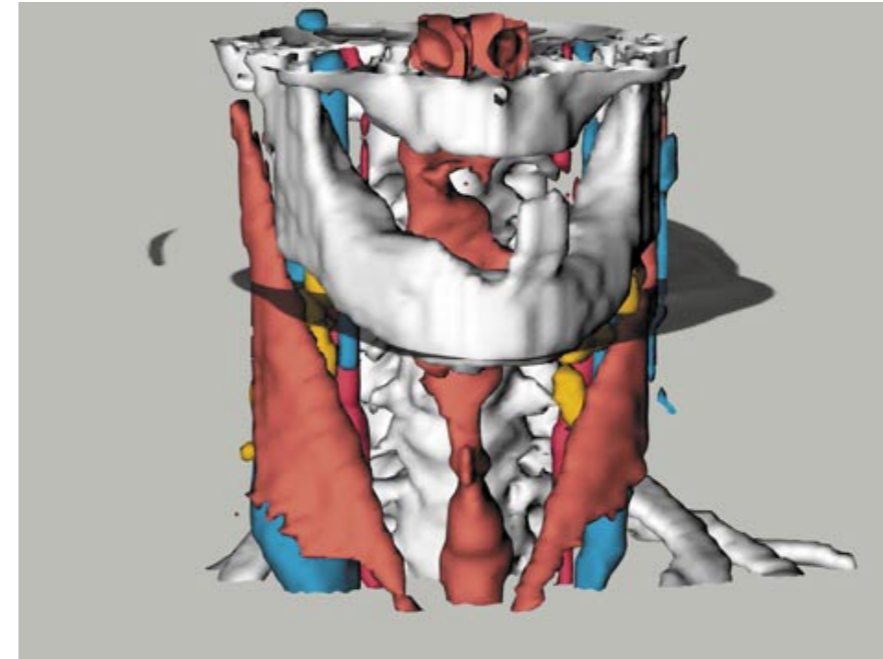
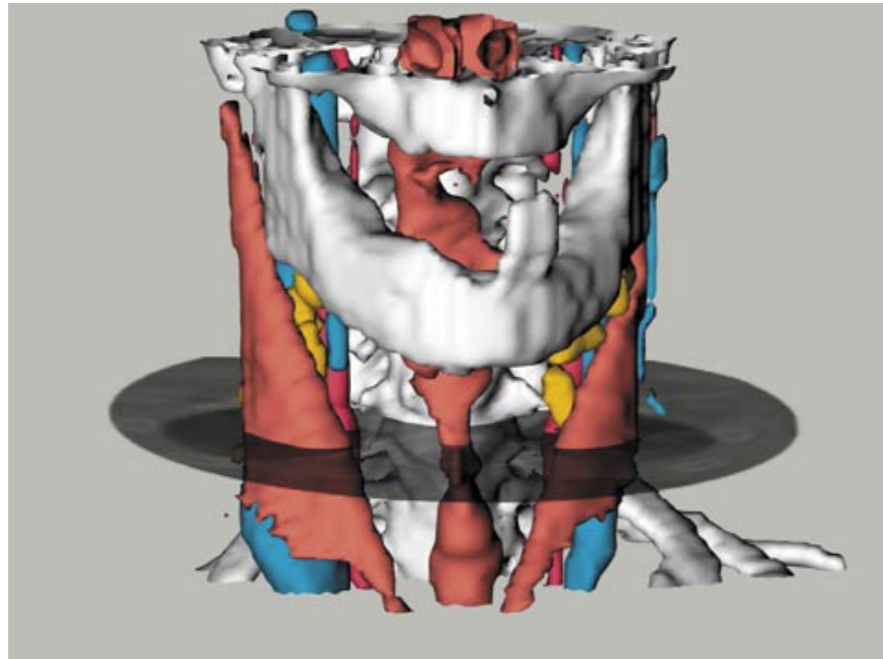
Zum Aufruf von CT-Schichten im 3D-Modell, gibt es das Icon >Mehrfachwahl<. Wird dieses gewählt erscheint im Betrachtungsfenster das 3D-Modell und weitere Schichten können hinzugeschaltet werden.

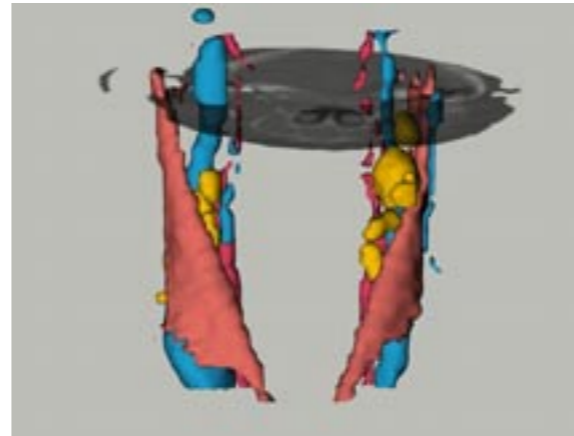
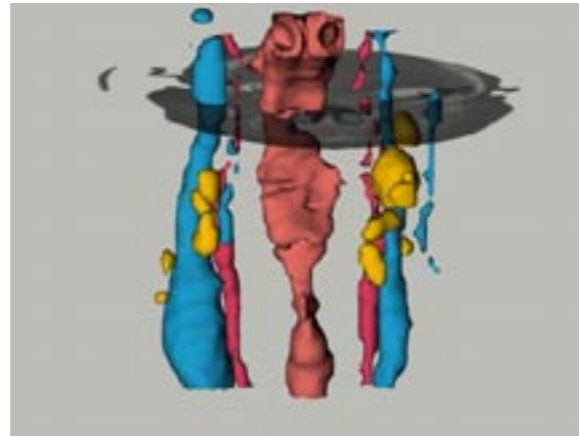


Der Durchlauf der CT-Schicht wird hier unter dem 3D-Modell abgebildet, wobei dies das Erkennen unterstützt.

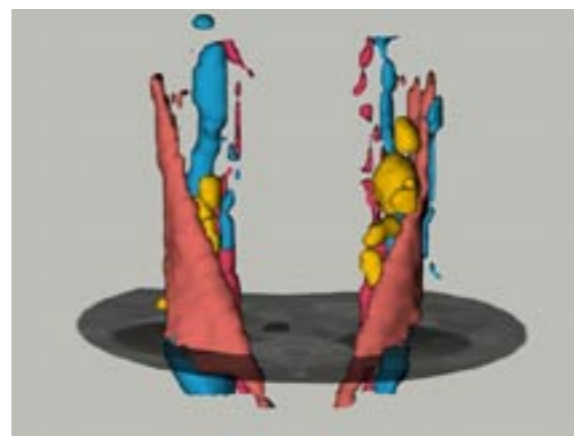
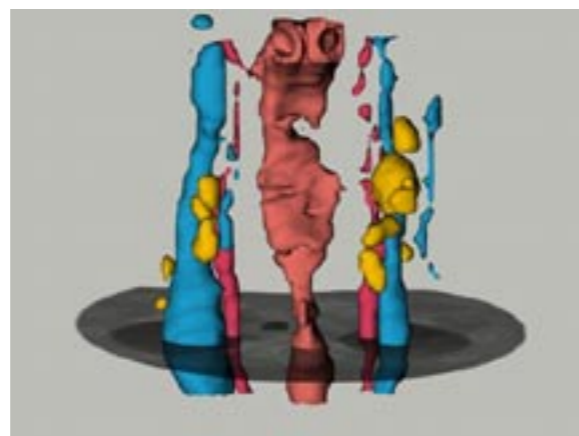
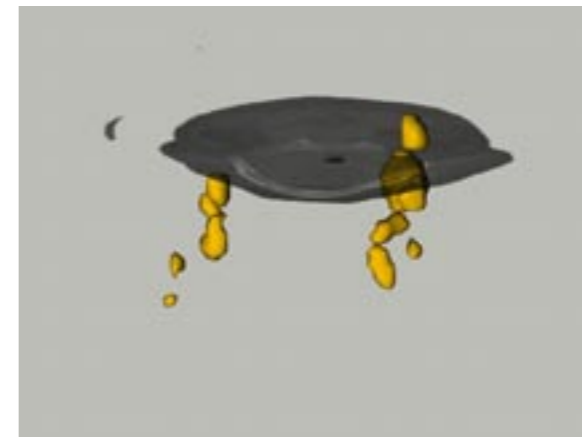
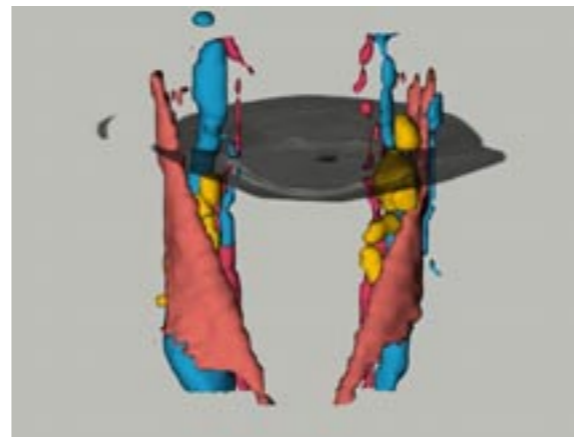
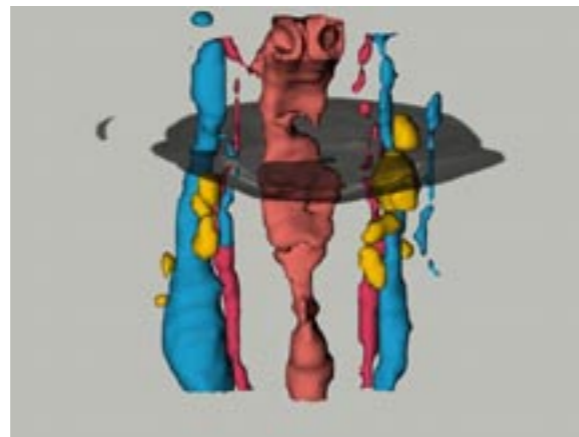
Die Idee die Schicht direkt im 3D-Modell abzubilden.

Hier durchläuft die axiale CT-Schicht das 3D-Modell, Strukturen können so exakter bestimmt werden.





Beziehungen zwischen den jeweiligen Strukturen können besser dargestellt werden. Strukturen können ein- bzw. ausgeblendet werden.
Links: Beziehungen zwischen Blutgefäßen, Lymphknoten und Rachen.
Rechts: Zusammenhang von Blutgefäßen, Lymphknoten und Muskeln.



Es können auch einzelne Strukturgruppen aufgerufen werden, hier Lymphknoten.

Patient: Herr Klaus Müller Zi.203 Befund: radikale Neck dissection Operationstermin: Montag 09.12.2005 um 8.30 OP-Arzt: Dr. Feist

Krankheitsbild


- Tumoren
- Tumoren 2
- Tumoren + LK
- vergrößerte LK
- LK > 1 cm
- LK > 2 cm
- LK > 3 cm
- LK + A.carotis
- LK Level 2
- LK Level 4
- Muskelinfiltration
- Gefäßinfiltration
- involvierte Nerven

Strukturen

- links
- rechts
- Knochen
- Tumoren
- Lymphknoten
- M. trapezius
- M. sternocleido.
- Arterien
- Venen
- Larynx
- Pharynx
- Trachea
- Ösophagus

Ergebnisse

- 1
- 2
- 3



Name: Herr Klaus Müller
Geburtsdatum: 19.05.1930
Geburtsort: Biederitz
Gewicht: 80kg
Größe: 1,69m

Anschrift: Braunstraße 54b
 36203 Biederitz

Krankenkasse: DAK

Hausarzt: allgem.med.Dr.Langer
 Taunziehnstraße 23
 36203 Biederitz

Radiologie: Uniklinik Magdeburg
Radiologe: Herr Franz Schuster

Institut der Segmentierung: Universität Magdeburg

Befund: radikale Neck dissection; Tumoren
 Lymphknotenhäufung in Level 2 und 3,
 gefunden wurden 15 LK;
 größter LK NI jugulomohyoideus;
 Musculus sternocleidoemastoideus
 angrenzend


Gewebeprobe:

weitere Untersuchungen:


zusätzliche Info:

Patientendaten


Axial




Coronal



Sagittal



3D



slice:47 Mx8000 IDT 16 CT
 Diag. Rad. Uni Leipzig

Datei Diagnose Therapieplanung Krankheitsbild Navigation Strukturen Ergebnisse Hilfe

Durch die Wahl des Patientenicon, erhält der Arzt alle vorhandenen Daten des Patienten.

Patientendaten


Um für den Patienten eine möglichst erfolgreiche Behandlung zu gewährleisten, ist ein umfangreiches Wissen über seine Person notwendig. Dazu gehören zum Beispiel die Krankengeschichte oder aber alle Untersuchungen, die der Patient zu diesem Krankenfall durchlaufen hat.

Die oben genannten Daten könnten in Zukunft auf dem Chip der Versicherungskarte gespeichert sein, so wird bei der Aufnahme des Patienten im Krankenhaus Zeit gespart und der Patient muss nicht seine komplette Krankengeschichte parat haben.

Andere Fakten, wie OP-vorbereitende Untersuchungen, sind im Krankenhaus eigenen System gespeichert. Demnach müssen sie nicht doppelt in diesem Programm auftauchen und können gleichzeitig auf anderen Computern geladen werden.

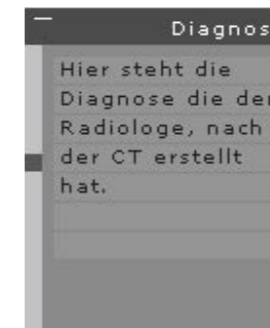
Beim Laden der patientenindividuellen Daten im Programm, werden zu Beginn die Patientendaten dargeboten. Wenn diese erneut aufgerufen werden müssen, passiert dies über die Auswahl des Patientenicon. Bei Wahl anderer Aktionen schließt sich diese Einstellung wieder.

An diesem Punkt ergab sich die Erkenntnis, dass ein eigenständiges Diagnosefenster, wie es zu Beginn angedacht war, keinen Sinn macht, da eine Aktion in diesem nicht vollzogen wird. Das Auftauchen der Diagnose in den Patientendaten ist ausreichend.



Name:	Herr Klaus Müller
Geburtsdatum:	19.05.1930
Geburtsort:	Biederitz
Gewicht:	80kg
Größe:	1,69m
Anschrift:	Braunstraße 54b 36203 Biederitz
Krankenkasse:	DAK
Hausarzt:	allgem. med. Dr. Langer Taunziehstraße 23 36203 Biederitz
Radiologie: Radiologe:	Uniklinik Magdeburg Herr Franz Schuster
Institut der Segmentierung:	Universität Magdeburg
Befund:	radikale Neck dissection; Tumoren Lymphknotenhäufung in Level 2 und 3, gefunden wurden 15 LK; größter LK NI jugulomohyoideus; Musculus sternocleideomastoideus angrenzend
Gewebeprobe:	
weitere Untersuchungen:	
zusätzliche Info:	

Patientenicon zum Aufruf der patientenindividuellen Geschichte.



Dieses Fenster wurde auf Grund seiner Unbrauchbarkeit eliminiert und dessen Inhalt sinnvoll bei Aufruf der Patientendaten integriert.

Patient: Herr Klaus Müller Zi.203 Befund: radikale Neck dissection Operationstermin: Montag 09.12.2005 um 8.30 OP-Arzt: Dr. Feist

Krankheitsbild

- Tumoren
- Tumoren 2
- Tumoren + LK
- vergrößerte LK
- LK > 1 cm
- LK > 2 cm
- LK > 3 cm
- LK + A. carotis
- LK Level 2
- LK Level 4
- Muskelinfiltration
- Gefäßinfiltration
- involvierte Nerven

Strukturen

- links
- rechts
- Knochen
- Tumoren
- Lymphknoten
- M. trapezius
- M. sternocleido.
- Arterien
- Venen
- Larynx
- Pharynx
- Trachea
- Ösophagus

Ergebnisse

- 1
- 2
- 3

Therapieplanung

Info

23 Lymphknoten gefunden
rechts und links
5 > 1cm

Axial

Coronal

Sagittal

3D

slice:47 Mx8000 IDT 16 CT
Diag. Rad. Uni Leipzig

Datei Diagnose Therapieplanung Krankheitsbild Navigation Strukturen Ergebnisse Hilfe

In dem Fenster Krankheitsmerkmale werden dem Arzt sämtliche Befunddetails vorgestellt. Kleine Infoboxen beschreiben die Bilder.

Krankheitsbild

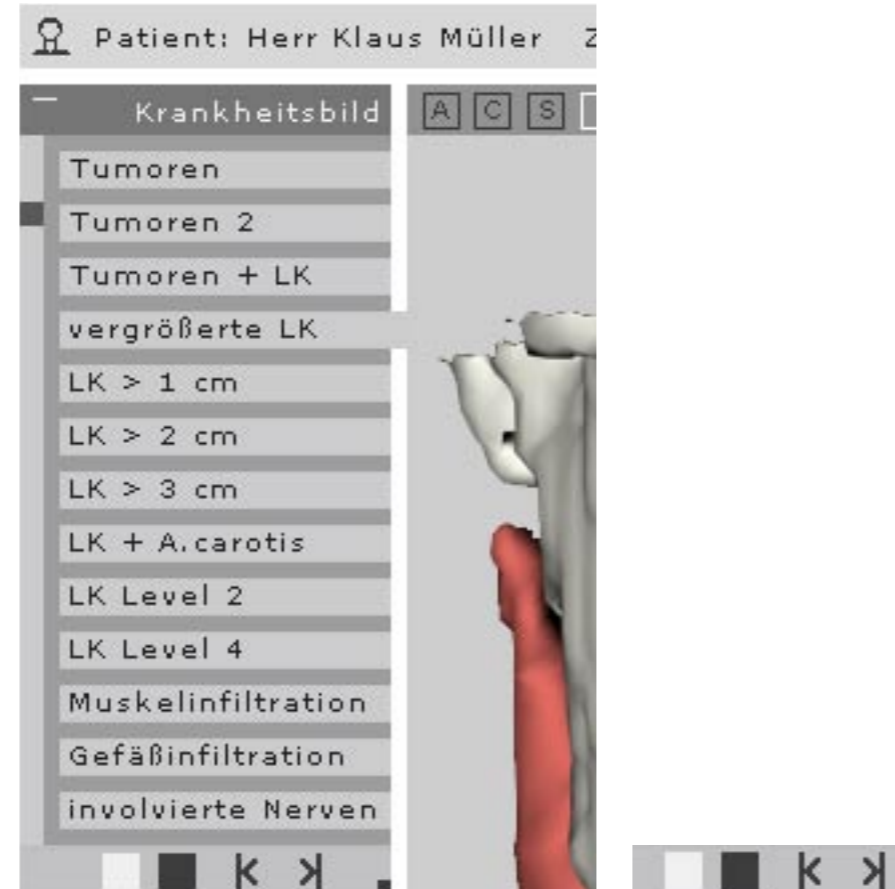
Im Fenster Krankheitsbild werden dem Arzt vorgefertigte Ansichten auf den Krankheitsfall abgestimmt, angeboten. Bei der Segmentierung werden diese Ansichten gewählt und festgehalten. Diese Daten können Bilder aber auch Szenen abspielen, welche die wichtigsten Eckpunkte des Falls markieren. Alle notwendigen Darstellungen zu Tumoren, Lymphknoten und Risikostrukturen sind enthalten und mit einer kurzen Beschreibung versehen.

Diese Beschreibung enthält Infos zur Lage, Größe und Korrespondenz mit anderen Strukturen.

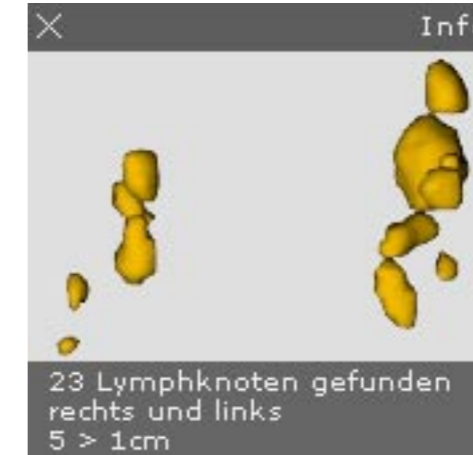
Eine Verknüpfung des Krankheitsbildes mit dem Darstellungsfenster wird über einen gleichfarbigen, die Fenster verbindenden, Balken geschaffen. So ist die Auswahl für den Nutzer eindeutig nachvollziehbar und korrigierbar. Es gibt die Eventualität alle Bilder, bzw. Szenen nach einander abzuspielen, ohne eine ständige Selektion durchführen zu müssen.

Außerdem gibt es auch die Möglichkeit die einzelnen Befunddetails kombiniert anzuschauen, so können Beziehungen besser erkannt werden.

Die Wahl von Details des Befundes mit der Verknüpfung zum Betrachtungsfenster.



Details zum Befund erscheinen in einem Infofenster.



Bilder bzw. Szenen nacheinander abspielen lassen.

Patient: Herr Klaus Müller Zi.203 Befund: radikale Neck dissection Operationstermin: Montag 09.12.2005 um 8.30 OP-Arzt: Dr. Feist

Krankheitsbild

- Tumoren
- Tumoren 2
- Tumoren + LK
- vergrößerte LK
- LK > 1 cm
- LK > 2 cm
- LK > 3 cm
- LK + A.carotis
- LK Level 2
- LK Level 4
- Muskelinfiltration
- Gefäßinfiltration
- involvierte Nerven

Strukturen

- links
- rechts
- Knochen
- Tumoren
- Lymphknoten
- M. trapezius
- M. sternocleido.
- Arterien
- Venen
- Larynx
- Pharynx
- Trachea
- Ösophagus

Ergebnisse

- 1
- 2
- 3

Therapieplanung

Beziehungen

- LK 08
- Ext. 10x6x8
- A.carotis: 35mm
- V.jugularis: 5mm
- M.st.: 45mm

Axial

Coronal

Sagittal

3D

Datei Diagnose Therapieplanung Krankheitsbild Navigation Strukturen Ergebnisse Hilfe

slice:47 Mx8000 IDT 16 CT
Diag. Rad. Uni Leipzig

Um alle Strukturen anwählen zu können, gibt es das Strukturen-Fenster.

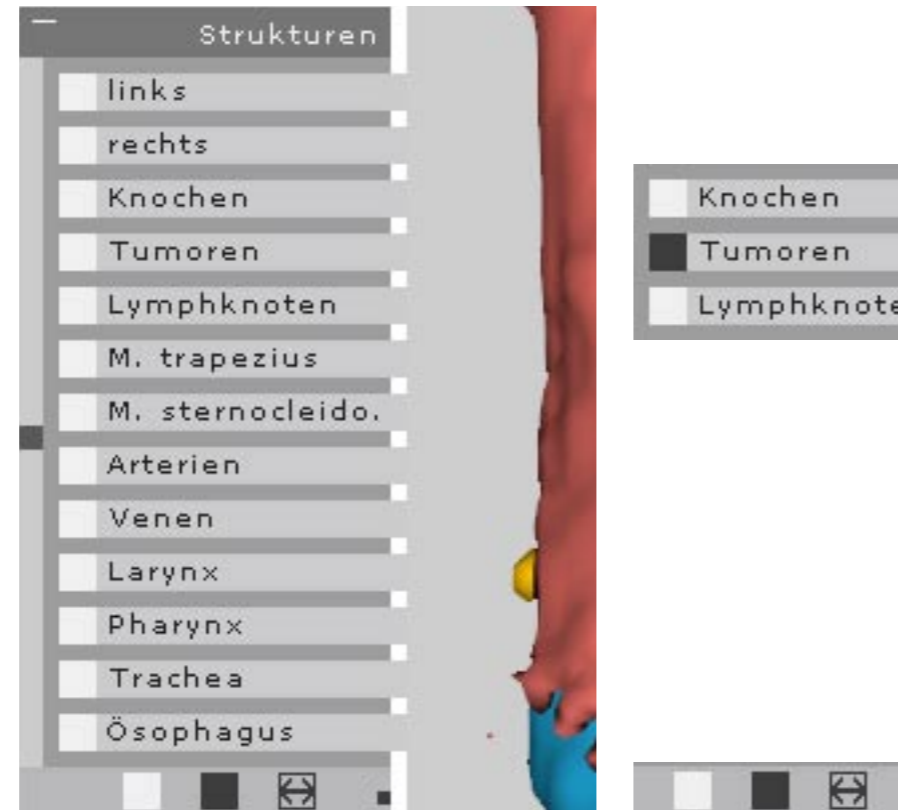
Strukturen

Das Fenster für Strukturen beinhaltet alle Strukturen, die im Hals vorkommen. Diese können über eine „klick“-Auswahl eingeblendet bzw. ausgeblendet werden. Hierbei sind alle Kombinationen denkbar. Um diese Wahl zu erleichtern und ein endloses Scrollen innerhalb der Liste zu vermeiden, gibt es die Möglichkeiten Rubriken zu wählen, um diese allgemeingültig anzusteuern. Zum Beispiel: Lymphknoten, Lymphknoten Level, Muskeln, Blutgefäße und Nerven. Diese Option soll ein schnelleres Agieren möglich machen, um nur involvierte Rubriken zu bearbeiten.

Im Fall der Auswahl für rechte bzw. linke Halshälfte wird dies deutlicher. Bei der Problematik einer selektiven Neck dissection, ist es somit möglich alle uninteressanten Strukturen auszublenden. Dadurch kann erreicht werden, dass wichtige Aspekte der Therapieplanung ständig sichtbar sind. Außerdem gibt es die Möglichkeit Strukturen untereinander zu vermessen, dies ist notwendig um einen Zusammenhang deutlich zu erkennen.

Abstände der verschiedenen Strukturen werden mit dem >Beziehung< Icon erkannt. Dabei wird das Icon gewählt und Strukturen danach aktiviert, in einem Fenster erscheinen die Distanzen zu den in der Umgebung liegenden Strukturen.

Alle Strukturen sind ausgewählt und somit mit dem Betrachtungsfenster verknüpft.



Durch Auswahl des >Beziehung< Icons, werden die Abstände zu anderen Strukturen deutlich gemacht.



Die Quadrate vor den einzelnen Zeilen beschreiben die Zustand der Strukturen; in diesem Fall wären Tumoren ausgeschaltet und die Knochen und Lymphknoten an.

Von links nach rechts: alle einblenden, alle ausblenden, vermessen.

Ergebnisse festhalten

92

Patient: Herr Klaus Müller Zi.203 Befund: radikale Neck dissection Operationstermin: Montag 09.12.2005 um 8.30 OP-Arzt: Dr. Feist

Krankheitsbild

- Tumoren
- Tumoren 2
- Tumoren + LK
- vergrößerte LK
- LK > 1 cm
- LK > 2 cm
- LK > 3 cm
- LK + A.carotis
- LK Level 2
- LK Level 4
- Muskelinfiltration
- Gefäßinfiltration
- involvierte Nerven

Strukturen

- links
- rechts
- Knochen
- Tumoren
- Lymphknoten
- M. trapezius
- M. sternocleido.
- Arterien
- Venen
- Larynx
- Pharynx
- Trachea
- Ösophagus

Ergebnisse

- 1 müller3.11.jpg
- 2
- 3

Therapieplanung

Axial

Coronal

Sagittal

3D

ABC

Datei Diagnose Therapieplanung Krankheitsbild Navigation Strukturen Ergebnisse Hilfe

slice:47 Mx8000 IDT 16 CT
Diag. Rad. Uni Leipzig

Ergebnisse festhalten, wird sehr leicht per klick auf das Kamera_icon ausgelöst.

Ergebnisse festhalten

Während der Arzt die Bilddaten auswertet, wird ihm im Feld Ergebnisse die Chance gegeben Erkenntnisse zum gegenwärtigen Fall festzuhalten. Über das Symbol >Kamera<, welches sich in der Statusleiste des großen Fensters befindet, kann ein Bild bzw. eine Szene aufgenommen werden. Dies wird sofort im Ergebnisse-Fenster gespeichert. Gleichzeitig zu dieser Prozedur, öffnet sich ein Text- bzw. Tonfenster in welchem Anmerkungen festgehalten werden können. Dieses Fenster öffnet sich im unteren Abschnitt des Betrachtungsfensters, um eine Verbindung zum aktuellen Geschehnis darzustellen. Die Szene wird während der Text- bzw. Diktataufnahme in einer Schleife abgespielt, um den Kontext ständig vor Augen zu haben.

Im Fenster Ergebnisse bietet sich weiterhin die Option Erkenntnisse zu teilen, so können schwierige Zusammenhänge leicht mit anderen Kollegen besprochen werden, indem ein Bild oder eine Szene aufgenommen und dann ausgedruckt oder via Email verschickt wird.



Das >Kamera< Icon, vor der Wahl, noch inaktiv.



Das >Kamera< Icon, nach der Auswahl aktiv.

Nach Aktivierung des >Kamera< Icon, wird die Szene sofort gespeichert und in die Liste eingefügt.



Gleichzeitig öffnet sich ein Text- bzw. Tonfenster, um die Bilddaten zu kommentieren.



Um gewonnene Erkenntnisse zu kommunizieren, gibt es die Möglichkeit diese zu drucken oder per Email zu verschicken. Falsche Daten können gelöscht werden.

Schrift für den Bildschirm

Um auf dem Bildschirm einen möglichst hohen Lesekomfort zu gewährleisten, bietet sich eine serifenlose Schriftart an, denn diese ist weniger detailliert im Gegensatz zu Serifenschriften und passt sich auf Grund ihrer Klarheit gut in das Pixelraster des Bildschirms ein.

Der Bildschirm bietet eine große Fläche, die hauptsächlich für die bildliche Gestaltung genutzt wird und einem klaren Raster unterliegt.

Dieses Raster dient auch der Schrift für eine ausgewogene Darbietung. Dies bedeutet, dass Buchstaben nicht miteinander verschmelzen oder in sich nur kleine Innenräume bieten, was auf Kosten der Lesbarkeit geht. Zum größten Teil werden Texte nur Stichpunktartig dargestellt, wobei diese einer bestimmten Thematik unterstellt sind und jeweils schnell gefunden werden sollen.

Die Wahl der Schrift fiel auf die Verdana, da sie eine sehr angenehme Lesbarkeit aufweist, was auf ihre großzügigen Abstände und Innenräume zurück zu führen ist.

30

```
TESTSCHRIFT testschrift_Univers Condensed 10pt  
TESTSCHRIFT testschrift_Verdana 10pt  
TESTSCHRIFT testschrift_AvantGarde_10pt  
TESTSCHRIFT testschrift_Eurasia_10pt  
TESTSCHRIFT testschrift_FranklinGothic_10pt  
TESTSCHRIFT testschrift_Function_10pt  
TESTSCHRIFT testschrift_Lucida Sans Unicode_10pt  
TESTSCHRIFT testschrift_MS Sans Serif_10pt  
TESTSCHRIFT testschrift__10pt
```

```
Axial Verdana 9pt  
Axial Verdana 10pt  
Axial Verdana 12pt  
Axial Verdana 14pt
```

Schriftproben auf dem Bildschirm.

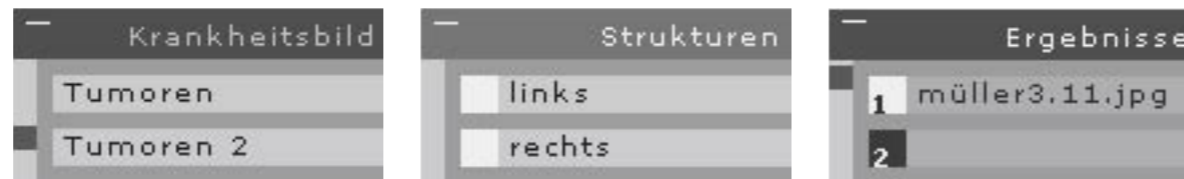
Die Schrift wird immer in gleiche Module eingefügt, dadurch sind diese untereinander gut austauschbar und verändern das Bild, wenn Änderungen vorgenommen werden, nicht.

Auf Grund dieses Rasters ergab sich eine Schriftgröße von 10pt.

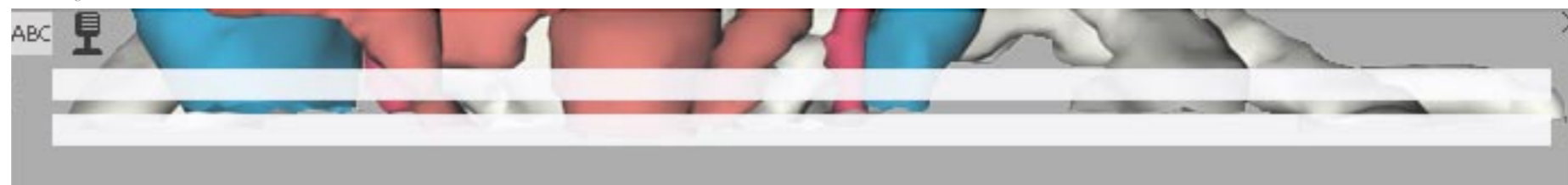
Aktivität wird über eine helle Schriftfarbe ausgedrückt, dem entgegen tritt unaktive Schrift in der Farbe zurück.

Im Textfenster der Ergebnisse ist die Farbgebung für die Zeilen Weiß, damit sich diese vom Hintergrund abheben, die Schrift erscheint darauf in 80% Schwarz.

Die Textzeilen sind wie Module in allen Fenstern gleich gestaltet und somit leicht austauschbar.



Weißer Zeilen auf den Bildern sollen sich vom Hintergrund abheben.



Patient: Herr Klaus Müller Zi.203 Befund: radikale Neck dissection Operationstermin: Montag 09.12.2005 um 8.30 OP-Arzt: Dr. Feist

40% #3C3C3D Krankheitsbild

- Tumoren
- 25% #3C3C3D Tumoren 2
- 25% #3C3C3D Tumoren + LK
- 25% #3C3C3D vergrößerte LK
- LK > 1 cm
- LK > 2 cm
- LK > 3 cm
- LK + A. carotis
- 50% #3C3C3D LK Level 2
- LK Level 4
- Muskelinfiltration
- Gefäßinfiltration
- involvierte Nerven

90% #F0F0F0

70% #3C3C3D Strukturen

- links
- rechts
- Knochen
- 100% #FFFFFF Tumoren
- 90% #3C3C3D Lymphknoten
- M. trapezius
- M. sternocleido.
- Arterien
- Venen
- Larynx
- Pharynx
- Trachea
- Ösophagus

90% #3C3C3D

30% #F0F0F0 Ergebnisse

40% #F0F0F0

Therapieplanung

Axial

Coronal

Sagittal

3D

Datei Diagnose Therapieplanung Krankheitsbild Navigation Strukturen Ergebnisse Hilfe

slice:47 Mx8000 IDT 16 CT
Diag. Rad. Uni Leipzig

Farben für den Bildschirm

Die meisten Programm-Hintergründe sind Grau gestaltet, ist dieser sachlich und bietet eine Grundlage für farbliche Gestaltungen.

Der bis hierhin in Graustufen gehaltene Bildschirm erhält nun Farbe. Die Wahl der richtigen Farben ist eine schwere Entscheidung, da sie die Aussage des Inhaltes wahrlich mit beeinflusst.

Im besonderen fällt dies, in Kombination mit dem 3D-Modell, auf. Grün ist der einzige Farbton, welcher nicht im Modell eingesetzt wurde und kann somit die Farben nicht schlucken.

Ohne die Farben wirkte der Bildschirm mit Modell ruhiger, bei der Wahl von CT-Schichten jedoch ist eine zusätzliche Farbe eine gute Orientierungshilfe.

Der Einsatz von Grün in aktiven Fenstern, konnte bei beiden Ansichten gute Ergebnisse erzielen. In Darstellungsfenstern wird hierbei lediglich die Statusleiste farblich unterlegt.

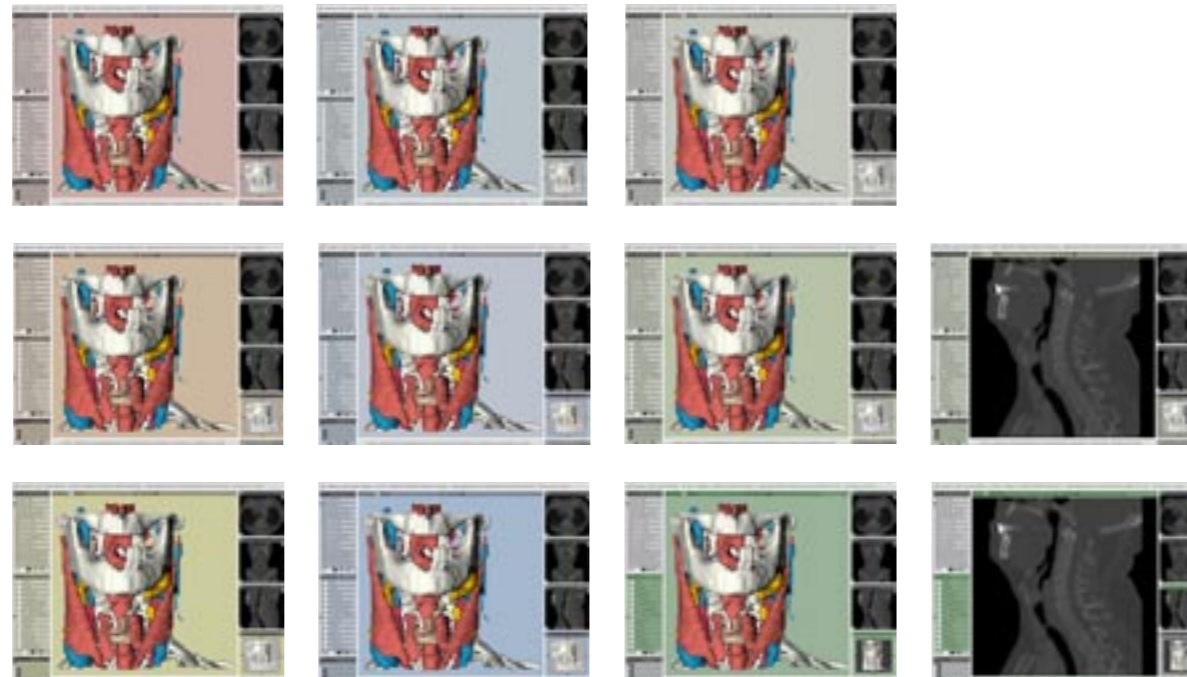
Farben können Assoziationen auslösen:

Weiß steht für Sachlichkeit, Funktionalität, Vollkommenheit, Sicherheit, Vertrauen - im Hintergrund als Grundlage

Grau steht für Funktionalität, Sachlichkeit

Grün für Ehrlichkeit, Sicherheit, Sympathie, Verlässlichkeit

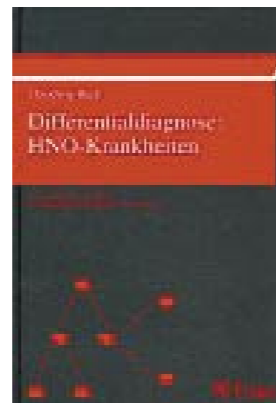
Blau für Ehrlichkeit, Vollkommenheit, Leistung, Sachlichkeit, Sicherheit, Sympathie, Vertrauen, Verlässlichkeit



Farbvarianten in 3D- und CT-Fenstern.



Netter „Atlas der Anatomie“



8; 9; 14

Dr.Chlodwig Beck „HNO-Krankheiten“



6; 16

Reader's Digest „Hals, Nase und Ohren“



Tumorzentrum Magdeburg Sachsen-Anhalt e.V. „tumorzentrum aktuell“



1; 19

Tumorzentrum Magdeburg Sachsen-Anhalt e.V. „Tumoren im Kopf-Hals-Bereich“



10; 11

DA_Jeanette_Cordes.pdf
zuse-institut.pdf
CuracNeckDissectionsTalk.pdf
OrthoCompleteBrochure.pdf
IEEEVis2005-Krueger.pdf



20; 29

HintzeOATreffenLeipzig23022005.ppt
PreimVisHNO01072004.ppt
TietjenVisHNO14092004.ppt
Vortrag_SPP-Treffen_Lübeck_2005.ppt



28

Dr. Friedrich-Wilhelm Pohl „Die Geschichte der Navigation“



30

Veruschka Götz „typo digital“



National Geographic 3D-Globus „Hals, Nase und Ohren“



www.uni-magdeburg.de



www.klinikum.uni-leipzig.de/



www.uni-leipzig.de/~hno/



www.med.uni-magdeburg.de/



www.hno-praxis-hardy.de



[www.zib.de/](http://www.zib.de)



27

<http://www.uni-protokolle.de/nachrichten/id/76048/>



www.mevislab.de



www.mevis.de



www.brainlab.com



www.stealthstation.com



www.uni-leipzig.de/journal/0404/chirurgie.html



www.aok.bv.de



25; 26

<http://www.siemensmedical.de/>



<http://www.pixar.com/>



2; 3; 4; 5; 7; 12; 13; 15; 17; 18; 21; 22; 23; 24

www.wikipedia.de



www.zefa.de





















Symbolverzeichnis

Symbole im Betrachtungsfenster

















← Symbolverzeichnis

100

Statuszeile

		Axial-Ansichtsfenster
		Coronal-Ansichtsfenster
		Sagittal-Ansichtsfenster
		3D-Ansichtsfenster
		Mehrfachansichten
		Orthogonalansicht
		Kamera-Icon
		Patientendaten
		Ansicht rückgängig
		Ansicht wiederherstellen

Erkenntnisse festhalten

		Texteingabe
		Tonaufnahme
<h3>Aktionsfenster</h3>		
		Rückwärts
		Vorwärts
		Beziehungen erkennen
		Erkenntnis drucken
		Erkenntnis mailen
		Erkenntnis löschen

Begriffserklärungen

Arteria carotis communis	Halsschlagader	MRT	Magnetresonanztomographie
Arteria carotis interna	Hauptschlagader	Musculus omohyoideus	Unterzungenbeinmuskel
Axial	CT-Ansicht von oben	Musculus sternocleidomastoideus	Halswender
Befund	festgestelltes Ergebnis nach einer Untersuchung	Musculus trapezius	verantwortlich für die Bewegung der Schulter
Cervix	Hals	Narkose	kontrollierter Zustand der Bewusstlosigkeit
Clavicula	Schlüsselbein	Neck dissection	Halspräparation
CT	Computertomographie	Nervus accessorius	Schulter-Nackenmuskelnerv
Coronal	CT-Ansicht von vorn	Otorhinolaryngologie	Hals-Nasen-Ohrenheilkunde
Diagnose	Erkenntnisgewinnung bei einer Krankheit	Ösophagus	Speiseröhre
Endoskopie	Untersuchung der Organe von innen	Otoskopie	die Betrachtung der Ohren
Epiglottis	Kehledeckel	Pharynx	Rachen, Schlund
Haptik	Wahrnehmung über den Tastsinn	Physiologie präoperativ	die Funktion eines Lebewesen vor der Operation
Histologie	Wissenschaft biologischer Gewebe	Sagittal	CT-Ansicht von der Seite
Hypopharynx	untere Teil des Rachen	Sonografie	Ultraschalluntersuchung
intraoperativ	während der Operation	Sternum	Brustbein
Karzinom	Krebserkrankung	Tonsilla	Mandel
Larynx	Kehlkopf	Trachea	Luftröhre
LK	Lymphknoten	Tumoren	Geschwulst, Schwellung; Neubildung
Malignom	bösartige Geschwulst	US	Ultraschall
Mastoid	Ohr	US gesteuerte Feinnadel	Ultraschall gesteuerte Feinnadel
Metastase	Tochtergeschwulst	Voxel	3-dimensionales Pendant zum Pixel

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die diese Arbeit möglich gemacht haben. danke :)

Zu aller erst möchte ich Prof. Carola Zwick herzlich danken_für den Kontakt und die Betreuung zu jeder Zeit.

Mein Dank gilt auch Prof. Bernhard Preim_für die Themenstellung, denn das Thema hat mir rundum gefallen.

Christian Tietjen danke ich_für die vielen Fragen die er mir beantwortet und auch in mir geweckt hat, natürlich auch für die gute Zusammenarbeit.

Der HNO-Klinik Magdeburg_für einen Besuch, wo ich Patienten und Ärzte treffen konnte, die tagtäglich mit Neck dissection zu tun haben.

Vielen Dank auch an die italienische Kardiologie_für das Fotoshooting.

Ich möchte mich auch ganz herzlich bei meiner Familie bedanken_für die Unterstützung während des gesamten Studiums, nicht nur mit Essenspaketen:).

Einen großen Dank an die Korrekturleserinnen_karina, jana, caro, franzi_für die akribische Suche nach Tippfehlern:)

_Die Sorgenpuppen der Mayas seien an dieser Stelle auch erwähnt, für ihre Anwesenheit rund um die Uhr.

Zum Schluß möchte ich mich bei Franzi bedanken_denn sie war immer da, konnte mir medizinische Zusammenhänge erklären, hat sich für Fotos bereitgestellt und mich vor der Computersymbiose bewahrt.

