

**Entwicklung und Einsatz eines EDV-basierten  
Informationssystems als digitale Patientenakte zur  
Qualitätssicherung und Optimierung der Arbeitsabläufe  
in der Strahlentherapie**

**Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Doktorgrades  
der Medizin**

**der Medizinischen Fakultät  
der Eberhard Karls Universität  
zu Tübingen**

**vorgelegt von**

**Niemeyer, Michael**

**2016**

Dekan: Professor Dr. I. B. Autenrieth

1. Berichterstatter: Professor Dr. M. Bamberg

2. Berichterstatter: Professor Dr. C. la Fougère

## **Widmung**

Diese Dissertation ist meiner Familie gewidmet, die mich in meiner beruflichen Entwicklung immer unterstützt hat und mir mit Rat und Tat in jeder Lebenslage zur Seite gestanden hat.

# Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung	9
2. Material und Methoden	13
2.1 Prinzip der Softwarekonzeption	13
2.1.1 Arbeitsplatz- und Workflowanalyse	13
2.1.2 Stufenweise Erweiterung	14
2.2 Hardware	14
2.3 Betriebssystem und Netzwerk	15
2.4 Datenhaltung für Programm und Patientendaten	15
2.5 Softwareaktualisierungen (Updates)	15
2.6 Software für die Programmentwicklung	16
2.7 Softwaremodule	17
2.7.1 Das Hauptprogramm	17
2.7.2 Module für die Arbeitsbereiche	18
2.7.3 Module für Akten, Karteikarten und andere Dokumente	18
2.7.4 Module für Sonderfunktionen (Tools)	18
2.8 Gestaltung der Benutzeroberfläche	19
2.8.1 Designgestaltung	19
2.8.2 Struktur für die Menüführung	20
2.9 Entwicklungshistorie der Software	21
2.9.1 Implementierung von Station und Tagesklinik	21
2.9.2 Implementierung der Ambulanzen	24
2.9.3 Implementierung der Bestrahlungsgeräte	25
2.9.4 Implementierung der Planung	26
2.9.5 Unterstützung wissenschaftlicher Auswertungen	26

2.9.6 Verwaltung und Arztbriefschreibung	27
2.10 Zugriffssicherung, Nutzerkonzept	28
2.11 Datenspeicherung	28
2.12 Datensicherung	29
2.13 Kommunikationsschnittstellen	29
2.14 Einbindung externer Programme	30
3. Ergebnisse	31
3.1 Hauptenü - Titelseite	31
3.2 Benutzerverwaltung	32
3.3 Arbeitsbereiche	33
3.3.1 Stationen	34
3.3.1.1 Stationsschreibtisch	35
3.3.1.2 Aufnahmeplanung	37
3.3.2 Tagesklinik	38
3.3.3 Ambulanzen	41
3.3.4 Planung	45
3.3.5 Therapie	49
3.3.6 Diagnostik	51
3.3.7 Bibliothek	53
3.3.8 Verwaltung	54
3.3.8.1 Management	54
3.3.8.2 Sekretariat	56
3.3.8.3 Abrechnung	58
3.3.8.4 Studien	63
3.3.8.5 Berichte	64
3.4 Digitale Patientenakte	67
3.4.1 Deckblatt - Information zum Patienten	68
3.4.2 Verlauf	70
3.4.3 Briefe	78

3.4.4 Diagnostik	81
3.4.5 Radiotherapie	82
3.4.6 Chemotherapie und Systemtherapie	88
3.4.7 Operationen	92
3.4.8 Therapie	92
3.5 Andere Patientendokumente	94
3.5.1 Die Patientenkartei	94
3.5.2 Bestrahlungsprotokoll	98
3.5.3 Terminbuch	99
3.6 Pathways - Behandlungspfade	101
3.6.1 Pathways zur Neuvorstellung und Therapieplanung	101
3.6.2 Andere Pathways	109
4. Diskussion	110
5. Zusammenfassung	117
6. Literaturverzeichnis	119
7. Veröffentlichungen	121
Danksagung	123
Lebenslauf	124

## Abkürzungsverzeichnis

3 GL	Third generation programing langage, höhere Programmiersprache die im Syntax der menschlichen Sprache ähnelt
4 GL	Forth generation programing language, weiter entwickelte Programmierumgebung zur Lösung spezieller Aufgaben
ASCII	American Standard Code for Information Interchange, eine 7 Bit Zeichenkodierung zur Ablage reiner Textdateien
Byte	Speichergröße, ein Byte sind 8 Bit, also 8 mal der Zustand 0 oder 1
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine, offenes Datenformat zum Austausch von Bilddaten
DLL	Dynamic Link Library
DOS	Disc Operating System, Betriebssystem eines Computers allgemein
EBM	Einheitlicher Bewertungsmaßstab, Gebührenordnung der gesetzlichen Kassen
GB	Gigabyte, Speicherkapazität 1024 MB
GOÄ	Gebührenordnung für Ärzte, regelt Abrechnung außerhalb der vertragsärztlichen Versorgung also etwa die Privatliquidation
HL7	Health Level 7, Kommunikationsstandard für den Austausch von Daten im Gesundheitswesen
IS-H	SAP for Healthcare, Branchenlösung der SAP für das Gesundheitswesen
IS-H med	KIS Lösung aufbauend auf IS-H
KB	Kilobyte, Speicherkapazität 1024 Byte
KBV	Kassenärztliche Bundesvereinigung
KIS	Krankenhausinformationssystem
MB	Megabyte, Speicherkapazität 1024 KB
PDF	Portable Document Format, von Adope eingeführtes plattformunabhängiges Dateiformat

RAM	Random Access Memory, Arbeitsspeicher eines Computers
RTF	Rich Text Format, von Microsoft eingeführtes Datenformat zur Speicherung formatierter Texte
TBK	Toolbook, Autorensystem der Firma Asymetrix
VGA	Video Graphics Array, Bildarstellungsstandard für Graphikkarten
Windows	Graphische Benutzeroberfläche und Betriebssystem der Firma Microsoft

# 1. Einleitung

Abläufe in der modernen Radioonkologie sind komplex, da Patienten in unterschiedlichen Arbeitsbereichen der Abteilung behandelt werden. Zunächst erfolgt die Vorstellung in der Ambulanz. Hier werden die onkologischen Befunde eines Patienten zusammengetragen und bewertet. Auf dieser Basis stellt der Arzt die Indikation zu einer Strahlenbehandlung oder Radiochemotherapie und der Patient wird über die Therapie aufgeklärt. Eine Bestrahlungsverordnung, die neben der Diagnose, nebst Histologie und Staging, den Nebendiagnosen, dem onkologischen Krankheitsverlauf vor allem die genaue Behandlungsvorschrift der Radiatio enthält wird erstellt. In der Planung wird dann zunächst eine Computertomographie durchgeführt und am Planungscomputer ein dreidimensionaler Bestrahlungsplan mit Isodosenverlauf erstellt. Am Röntgensimulator werden die Bestrahlungsfelder auf den Patienten übertragen. Parallel dazu kommen heute sogenannte virtuelle Simulatorprogramme zum Einsatz, die direkt anhand der CT Daten eine Feldkonzeption ermöglichen. Im Planungsprozess wird die Bestrahlungsverordnung noch einmal überprüft und gegebenenfalls modifiziert. Die Daten aus dem Planungsprozess werden über die Medizinische Physik an das Bestrahlungsgerät, den Linearbeschleuniger übertragen. Bei der eigentlichen Bestrahlung erfolgt zu Beginn die Ersteinstellung am Gerät durch den Medizinphysiker, den Gerätearzt und die MTRA. Hier werden Dosisverschreibungen und Bestrahlungsfelder erneut überprüft. Auch während der Bestrahlungsserie erfolgen weitere Prüfungen von Dosis und Feldern. Der Arzt sieht den Patienten regelmäßig und überzeugt sich vom Ansprechen der Behandlung respektive wertet und behandelt mögliche Nebenwirkungen. Ist eine Radiochemotherapie verordnet worden, so wird diese entweder in der radioonkologischen Tagesklinik oder auf Station durchgeführt. Dort wird der Behandlungsplan für die Chemotherapie erstellt und die korrekte Durchführung der Behandlung überwacht; Nebenwirkungen werden behandelt, vorgeschriebene Laborkontrollen werden durchgeführt. Verschlechtert sich ein Patient unter der Behandlung am Bestrahlungsgerät kann ebenso eine stationäre Aufnahme zur weiteren Behandlung erforderlich werden. Nach Abschluss der Strahlentherapie wird ein

Abschlußgespräch geführt und ein Arztbrief geschrieben. Im weiteren Verlauf wird der Patient regelhaft wieder in der Ambulanz zur Nachsorge vorstellig.

An all diesen Arbeitsschritten sind jeweils unterschiedliche Ärzte, Medizinphysiker, Arzthelferinnen, MTRAs und Pflegepersonal beteiligt. Zwischen diesen Mitarbeitern im multiprofessionellen Team gilt es ständig Informationen auszutauschen und Patientendaten auf dem aktuellen Stand zu halten. Bei einer konservativen, primär papierbasierten Aktenhaltung ist dies im Arbeitsalltag nur eingeschränkt und bei penibler Dokumentation umsetzbar. Häufig werden handschriftliche Einträge auf den diversen im Behandlungsablauf geführten Dokumenten nicht korrekt übertragen. Dies kann schnell zu Informationsdefiziten und damit zu Behandlungsfehlern führen. Die Terminabgleichung der Behandlungsabläufe gestaltet sich bei unterschiedlichen Arbeitsbereichen ebenfalls schwierig, da Terminänderungen im Routinebetrieb häufig vorkommen und konventionell nur unzureichend kommuniziert werden. Beispielsweise ergibt sich Abends in der Ambulanz eine Änderung des Termins für das Planungs-CT eines Patienten, in der Planungsabteilung ist telefonisch niemand mehr zu erreichen und am Folgetag wird morgens wegen des hektischen Betriebes in der Ambulanz vergessen, die Terminänderung erneut mitzuteilen. Aus diesem Grunde wurde in der Tübinger Klinik für Radioonkologie frühzeitig auf elektronische Terminplanungssysteme umgestellt (z.B. Programm Lotus Organizer). Diese Programme verbessern die Transparenz bei der Terminvergabe, sind als Standardsoftware allerdings nicht geeignet mit anderen Programmen in der Radioonkologie Daten auszutauschen.

Bestrahlungsverschreibungen und Chemotherapieverordnungen unterliegen einem ständigen Wandel, da sie dem aktuellen Stand von Wissenschaft und Forschung entsprechen sollen. Eine zentrale Ablage und Verwaltung solcher Behandlungsvorschriften ist die Voraussetzung für eine moderne Therapie. In Tübingen waren die Bestrahlungsverordnungen deswegen als elektronische Dokumente vorgehalten worden, die als Textbausteine im Schreibprogramm Microsoft Word abrufbar waren. Für Chemotherapien gab es keine datenverarbeitungsbasierte Lösung.

An der Universitätsklinik werden neben Studenten junge Ärzte ausgebildet. Insbesondere zu Beginn ihrer Tätigkeit kann man bei diesen Ärzten noch keinen Wissenstand auf so hohem Niveau voraussetzen, wie er für die Konzeption einer

onkologischen Behandlungsverschreibung erforderlich ist. Bislang war somit eine zeitintensive Inanspruchnahme von Fachärzten für Rückfragen bezüglich der Therapieverordnung erforderlich, zumal es im Fachgebiet Radioonkologie um ein Expertenwissen geht, das im Medizinstudium kaum tiefergehend vermittelt werden kann. Ein einfacher Zugang zu Bestrahlungsverordnungen und Chemotherapieprotokollen, der zudem durch geeignete Hilfestellungen die korrekte Auswahl der Therapie erleichtert wäre wünschenswert.

In Krankenhäusern der Maximalversorgung - wie in der Universitätsklinik Tübingen - werden Patienten zunehmend in Studien eingeschlossen und nach entsprechenden Protokollen behandelt oder in der Nachsorge betreut. Studienprotokolle sind administrativ sehr aufwändig, Terminprobleme und Dokumentationslücken bewirken meist einen erheblichen Verwaltungsaufwand. Nur eine aus Anwendersicht einheitliche und stringente Führung durch den Behandlungsablauf kann helfen, Fehler im Terminmanagement und in der Dokumentation zu vermeiden.

Alle Bestrahlungsdaten fließen in die Abrechnung für die Krankenkassen mit ein, da in Abhängigkeit von der Bestrahlungstechnik, der Anzahl der bestrahlten Felder und der Behandlungstage genau abgerechnet wird. Im konventionellen Betrieb wurden bislang handschriftlich geführte Terminlisten auf Karteikarten als Basis für die Abrechnung genutzt. Die Daten mussten dann zeitaufwändig zur Rechnungsstellung übertragen werden.

Am Jahresende sind für die Qualitätssicherung Daten über die im Jahresverlauf durchgeführten Bestrahlungen, Tumorentitäten und Geräteauslastungen zu erheben. Ein auf konventionellem Weg zeitaufwändiges Verfahren, wenn Daten teils aus elektronischen, teils aus handschriftlichen Dokumenten abgeglichen werden müssen.

In der Klinik für Radioonkologie der Universitätsklinik Tübingen sollte eine EDV basierte integrative Lösung entwickelt werden, die auf Basis bereits vorhandener elektronischer Datenverarbeitungsverfahren (Terminplanung mit Lotus Organizer, Textverarbeitung mit Microsoft Word) und in Anlehnung an etablierte Arbeitsabläufe den Informationsfluss zwischen den einzelnen Arbeitsbereichen (Ambulanz, Planung, Bestrahlungsgeräte, Tagesklinik und Station) verbessert. Die neue Softwarelösung sollte

dabei schrittweise die bisher eingesetzten Programme ersetzen oder ergänzen.

Vorhandene konventionelle Verfahren und Dokumente sollten weitgehend elektronisch imitiert werden, so dass bewährte Lösungsstrategien erhalten bleiben und das Personal ohne aufwändige Schulung mit dem neuen Programm arbeiten kann.

Die einzelnen Arbeitsbereiche sollten schrittweise nacheinander im Programm abgebildet werden, so dass Teile des Programmes schon früh einsatzfähig sind und im Arbeitsalltag evaluiert werden können.

Im einzelnen sollten neben der Terminplanung in der Ambulanz, Planung und an den Geräten die Bestrahlungsverordnungen und Chemotherapieprotokolle elektronisch abgebildet werden. Spezielle Module sollten den unerfahrenen Ärzten, analog einem digitalen Lehrbuch, den praktischen Einstieg in die Strahlentherapie erleichtern. Die Administration von Studienpatienten sollte seitens Terminmanagement und Dokumentation, aber auch in der Datenaquise unterstützt werden. Die Abrechnung sollte durch Datentransfer von den im Programm vorgehaltenen Daten über die Bestrahlung der Patienten unterstützt werden. Am Jahresende sollte eine automatische Analyse von durchgeführten Bestrahlungen, behandelten Patienten, Tumorentitäten und Geräteauslastungen möglich sein.

Insgesamt sollte durch ubiquitäre Verfügbarkeit von administrativen, technischen und Patientendaten die Transparenz erhöht und Behandlungsfehler vermieden werden. Verschiedene Hilfsmittel sollten die Datenaquise für wissenschaftliche Auswertungen, Qualitätssicherung und Abrechnung verbessern.

Das hieraus entstandene Softwarepaket, welches Elemente einer digitalen Patientenakte, wie auch eines Onkologieinformationssystems mit Behandlungspfaden verknüpft wurde OnkoPath genannt.

## **2. Material und Methoden**

Die Entwicklung einer komplexen Software erfordert Phasen der Konzeption, wie auch solche der konkreten Umsetzung (Wendt M 2002). Zu Beginn des hier beschriebenen Projektes war nicht abzusehen, wie komplex und umfassend die Aufgabe die es zu bewältigen galt werden würde. So hatte alles zunächst mit der Entwicklung eines kleinen Programmes zur Unterstützung der täglichen Stationsroutine in der Radioonkologie begonnen. Mit den Möglichkeiten des Programmes entwickelten sich auch die Wünsche, was man weiteres damit machen könnte und so ist allmählich ein hoch komplexes Softwarepaket entstanden, das der oben genannten umfangreichen Aufgabenstellung gerecht werden kann. So ist es im Laufe der Entwicklung immer wieder erforderlich gewesen neue Konzeptionsphasen einzuplanen und bestehende Programmteile neu zu entwerfen. Das Programm ist aus der täglichen Berufspraxis heraus entstanden und gewachsen, so dass neben den Erfahrungen des Programmators während des Gebrauches der Software auch zahlreiche Rückmeldungen der anderen Anwender korrigierend in den Entwicklungsprozess eingegriffen haben.

Wichtig für den Betrieb eines Programmes ist die Hardware und Softwareumgebung auf der es laufen soll, namentlich das Betriebssystem. Für die Entwicklung eines Programmes spielt aber auch die Programmiersprache (Entwicklungsumgebung) eine wesentliche Rolle. Sie sollte so gewählt werden, dass sie effizient zum Ziel führt, flexibel ist für Softwareanpassungen und für zukünftige Entwicklungen aber auch hinreichend verbreitet und etabliert, damit eine nachhaltige Verfügbarkeit des Entwicklungswerkzeugs anzunehmen ist.

### **2.1 Prinzip der Softwarekonzeption**

#### **2.1.1 Arbeitsplatz- und Workflowanalyse**

Um eine Softwarelösung für ein Problem zu entwickeln muss man zunächst das Problem kennen. Ist das Problem vielschichtig, wie etwa der Arbeitsablauf auf einer Krankenhausstation, so ist eine genaue Problemanalyse unerlässlich (Schneider G 2003). Wer an einem Arbeitsplatz selbst arbeitet kennt - so könnte man annehmen - alle Abläufe ganz genau und kann sie folglich beschreiben. Um mit einer solchen

Beschreibung eine Software zu entwickeln ist aber auch die technische und konzeptionelle Erfahrung, die mit der Programmierung einer solchen einhergeht erforderlich. So kommunizieren in der Regel der Anwender mit dem Programmierer und der eine macht dem anderen verständlich was er gerne hätte, wobei der andere versucht begreiflich zu machen wie das in einer Programmstruktur umsetzbar wäre. Der Programmator und Autor dieser Dissertation ist nun Anwender und Programmierer zugleich, so dass Missverständnisse die aus o.g. Dialog regelhaft entstehen von vorneherein nicht aufgetreten waren. Gleichwohl ist auch für den erfahrenen Programmierer wichtig, strukturiert an ein Thema heranzugehen. Ein wichtiges Prinzip ist es hierbei, einen Sachverhalt zunächst so einfach wie möglich zu umschreiben. Wenn man etwas einfach umschreibt, dann macht es Sinn primär über eine Lösung ohne Computer - also auf Papierbasis - nachzudenken. Wenn diese Lösung gut ist kann man in einem zweiten Schritt darüber nachdenken, ob und wie eine Umsetzung in einem Programm zu einer Arbeitserleichterung führt.

Für die Entwicklung der einzelnen Programmteile wurde also zunächst eine systematische Analyse des jeweiligen Arbeitsplatzes (Station, Tagesklinik, Ambulanz, Gerät und Planung) und der dort üblichen Aufgaben vorgenommen. Auf Basis der bislang verwendeten Papierdokumente wurde dann ein möglichst strukturiertes Konzept zum jeweiligen Arbeitsablauf entworfen. Dieser Entwurf - zunächst auf Papierbasis - war dann die Grundlage für die jeweilige Umsetzung im Programm. Wurden an dem jeweiligen Arbeitsplatz bereits elektronische Datenverarbeitungslösungen eingesetzt, so wurden diese analysiert und geprüft ob eine Implementierung im eigenen Programm - also eine Migration - effizient möglich und mittelfristig vorteilhaft wäre.

### **2.1.2 Stufenweise Erweiterung**

In Abhängigkeit von der ärztlichen Ausbildung des Autors in der Abteilung für Radioonkologie und den damit verbundenen Arbeitsplatzwechseln wurde das Programm stufenweise erweitert.

## **2.2 Hardware**

Zum Einsatz kamen als Anwenderarbeitsplätze handelsübliche Personalcomputer mit Pentiumprozessor, initial mindestens 512 KB RAM, später 1 GB RAM, VGA

Graphikkarten mit einer Auflösung von mindestens 800 x 600 Pixeln bei 256 Farben sowie einer lokalen Festplatte mit mindestens 10 GB Speicherkapazität. Im späteren Verlauf wurden höherwertige Computer mit mehr RAM sowie Graphikkarten höherer Auflösung eingesetzt. Die Software bleibt gleichwohl immer bei oben genannter Minimalausstattung betriebsfähig.

Im Netzwerk wurde der zentrale Server des Klinikums genutzt, der vom ZIT betreut wurde.

Zur Kommunikation mit dem Klinikinformationssystem wurde ein sogenannter Kommunikationsserver genutzt. Die Hardware entsprach der Spezifikation der Anwenderarbeitsplätze, lediglich die Festplattenkapazität war mit 100 GB größer.

### **2.3 Betriebssystem und Netzwerk**

Die Software wurde für das Betriebssystem Microsoft Windows ab der Version Windows 95 entwickelt. Zum Einsatz kamen im Verlauf der Programmentwicklung und des Einsatzes in der Klinik die Versionen Windows 95, Windows 98, Windows 2000, Windows XP und Windows Vista.

Als Netzwerkumgebung wurde Novell Netware ab Version 3.11, in der Entwicklungsumgebung auch Microsoft Windows Server ab Version 3,5 genutzt. Beim Einsatz im Klinikum kam vornehmlich die Netzwerksoftware Novell Netware zum Einsatz. Hierbei wird mehreren Personalcomputern eine oder mehrere zentrale Netzwerklaufwerke mit schneller Zugriffszeit zur Verfügung gestellt.

### **2.4 Datenhaltung für Programm und Patientendaten**

Das eigentliche Anwendungsprogramm OnkoPath wurde bei den Arbeitsplätzen (Personalcomputern) auf einer lokalen Festplatte installiert. Alle Patientendaten wurden auf einem zentralen Netzwerklaufwerk gespeichert.

### **2.5 Softwareaktualisierung (Updates)**

Ebenfalls auf dem zentralen Netzwerklaufwerk wurde eine komplette Kopie des Programmes OnkoPath und dessen Modulen gespeichert. Diese Kopie entsprach jeweils

der neuesten Version der Software. Beim Programmstart auf den Anwenderarbeitsplätzen wurde jeweils geprüft, ob die lokal installierte Version älter ist, als die zentral im Netzwerk vorgehaltene Programmversion. Sollte eine ältere Version vorgelegen haben wurde die neuere Version vom Netzwerk auf die lokale Festplatte kopiert, die jeweils ältere Version also überschrieben. Somit war es für die Einspielung von Updates also nur notwendig, auf dem zentralen Laufwerk die neueren Programmmodule abzulegen. In einer Versionsdatei wurde dann die Nummer der Version eingetragen und damit automatisch der Updateprozess auf den Arbeitsplätzen veranlasst.

## **2.6 Software für die Programmentwicklung**

Zur Entwicklung der Software Onkopath wurde das Autorensystem Toolbook (c) des Herstellers Asymmetrix genutzt. Hierbei waren initial die Versionen 3.0, 4.0 und dann Publisher II im Einsatz. Alle Versionen sind auf Mikrosft Windows basierten Betriebssystemumgebungen einsetzbar.

Die Firma Asymmetrix wurde von Paul Allen gegründet, der ursprünglich zusammen mit Bill Gates die Firma Mikrosft gegründet hatte, dies aber 1985 verließ. So erklärt sich die enge Bindung und gute Integration von Toolbook in die Microsoft-Welt, wengleich die ersten Versionen der Software (bis Version 1,53) auf den damaligen Computersystemen noch sehr langsam waren. Ab der Version 3.0 war eine hinreichende Leistungsfähigkeit gegeben um sowohl komplexe Abläufe als auch multimediale Inhalte effizient abzubilden.

Das Autorensystem Toolbook ist eine interaktive Entwicklungsumgebung, die die graphische Gestaltung von für Windows typischen Bedienelementen direkt am Bildschirm, also ohne Programmierung gestattet. Den Bedienelementen werden dann Funktionen zugeordnet, die in der systemeigenen Sprache Openscript programmiert werden. Bei Toolbook sind also Eigenschaften einer 4 GL Entwicklungsumgebung wie einer auch einer 3 GL Sprache vorhanden. Dadurch sind betriebssystemnahe Operationen, wie etwa das direkte Schreiben in Dateien auf DOS Ebene möglich.

Einzelne Sonderfunktionen, etwa für die Datenkommunikation mit anderen Programmen oder zum Anzeigen von Bilddateien wurden zunächst in TurboPascal, später in Delphi programmiert und als sog. DLL vom Programm genutzt.

## **2.7 Softwaremodule**

Die Software wurde in einzelnen Programm-Modulen angelegt, die sich jeweils gegenseitig aufrufen. Die Gliederung der Module ist zunächst hierarchisch angelegt worden, so dass ausgehend vom Hauptprogramm die Arbeitsbereiche, ausgehend von den Arbeitsbereichen die Dokumente und ausgehend von den Dokumenten Sonderfunktionen in jeweils separaten Modulen abgerufen werden können. Der konsequent in Modulen gestaltete Aufbau der Software erlaubte es in späteren Phasen der Entwicklung gleichwohl, einzelne Module auch von einer höheren Hierarchieebene direkt abzurufen. So waren etwa zu Beginn der Entwicklung einige Sonderfunktionen direkt im Modul für die digitale Patientenakte angelegt worden. Diese wurden später ausgegliedert, da mit wachsendem Aufgabenfeld des Programmes sich der Bedarf nach einem von der Akte unabhängigen Zugriff ergeben hatte. Die Module für Sonderfunktionen enthalten häufig viele medizinische Informationen, die gemäß dem Fortschritt in Wissenschaft und Forschung, respektive den in der Abteilung entsprechend angepassten Handlungsabläufen (SOP - Standard Operating Procedures) und Verordnungsvorschriften gepflegt werden mussten. Die Module wurden also im Verlauf der Entwicklung so modifiziert, dass sie universell abrufbar waren, die enthaltene medizinische Information aber möglichst nur einmal im System vorgehalten werden musste. So konnte der Aufwand für die Datenpflege der SOP minimiert werden.

### **2.7.1 Das Hauptprogramm**

Das Hauptprogramm oder die Titelseite des Programmes stellt quasi die oberste Programmhierarchie dar und erlaubt das Anmelden eines Benutzers am System und verknüpft die einzelnen Arbeitsbereiche, die als jeweils separate Module hiervon aufgerufen werden.

### **2.7.2 Module für die Arbeitsbereiche**

Stationen, Tagesklinik, Ambulanzen, Planung, Therapie, Diagnostik, Bibliothek und Verwaltung sind jeweils unterschiedliche Arbeitsbereiche, die in jeweils separaten Programm-Modulen angelegt wurden.

### **2.7.3 Module für Akten, Karteikarten und andere Dokumente**

Für die digitale Patientenakte, Karteikarten mit den Patientenstammdaten, Arztbriefe und andere Dokumente wurden in jeweils separaten Modulen angelegt. Diese werden typischerweise von den Arbeitsbereichen aus abgerufen. Ein Modul - etwa die digitale Patientenakte - wird dabei von mehreren Arbeitsbereichen genutzt.

### **2.7.4 Module für Sonderfunktionen (Tools)**

Bestrahlungsverordnungen, Chemotherapieprotokolle, Pathways und andere Sonderfunktionen (sog. Tools) sind in einzelnen Modulen angelegt worden. Diese Tools werden in der Regel von verschiedenen Dokumenten ausgehend aufgerufen, können aber auch von höheren Programmhierarchien (z.B. den Arbeitsbereichen) genutzt werden. Wie oben beschrieben war so die Möglichkeit gegeben, medizinische Informationen nur einmal im System vorzuhalten. Demzufolge war allerdings eine flexible Gestaltung der Aufrufmöglichkeit und Datenübergabe in Bezug auf diese Module notwendig geworden.

## 2.8 Gestaltung der Benutzeroberfläche

### 2.8.1 Designgestaltung

Die Benutzeroberfläche des Programmes wurde so gestaltet, dass eine intuitive Nutzung durch die Anwender möglich sein sollte. Hierbei wurde zum einen auf eine logisch nachvollziehbare Menüführung geachtet, zum anderen Gestaltungsprinzipien verwendet, die unter Windows verbreitet sind. Schaltflächen wurden häufig als selbst erklärende Piktogramme (Icons) gestaltet (Staufer M J 1987). Beispielsweise verändert sich eine Schaltfläche für Ausdrücke wenn man mit der Maus über sie fährt so, dass ein Papier aus einem Druckericon kommt. Das Design für Registriertkarten und textbasierte Knöpfe wurde an die Gestaltung der im Klinikum gebräuchlichen Verwaltungssoftware IS-H bzw. ISH-med der Firma SAP angepasst, so dass rein optisch der Eindruck entsteht die Software wäre ein Teil des Klinikinformationssystems (KIS). Für das Bildbetrachtungs- und Verarbeitungsmodul (Röntgen- und CT-Bilder sowie Verifikationsaufnahmen) wurde das Anwendungsdesign an die im Klinikum in der Radiologie eingesetzte Benutzeroberfläche SYNGO der Firma Siemens angepasst. Anwender sollte das Onkopathprogramm somit als integrativen Bestandteil der Kliniksoftwareumgebung wahrnehmen.

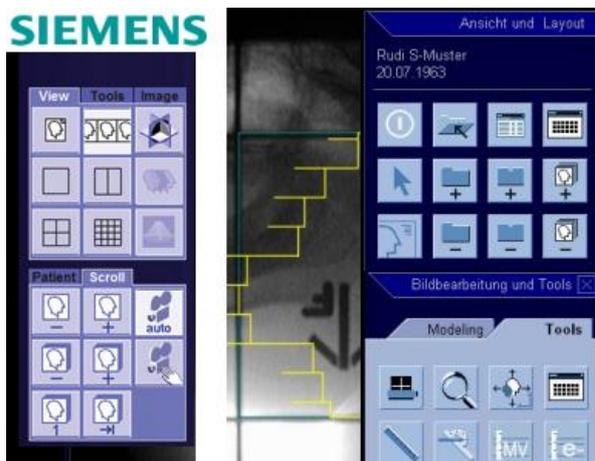


Abbildung 01: Bedienelemente im DicomViewer SYNGO von Siemens (links) und dem Bildbetrachtungswerkzeug für Simulationsbilder im JPG-Format (rechts) im Vergleich

## 2.8.2 Struktur für die Menüführung

Für die Struktur in der Menüführung wurden drei Prinzipien umgesetzt. Zum einen ein sogenanntes hierarchisches Baummodell (Balzert H et al. 1988 - S. 127), das man von der Ordner-Leiste des Windows-Explorers kennt. Diese Menüstruktur ist jeweils links angeordnet. Über die Baumstruktur werden Arbeitsplätze, Planungs- und Bestrahlungsgeräte, Werkzeuge und Dokumentenmodule organisiert. Als anderes Prinzip der Menüführung wurde ein seitenbasiertes Modell, analog einem Buch, einem Ordner oder einer Akte gewählt. Diese virtuelle Akte hat Register an der rechten Seite, die einzelne Aktenabschnitte repräsentieren. Zudem sind in den einzelnen Aktenabschnitten Unterregister vorgesehen, so dass die abzulegenden Informationen hier noch weiter untergliedert werden können. Als dritte Navigationsmöglichkeit wurde analog einem InterNet-Browser eine Menüleiste am oberen Bildrand vorgesehen, mit der man jeweils zur vorherigen Bildschirmseite, zur vorherigen Hierarchie oder zur Programmtitelseite mit dem Hauptmenü gelangen kann. Zudem ist hier eine Suchoption und die Softwarehilfefunktion abrufbar.

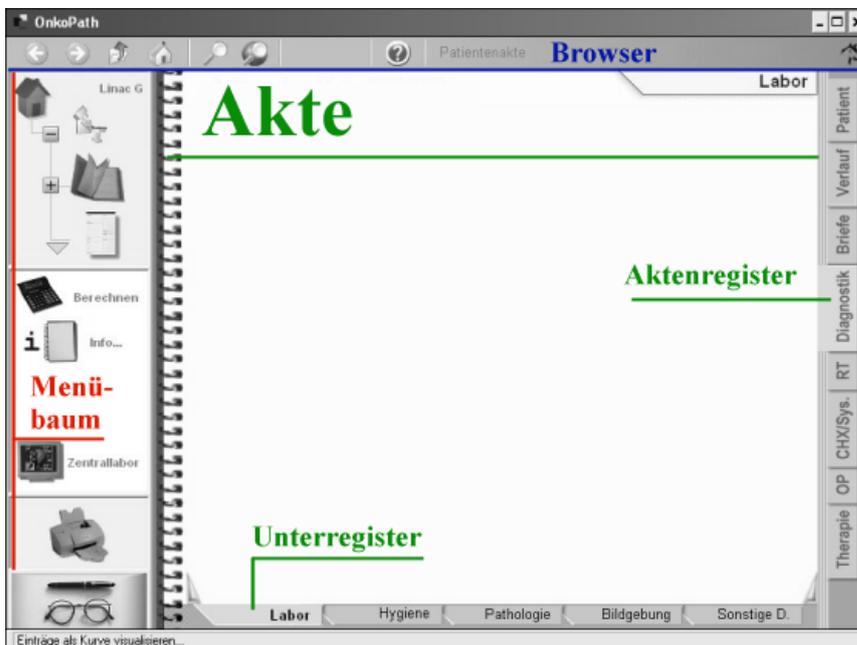


Abbildung 02: Menüstrukturen mit Browser, Menübaum, sowie Akte mit Registern

Diese Menügestaltungselemente und eine stringente Bildschirmaufteilung sollen eine intuitive Benutzerführung ermöglichen (Stary C 1994, Thissen F 2001).

## **2.9 Entwicklungshistorie der Software**

Die Software sollte möglichst früh im klinischen Routinebetrieb eingesetzt werden. So wurde zunächst mit Teilen des Programmes begonnen, die wesentliche Grundfunktionen abdecken konnten.

### **2.9.1 Implementierung von Station und Tagesklinik**

Im ersten Entwicklungsabschnitt wurde eine Lösung zur Erleichterung der Arbeit auf der radioonkologischen Station gesucht. Bislang hatte es dort Übergabelisten für die diensthabenden Ärzte gegeben, in denen die Patienten - nach Zimmern sortiert - mit ihren Diagnosen und aktuellen Problemen eingetragen wurden. Ausgehend von einer solchen Liste wurde eine erste Programmversion entwickelt, die im wesentlichen aus einer Stationsübersicht und zugehörigen Patientenkarteen bestand. Beide Funktionen waren damals noch in einem Programmmodul integriert. Für die Dienstübergabe konnte nun eine Übergabeliste automatisch generiert und ausgedruckt werden. In den Patientenkarteen wurden Geschlecht, Vorname, Name und Geburtsdatum eingetragen. An administrativen Daten war das Aufnahmedatum und das geplante Datum für die Entlassung vorgesehen. Außerdem konnte man einen Patienten als neu aufgenommen markieren. Neben der onkologischen Hauptdiagnose ggf. mit Metastasierung waren wichtige Nebendiagnosen gespeichert. Zusätzlich wurde die aktuelle Strahlen- und ggf. Chemotherapie eingetragen. Ein spezielles Feld "cave" beinhaltete aktuelle Probleme wie z.B. eine transfusionspflichtige Anämie. Auf der Stationsübersicht waren dann Neuzugänge und Problemfälle in speziellen Farben markiert. Mit diesem ersten Programm war es möglich, eine strukturierte Dienstübergabe am Computer durchzuführen. Außerdem konnte man dem verantwortlichen Oberarzt am Nachmittag schnell die Neuzugänge und Probleme aufzeigen. Die Grundelemente dieser Karteikarte blieben auch in der aktuellen Version der digitalen Patientenakte - auf dem Aktendeckblatt - erhalten.

Als nächster Einsatzbereich wurde die Unterstützung bei der Erstellung von Chemotherapieverschreibungen ausgewählt. Bislang war das Verfahren hierzu konventionell papierbasiert und sehr zeitaufwändig. Musterverschreibungen waren in einem Ordner abgelegt. Diese dienten als Vorlage, um handschriftlich ein Formular

auszufüllen. Die Körperoberfläche des Patienten wurde mit einem Nomogramm ermittelt (Seeber S 1998), die Dosierung der einzelnen Substanzen musste entsprechend berechnet werden. War die Verschreibung erstellt wurde sie vom zuständigen Oberarzt überprüft und abgezeichnet. In der Programmumsetzung wurde zunächst in die Patientenkartei ein Feld für die Körpergröße und das Gewicht aufgenommen. Das Programm berechnete dann automatisch die Körperoberfläche. Ein neues, separates Modul für Chemotherapieverschreibungen wurde programmiert, in das dann alle auf Station üblichen Verschreibungen eingepflegt wurden. Diese wurden mit gängigen Referenzverschreibungen aus der Literatur abgeglichen (Berger D P et al. 1998). Dieses Modul ermöglichte einen strukturierten Zugriff auf die Verschreibungen, nach Körperregionen und Tumorentitäten sortiert. Die Software nutzte nun die Daten der Patientenkartei um automatisch eine korrekte individualisierte Chemotherapieverschreibung mit adäquater Substanzdosierung zu generieren. Unter der Chemotherapie können Komplikationen wie Paravasate auftreten. Hierfür sind je nach Substanzgruppe spezifische Maßnahmen zu ergreifen (Cox K et al. 1988, Dorr RT 1990). Um das Management solcher Komplikationen zu erleichtern wurde ein spezielles Modul implementiert.

Die ausführliche onkologische Diagnose mit Beschreibung der Tumorentität, der Histologie, dem Grading und dem Staging, sowie der onkologische Verlauf mit stattgehabter Bildgebung, Operationen und Systemtherapien wie auch die Bestrahlungsverschreibung mit Indikation und Radiotherapiemodus (Zielvolumina, Einzeldosis, Fraktionierung und Gesamtdosis) sind Bestandteil der sogenannten Bestrahlungsverordnung (synonym Strahlentherapeutische Verordnung, RT-Scribor) (Bamberg M et al. 2009 - S.148). Diese Dokumente wurden bislang digital als Microsoft Word-Dateien vorgehalten. Um die darin enthaltenen wichtigen Informationen direkt im System abzulegen wurde die Patientenkartei zu einer digitalen Patientenakte erweitert. Vorbild für die digitale Patientenakte war dabei die bislang im Gebrauch befindliche Papierakte. Auf dem ersten Blatt dieser Akte, dem Aktendeckblatt, wurden die vormaligen Karteidaten eingetragen und ein Unterregister für die ausführliche Diagnose vorgesehen. Zudem wurden die Aktenregister Verlauf (für den onkologischen Verlauf) und RT (für die Bestrahlungsverschreibung) angelegt.

Zunächst war zu diesem Zeitpunkt nur vorgesehen, die Daten aus den Word-Dateien hier als Kopie abzulegen.

Neben dem onkologischen Verlauf sollte als nächstes der Verlauf unter der Behandlung digital abzulegen sein. Hierbei sollten datumsgenaue Einträge, die namentlich mit Handzeichen zugeordnet werden können möglich sein. Der Behandlungsverlauf wurde als Unterregister des Aktenregisters Verlauf angelegt. Analog zur gebräuchlichen Papierakte in der bislang Verlaufseinträge handschriftlich auf grüne linierte Zettel vorgenommen worden waren wurde auch das digitale Blatt für Verlaufseinträge in grün gehalten. Den einzelnen Arbeitsbereichen (Ambulanz, Planung, Gerät, Station usw.) wurden unterschiedliche Schriftfarben zugeordnet, so dass man sich schnell einen Überblick verschaffen kann in welchem Bereich eine Eintragung erfolgt ist.

Um die Papierakte weiter digital umzusetzen wurden alle anderen Aktenregister die bislang in der Akte geführt wurden auch digital angelegt. Es gab damit in der digitalen Akte ein Register Patient mit dem Deckblatt, und der onkologischen Diagnose, ein Register Verlauf mit den Unterregistern Historie (für den onkologischen Verlauf) und Behandlung (Verlauf unter der Behandlung), sowie die Register Briefe, Diagnostik, RT (Bestrahlung), CHX (Chemotherapie), OP (Operationen) und Therapie.

Unter dem Register Therapie wurden die aktuellen Medikamente die der Patient während seines stationären Aufenthaltes erhalten hatte tabellarisch in der Reihenfolge Medikament, Wirkstoff und Dosierung abgelegt. So wurde die Voraussetzung geschaffen Therapielisten sowohl nach den Medikamentennamen (Handelsnamen) zur Patienteninformation als auch nach dem Wirkstoff zur Arztbriefschreibung zu generieren.

Bei der Arztbriefschreibung wurden zunächst nur Kurzbriefe vorgesehen. Bislang war es üblich gewesen, dass ein Patient nach seinem stationären Aufenthalt zunächst einen handschriftlich formulierten Kurzbrief mit Angaben zu seiner Diagnose, der durchgeführten Behandlung (z.B. Chemotherapie), möglichen Problemen oder Komplikationen sowie der aktuellen Krankenhausmedikation mitbekommen hatte. Zudem erhielt jeder Patient für sich eine weitere Liste mit seinen Medikamenten und deren Dosierung. Damit war es naheliegend, dass eine elektronische Umsetzung mit

standardisierten Kurzbriefen trotz der dann nötigen Eingabe der Medikamente zu einer Arbeitserleichterung führen würde. Insbesondere bei den häufig wiederholten stationären Aufenthalten der Strahlentherapiepatienten im Rahmen ihrer Chemotherapieregime in mehreren Zyklen und mit bereits gespeicherten Medikamentenlisten war eine Zeitersparnis zu erwarten.

Nach der onkologischen Station war eine Erweiterung für die radioonkologische Tagesklinik zur Organisation der Chemotherapie für die dort teilstationär behandelten Patienten erfolgt. Hierbei musste auf die besondere Ablauforganisation in der Tagesklinik eingegangen werden. Patienten, die hier behandelt werden kommen jeweils nur für wenige Stunden um ihre Infusionen zu erhalten. Am Vortag sind die jeweiligen Chemotherapien aber bereits vorzubereiten und in der Apotheke zu bestellen. Also wurde eine Tagesliste für alle Patienten am aktuellen Tag und eine Vorbereitungsliste für den Folgetag implementiert. Die Chemotherapieverschreibungen in der bisherigen Bibliothek wurden um die Regime ergänzt, die üblicherweise in der Tagesklinik verabreicht werden und die Standardtextbausteine für die Kurzbriefe wurden entsprechend den Bedürfnissen der teilstationären Korrespondenz angepasst. Zudem wurde ein neues Modul vorgesehen, das Aufklärungstexte für die jeweilige Chemotherapie abrufbar macht. [Niemeyer et al. 2000].

## **2.9.2 Implementierung der Ambulanzen**

Im zweiten Entwicklungsabschnitt sollten die onkologischen Ambulanzen als Arbeitsbereiche in die Software integriert werden. In der tübinger Radioonkologie gibt es drei Ambulanzen, die nach Organsystemen organisiert sind. Zudem gibt es eine Privat- und eine Pflegeambulanz.

Bei der Analyse der Arbeitsabläufe im Ambulanzbereich waren drei Schwerpunkte festgestellt worden. Zunächst das Terminmanagement, dann die Befundorganisation und schließlich die Konzeption der Bestrahlungsverordnung.

Die Ambulanztermine für neue Patienten und Patienten, die in der Nachsorge gesehen werden sollen wurden bislang mit dem Terminverwaltungsprogramm Lotus Organizer verwaltet. Dies stellt eine in sich geschlossene Lösung dar, die zwar effizient im Terminmanagement ist darüber hinaus aber keinerlei Option für den weiteren

Datenaustausch bietet. Diese Terminverwaltung sollte durch ein geeignetes System innerhalb der OnkoPath-Software ersetzt werden. Es wurde also eine tages- und zeitgenaue Terminliste implementiert in die die Patienten eingetragen werden können. Ausgehend vom Termineintrag war vorgesehen worden, die digitale Patientenakte abrufen zu können. Zudem war eine Möglichkeit geschaffen worden Termine für andere Arbeitsbereiche (z.B. Station, Tagesklinik) zu organisieren. Für die Bestrahlungsverordnungen wurde ein neues Modul entwickelt, damit die Bestrahlungsverschreibungen ähnlich wie die Chemotherapien aus einer nach Organsystemen geordneten Bibliothek abgerufen werden können.

[Niemeyer et al. 2001]

### **2.9.3 Implementierung der Bestrahlungsgeräte**

Im nächsten Entwicklungsabschnitt wurden die Bestrahlungsgeräte als Arbeitsbereiche in das Programm integriert. Bei den Bestrahlungsgeräten waren zunächst vier Linearbeschleuniger (Linac A, B, G, H) und der Arbeitsplatz für Hyperthermie und Afterloading vorgesehen worden. Mit der Erweiterung der Abteilung und dem Bezug zusätzlicher Gebäudeteile wurden noch zwei weitere Linearbeschleuniger (Linac C, D) implementiert. Bei der Arbeitsplatzanalyse am Gerät war zunächst wieder ein Terminmanagement gefunden worden. Die Terminlisten wurden hier aber nicht elektronisch sondern auf Papier geführt. Folglich wurden im Programm - ähnlich wie im Ambulanzbereich - tages- und zeitgenaue Terminlisten implementiert. Über den Patienteneintrag sollte auch dessen digitale Patientenakte abrufbar sein. Über das elektronische Abhaken eines Patienteneintrages konnte dessen Behandlung automatisch dokumentiert werden. Hierbei war auch die Möglichkeit vorgesehen worden, ein individuelles Bestrahlungsprotokoll des Patienten zu generieren. Hierfür war neben der rein textbasierten Vorgabe der Bestrahlungsverschreibung eine Parametrisierung nach Zielvolumina, Fraktionierung, Einzeldosen und Gesamtdosis optional vorgesehen worden. Neben diesen organisatorischen Programmkomponenten wurden Module zur Unterstützung der Neueinstellungen und für Verifikationen entwickelt (sog. RT-Assistant Module).

[Niemeyer et al. 2002, 2003, 2004]

#### **2.9.4 Implementierung der Planung**

In einem weiteren Entwicklungsabschnitt wurde der Arbeitsbereich der Planung in das OnkoPath-System aufgenommen. Hierbei waren Terminlisten für das Planungs-CT, MRT und PET, den Simulator und für die 3D Planung vorzusehen. Die Module für die Terminabstimmung mit den Ambulanzen und Geräten wurden optimiert und entsprechend erweitert. Eine Schnittstelle zur Übernahme von Bildern aus der CT-Planung und vom Simulator im JPG-Bildformat wurde definiert und ein Softwaremodul zur Betrachtung dieser Bilder in Anlehnung an das Design des SYNGO-Dicom Viewers der Firma SIEMENS entwickelt.

[Niemeyer et al. 2004]

#### **2.9.5 Unterstützung wissenschaftlicher Auswertungen und der Qualitätssicherung**

In der digitalen Patientenakte wurde auf dem Aktendeckblatt eine Möglichkeit vorgesehen einen Patienten als Studienpatienten zu kennzeichnen. Solche Patienten wurden dann automatisch in separaten Listen für das jeweilige Studienprotokoll geführt und so dem Arzt, der mit der Studiendokumentation betreut war der Aktenzugriff erleichtert. Für Neuaufnahme und Nachsorge im Rahmen solcher Studien wurden für einzelne Studienprotokolle spezifische Erfassungsbögen in der Software implementiert (z.B. Mammakarzinom oder Prostatakarzinom).

Durch die Datensammlung im Bereich der Geräte und Planung über Terminlisten wie auch durch die Datensätze der individuellen Bestrahlungsprotokolle der Patienten wurden Voraussetzungen geschaffen Informationen aus dem Datenbestand zu extrahieren, die sich für die allgemeine Qualitätssicherung eignen. So konnten im Verwaltungsbereich beispielsweise Listen mit abgestrahlten Fraktionen für jedes Gerät abgerufen werden.

[Niemeyer et al. 2005, 2006]

### **2.9.6 Verwaltung und Arztbriefschreibung**

Nachdem Kurzbriefe schon zu Beginn des Programmeinsatzes genutzt wurden ergab sich der Wunsch die Erstellung des fertigen Arztbriefes auch über das Programm abzuwickeln. Dies war insofern naheliegend, da die meisten hierfür benötigten Daten ohnehin bereits im System gespeichert waren und man mit den Möglichkeiten der interaktiven Benutzerführung im Programm wesentlich eleganter Standardbriefe erstellen konnte als mit der bisherigen Lösung, die auf dem Textverarbeitungsprogramm Microsoft Word aufgebaut war. Ziel war es, eine weitgehend automatische Briefschreibung ohne die Notwendigkeit von Diktaten zu ermöglichen. Hierzu wurde im Arbeitsbereich Verwaltung eine Rubrik Sekretariat vorgesehen in der die fertig generierten Briefe für eine Abschlusskontrolle durch den zuständigen Oberarzt und zur Freigabe mit Ausdruck abgerufen werden können. Im Aktenregister Briefe wurde ein neues Unterregister eingeführt um neben den Kurzbriefen nun fertige Arztbriefe erzeugen und speichern zu können. Ein neues Modul für die Arztbriefschreibung wurde entwickelt, welches aus den Elementen der Bestrahlungsverordnung und gespeicherten Medikamenten für zunächst typische Situationen wie beispielsweise dem Therapieabschluss am Gerät oder der Routinenachsorge mit wenigen Mausklicks die Erstellung eines standardisierten Arztbriefes ermöglicht. Die so generierten Briefe sind veränderbar und können bei Bedarf auch über Diktate ergänzt oder erweitert werden.

Da das Programm mittlerweile alle an der Patientenbehandlung beteiligten Arbeitsbereiche abgebildet hat bestand die Möglichkeit für zahlreiche administrative Analysen. Neben der Geräteauslastung, der Diagnosenverteilung an den Linacs, der Behandlungsprotokolldaten und anderer eher seitens der Qualitätssicherung und wissenschaftlichen Auswertung interessanter Daten lagen im System auch Informationen vor, die eine Unterstützung der Abrechnungsvorgänge mit den Krankenkassen möglich machten. Der Arbeitsbereich Verwaltung wurde folglich um die Rubrik Abrechnung ergänzt. Hier werden abzurechnende Fälle in Listen geführt und die Erfassung der gespeicherten abgestrahlten Fraktionen sowie deren Zuordnung zu den korrespondierenden Abrechnungsziffern via EDV unterstützt. Schließlich generiert das Programm einen Abrechnungsschein zum Ausdruck bzw. eine Transferdatei für die elektronische Abrechnungsdatenübermittlung. [Niemeyer et al., 2006]

## 2.10 Zugriffssicherung, Nutzerkonzept

Die Sicherung der Zugruffes auf die Software erfolgt durch eine beim Start des Programmes erforderliche Anmeldung als Benutzer. Vorgesehen wurden Einzelnutzer, für die neben dem Anmeldenamen ein Passwort (PIN) im System hinterlegt wurde, sowie Benutzergruppen (beispielsweise MTRAs oder Ambulanzpersonal). Die Daten der Benutzer wurden direkt im System gespeichert, so dass ein Zugriff von extern nicht möglich ist.

## 2.11 Datenspeicherung

Die Software speichert ihre Daten zentral auf einem Serverlaufwerk in ACSII Dateien. Dies sind Textdateien, in denen die Daten nach einem vorgeschriebenen Kodierschema abgelegt werden. Zumeist wurde der in heutigen Klinikinformationssystemen übliche und verbreitete Standard HL7 verwendet. HL7 als Format wurde 1987 entwickelt, um einen Standard für die elektronische Datenübertragung von klinischen, abrechnungsrelevanten und administrativen Daten in Gesundheitseinrichtungen zu ermöglichen (Di Lima S N et al. 1998, Schadow G 2000)

```
PID|23564|Muster^Doris^21.02.1970|...
```

Dargestellt ist ein Beispiel für einen Patienten mit seinen Stammdaten. Zunächst steht die Kodierkennung PID die besagt, dass hier Stammdaten stehen; dann folgt nach einer Trennmarke (|) die Patientenidentifikationsnummer, danach der Namenseintrag und das Geburtsdatum mit Elementtrennmarken (^) getrennt usw.

Formatierte Texte wurden als Datenblöcke innerhalb der ACSII Dateien im Rich Text Format (RTF) gespeichert. RTF steht für Rich Text Format und bedeutet, dass Texte mit Formatierung - also Schriftart, Schriftfarbe, Schriftauszeichnung (fett, kursiv, unterstrichen) gespeichert werden. Dieses Format wurde von der Firma Microsoft 1987 eingeführt und dient als Austauschformat zwischen Textverarbeitungsprogrammen verschiedener Hersteller auf unterschiedlichen Betriebssystemen (Burke S M 2003, Fredrichs A 1997).

```
{\rtf1
  Beispiel für RTF
  \par
  {\i Das} ist ein
  formatierter {\b Textabschnitt}.
}
```

Beispiel für RTF

*Das* ist eine formatierter **Textabschnitt**.

Dargestellt ist die Kodierung in RTF und das Ergebnis im Ausdruck.

## 2.12 Datensicherung

Die Patientendaten wurden wie oben beschrieben auf einem zentralen Netzwerklaufwerk gespeichert. Durch die EDV Abteilung des Klinikums (ZIT, Zentrum für Informationstechnik) wurden tägliche Datensicherungen dieses Laufwerks vorgenommen. Zusätzlich war die Möglichkeit einer proprietären Datensicherung auf einem zweiten Server vorgesehen worden. Hierzu wurde der unten beschriebene Kommunikationsserver genutzt. Die Datensicherung erfolgte nachts.

## 2.13 Kommunikationsschnittstellen

Die Software kommuniziert mit dem in Tübingen eingesetzten Klinikinformationssystem (im folgenden KIS) IS-H der Firma SAP. Die Kommunikation verläuft über zwei sogenannte Kommunikationsserver. Der erste Server ist auf Seite des KIS implementiert und legt Patientenstammdaten bei bestimmten Ereignissen (etwa bei der Patientenaufnahme) auf seiner Festplatte in HL7-Dateien ab. Diese Dateien werden vom zweiten Kommunikationsserver gelesen, interpretiert, dem Onkopath-System zur Verfügung gestellt, dort gespeichert und dann auf dem ersten Server zur Löschung freigegeben.

Daneben wurden Schnittstellen entwickelt, die die Kommunikation mit externen internetbasierten digitalen Patientenakten (LifeSensor, Firma InterComponentWare/SAP) ermöglichen. Diese sind auf DLL Basis aufgebaut. Im klinischen Routinebetrieb wurden letzte Schnittstellen aber nicht eingesetzt.

Zum Datenaustausch mit der Textverarbeitungssoftware Microsoft Word konnten vom Programm aus Dateien im RTF-Format erzeugt werden.

## **2.14 Einbindung externer Programme**

Im System wurde die Möglichkeit vorgesehen, externe Programme wie etwa Microsoft Word direkt aus dem Arbeitskontext heraus aufzurufen. Hierbei wurden teilweise Daten als Parameter beim Aufruf der Software übergeben. Zusätzlich erfolgte eine Datenübergabe über Dateien, die von der digitalen Patientenakte generiert und von der externen Software weiter verarbeitet wurden (z.B. RTF-Dateien wie oben beschrieben)

Eingebunden wurden folgende externe Programme: Microsoft Word, Acrobat Reader, Rote Liste, Labormodul, DicomViewer, Internet Explorer.

Mit Microsoft Word konnten vom Programm im RTF-Format vorbereitete Arztbriefe gelesen und weiter verarbeitet werden. Mit Acrobat Reader konnten im PDF-Format abgelegte Dokumente betrachtet werden. PDF steht für Portable Dokument Format und ist ein plattformunabhängiges Dateiformat, welches 1993 vom Unternehmen Adobe Systems entwickelt wurde (Merz T et al. 2002). Die Rote Liste ist ein Arzneimittelverzeichnis. Das Labormodul ist eine hausinterne Abrufsoftware für Laborergebnisse. Der DicomViewer ist ein Freeware Programm zur Betrachtung von Bildern im Dicom Format. DICOM steht für Digital Imaging and Communications in Medicine und ist ein offener Standard zum Austausch medizinischer Bilddaten wie Röntgen, MRT, CT oder Sonographie (Müller H 1997). Der Internet Explorer ist ein Programm der Firma Microsoft zur Ansicht von Internetseiten.

### 3. Ergebnisse

Über den Zeitraum der Jahre 2000 bis 2006 ist schrittweise ein Informationssystem als digitale Patientenakte für die radioonkologische Klinik entstanden - das Programm OnkoPath *RadioTherapy*. Über eine hierarchische Struktur, ausgehend von der Titelseite gelangt man nach Anmeldung als Benutzer in die einzelnen Arbeitsbereiche der Strahlentherapie. Dort wird dann jeweils der typische Arbeitsplatz im Programm abgebildet von dem aus man dann Zugriff auf die eigentlichen digitalen Akten oder anderen Dokumente der zu behandelnden Patienten hat.

#### 3.1 Hauptmenü - Titelseite



Abbildung 03: Titelseite mit Hauptmenü. Die Benutzerverwaltung und die Arbeitsbereiche sind links abrufbar.

Ausgehend vom Hauptmenü, welches nach dem Aufruf des Programmes dargestellt wird kann zunächst die Benutzerverwaltung aufgerufen werden. Nach dem Anmelden innerhalb der Software besteht die Möglichkeit, die einzelnen Module (Stationen,

Tagesklinik, Ambulanzen, Planung, Therapie, Diagnostik, Bibliothek und Verwaltung aufzurufen.

### 3.2 Benutzerverwaltung

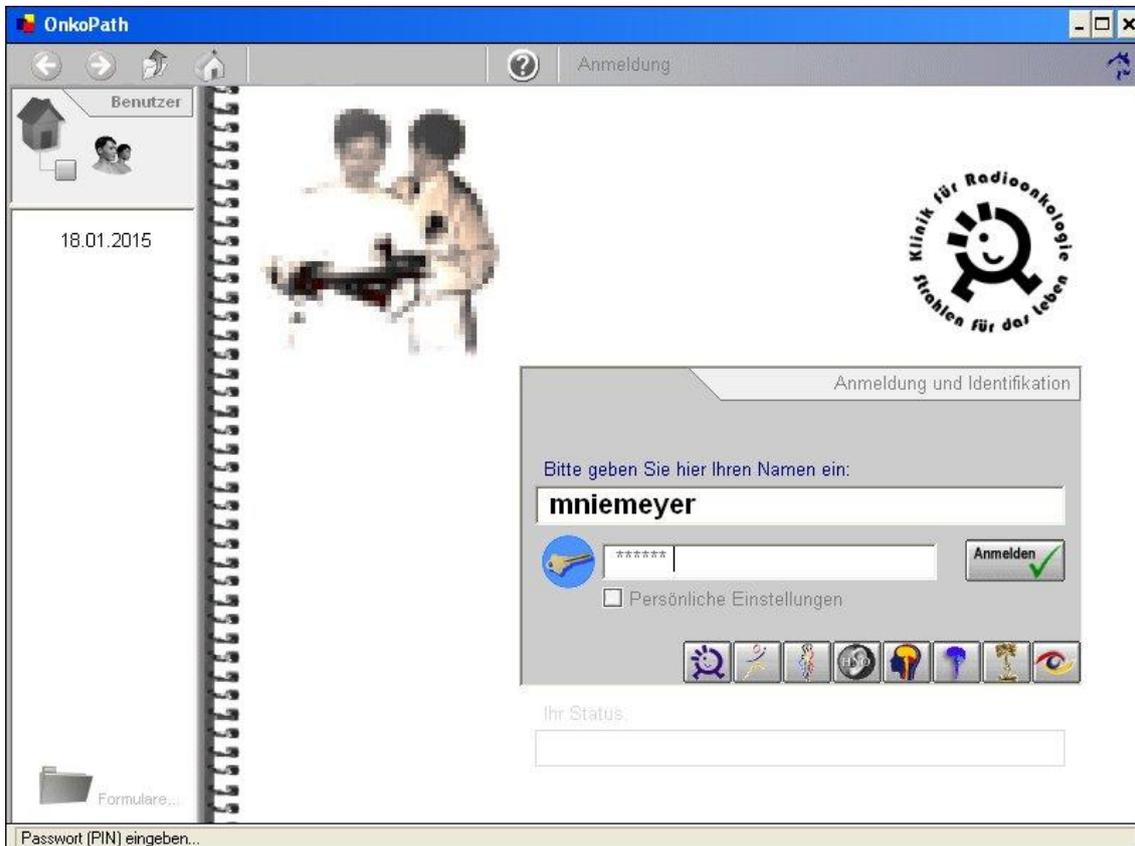


Abbildung 04: Anmeldung als Benutzer mit Kennwort.

Die Anmeldung innerhalb der Software erfolgt über die Benutzerverwaltung. Hier wird der Benutzername und ggf. ein Passwort eingegeben. Ausgehend von der Benutzerverwaltung können auch andere Klinikabteilungen wie etwa die Hämatonkologie aufgerufen werden. So wurde die Voraussetzung geschaffen, die Software auch in anderen Abteilungen, die im interdisziplinären Kontext an der Behandlung der Patienten beteiligt sind einzusetzen.

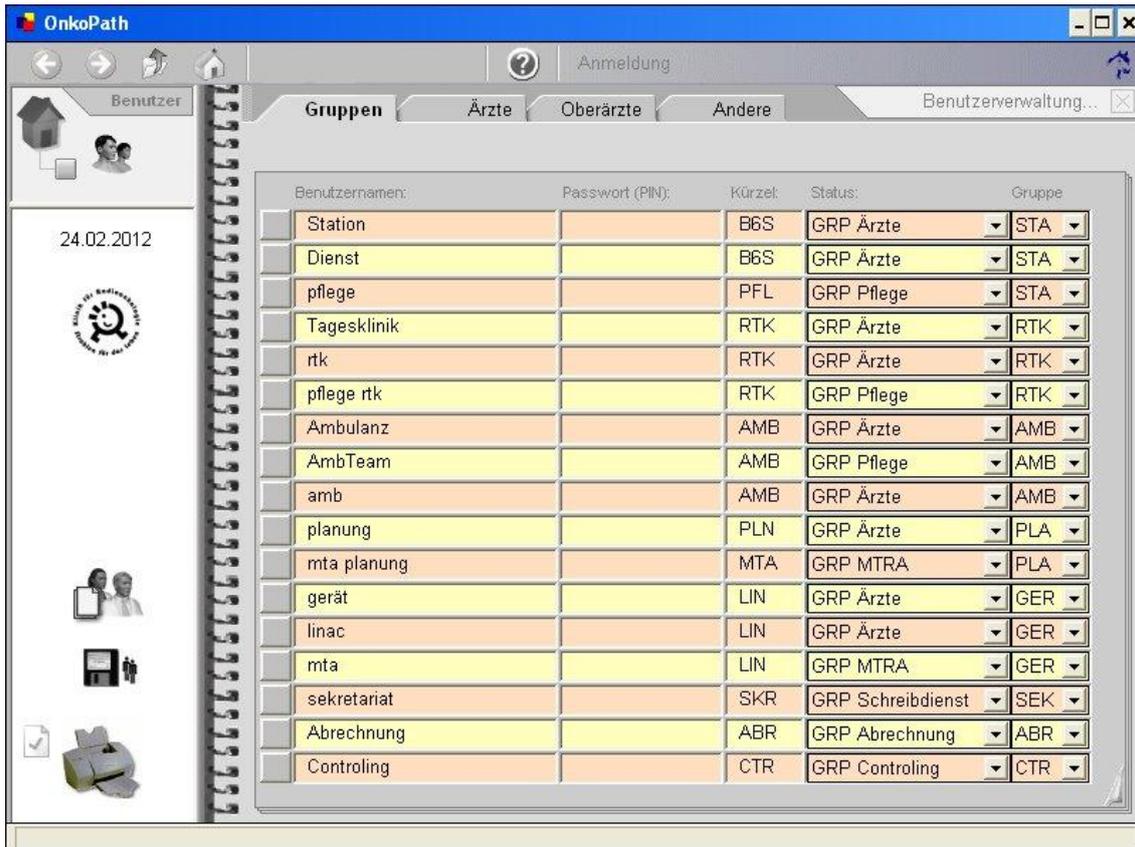


Abbildung 05: Benutzerverwaltung, hier Gruppen für die Arbeitsbereiche.

Die Administration innerhalb der Benutzerverwaltung ermöglicht das Anlegen von Benutzergruppen (Station, Planung, Gerät, usw.) genauso wie von einzelnen Personen (Ärzte, Oberärzte, Medizinphysiker, usw.). Alle angelegten Benutzer haben ein Passwort (PIN), ein Kürzel für Signaturen, einen Status welcher die Zugriffsrechte regelt und eine Gruppenzugehörigkeit, die mit dem jeweiligen Arbeitsplatz des Anwenders zu tun hat und Softwaremodule im Programm für den Nutzer jeweils optimal präsentiert oder freischaltet.

### 3.3 Arbeitsbereiche

Von der Titelseite des Programmes sind die einzelnen Arbeitsbereiche der radioonkologischen Klinik abrufbar. Im einzelnen sind dies die Stationen, die Tagesklinik, die Ambulanzen, die Planung, die Therapie, die Diagnostik, die Bibliothek und die Verwaltung.

### 3.3.1 Stationen

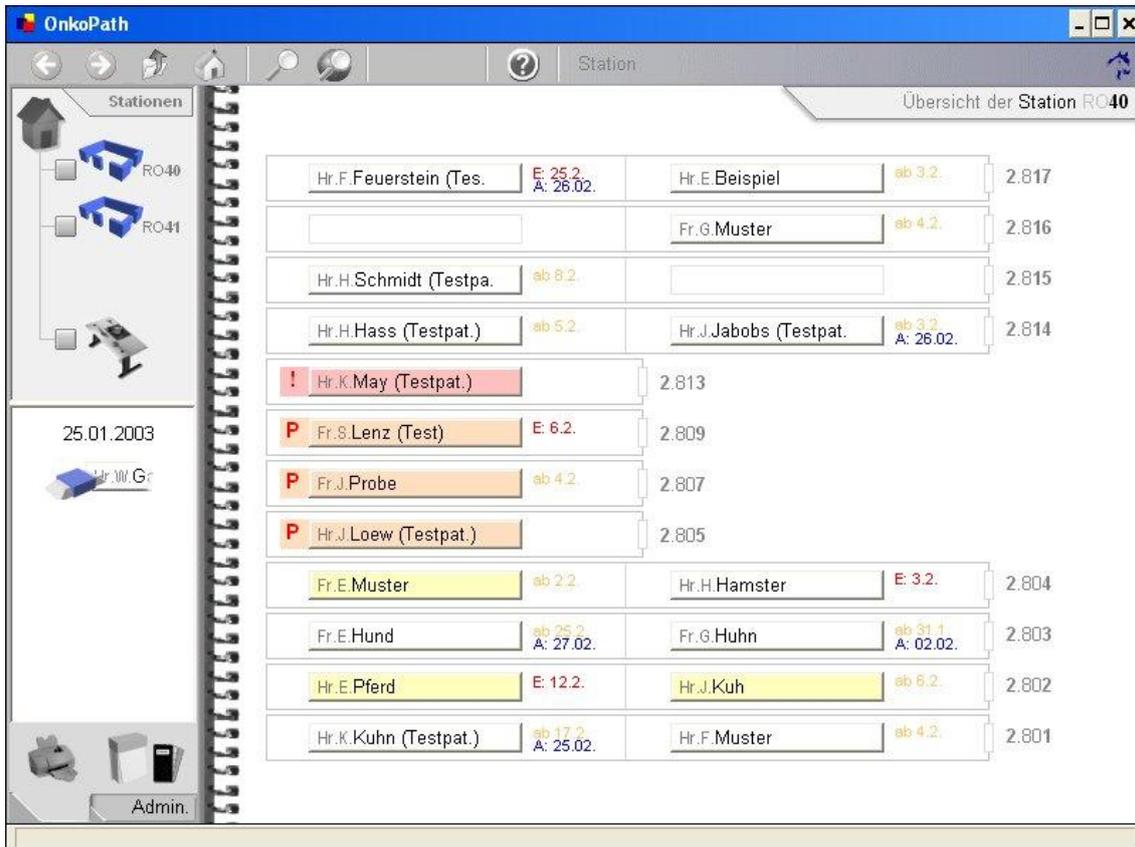


Abbildung 06: Stationsübersicht mit graphischer Darstellung der Patientenliegeplätze.

Implementiert wurden zwei Radioonkologische Stationen. Gezeigt wird hier die Stationsübersicht der Station RO 40. Abgebildet sind Beispielpatienten. Zunächst ist links eine Menüleiste zu sehen, die ähnlich dem Windows-Explorer gestaltet wurde. Von hier können die einzelnen Stationen oder virtuelle Schreibtische abgerufen werden. Zudem können Patienteneinträge gelöscht werden. Am unteren linken Bildrand findet sich eine Funktion zum Drucken der Stationsübersicht. Daneben kann der Kalender für die Aufnahmeplanung abgerufen werden. Rechts auf der großen Fläche ist die Station schematisch abgebildet. Man sieht Zimmerübersichten mit jeweils 4 Doppelzimmern und dazwischen vier Einzelzimmer für Privatpatienten oder Patienten, die so schwer erkrankt sind, dass eine Unterbringung in einem Einzelzimmer erforderlich ist. Die einzelnen Patienten sind jeweils mit ihrem Namen und dem ersten Buchstaben des Vornamens eingetragen. Neben dem jeweiligen Patienten steht das geplante Entlassdatum. Die Schreibweise "ab 5.2." bedeutet eine geplante Entlassung ab diesem

Termin, die Schreibweise "E: 5.2. " steht für eine sicher vorgesehene Entlassung. In blauer Farbe dargestellt (z.B. A:26.02.) sind geplante Aufnahmen für den jeweiligen Bettenplatz, der neu belegt werden soll, sobald der Patient entlassen worden ist. Farblich markiert sind Privatpatientin (orange mit einem [P] links vom Namen), Problempatienten (rot mit einem [!] links vom Namen) und neue Patienten (gelb). Diese Markierung soll es dem Stationsarzt erleichtern, seinem zuständigen Oberarzt bei der Nachmittagsvisite genau die Patienten zu präsentieren, die gemeinsam besprochen werden sollen. Man kann einen Patienten auf einen Bettenplatz eintragen, indem man einfach auf einen leeren Bettenplatz klickt. Es öffnet sich dann eine Eingabemaske, die es ermöglicht einen Patienten anzulegen oder einen bereits angelegten Patienten abzurufen.

### 3.3.1.1 Stationsschreibtisch

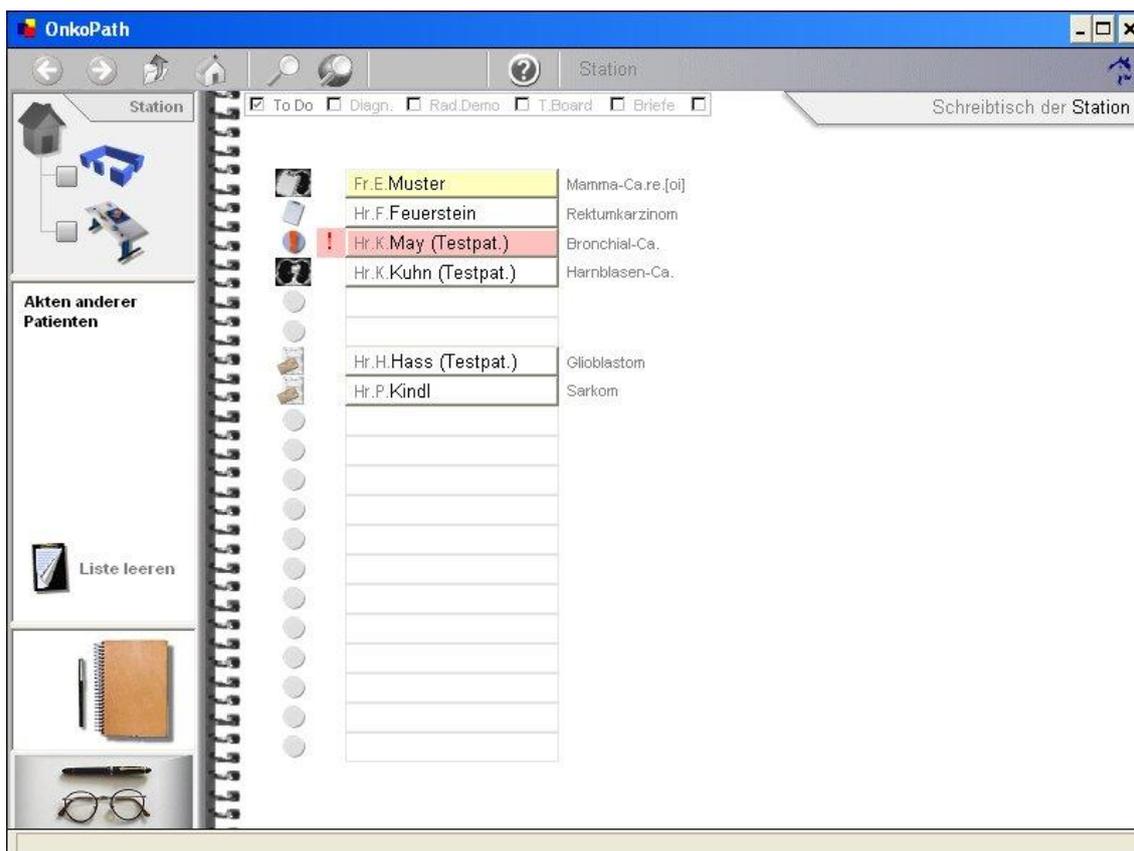


Abbildung 07: Schreibtisch mit eingebuchten Patienten

Für die Stationen gibt es einen virtuellen Schreibtisch auf dem analog zur Stationsübersicht Patienten abgelegt werden können. Dies sind zum einen Patienten, die

aktuell auf der Station liegen und bei denen bestimmte Aufgaben wahrgenommen werden sollen, wie etwa die Vorstellung in der Tumorkonferenz. Außerdem sind dies Patienten, die derzeit nicht (oder nicht mehr) auf Station liegen, wo aber noch etwas erledigt werden soll, wie etwa das Schreiben eines Arztbriefes. Links vom jeweiligen Patienteneintrag sind Icons, welche die Art der Aufgabe repräsentieren (abgebildet sind von oben nach unten Radiologiedemonstration, Tumorkonferenz, Dringende Aufgaben, anzuordnende Diagnostik, Arztbrief). Jeweils rechts vom Patienten steht seine Hauptdiagnose. Insgesamt sind neben der Hauptliste noch 6 weitere Listen abrufbar (ToDo, Diagnostik, Radiologische Demo, Tumor Board, Briefe und alles Übrige), so dass auch bei vielen eingetragenen Patienten eine gewisse Ordnung erhalten werden kann. Unten links bei der Menüleiste kann außerdem ein Notizblatt aufgerufen werden, wo freie Notizen eingetragen werden können.

### 3.3.1.2 Aufnahmeplanung

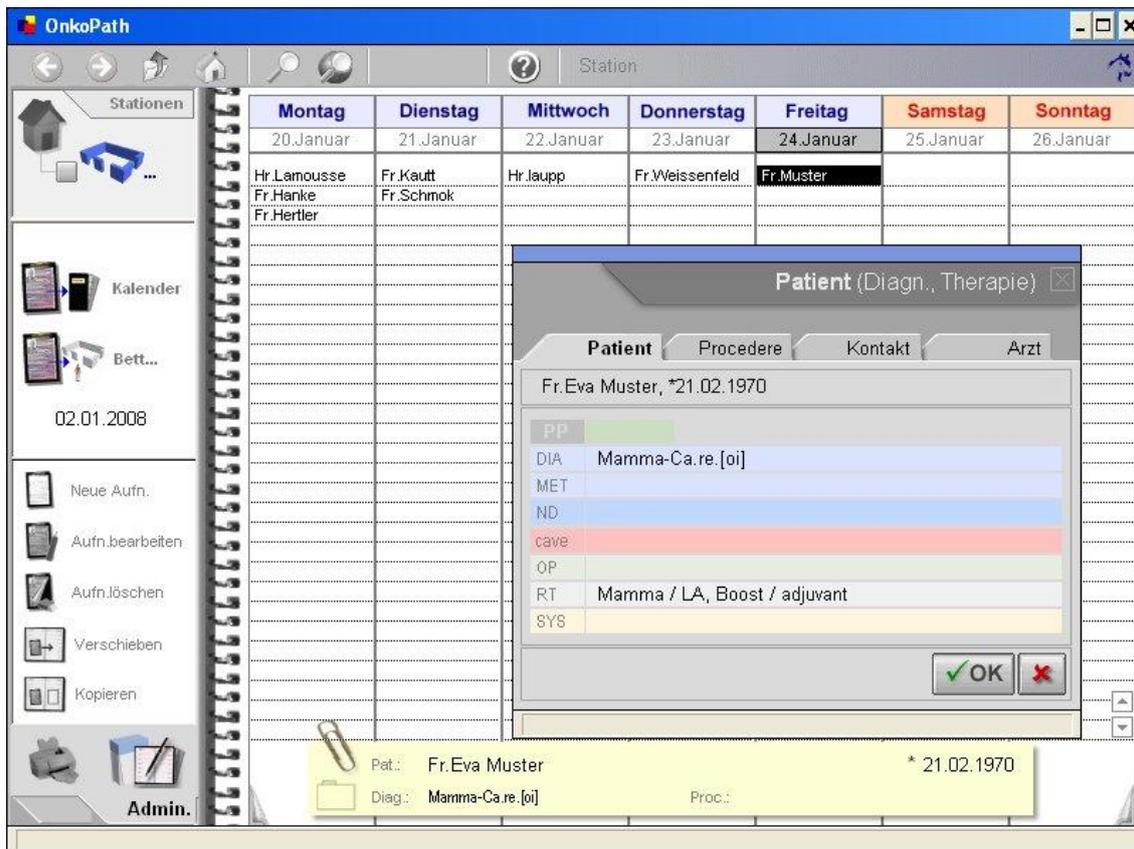


Abbildung 08: Aufnahmeplanung über Einträge im Wochenkalender.

Ausgehend von der Stationsübersicht kann die Aufnahmeplanung abgerufen werden. Diese wurde als Wochenkalender gestaltet. In diesem Wochenkalender sind jeweils die Aufnahmen für den jeweiligen Tag eingetragen. Klickt man auf einen zur Aufnahme eingetragenen Patienten werden am unteren Bildrand die wichtigsten Daten des Patienten (Name, Geburtsdatum, aktuelle Diagnose und Procedere - also der Aufnahmegrund) angegeben. Klickt man auf einen Tag und dann im links angeordneten Menüfeld auf [Neue Aufn.], so wird ein kleines Menü aufgerufen über das ein Patient in den Aufnahmekalender eingetragen werden kann. Hier wird auch das geplante Procedere, also der Aufnahmegrund (z.B. Aufnahme zur Chemotherapie) angegeben. Zudem sind Kontaktdaten (Adresse) und der jeweilige Hausarzt abrufbar.

### 3.3.2 Tagesklinik

In der radioonkologischen Tagesklinik werden Patienten betreut, die eine Chemotherapie bekommen aber aufgrund des Therapieregimes wie auch des Krankheitsverlaufes ambulant gehalten werden können. Zudem werden hier Patienten vorgestellt, die wegen therapiebedingten Symptomen eine Infusionsbehandlung benötigen (sog. Supportivtherapie) oder eine Bluttransfusion erhalten sollen.

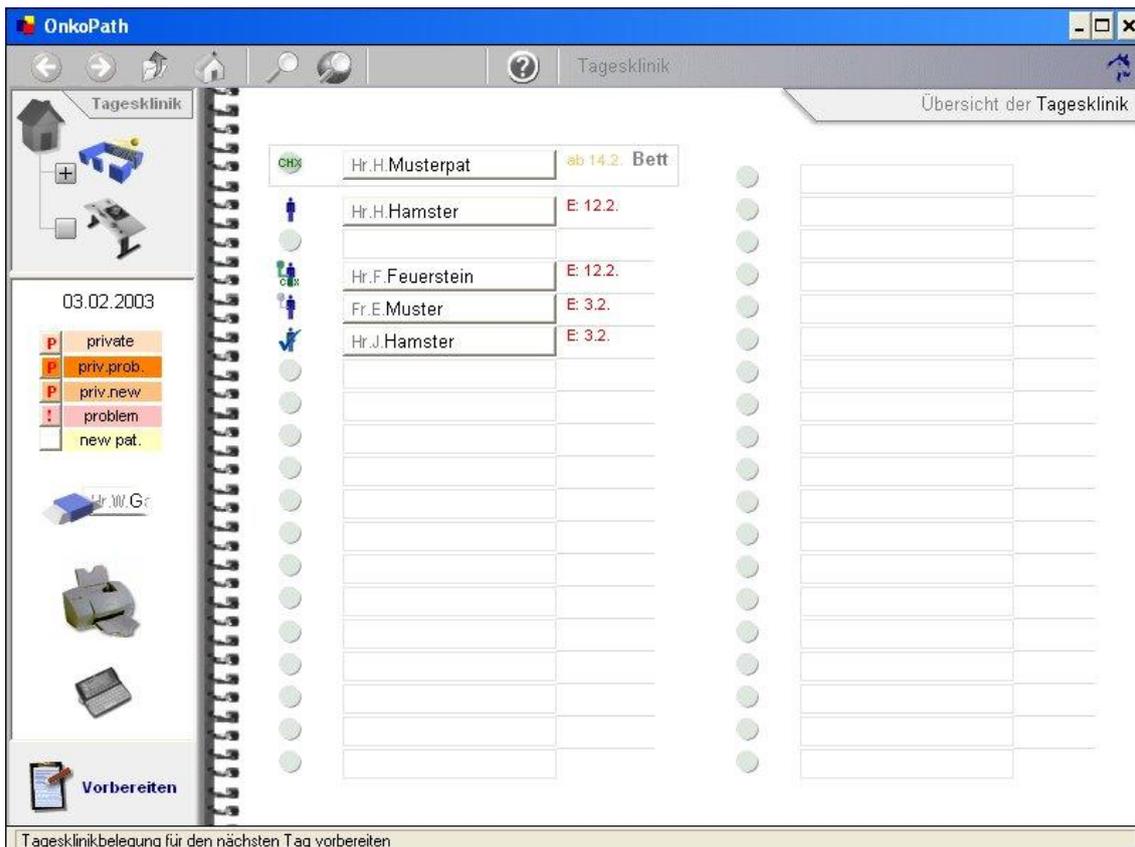


Abbildung 09: Übersicht der Patienten in der Tagesklinik.

In der Übersicht sieht man die Patienten, die an diesem Tag für die Tagesklinik eingeplant sind. Implementiert ist ein Bettenplatz und mehrere Liegestühle. Neben den eingetragenen Patientennamen stehen links Symbole, die den Status anzeigen und rechts - analog zur Stationsverwaltung - das geplante Ende des Therapiezyklus in der Tagesklinik (z.B. E: 12.2.). Bei den oben dargestellten Musterpatienten bedeuten die Symbole für den Status (von oben nach unten): Patient mit geplanter Chemotherapie (ist noch nicht da), Patient ist anwesend, Patient ist anwesend und bekommt gerade seine Chemotherapie, Patient ist anwesend und bekommt gerade seine Supportivtherapie,

Patient hat seine Chemotherapie bereits erhalten ist aber noch anwesend und wartet z.B. auf ein Arztgespräch.

Bei der Arbeit in der Tagesklinik werden in der ersten Tageshälfte die angemeldeten Patienten versorgt. Am Nachmittag werden die Patientenaufenthalte für den nächsten Tag vorbereitet.

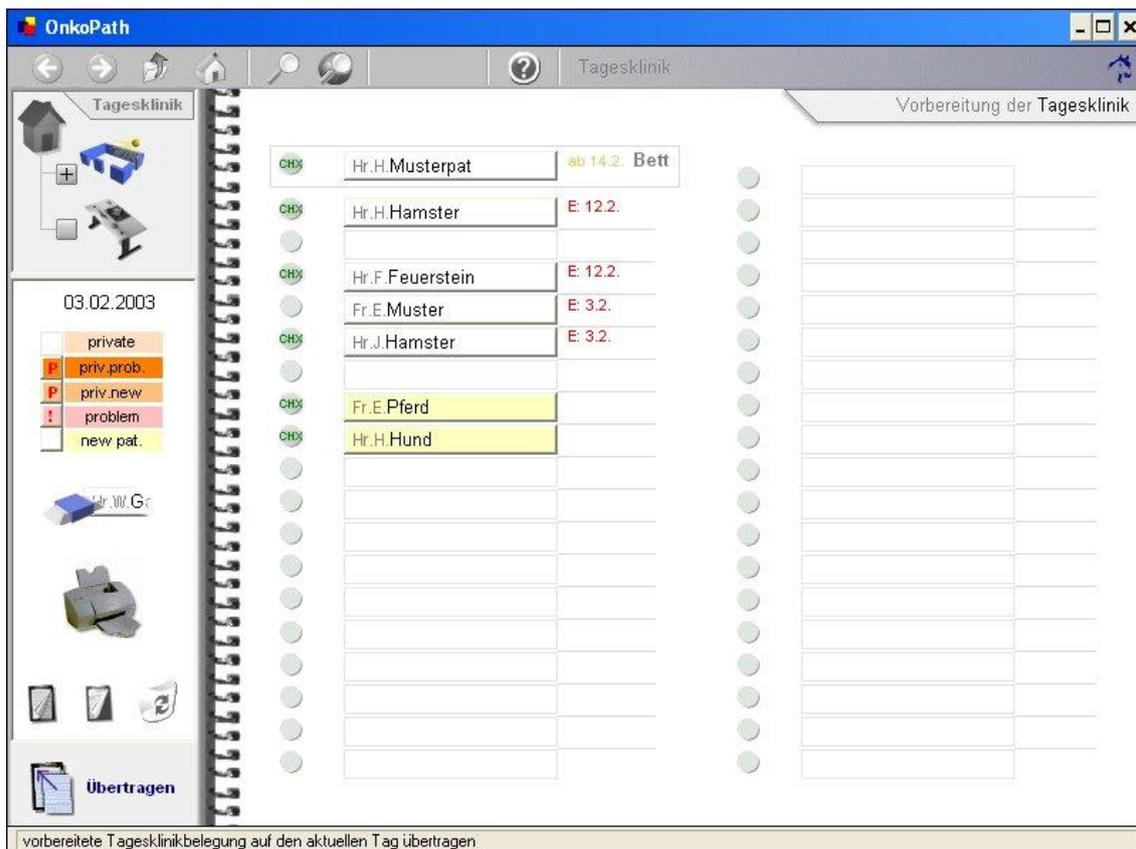


Abbildung 10: Vorbereitungsliste für die Tagesklinik.

Um den Folgetag im Computer planen zu können wurde eine Vorbereitungsliste vorgesehen. Auf dieser Liste werden die Patienten eingetragen, die am jeweils nächsten Tag in der Tagesklinik erwartet werden. Oben sind fünf Musterpatienten aufgeführt, die bereits am aktuellen Tag anwesend waren und auch am nächsten Tag wieder erwartet werden. Zudem sind - gelb unterlegt - zwei neue Patienten aufgeführt. Diese so vorbereitete Belegung kann herangezogen werden, um für neue Patienten Chemotherapien zu planen oder für die laufenden Therapien Medikamente zu richten. Über die Funktion [Übertragen] am linken Bildrand wird die Vorbereitungsliste in die aktuelle Belegungsübersicht übernommen.

Zusätzlich zu den Belegungs- und Vorbereitungslisten gibt es auch für die Tagesklinik - analog zur Station - einen virtuellen Schreibtisch an dem auch Patienten bearbeitet werden können, die derzeit nicht anwesend sind.

Mit diesem virtuellen Schreibtisch können Patienten verwaltet werden, deren Arztbriefe noch geschrieben werden sollen oder für die Vorstellungstermine in der Tumorkonferenz zu organisieren sind.

Ausgehen von den Patientenakten im Programm kann nicht nur die passende Chemotherapie ausgewählt werden, es können auch Formulare für die Aufklärung zu den in der Chemotherapie verwendeten Zytostatika abgerufen werden. Solche Aufklärungsformulare werden ausgedruckt, und vom Arzt und Patient unterschrieben. In der Tübinger Radioonkologie erfolgt diese Aufklärung hauptsächlich in der Tagesklinik.

### 3.3.3 Ambulanzen

In den radioonologischen Ambulanzen werden die Patienten primär vorgestellt, wenn sie eine Strahlentherapie erhalten sollen. Hier erfolgt die Zusammenstellung der erforderlichen Unterlagen (Arztbriefe, Befunde der Bildgebung, Operationsberichte usw.) und schließlich die Indikationsstellung sowie Aufklärung des Patienten. Neben den neu vorgestellten Patienten werden in den Ambulanzen Patienten zur Nachsorge nach stattgehabter Bestrahlung gesehen und Konsile in anderen onkologisch arbeitenden Fachabteilungen organisiert. In der Tübinger Radioonkologie gibt es drei Ambulanzen mit unterschiedlichen Schwerpunkten (z.B. Mammakarzinom/gynäkologische Tumore in der Ambulanz I). In jeder Ambulanz ist jeweils ein Arzt und eine Arzthelferin eingeteilt. Zudem gibt es eine Privat-Ambulanz und eine Pflegeambulanz (zur Hautpflege bzw. für Wundprobleme, die während einer Bestrahlung auftreten können).

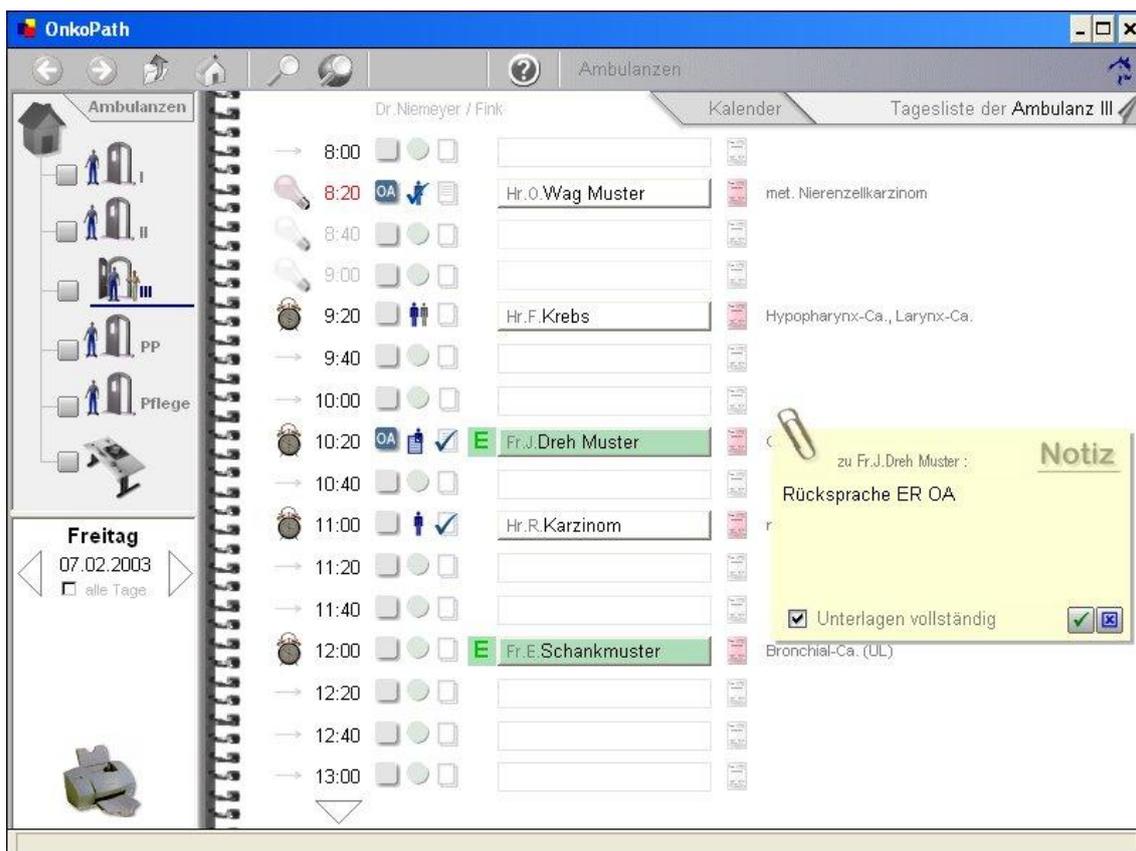


Abbildung 11: Tagesliste der Ambulanz mit Notizfunktion.

In der Software wurden alle vorhandenen Ambulanzen implementiert. Zudem gibt es einen virtuellen Schreibtisch zur Vorbereitung von Patienten (ähnlich wie auf Station

und Tagesklinik). Auf der linken Bildschirmseite kann die jeweilige Ambulanz ausgewählt werden. Rechts ist die Tagesliste der jeweiligen Ambulanz dargestellt. Am oberen Bildrand ist der zuständige Arzt bzw. die zuständige Arzthelferin eingetragen. In die Tagesliste werden Patienten eingetragen, die an dem jeweiligen Tag in der Ambulanz gesehen werden sollen und zwar in einem bestimmten Zeitfenster. Für neue Patienten sind 60 Minuten, für Nachsorgepatienten 20 Minuten vorgesehen. Links neben der Uhrzeit werden die jeweils benötigten Zeitkontingente symbolisch durch eine Glühlampe (neuer Pat.) oder einen Wecker (Nachsorge) abgebildet. Rechts neben der Uhrzeit sind weitere drei Markierungen vorgesehen worden. [OA] bedeutet, der Patient muss einem Oberarzt vorgestellt werden. Danach kommt eine Markierung für den Status des Patienten (von oben nach unten: Patient war bereits da, Patient ist da und im Gespräch mit dem Arzt, Patient ist da und seine Unterlagen werden geprüft, Patient ist da und wartet). Die dritte Markierung ist für Notizen und zeigt gleichzeitig an, ob die Unterlagen vollständig vorliegen (rechts im Bild ist eine solche Notiz - gelb unterlegt - abgebildet). Sinn der Markierungen ist es zum einen, dem Assistenzarzt die organisatorischen Gegebenheiten vorzugeben, zum anderen aber auch dem jeweils zuständigen Oberarzt einen zeitnahen Überblick über die aktuellen Abläufe in der Ambulanz zu ermöglichen. So kann ein Oberarzt sich von seinem Arbeitsplatz aus informieren, ob er einen bestimmten Patienten sehen muss, ob dessen Unterlagen komplett vorliegen und ob der Patient bereits anwesend ist. Nach diesen Markierungen kommt noch ein Feld, das anzeigt, ob der Patient einem ermächtigten Arzt zugeordnet ist. Danach kommt der eigentliche Patient mit seinem Namen. Danach kommt ein Symbol, das die Terminvergabe aufruft (s.u.) und schließlich steht rechts vom Patienten dessen aktuelle Diagnose.

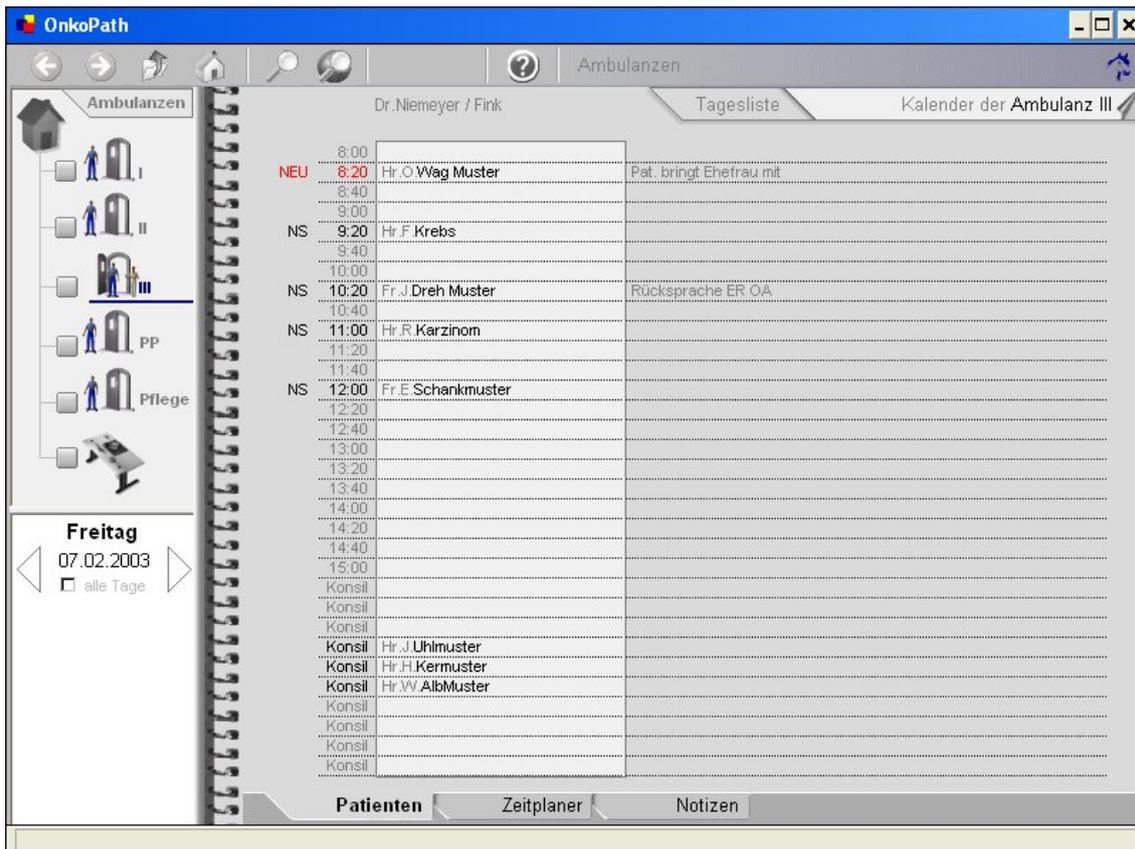


Abbildung 12: Kalenderseite für die Ambulanz mit allen einbestellten Patienten des Tages.

Neben der Tagesliste wurde auch eine Kalenderdarstellung implementiert. Hier sieht man den ganzen Ambulanztag, also auch die Nachmittagstermine in der Übersicht. Zudem gibt es hier einen Zeitplaner für freie, also patientenunabhängige Termine (z.B. Teambesprechungen) und eine Notizfunktion für den jeweiligen Ambulanztag.

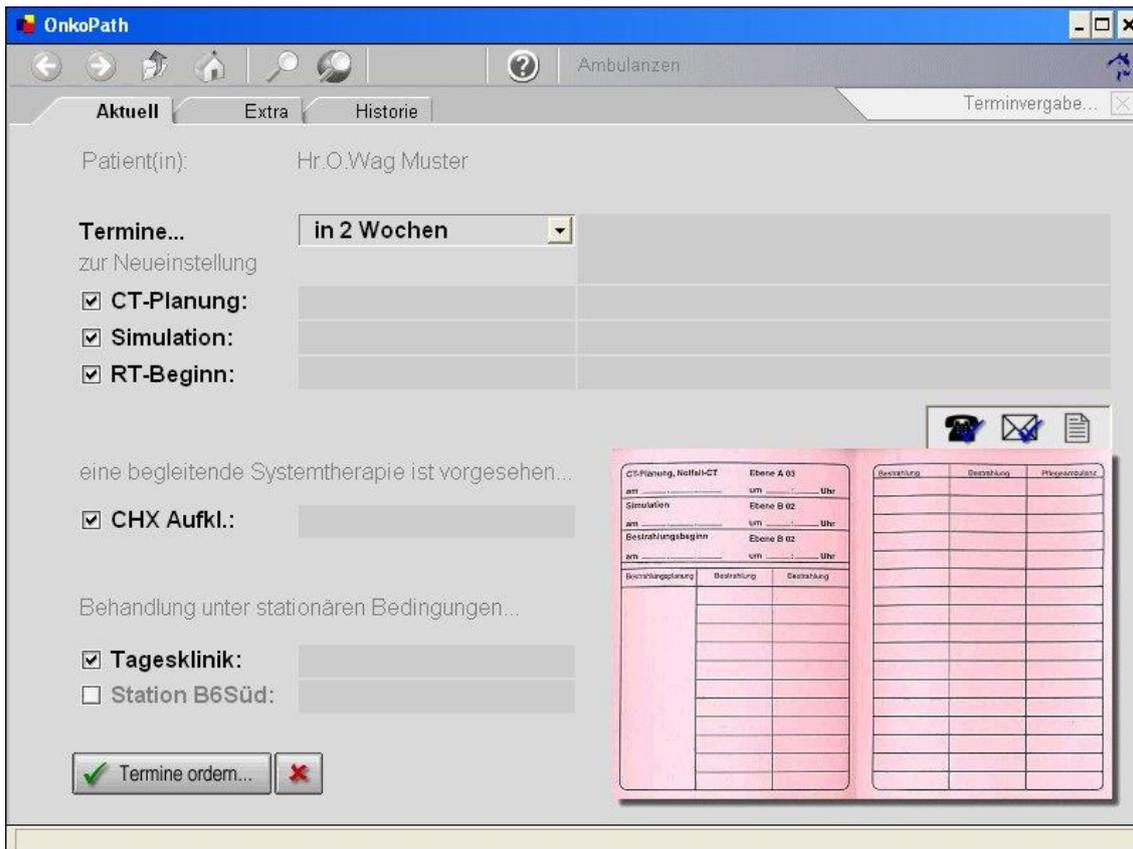


Abbildung 13: Terminmanagement für die Ambulanz, dargestellt ist die Terminanforderung.

Ausgehend von der Tagesliste der jeweiligen Ambulanz kann über sein Symbol neben dem jeweiligen Patienteneintrag das Modul für die Terminvergabe aufgerufen werden. Bei dem oben abgebildeten Beispiel wurden Termine in zwei Wochen für die CT-Planung, die Simulation und den Bestrahlungstermin geordert. Zudem ist eine Chemotherapieaufklärung und eine Vorstellung in der Tagesklinik vorgesehen. Mit den Symbolen, die oberhalb von dem rechts im Bild abgebildeten Terminheft angeordnet sind kann man festhalten, ob man den Patienten telefonisch über seine Termine informiert hat und ob man dem Patienten ein Terminheft zugeschickt hat. Außerdem kann man - mit dem dritten Symbol - eine Notizfunktion zur Terminkommunikation aufrufen. Hier kann man dann beispielsweise eintragen, wann man mit dem Patienten telefoniert hat, ob es Rückfragen gab usw. Die in der Ambulanz geordneten Termine werden im nächsten Arbeitsbereich - der Planung - weiter bearbeitet. Wird dort ein Termin festgelegt (also nach Order fest vergeben), so erscheint der Termin im virtuellen Terminbuch. Alle für den Patienten jemals geordneten Termine sind über eine Historie abrufbar.



vergeben kann. Solche Termine werden dann wiederum im Terminbuch des jeweiligen Patienten eingetragen und sind damit von der Ambulanz aus abrufbar.

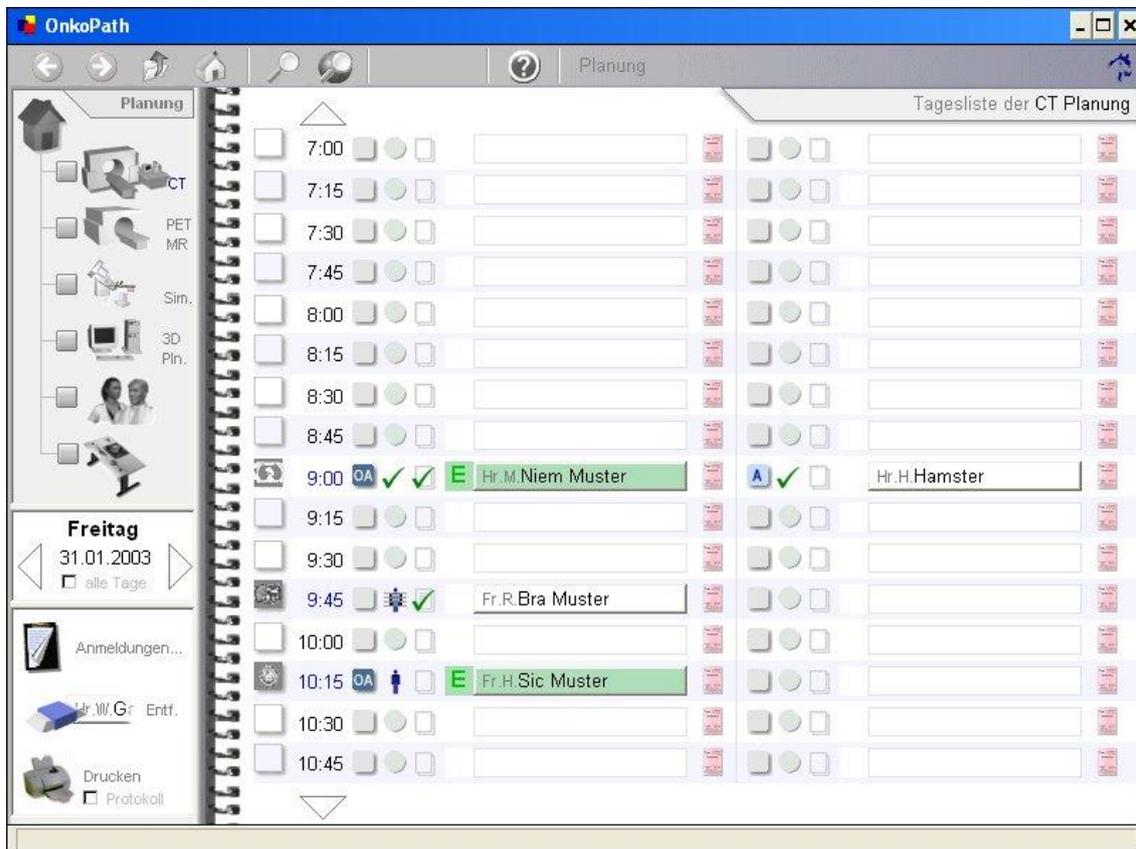


Abbildung 15: Tagesliste der CT Planung mit eingetragenen Patienten.

Alle Bereiche in der Planung (CT, PET, MRT, Simulator) sind als Tageslisten (analog zur Ambulanz) implementiert. Abgebildet ist die Tagesliste der CT-Planung. Am linken Bildrand kann zwischen den Bereichen gewechselt werden. Rechts, auf der Tagesliste sind alle Patienten nach der Uhrzeit sortiert eingetragen, die an diesem Tag im Planungs-CT vorstellig werden. Links von der Zeitangabe gibt ein Symbol an, um welche CT Region es sich handelt (Cerebrum, HNO, Thorax, Abdomen, Becken, Extremitäten). Zwischen Zeitangabe und Patientennamen sind Markierungen vorgesehen. [OA] bedeutet, der Patient muss einem Oberarzt vorgestellt werden. Danach kommt eine Markierung für den Status des Patienten (von oben nach unten: Patient war bereits da, Patient ist da und im CT, Patient ist da und wartet). Die dritte Markierung ist für Notizen und zeigt gleichzeitig an, ob die Unterlagen vollständig

vorliegen. Rechts neben dem Patientennamen ist das Terminbuch des Patienten abrufbar.

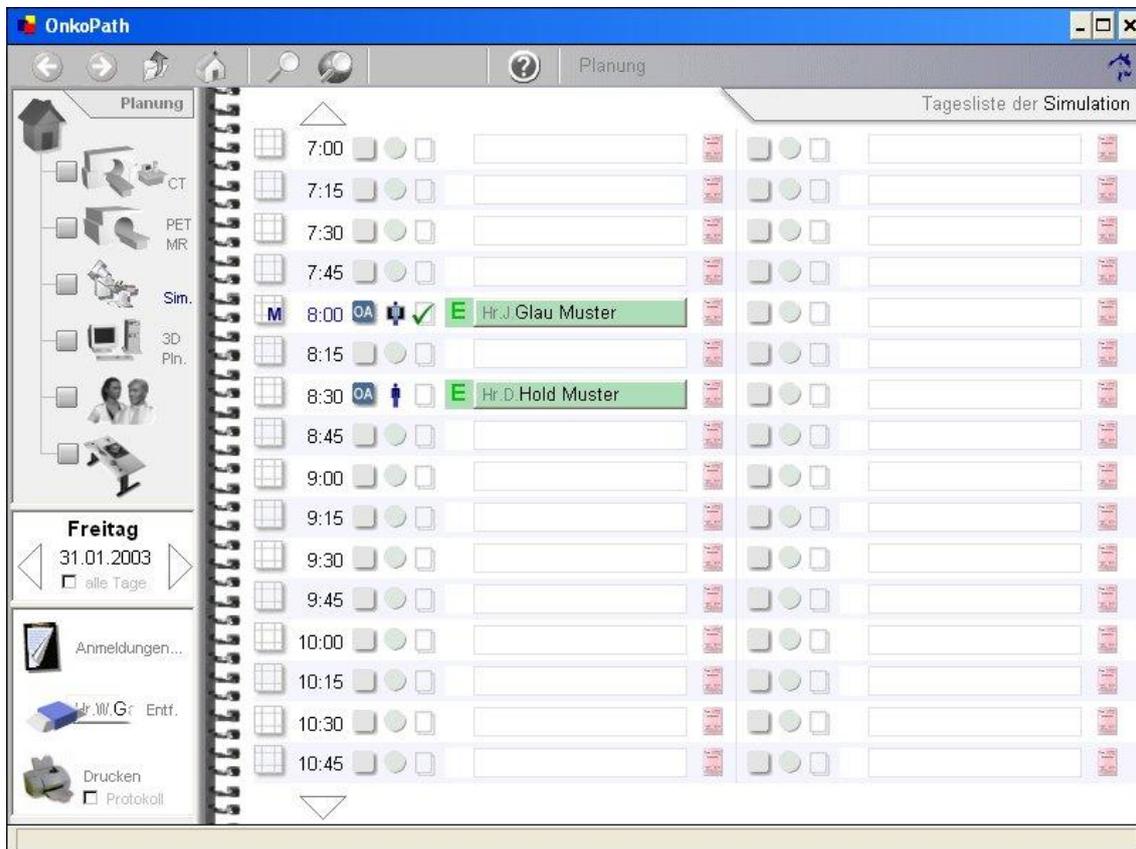


Abbildung 16: Tagesliste der Simulation.

Beim Simulator kann links von der Zeitangabe markiert werden, ob der Patient eine Maskenanfertigung benötigt. Die Markierungen zwischen der Zeitangabe und dem Patienteneintrag bedeuten: [OA] ein Oberarzt wird benötigt, Patientenstatus (von oben nach unten: Patient wird gerade simuliert, Patient wartet) und Unterlagen sind vollständig. Neben dem Patienteneintrag findet man rechts wieder sein Terminbuch. Die Tageslisten der Bereiche in der Planung können vom verantwortlichen Oberarzt von seinem Arbeitsplatz aus eingesehen werden, so dass er sich jederzeit informieren kann ob er in der Planung vor Ort benötigt wird.



### 3.3.5 Therapie (Bestrahlungsgeräte)

Im Bereich der Therapie findet die eigentliche Strahlenbehandlung statt. In der Tübinger Radioonkologie sind sechs Linearbeschleuniger (sogenannte Linacs) im Einsatz. Zudem gibt es einen Arbeitsplatz für Brachytherapie und Hyperthermiebehandlung.

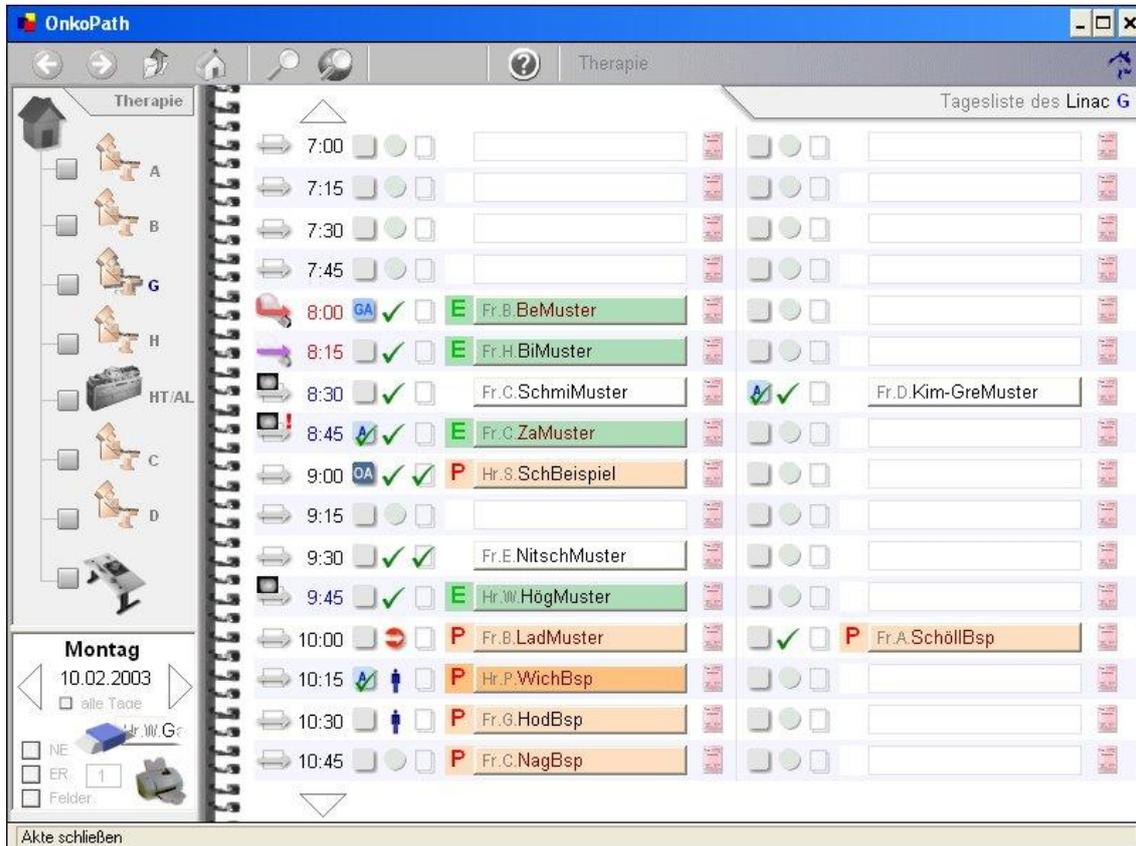


Abbildung 18: Tagesliste eines Bestrahlungsgerätes.

Dargestellt ist die Tagesliste eines Linacs. Die Patienten sind in vordefinierte Zeitfenster eingetragen. Links von der Zeitangabe sind Symbole vorgesehen, die Eigenschaften der vorgesehenen Einstellung am Gerät abbilden. Von oben nach unten: Neueinstellung, Umstellung, Verifikationsaufnahme vor der Bestrahlung, Verifikationsaufnahme und Abnahme derselben durch einen Facharzt (ggf. mit Einstellungskorrektur) vor der Bestrahlung. Rechts neben der Zeitangabe sind wieder drei Markierungen vorgesehen. Zunächst kann angezeigt werden, ob der Patient von einem Arzt gesehen werden soll ([GA], sogenanntes Gerätearztgespräch), ob ein Abschlussgespräch mit einem Arzt am Ende der Behandlung vorgesehen ist oder ob der Oberarzt den Patienten sehen soll ([OA]). Die nächste Markierung zeigt den Status des Patienten (Patient ist bereits

behandelt, der Patient wird gerade behandelt und Patient ist da und wartet). Zuletzt ist noch eine Markierung für Unterlagen oder Notizen vorgesehen. Farblich grün unterlegte Patienten sind ambulante Patienten, die von einem ermächtigten Arzt betreut werden. Farblich orange unterlegte Patienten sind Privatpatienten. Rechts neben dem Patienten ist sein Terminbuch, respektive seine Terminvergabe am Gerät abrufbar.

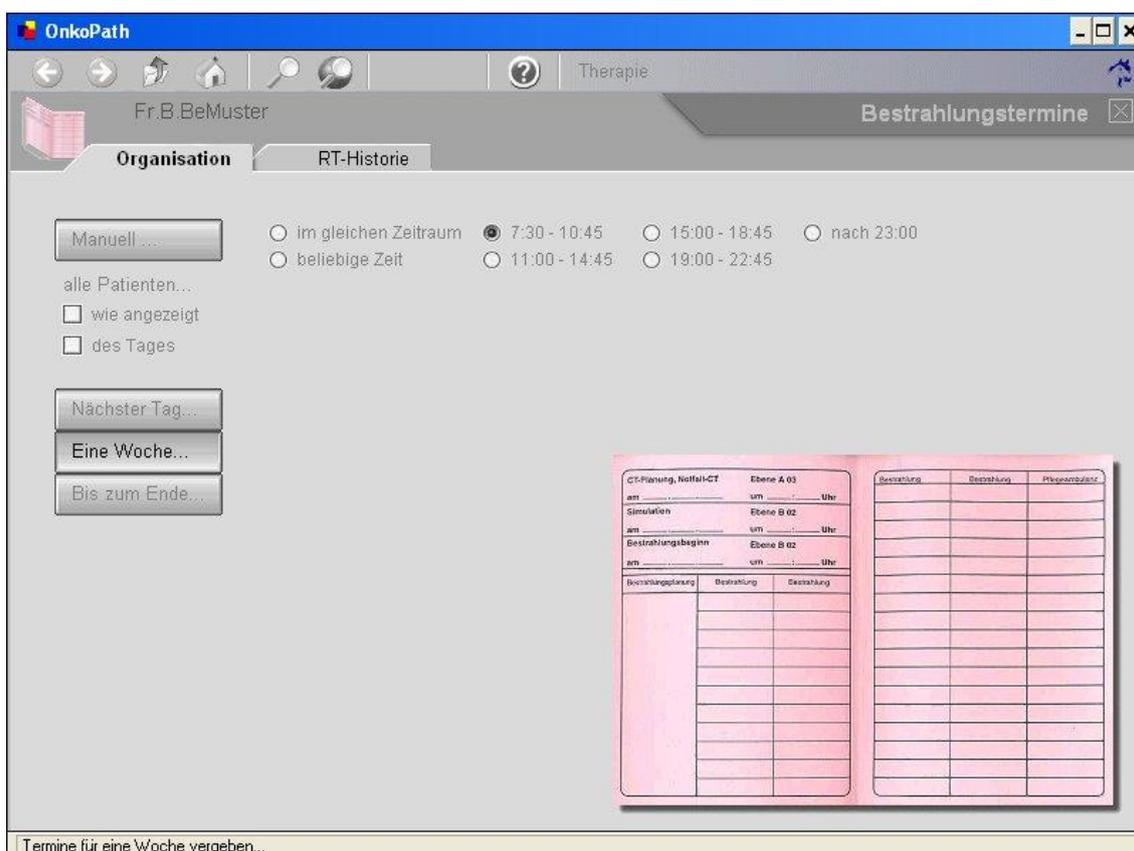


Abbildung 19: Terminplanung am Bestrahlungsgerät.

Bei der Terminvergabe kann gewählt werden zwischen der Terminvergabe für den einzelnen Patienten (dann beispielsweise in einem bestimmten Zeitraum, für eine Woche oder bis zum Ende der Therapie) oder der Terminvergabe für alle Patienten des Tages. So unterstützt das Programm gezielt das Terminressourcenmanagement und generiert neue Tageslisten für die Folgetage. Über das Terminbuch können aber auch unter der Rubrik RT-Historie alle Termine abgerufen werden an denen der Patient bereits bestrahlt wurde. Am Ende der Therapieserie kann so eine Bescheinigung für die Krankenkasse automatisch generiert und dann ausgedruckt werden.



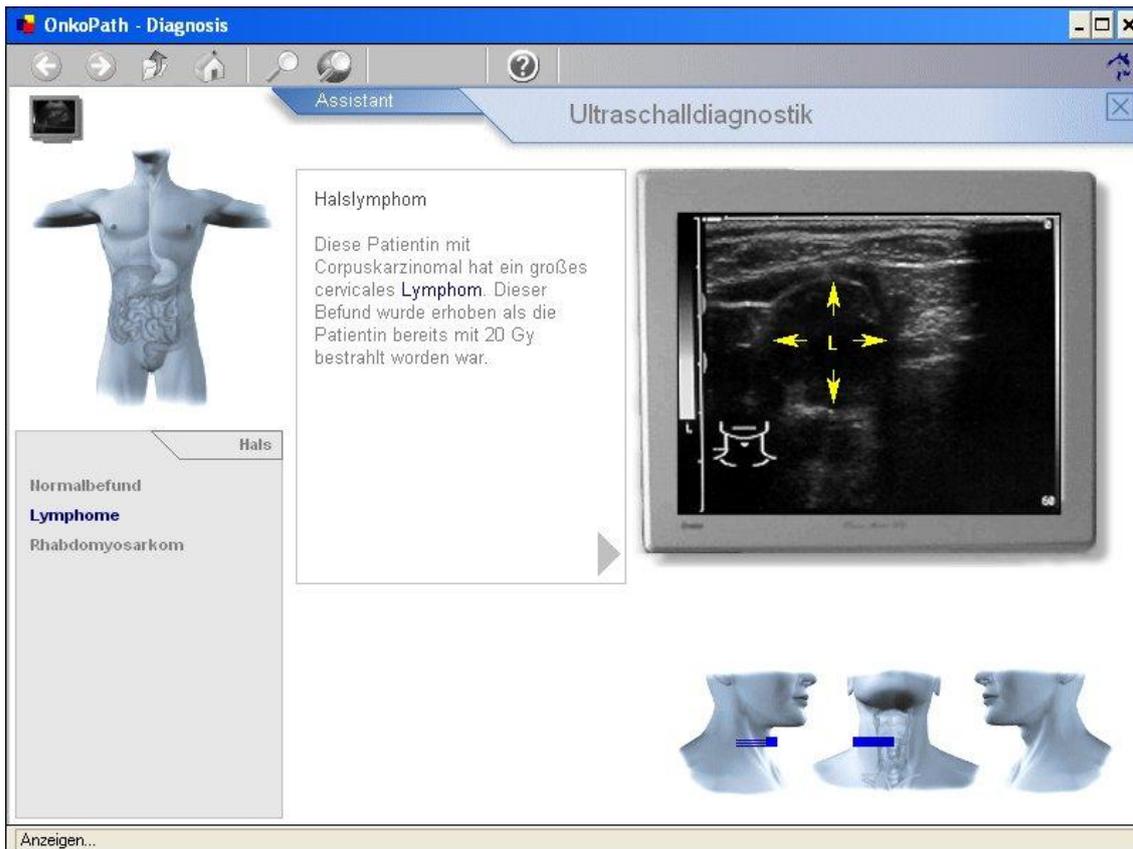


Abbildung 21: Bildatlas für Ultraschalldiagnostik als Trainingsmodul.

Um die Befunderstellung mittels Sonographie für lernende Assistenzärzte zu unterstützen wurde ein kleines Trainingsmodul integriert, das typische Sonographiebefunde wie sie bei onkologischen Patienten vorkommen in einem digitalen Atlas abrufbar macht. Die Auswahl der Untersuchungsregion (Hals, Leber, Nieren, Abdomen,...) erfolgt dabei durch Anklicken auf der Schemafigur links oben, die Auswahl des Befundes in der Liste links darunter.

Die Sonographie ist in der Onkologie ein sehr effizientes und kostengünstiges Verfahren um den Therapieerfolg zu kontrollieren. So können beispielsweise Halslymphknoten während der Bestrahlungsserie in ihrem Größenwachstum gut sonographisch dokumentiert werden (Delorme S 2005).

### 3.3.7 Bibliothek

Im Arbeitsbereich Bibliothek kann auf digitalisierte Dokumente im PDF-Format (via Acrobat Reader) zugegriffen werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, ausgewählte Internetseiten abzurufen (z.B. die Homepage der DEGRO). Vorgesehen wurden Dokumente zur Bildgebung, onkologischen Leitlinien, Standard Operating Procedures (SOP, also abteilungsspezifische Arbeitsanweisungen auf Basis der Leitlinien), Publikationen, Studien, sonstige Dokumente und Arbeitsanweisungen der Medizinischen Physik.

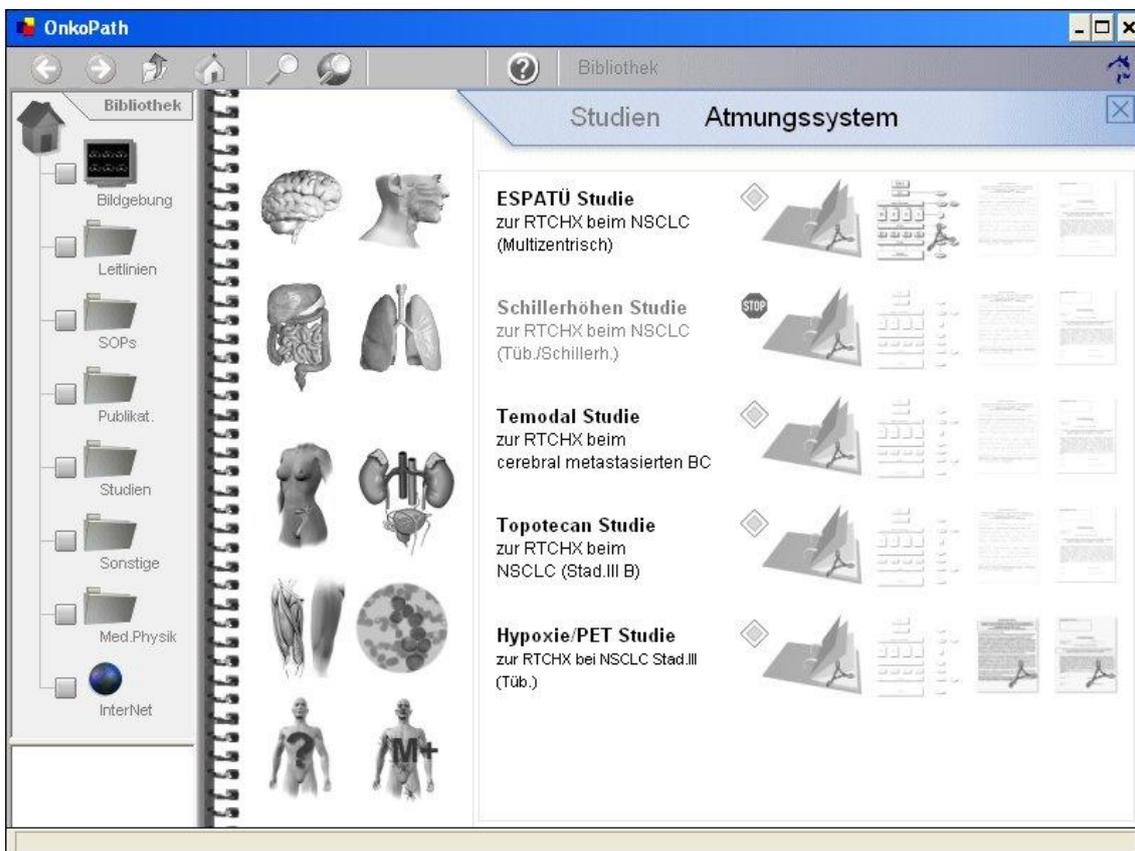


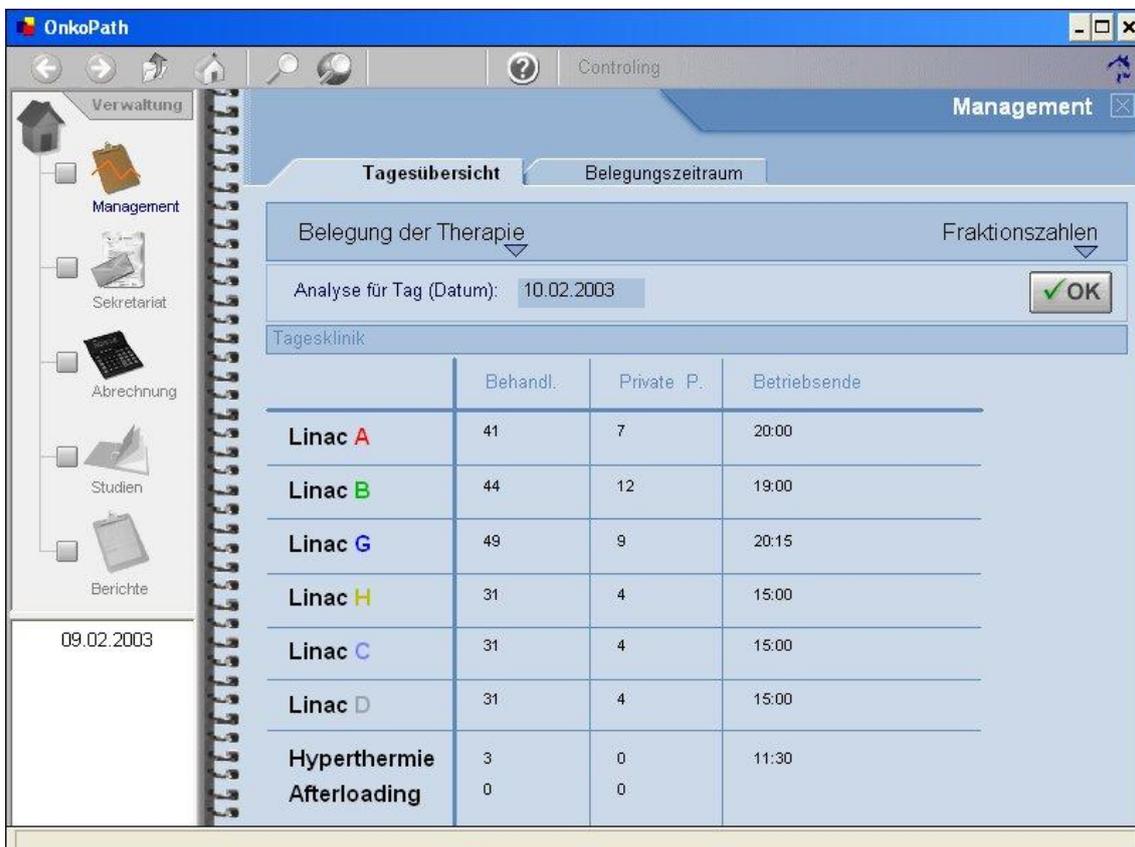
Abbildung 22: Studienliste mit Protokollen und Kurzfassungen zur Entität Lungenkrebs.

Hier dargestellt sind die Studienprotokolle zu Erkrankungen des Atmungssystems. Anhand der Organsymbole links kann die Körperregion abgerufen werden, deren Studien abgerufen werden sollen. Rechts stehen dann die Studienprotokolle. Abrufbar sind - jeweils als PDF Datei - die kompletten Protokolle, eine Kurzfassung mit Ablaufdiagramm, die Patienteninformation und das Formular für die Patientenaufklärung.

### 3.3.8 Verwaltung

Im Arbeitsbereich der Verwaltung sind verschiedene administrative Aufgabenfelder zusammengefasst. Zunächst wird unter Management die Auslastung der Geräte und Station abgerufen. Im Sekretariat werden Briefe und Bestrahlungsverordnungen geschrieben, sowie Befunde verwaltet. Bei der Abrechnung werden Leistungsziffern für die Rechnungsstellung generiert. In der Rubrik Studien sind alle Studienpatienten der Abteilung für weitere Auswertungen abrufbar. Bei den Berichten sind Zusammenfassungen für die Verwaltung, Qualitätssicherung und Wissenschaft aus dem Datenbestand des Programmes generierbar.

#### 3.3.8.1 Management



	Behandl.	Private P.	Betriebsende
Linac A	41	7	20:00
Linac B	44	12	19:00
Linac G	49	9	20:15
Linac H	31	4	15:00
Linac C	31	4	15:00
Linac D	31	4	15:00
Hyperthermie	3	0	11:30
Afterloading	0	0	

Abbildung 23: Tagesanalyse der Bestrahlungen.

Dargestellt ist unter der Rubrik Management die Tagesanalyse der Bestrahlungen an den Geräten (Linacs). Zudem vorgesehen ist eine Tagesanalyse nach Diagnosengruppen

(Mamma-Ca., Bronchial-Ca., Rektum-Ca., Hirntumoren,...) und eine Analyse für den stationären Bereich.

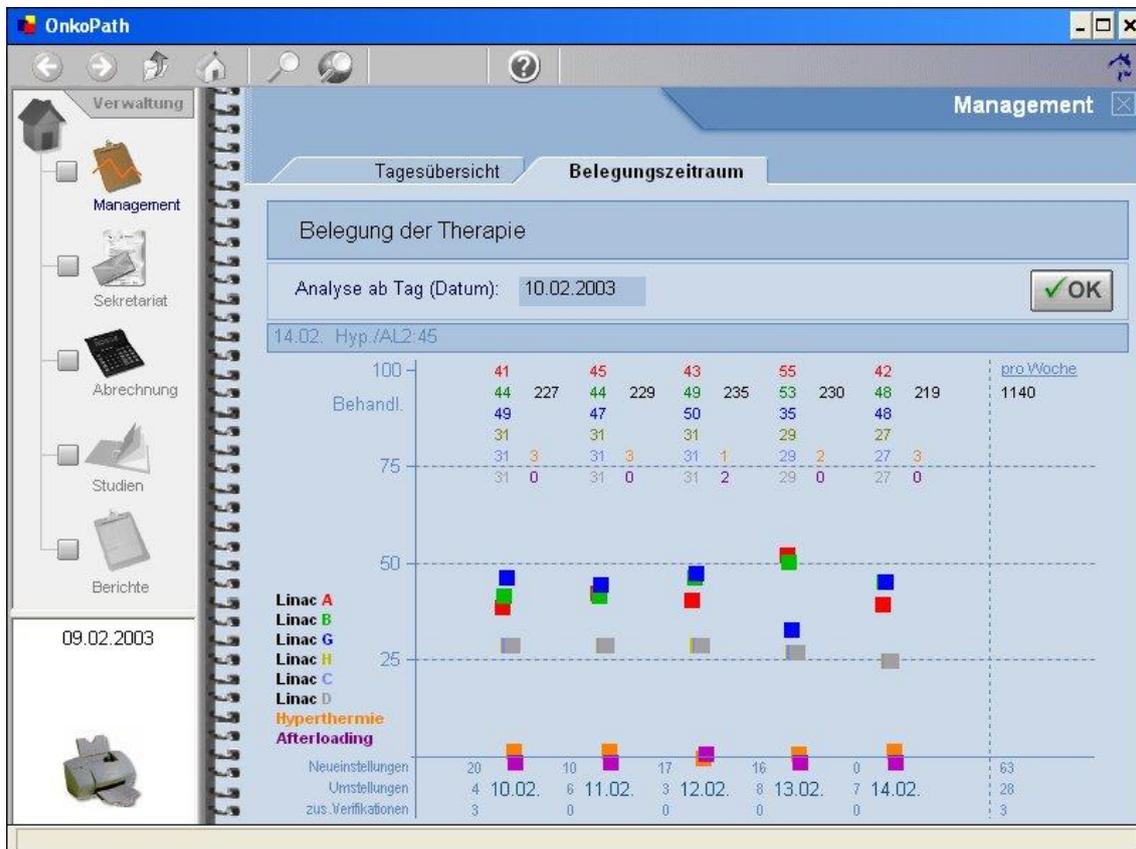


Abbildung 24: Analyse der Bestrahlungen in einer Arbeitswoche.

Über die Arbeitswoche kann eine Verlaufsgraphik mit den Behandlungszahlen pro Gerät generiert werden.

Die Übersicht der Geräteauslastung kann sowohl für die Bedarfsplanung als auch zur Qualitätssicherung genutzt werden (Bamberg M et al. 2009 - S.119-125).

Im Routineinsatz in Tübingen wurden diese Analysen genutzt um die technische Auslastung der einzelnen Linearbeschleuniger abzuschätzen. Zudem war die Möglichkeit gegeben den Personalbedarf seitens der MTRA für den jeweiligen Tag zu bestimmen.

### 3.3.8.2 Sekretariat

Die Rubrik Sekretariat umfasst Arztbriefe, Befunde und Bestrahlungsverordnungen (sogenannte Scriboren).

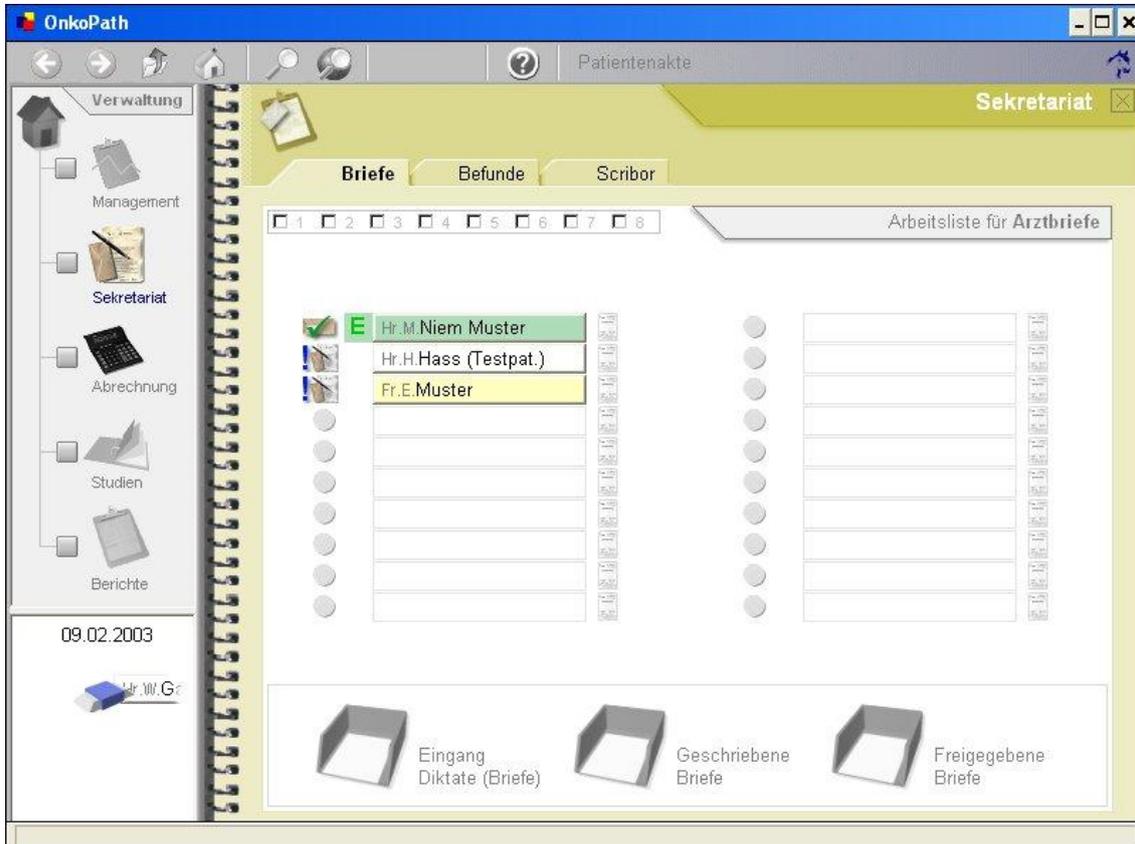


Abbildung 25: Sekretariat mit Patienten für die Arztbriefschreibung.

Insgesamt 8 virtuelle Schreibtische für die Schreibkräfte wurden vorgesehen. Links neben den eingetragenen Patientennamen kann der Status des Briefes (fertig geschrieben / noch zu schreiben) markiert werden.



### 3.3.8.3 Abrechnung

Die Rubrik Abrechnung dient zum Generieren von Leistungsziffern nach EBM oder GOÄ. Zudem können Rechnungsdaten zu stationären Patienten und Patienten die in Studien behandelt werden abgerufen werden. Die erhobenen Daten können in Tabellenform ins Klinikinformationssystem weiter transferiert werden oder für den Versand via Abrechnungsdiskette für die Kassenärztliche Bundesvereinigung aufbereitet werden. Außerdem besteht die Möglichkeit, herkömmliche Abrechnungsscheine zu bedrucken.

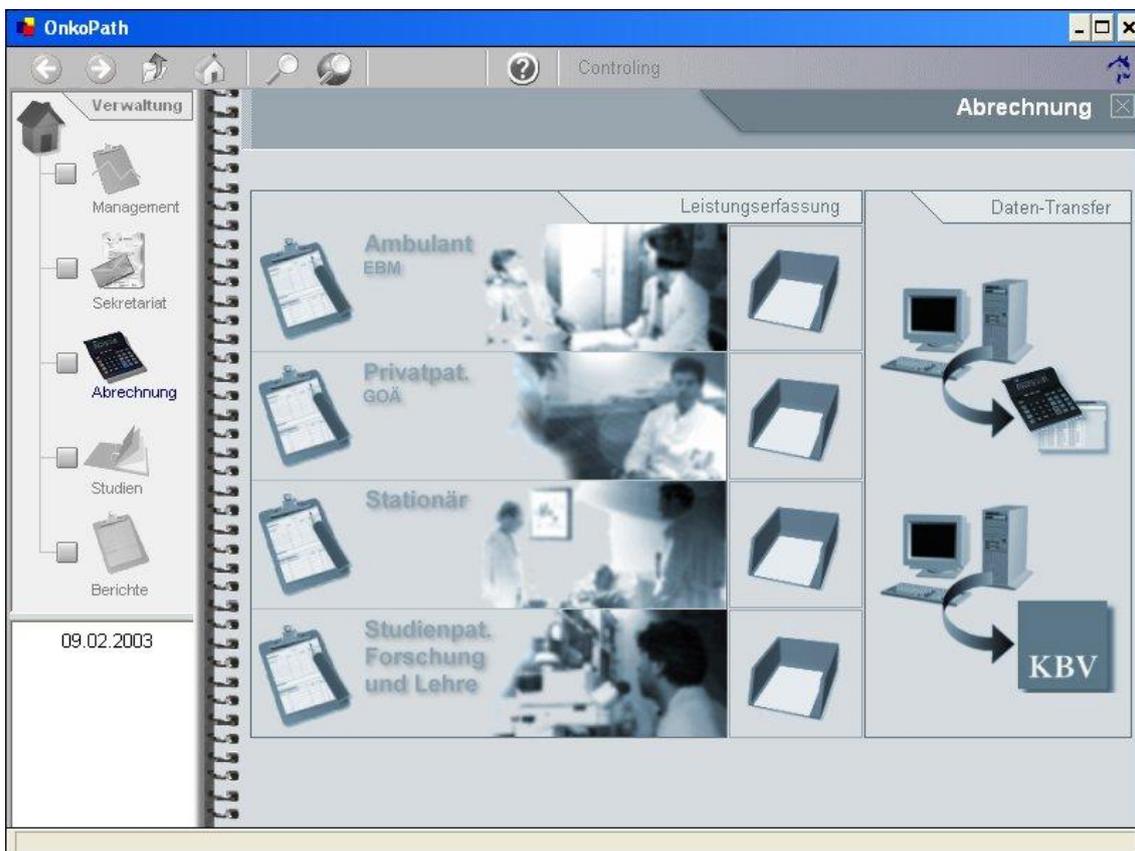


Abbildung 27: Übersicht über die Elemente des Abrechnungsbereichs. Gezeigt ist die Abrechnung ambulanter Patienten nach EBM für Kassenpatienten oder GOÄ für Privatpatienten, genauso wie die Erfassung von stationären Patienten und solchen die im Rahmen von Studien behandelt werden.

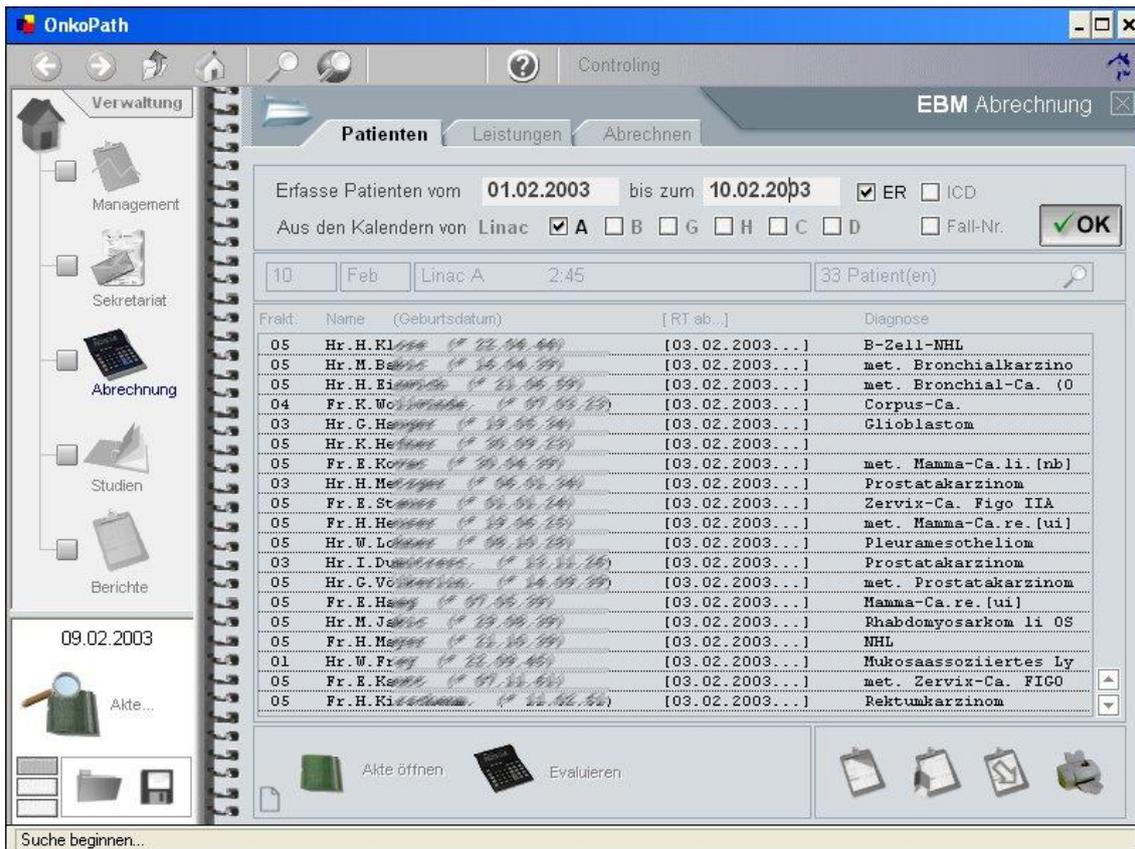


Abbildung 28: Patientenfälle, deren Behandlung abgeschlossen ist und die zur Abrechnung anstehen.

Für die Abrechnung werden zunächst gerätespezifische Patientenlisten zusammengestellt - hier am Beispiel von ambulanten Patienten, die einem ermächtigten Arzt zugeordnet sind und nach EBM abgerechnet werden. In diesen Listen finden sich alle Patienten, deren Behandlung am Gerät abgeschlossen ist. Ausgehend von den Patienteneinträgen in der Liste kann die jeweilige digitale Akte zur Einsicht geöffnet oder direkt der Fall zur Leistungsermittlung evaluiert werden.

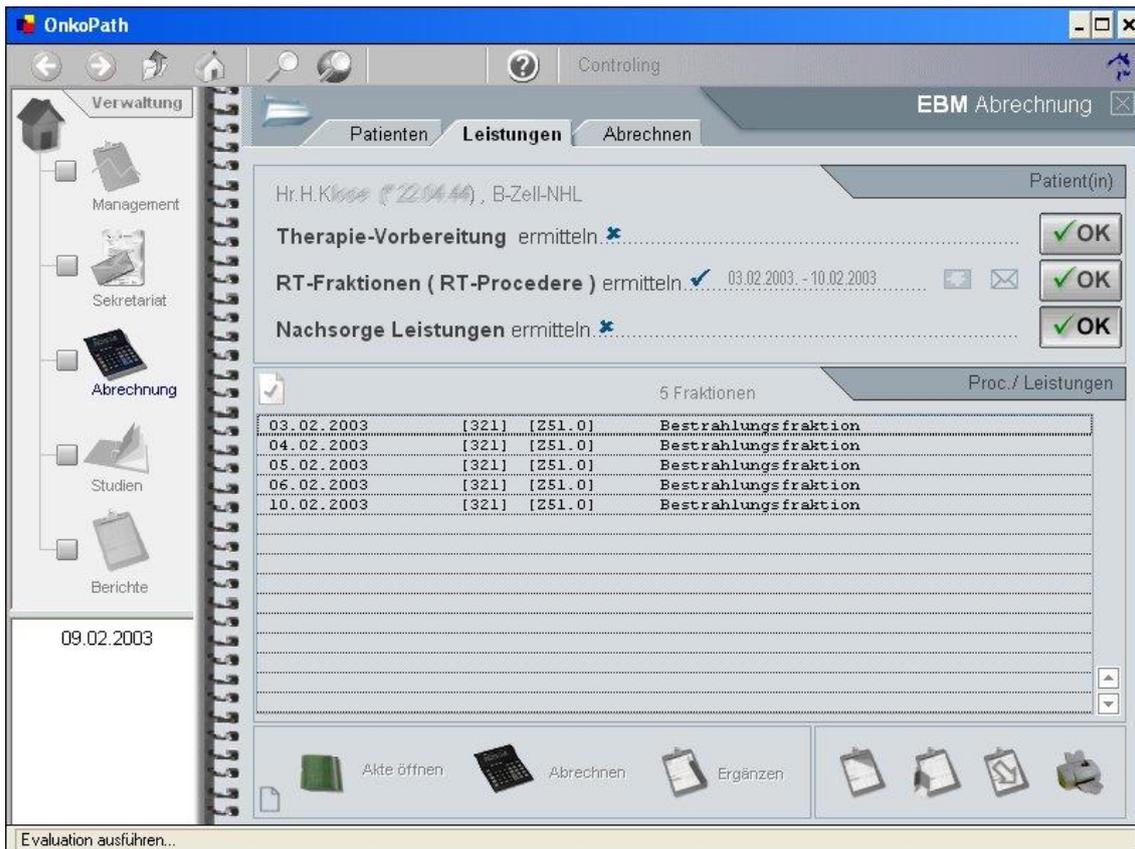


Abbildung 29: Leistungsevaluation für die Abrechnung eines Patienten.

Bei der Leistungsevaluation ermittelt das Programm die im vorgegebenen Zeitraum durchgeführten Bestrahlungsfractionen, welche primär mit der prozeduralen Ziffer Z51.0 abgebildet werden.

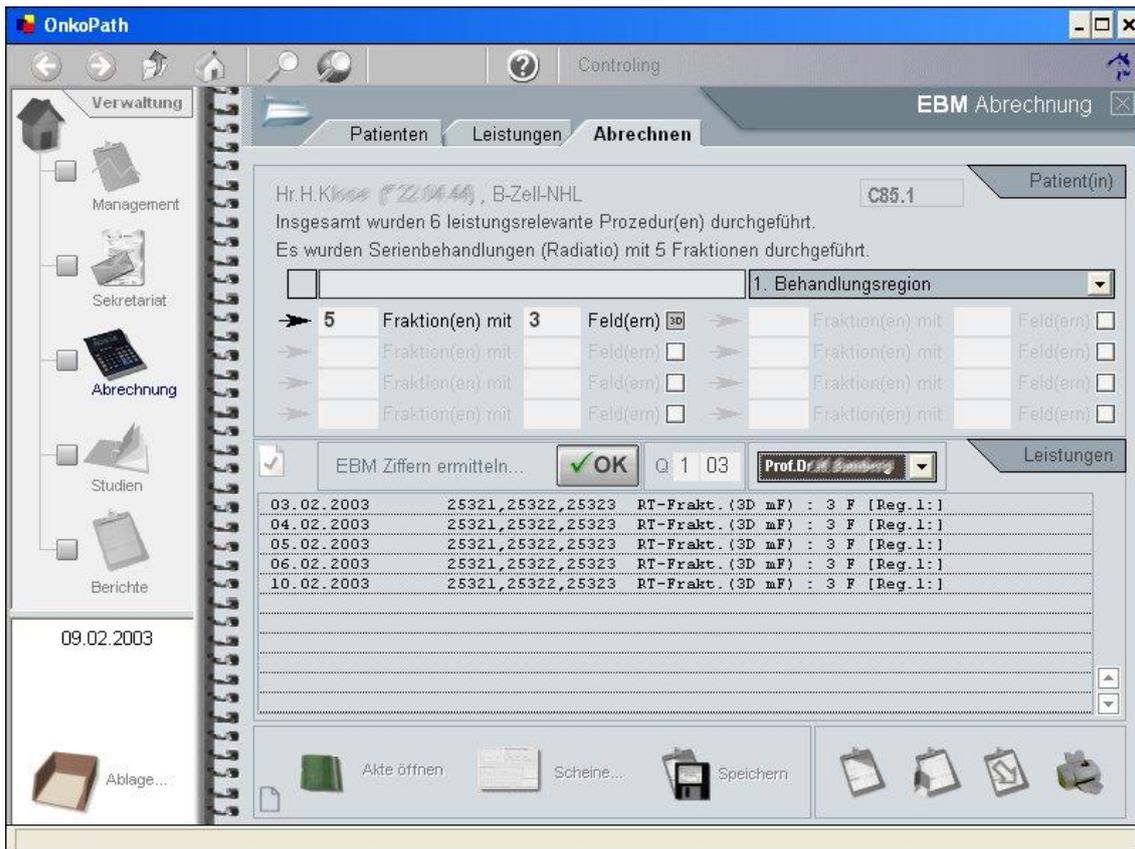


Abbildung 30: Abrechnung nach Fraktionen und Anzahl der jeweils bestrahlten Felder.

Alle fünf ermittelten Fraktionen wurden beim gezeigten Beispiel mit drei Feldern bestrahlt. Somit ermittelt die Software jeweils 3 EBM-Ziffern pro Fraktion (zweite Spalte in der Tabelle, die Ziffern sind durch Komma getrennt).

**Überweisungs- / Abrechnungsschein 1**

Chefarzt Prof. Dr. M. Bamberg

man. Formularwechsel  erster Schein ohne Kopf  S.1  
 inkl. Materialabrechnung

Ha... 22.04.1944

Kasse: \_\_\_\_\_  
 Strasse: \_\_\_\_\_  
 PLZ: \_\_\_\_\_  
 Ort: \_\_\_\_\_  
 Kassen-Nr.: \_\_\_\_\_  
 Versicherten-Nr.: \_\_\_\_\_  
 Status: \_\_\_\_\_  
 Vertragsarzt-Nr.: \_\_\_\_\_  
 VK gültig bis: \_\_\_\_\_  
 Datum: \_\_\_\_\_  
 Quartal: 1 03

Auftr.: RT  OK

Material zur RT

MLC \_\_\_\_\_  
 Satellitenblende(n)...  
 Platte (n) \_\_\_\_\_  
 Blöcke \_\_\_\_\_  
 Elektronenfeld(er)...  
 El. Blende(n) \_\_\_\_\_  
 Applikation (am Pat.)...  
 Maske  
 Prostataballon

Diagnosen (ggf. Abrechnungsbegründungen)

C 8 5 . 1

Tag	Mon	2	5	3	2	1	2	5	3	2	2	Tag	Mon	2	5	3	2	1	2	5	3	2	2	
03	02											06	02											
03	02											06	02											
04	02											10	02											
04	02											10	02											
05	02																							
05	02																							

Vertragsarztstempel/Unterschrift Oberw. Arzt

Prof. Dr. med. Michael Bamberg  
 Arzt für Strahlentherapie  
 Chefarzt der Universitätsklinik für Radioonkologie  
 Hoppe-Seyler-Str. 3, Tel.: 07071 2982165  
 72076 Tübingen  
 62 54 028/28

Nicht zu verwenden bei Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und Schlägen  
 Muster S-14 2005 P

Abbildung 31: Abrechnungsschein mit eingetragenen Leistungsziffern.

Ausgehend von den ermittelten Ziffern kann ein Abrechnungsschein generiert werden in den die Ziffern dann automatisch eingetragen werden. Dieser wird gedruckt und an die Krankenkasse zur Abrechnung weitergeleitet.

Neben der Option die Ziffern auf einem Abrechnungsschein auszudrucken wurde die Möglichkeit vorgesehen diese in eine Transferdatei zu übertragen, die dann in ein Format übertragen werden kann das für die Abrechnung mit der KBV mittels Datendiskette geeignet ist.

Auf Basis der Leistungserfassung in der Therapie und Bestrahlungsplanung kann somit eine geeignete Datenaquise erfolgen um Daten für die Abrechnung zu gewinnen, die dann über einen Schein in Papierform oder digital erfolgen kann [Niemeyer et al. 2006].

### 3.3.8.4 Studien

Unter der Rubrik Studien sind alle Patienten der radioonkologischen Klinik, die innerhalb von Studien behandelt wurden abrufbar.

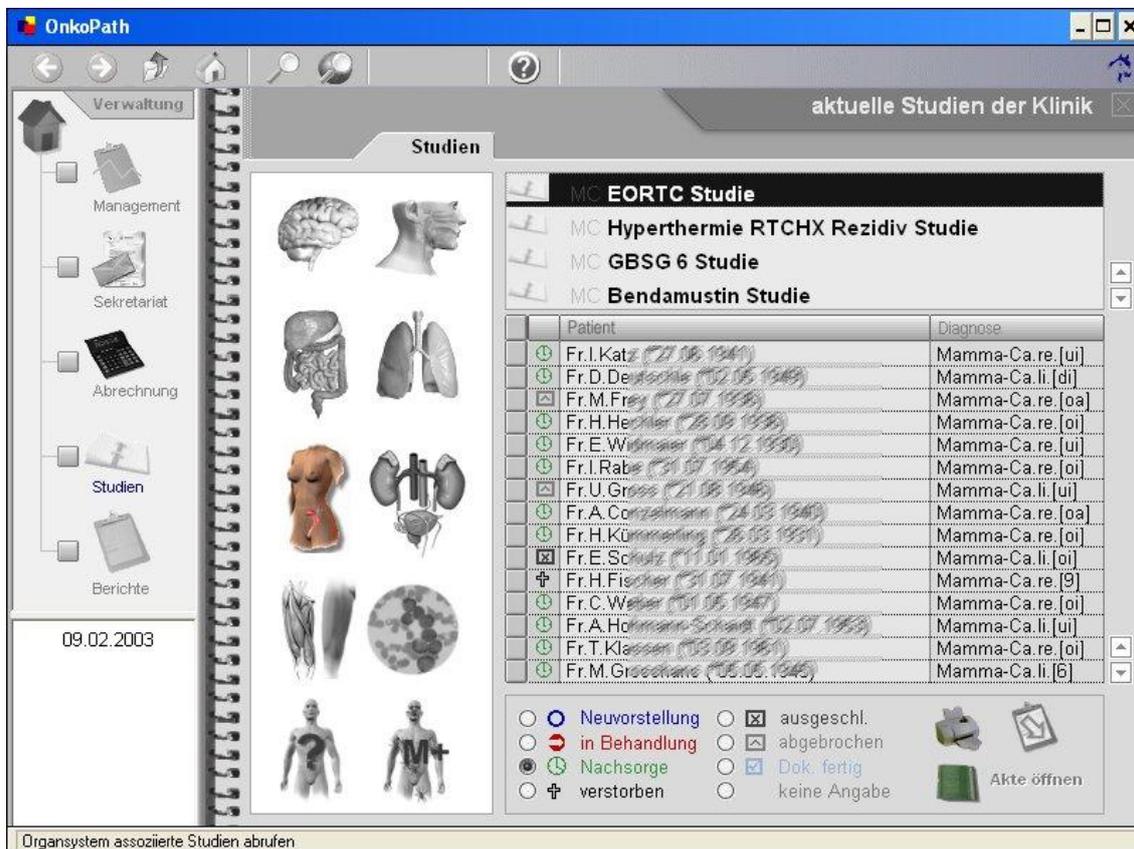


Abbildung 32: Patientenübersicht einer Studie bei Brustkrebs

Die einzelnen Studien sind dabei nach Organsystemen geordnet abrufbar (Auswahl links im Bild). Für jeden Patient wird (links vom Namenseintrag) angegeben, ob er neu vorgestellt, gerade in Behandlung oder in der Nachsorge ist. Ebenso können Patienten markiert werden, die nicht mehr aktiv weiter verfolgt werden, weil sie verstorben sind, aus der Studie ausgeschlossen wurden, die Studie abgebrochen haben oder deren Studiendokumentation vollständig korrekt abgeschlossen wurde. Ein Patient aus der Liste kann selektiert werden und man hat dann direkt Zugriff auf seine digitale Akte. Die Patientenlisten können gedruckt und exportiert werden, womit die Arbeit des Studiensekretariats und des studienverantwortlichen Arztes unterstützt wird [Niemeyer et al. 2004].

### 3.3.8.5 Berichte

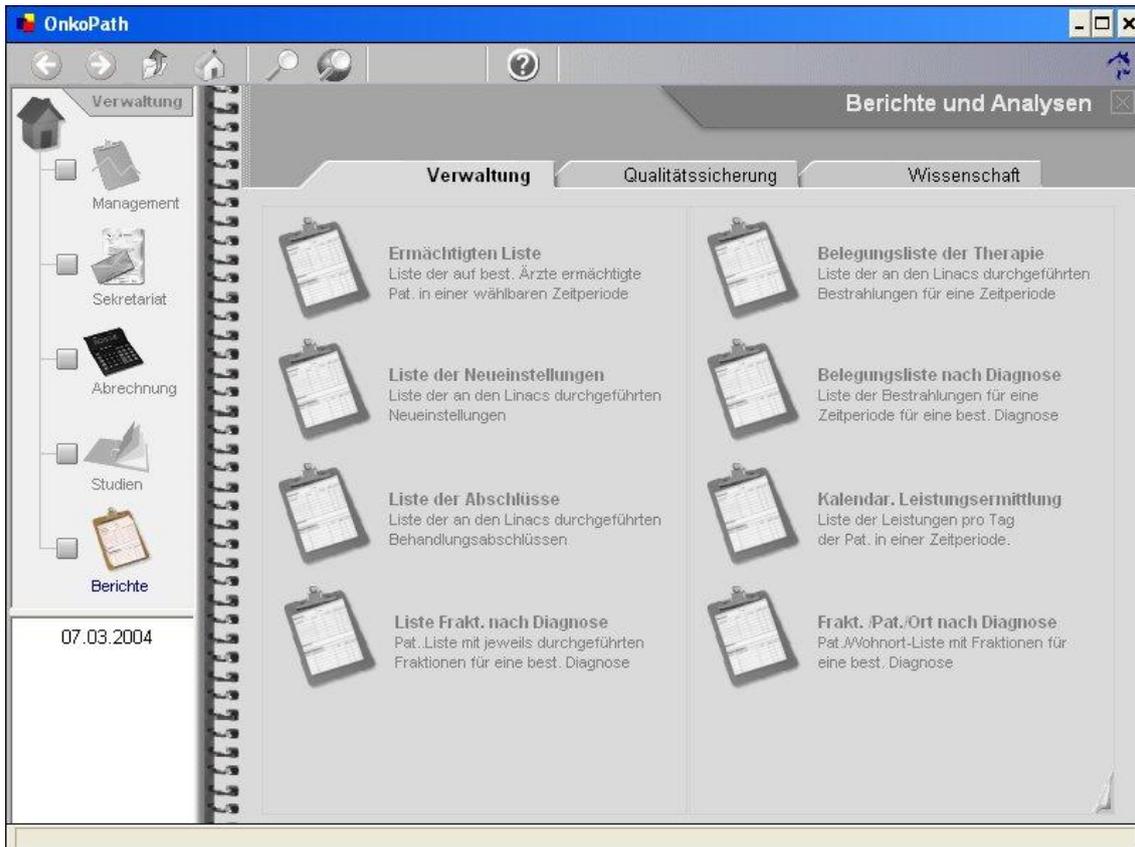


Abbildung 33: Übersicht über die für die Verwaltung vorgesehenen Berichte.

Aus den Programmdateien, vor allem aus den jeweiligen Tageslisten können Berichte in Form von Listen generiert werden, die für Verwaltungsaufgaben, in der Qualitätssicherung und für die Wissenschaft genutzt werden können.

Solche Listen können ausgedruckt oder in eine Exportdatei gespeichert werden, die mit Standardanwendungen wie Microsoft Excel weiter verarbeitet werden kann.

OnkoPath

Belegung der Therapie...

Bei Patienten mit der Diagnose... **Mamma-Ca.**

Durchgeführte Bestrahlungen (Fraktionen) vom **01.01.2003** bis zum **31.03.2003** für die o.g. Diagnose

Aus den Kalendern von **Linac ...**  A  B  G  H  C  D  ohne Wochenende **OK**

Suche in... 31 Mrz Linac H 2:45 Dauer der Suche 00:04:38

Datum	Linac A	Linac B	Linac G	Linac H	Linac C	Linac D	gesamt
02.01.2003	3	1	11	1	0	0	16
03.01.2003	3	1	12	1	0	0	17
04.01.2003	3	1	10	1	0	0	15
07.01.2003	2	1	10	1	0	0	14
08.01.2003	2	5	11	1	0	0	19
09.01.2003	2	5	12	1	0	0	20
10.01.2003	2	3	12	1	0	0	18
13.01.2003	2	3	13	0	0	0	18
14.01.2003	3	3	17	0	0	0	23
15.01.2003	4	4	21	1	0	0	30
16.01.2003	5	4	20	0	0	0	29
17.01.2003	4	3	21	0	0	0	28
20.01.2003	0	3	21	1	0	0	25
21.01.2003	7	5	18	1	0	0	31
22.01.2003	6	3	25	2	0	0	36
23.01.2003	6	5	24	2	0	0	37
24.01.2003	5	6	23	2	0	0	36
27.01.2003	5	5	26	3	0	0	39
28.01.2003	5	5	27	3	0	0	40
29.01.2003	5	5	27	3	0	0	40
30.01.2003	5	5	27	5	0	0	42

Patient wählen...

Abbildung 34: Bericht zur Analyse einer diagnosespezifischen Belegung an den Geräten.

Gezeigt ist ein Bericht über die durchgeführten Bestrahlungen (Fraktionen) von Patienten mit einer bestimmten Diagnose, hier dem Mammakarzinom. Angegeben werden für den jeweiligen Tag die jeweils an den einzelnen Linearbeschleunigern durchgeführten Bestrahlungen und deren Gesamtzahl pro Tag.

OnkoPath

Kalendarische Leistungen

Für alle Diagnosen und erfassten Leistungen, - Leistungsziffern [ ... ] [ Planung ] [ Bestrahlung ]

Suche Leistungen vom **01.01.2003** bis zum **03.01.2003**  ICD  Status  Pat.ID  Fall-Nr.  
aus Kalender(n) von...  CT Plan.  Simul.  Linac...  A  B  G  H  C  D  AL/HT  OK

Suche in... 3 Jan Linac A 2:45 65

Linac A	02.01.2003	7:30	L58360000	Hr.E.Hot...	24:07:30	C34.8	kleinzell. Bronchial-Ca. [SCLC]
Linac A	02.01.2003	7:45	L58360000	Hr.K.Dorn...	26:07:30	C34.9, C 34.1	met. Bronchial-Ca., Bronchial-Ca. [OL]
Linac A	02.01.2003	8:00	L58360000	Hr.A.War...	01:04:30	C34.9, C 34.8	met. Bronchial-Ca., kleinzell. Bronchial-Ca. [SCLC]
Linac A	02.01.2003	8:15	L58360000	Fr.J.Hank...	09:07:00	C53.9	Zervix-Ca. FIGO IIB pT2b N0 M0
Linac A	02.01.2003	8:30	L58360000	Fr.G.Her...	05:00:45	C20	met. Rektumkarzinom
Linac A	02.01.2003	8:45	L58360000	Fr.H.Rub...	11:01:30	---	---
Linac A	02.01.2003	9:00	L58360000	Fr.E.Lipp...	10:00:20	C20	Rektumkarzinom
Linac A	02.01.2003	9:15	L58360000	Hr.F.Gle...	25:00:40	C81.9	M. Hodgkin
Linac A	02.01.2003	9:30	L58360000	Hr.I.Dun...	15:11:20	C61	Prostatakarzinom
Linac A	02.01.2003	9:45	L58360000	Hr.F.Bau...	08:11:20	C61	---
Linac A	02.01.2003	10:00	L58360000	Fr.M.Ott...	27:00:30	C50.2	Mamma-Ca.II.[oj]
Linac A	02.01.2003	10:15	L58360000	Hr.V.Cve...	00:10:40	---	---
Linac A	02.01.2003	10:30	L58360000	Fr.H.Eth...	07:00:50	C21.0	met. Analkarzinom
Linac A	02.01.2003	10:45	L58360000	Fr.H.Ald...	11:11:40	---	---
Linac A	02.01.2003	11:00	L58360000	Hr.H.Mel...	08:01:30	C61	---
Linac A	02.01.2003	11:15	L58360000	Fr.R.Bie...	09:00:50	C34.9, C 34.1	met. Bronchial-Ca., Bronchial-Ca. [OL]
Linac A	02.01.2003	11:30	L58360000	Hr.A.Sep...	14:04:50	C20	met. Rektumkarzinom
Linac A	02.01.2003	12:30	L58360000	Hr.D.Gell...	00:12:30	---	---
Linac A	02.01.2003	12:45	L58360000	Fr.M.Jan...	07:00:50	C50.9	met. Mamma-Ca.re.[rib]
Linac A	02.01.2003	14:15	L58360000	Hr.A.Ste...	10:00:30	C20	Rektumkarzinom
Linac A	02.01.2003	14:30	L58360000	Hr.K.Dorn...	26:07:30	C34.9, C 34.1	met. Bronchial-Ca., Bronchial-Ca. [OL]

Suche beginnen...

Abbildung 35: Bericht über die in deiner Zeitperiode behandelten Patienten eines Gerätes.

Dies ist ein Bericht über die Patienten mit Leistungsziffern und ICD Codes für den Linearbeschleuniger A. Solche Berichte können in der Verwaltung zur Unterstützung der Abrechnung herangezogen werden. Die generierten Berichte können ausgedruckt oder in Dateien exportiert und mit anderen Programmen weiterverarbeitet werden [Niemeyer et al. 2006].

### 3.4 Digitale Patientenakte

Die digitale Patientenakte wurde analog der gebräuchlichen Papierakte gestaltet. Dies bedeutet, daß die gleiche optische Erscheinung und Aufteilung der einzelnen Aktenregister umgesetzt wurde.

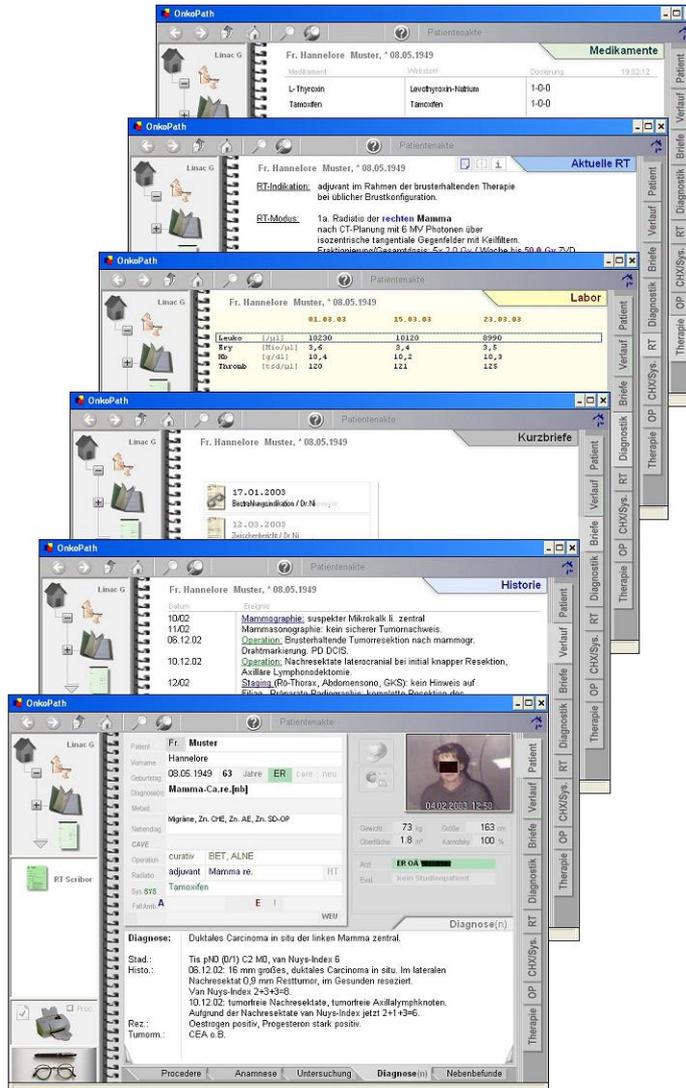


Abbildung 36:  
Digitale Patientenakte mit Titelblatt und rechts seitlich angebrachten Aktenregistern für den onkologischen Verlauf, Arztbriefe, Diagnostik (hier Labor), Bestrahlungsverschreibung (RT) und Therapie (hier Medikamente). Über die Aktenregister sind die einzelnen Abschnitte der Akte abrufbar. Die Anordnung wurde analog zu den in der Abteilung genutzten Papierakten gestaltet.

Mit dieser Gestaltung kann man als Anwender wie mit der gewohnten Papierakte arbeiten, nur eben im Computer. Alle Unterlagen, die bei der Papierakte unter einem bestimmten Register abgeordnet wurden, waren dort auch in der digitalen Akte zu finden.

### 3.4.1 Deckblatt - Information zum Patienten

Im ersten Register der digitalen Patientenakte, dem Deckblatt sind die wichtigsten Informationen über den Patienten zusammengefasst.

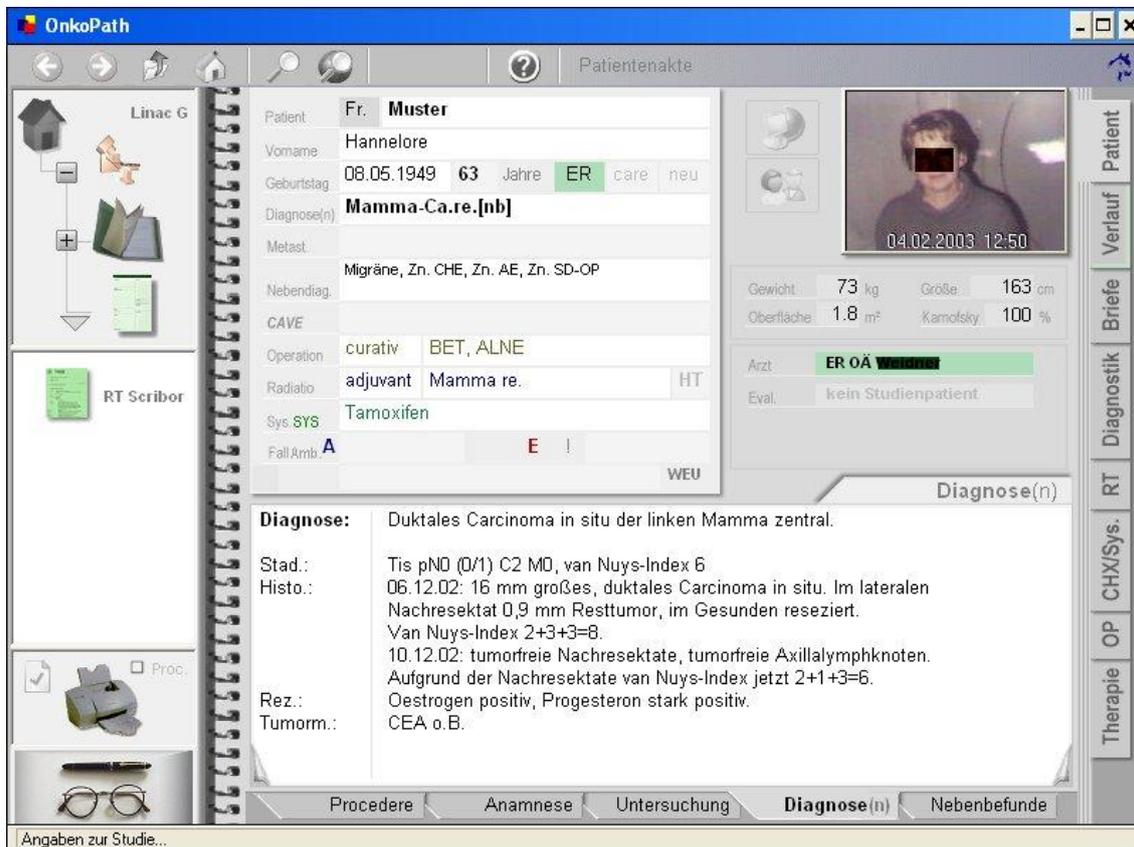


Abbildung 37: Deckblatt der digitalen Patientenakte mit den wichtigsten Informationen zum Patienten.

Links wurde zunächst ein Informationsfeld angeordnet. Hier steht der Name, das Geburtsdatum, die Diagnose, mögliche Metastasen, wichtige Nebendiagnosen, stattgehabte Operationen, die aktuelle Bestrahlung und ggf. eine Chemo- oder Systemtherapie (z.B. Hormonbehandlung). Man kann festlegen, ob der Patient stationär oder ambulant geführt wird. Liegt der Patient stationär wird das Aufnahmedatum und das geplante Datum der Entlassung angegeben. Rechts davon kann ein Foto des Patienten abgelegt werden, sowie die Körpergröße und das Gewicht, voraus automatisch die Körperoberfläche ermittelt wird. Zudem wird der Allgemeinzustand über den Karnofsky-Index angegeben. Darunter ist ein Feld vorgesehen in das die Zuordnung zu einem der ermächtigten Ärzte eingetragen werden kann. Nimmt der Patient an einer Studie teil wird dies ebenfalls hier angegeben. Neben diesen Informationen sind noch weitere Register für das geplante Procedere, die Anamnese, die

körperliche Untersuchung, die aktuelle ausführliche Diagnose und wichtige Nebenergebnisse vorgesehen.

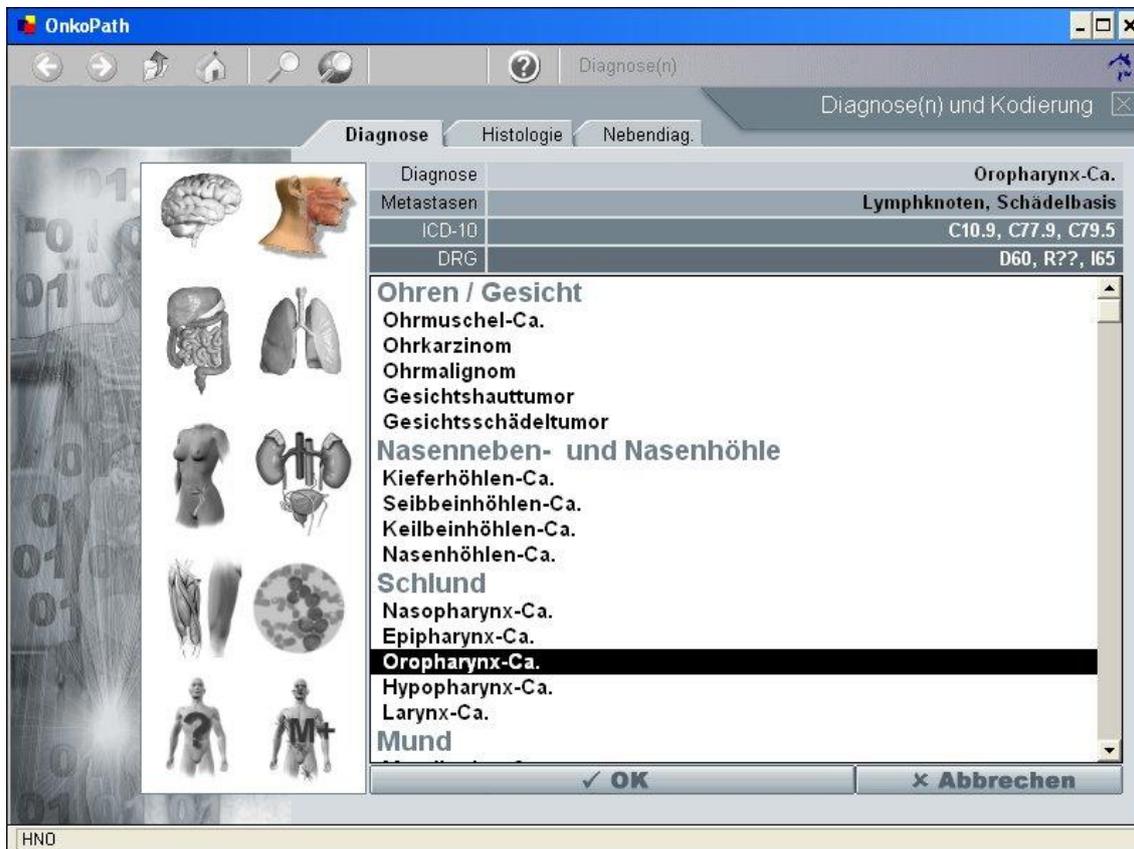


Abbildung 38: Diagnosenauswahl mit ICD-10 Kodierung.

Bei der Auswahl der Diagnose wird ein Modul geöffnet, in dem - geordnet nach Organsystemen - alle denkbaren onkologischen Diagnosen und Metastasen, sowie auch Nebendiagnosen abgelegt sind. Durch den Auswahlvorgang wird dabei automatisch die Kodierung nach ICD-10 und eine DRG Zuordnung vorgenommen, was für die Abrechnung weiter verwendet werden kann.

### 3.4.2 Verlauf

Unter dem Aktenregister Verlauf wird der onkologische Verlauf und klinische Verlaufseinträge während der Behandlung oder während des stationären Aufenthaltes angelegt.

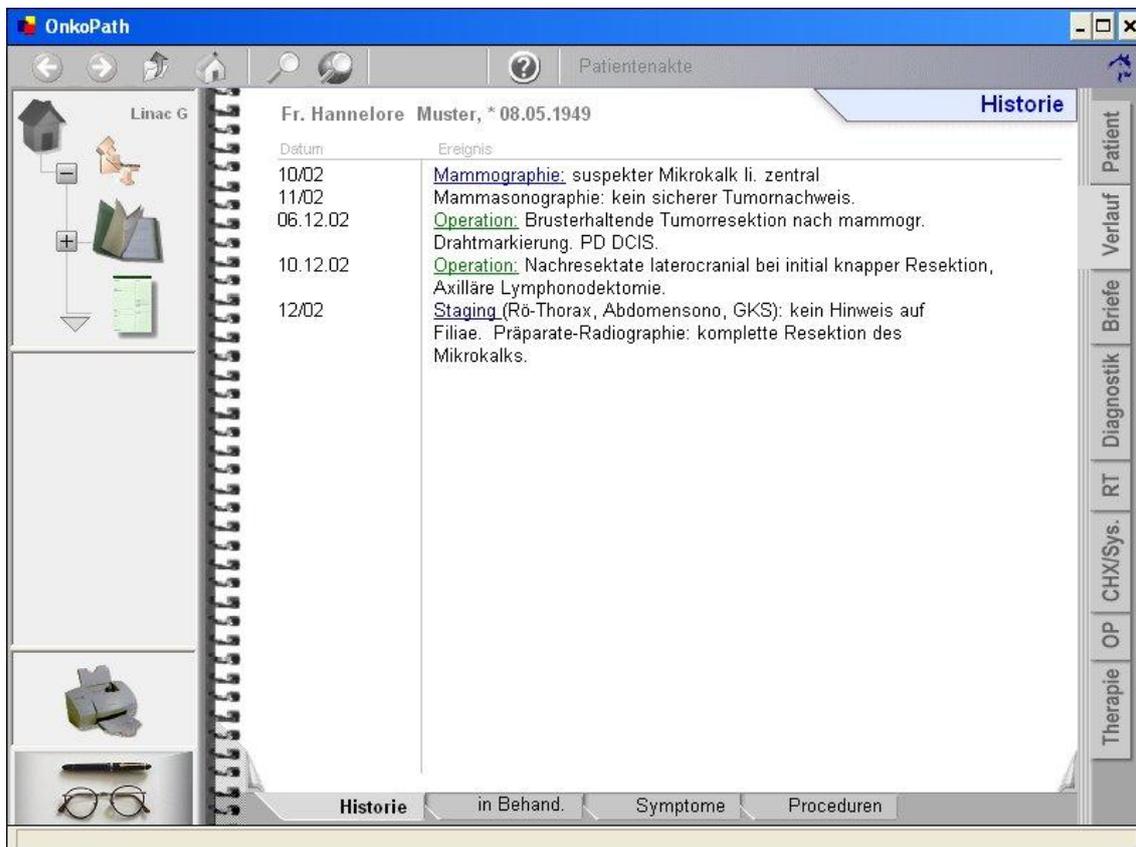


Abbildung 39: Der onkologische Verlauf eines Patienten in der Akte.

Beim onkologischen Verlauf (Register Historie) werden Befunde der Bildgebung, Operationen, Chemotherapien, Stagingergebnisse chronologisch festgehalten. Dieser Verlauf wird später Teil der Bestrahlungsverordnung. Unterschiedliche Farben können die Einträge übersichtlicher gestalten. Beispielsweise werden dunkelblau Bildgebungsbefunde und grün Operationen eingetragen.

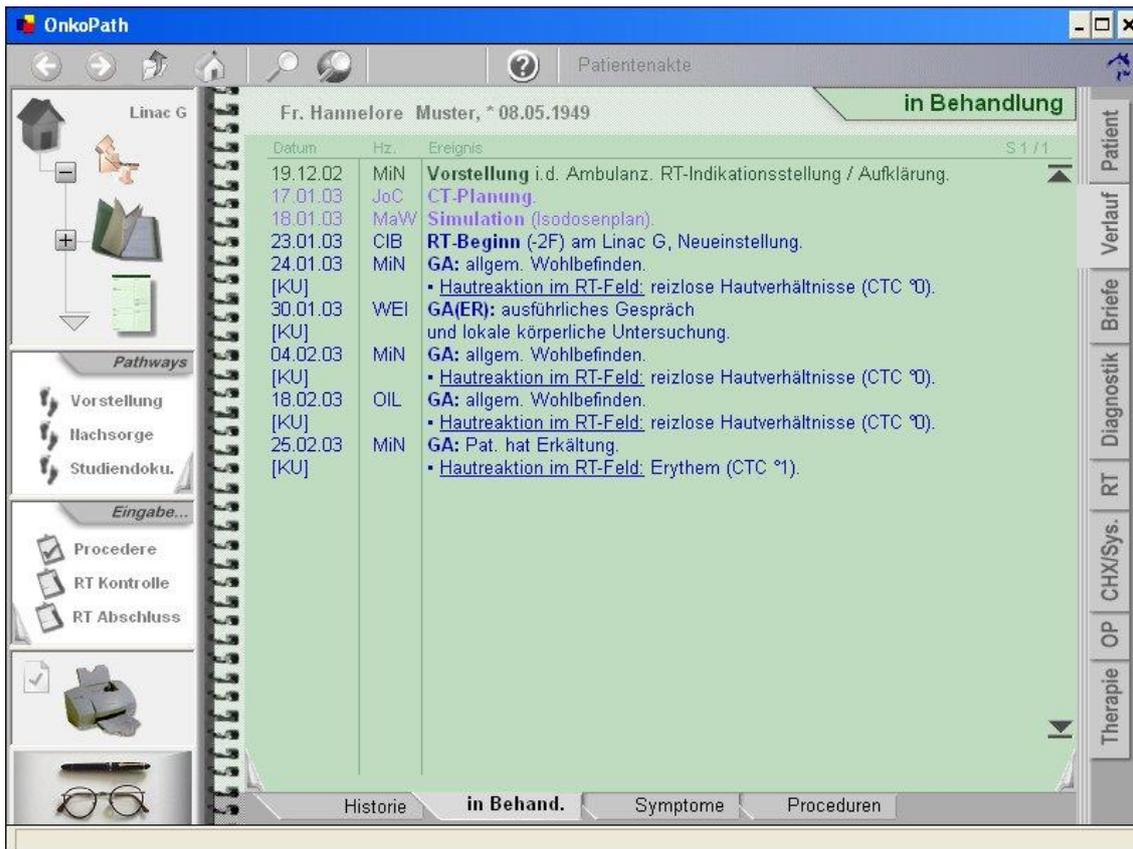


Abbildung 40: Verlauf während der Behandlung mit typischen Einträgen für eine ambulante Bestrahlung.

Der Verlauf während der Behandlung (Register in Behand.) ermöglicht es, Ereignisse festzuhalten, die während der ambulanten oder stationären Betreuung des Patienten stattfinden. Die Einträge erfolgen an einem genauen Datum und werden mit einem Handzeichen versehen, womit klar ist, wer den Eintrag gemacht hat. Hier wird also z.B. eingetragen wann der Patient sich zum erst mal vorstellt, wann er aufgeklärt wurde, wann die CT-Planung erfolgte, wann die Simulation, wann der Betrahlungsbeginn und wann die Gerätearztvisiten erfolgt sind. Unterschiedliche Farben für die Einträge symbolisieren dabei unterschiedliche Arbeitsbereiche (grün - Ambulanz, lila - Planung, blau - Gerät, schwarz - Station).

Um diese Einträge zu erleichtern und zu systematisieren wurden typische Prozeduren und Pathways (Behandlungspfade) abgelegt, die während der Behandlung eines Patienten auftreten können.

The screenshot shows the OnkoPath software interface. At the top, the window title is 'OnkoPath'. Below it, there's a navigation bar with icons for back, forward, home, search, and help. The patient's name 'Fr. Eva Muster' and birth date '\* 21.02.1970' are visible. The status 'in Behandlung' is shown in a green box. The main window is titled 'Prozeduren: Therapie' and has tabs for 'Ambulanz', 'Planung', 'Therapie', 'Station', 'Tagesklinik', 'Pflege', and 'Sonstige'. The date '19.02.12' is entered. The signature field contains 'MiN'. The form is divided into sections: 'Einstellung' with options for 'RT-Beginn, Neueinstellung', 'Direkteinstellung', 'Umstellung', 'Afterloadung', and 'Verifikation'; 'Betreuung' with 'ER', 'GA: Arztgespräch und Untersuchung', and 'Kurvensite'; and 'Abschluß' with 'RT-Aufklärung', 'RT-Abschluß, ohne Besonderheiten', and 'Nachsorge'. There are also radio buttons for '1-2', '3-4', '>4/3D', 'ok', 'wdh.', 'Brief', and 'Kurzbrief'. A 'Freier Text...' field is at the bottom.

Abbildung 41: Prozedureneingabe mit Auswahl und Signierung.

Dargestellt ist eine Prozedur während der Therapie am Gerät. Es soll ein Gerätearztgespräch mit Untersuchung und Behandlung erfolgen. Zunächst wird die Signatur des Arztes eingegeben, dann das GA-Arztgespräch und die Untersuchung gewählt.

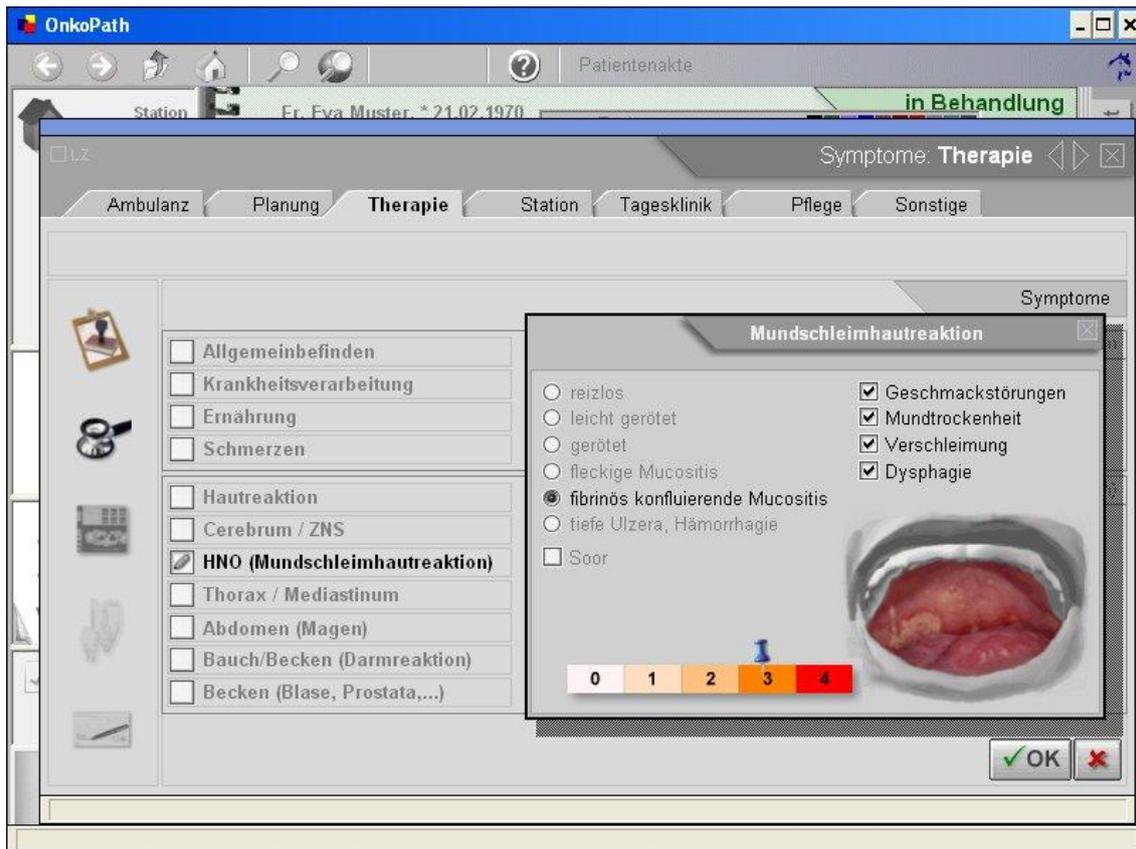


Abbildung 42: Dokumentation von Nebenwirkungen.

Bei der klinischen Untersuchung wird eine Nebenwirkung der Mundschleimhaut (nach WHO Grad 3) mit fibrinös konfluierender Mucositis dokumentiert.

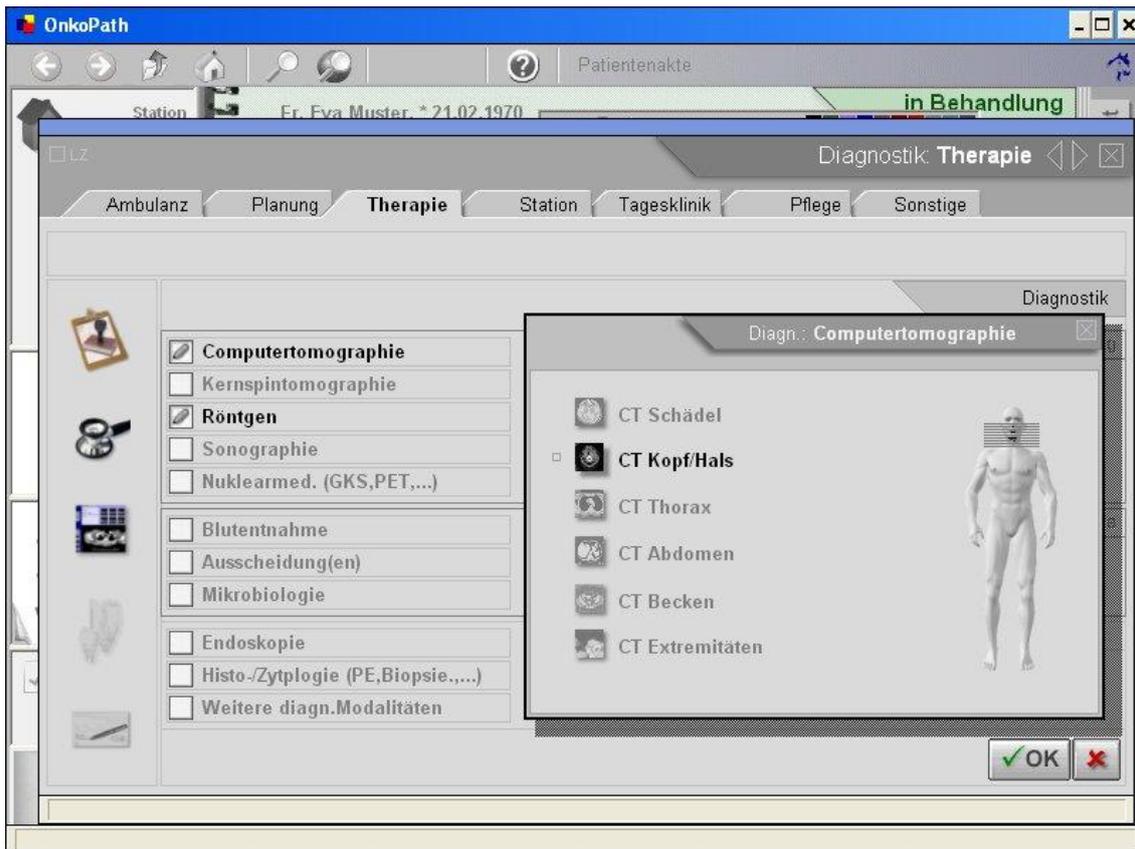


Abbildung 43: Auswahl von Diagnostik.

Im Rahmen der Diagnostik (z.B. Restaging zur Kontrolle des Therapieansprechens) wird eine Computertomographie von Kopf- und Halsregion veranlasst.

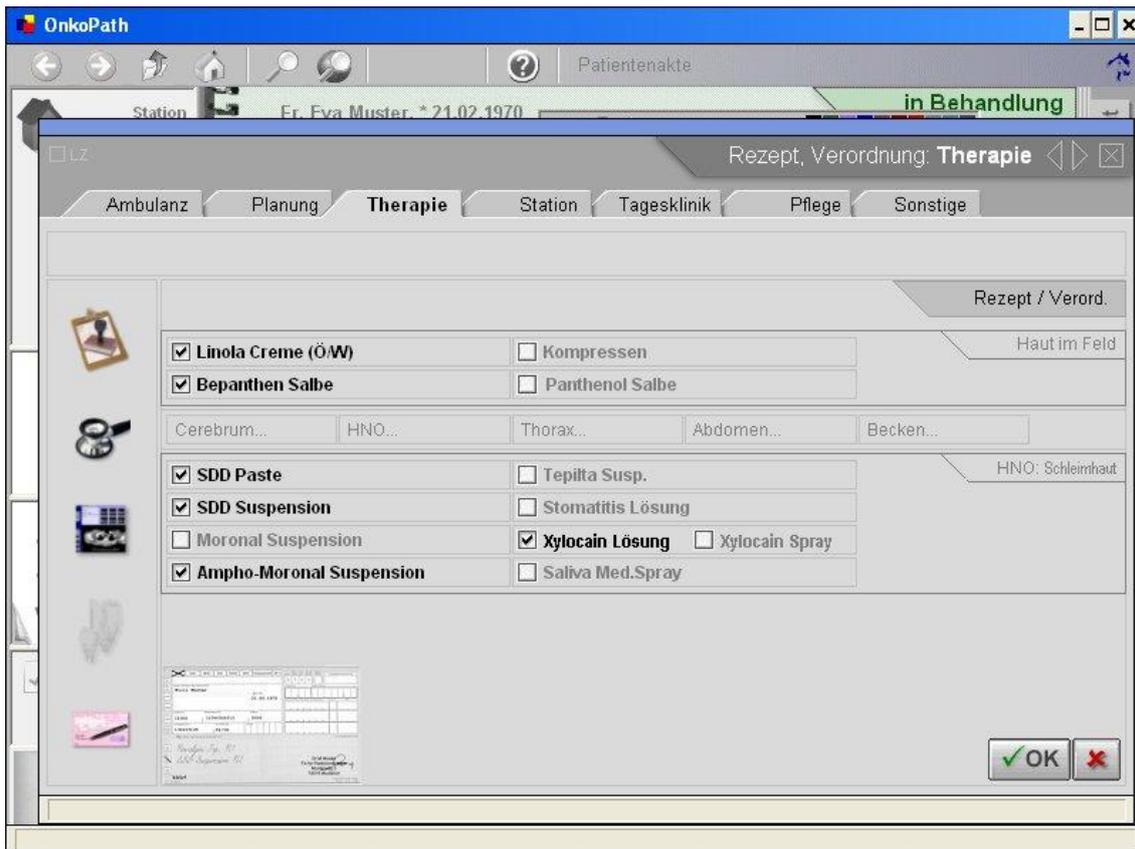


Abbildung 44: Therapeutische Maßnahmen.

Wegen der Haut- und Mundschleimhautreaktion unter der laufenden Bestrahlung werden verschiedene therapeutische Maßnahmen angeordnet.

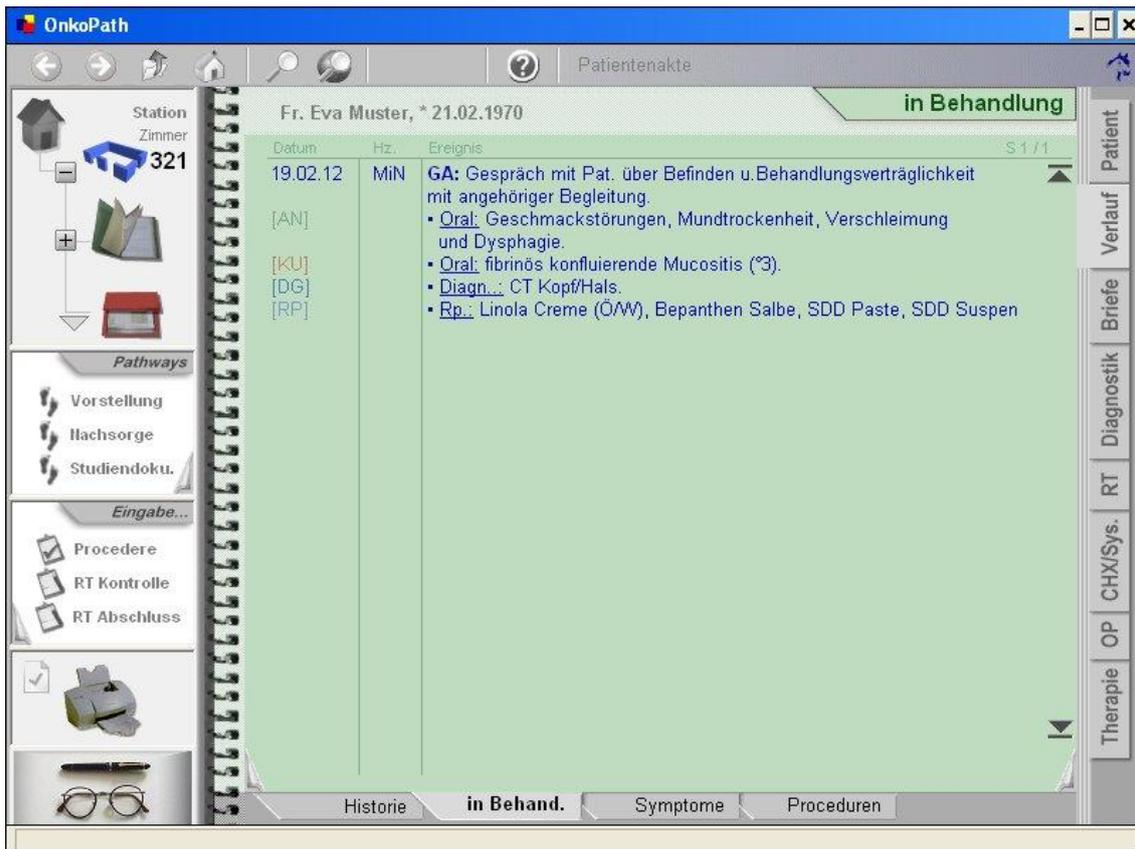


Abbildung 45: Dokumentation der Prozedur als Eintrag im Verlauf.

Nach Abschluss der o.g. Prozedur (Gerätearztgespräch und Untersuchung) hat das Programm automatisch einen ausführlichen Eintrag generiert, in dem die Untersuchungsbefunde und veranlassten Maßnahmen festgehalten sind.

Ein anderes Beispiel zur Unterstützung der laufenden Dokumentation unter der Behandlung sind standardisierte Formulare.

The screenshot shows the OnkoPath software interface. At the top, there's a blue title bar with the text 'OnkoPath'. Below it is a navigation bar with icons for back, forward, home, search, and help. The main window is titled 'Formulare' and 'Ambulante Aufnahme'. On the left, there's a section for patient information: 'Vorstellung von:', 'Pat. kommt: Allein', and 'Diagnose zur Vorstellung:'. Below this is a list of 'Unterlagen' (documents) including Histologie, PSA-Werte, Röntgen-Thorax, Abdomensonographie, TRUS, GKS, MRT Becken, and CT Abdomen/Becken. In the center, a menu lists various forms: 'Allgemeine Patientenvorstellung', 'Aufnahmebogen Prostata Primärtherapie' (highlighted), 'Initialstatus Prostata Primärtherapie', 'Allgemeine Patientennachsorge', 'Nachsorge Prostata Primärtherapie', 'Mammakarzinom Nachsorge', and 'HNO-Patienten Nachsorge'. On the right, there's a section for 'bei Arzt/Ärztin' with a field for 'ED:' and a list of checkboxes labeled 'Vorhanden'. At the bottom, there's a section for 'Bei durchgeführter Sampling-Operation' with a list of documents: 'OP Bericht LK Sampling' and 'Histologie LK Sampling', and a 'Datum' field. An 'OK' button is located at the bottom right.

Abbildung 46: Aufnahmebogen für Prostatakarzinompatienten.

Dargestellt ist ein Aufnahmebogen für einen Patienten mit Prostatakarzinom, der es erleichtern soll, die für die Behandlungsplanung erforderlichen Unterlagen zu erfassen und die vorliegenden Befunde zu dokumentieren. Solche Formulare wurden für die Aufnahme und für die Nachsorge vorgesehen.

Ähnliche Bögen wurden auch für HNO-Patienten und Mammakarzinom-Patientinnen vorgesehen. Beim Mammakarzinom wurde die so umgesetzte Dokumentation auch genutzt um eine wissenschaftliche Datenanalyse und Qualitätssicherung im Rahmen einer Studie der EORTC zur Lymphabflussbestrahlung nach brusterhaltender Therapie umzusetzen [Niemeyer et al. 2006].

### 3.4.3 Briefe

In der Radioonkologie in Tübingen werden sowohl Kurzbriefe (z.B. direkt bei Entlassung von Station) als auch ausführliche Arztbriefe verfasst. Unter dem Aktenregister Briefe werden beide Briefarten zusammengefasst.

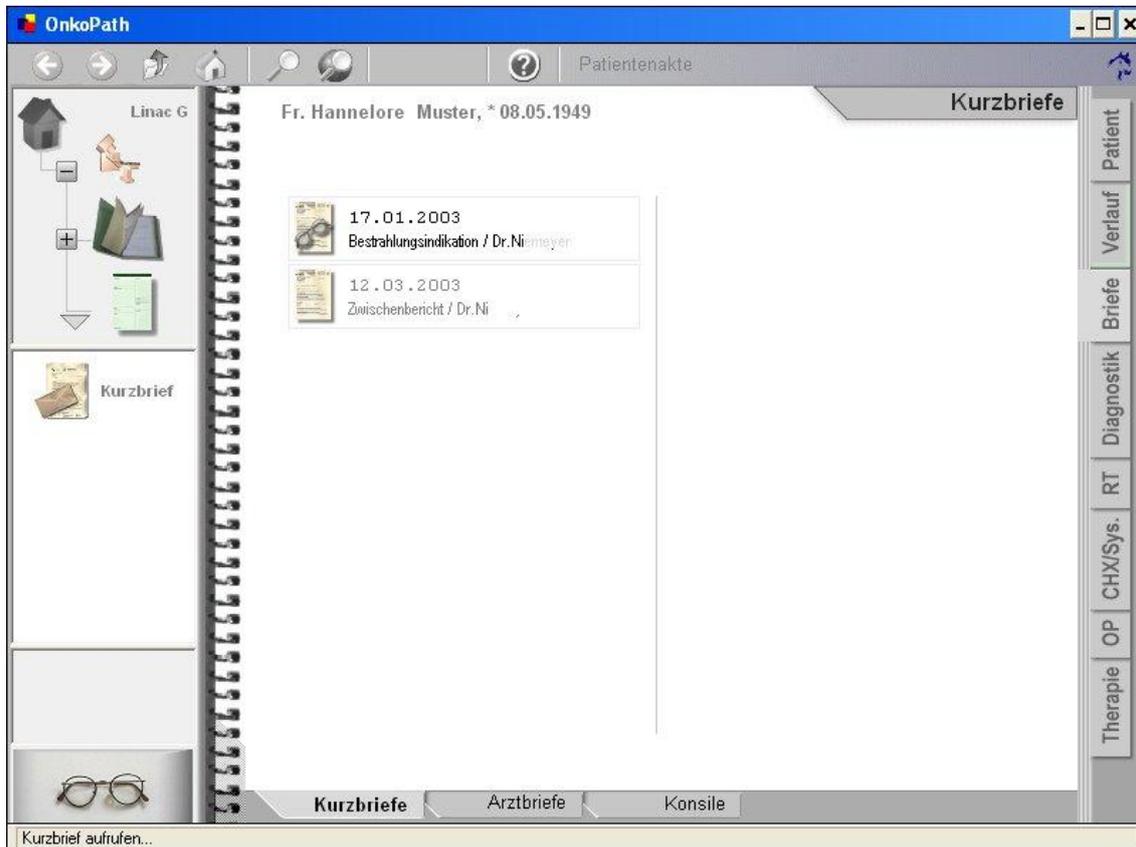


Abbildung 47: Übersicht der in der Akte gespeicherten Kurzbriefe.

Dargestellt ist die Übersicht der Briefe, hier der Kurzbriefe. Über die unteren Register sind auch Arztbriefe und Konsile abrufbar.

Abbildung 48: Modul für die Erstellung eines Kurzbriefes.

Kurzbriefe gibt es für jeden Arbeitsbereich mit standardisierten Inhalten, so dass sie schnell aus den im System gespeicherten Daten generiert werden können. Hier ist beispielsweise ein Zwischenbericht während der Behandlung am Gerät abgebildet. Vor allem für stationäre Patienten wurde eine Möglichkeit vorgesehen, die aktuelle Krankenhausmedikation nicht nur im Kurzbrief, sondern auch als Medikamentenliste für den Patienten auszudrucken. Die Medikamente werden dabei automatisch aus der digitalen Patientenakte übernommen.

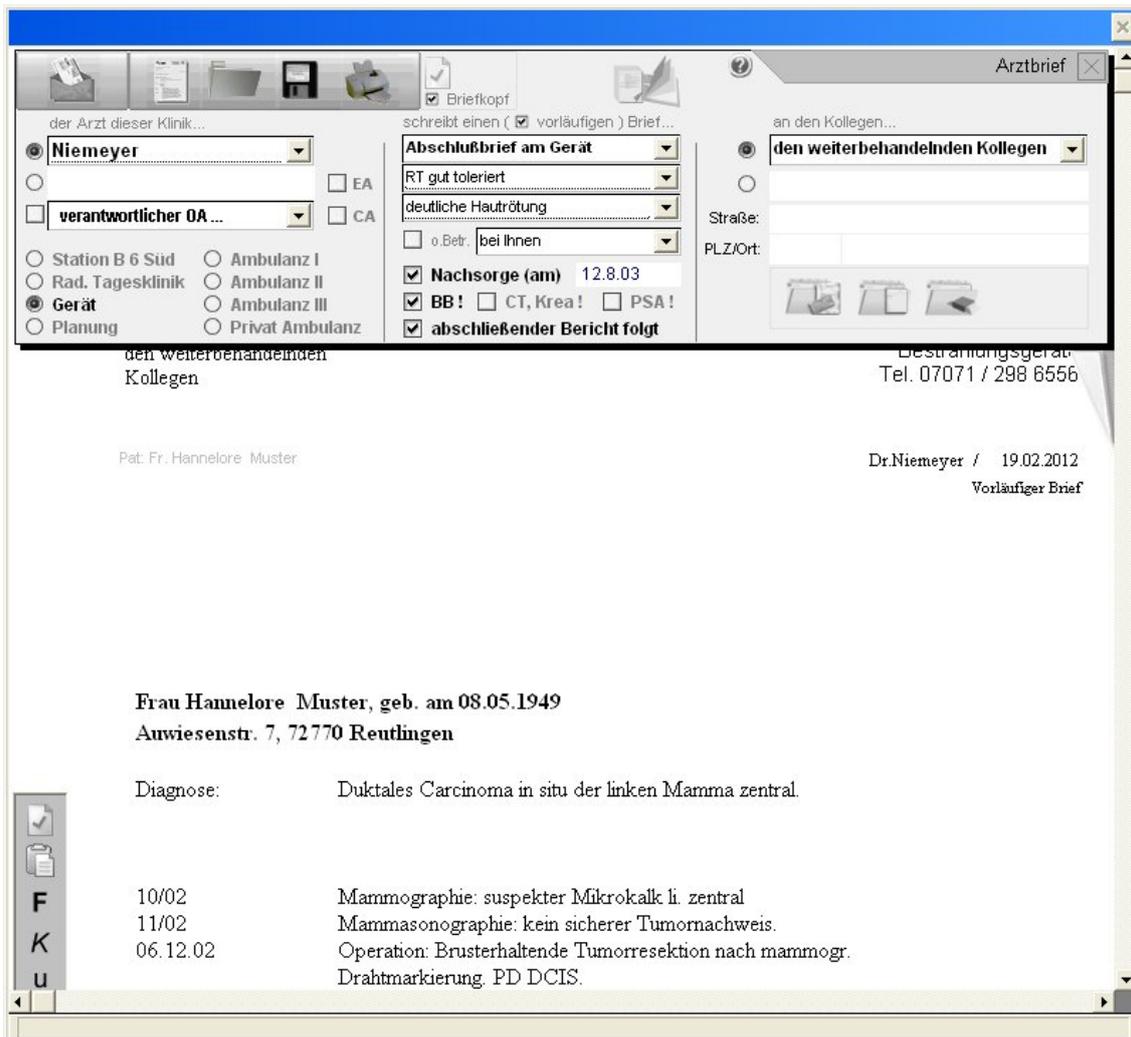


Abbildung 49: Modul für die Erstellung eines Arztbriefes.

Dargestellt ist das Modul für den fertigen Arztbrief, hier ein Abschlussbericht am Gerät. Alle Daten werden aus der digitalen Patientenakte entnommen, die Nebenwirkungen und der geplante Nachsorgetermin wird festgelegt und damit ein standardisierter Brief quasi automatisch generiert. Bei Bedarf kann der Briefftext gleichwohl noch editiert werden. Alle so generierten Arztbriefe werden in der digitalen Patientenakte gespeichert und sind über das Aktenregister Briefe jederzeit wieder abrufbar. Zudem wurde eine Option vorgesehen, diese Arztbriefe in Microsoft-Word zu exportieren.

### 3.4.4 Diagnostik

Unter dem Aktenregister Diagnostik wurde Raum geschaffen um Laborbefunde, Hygiene und Mikrobiologiebefunde, Pathologieergebnisse, Befunde der Bildgebung (Röntgen, CT, MRT usw.) und sonstige Befunde abzulegen.

The screenshot shows the OnkoPath software interface for patient management. The main window displays the patient's name, date of birth, and a table of laboratory results. A 'Laborberechnungen' (Labor Calculations) dialog box is open, allowing the user to input patient data to calculate creatinine clearance.

	01.03.03	15.03.03	23.03.03
Leuko [/ $\mu$ l]	10230	10120	8990
Ery [Mio/ $\mu$ l]	3,6	3,4	3,5
Hb [g/dl]	10,4	10,2	10,3
Thromb [tsd/ $\mu$ l]	120	121	125

**Laborberechnungen**

Krea-Clearance    Diff. Blutbild

Serum Kreatinin:  mg/dl    Alter:  J

Urin Krea.Konz:  mg/dl    Gewicht:  kg

Urinvolumen:  ml    Geschlecht:

Sammelzeit:  h

Kreatinin-Clearance:  ml/min     ml/min

Abbildung 50: Labordiagnostik mit Modul zur Berechnung der Kreatinin-Clearance.

Neben der Befundablage finden sich hier Werkzeuge (sog.Tools), die die tägliche Routinearbeit erleichtern. Hier sind die Laborbefunde dargestellt und ein Tool zum berechnen der Kreatinin-Clearance, welche eingesetzt wird um die glomeruläre Filtrationsrate abzuschätzen (Dörner K 1992 - S. 248).

### 3.4.5 Radiotherapie

Unter dem Aktenregister Radiotherapie (RT) sind die Bestrahlungsanweisungen abgelegt. Neben der aktuellen Bestrahlung können auch die Bestrahlungsparameter, Bilder, die während der Bestrahlungsplanung und eigentlichen Bestrahlung generiert wurden, sowie der Bestrahlungsverlauf abgerufen werden.

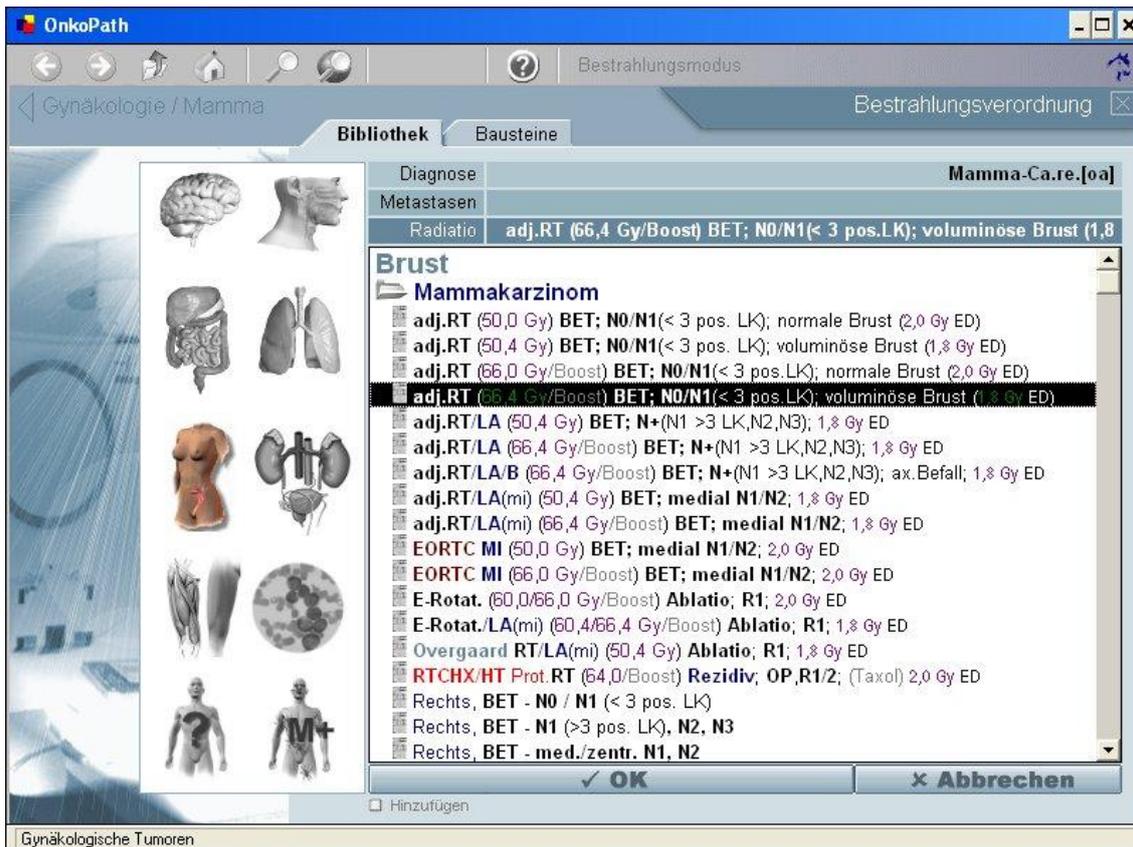


Abbildung 51: Auswahlménü für Bestrahlungsverschreibungen.

Die Auswahl einer Bestrahlungsverschreibung erfolgt anhand eines Menüs in dem, nach Organsystemen geordnet, alle in der Abteilung gebräuchlichen Bestrahlungsformen abgelegt sind. Insgesamt wurden 228 Bestrahlungsverschreibungen in dieser Bibliothek implementiert.

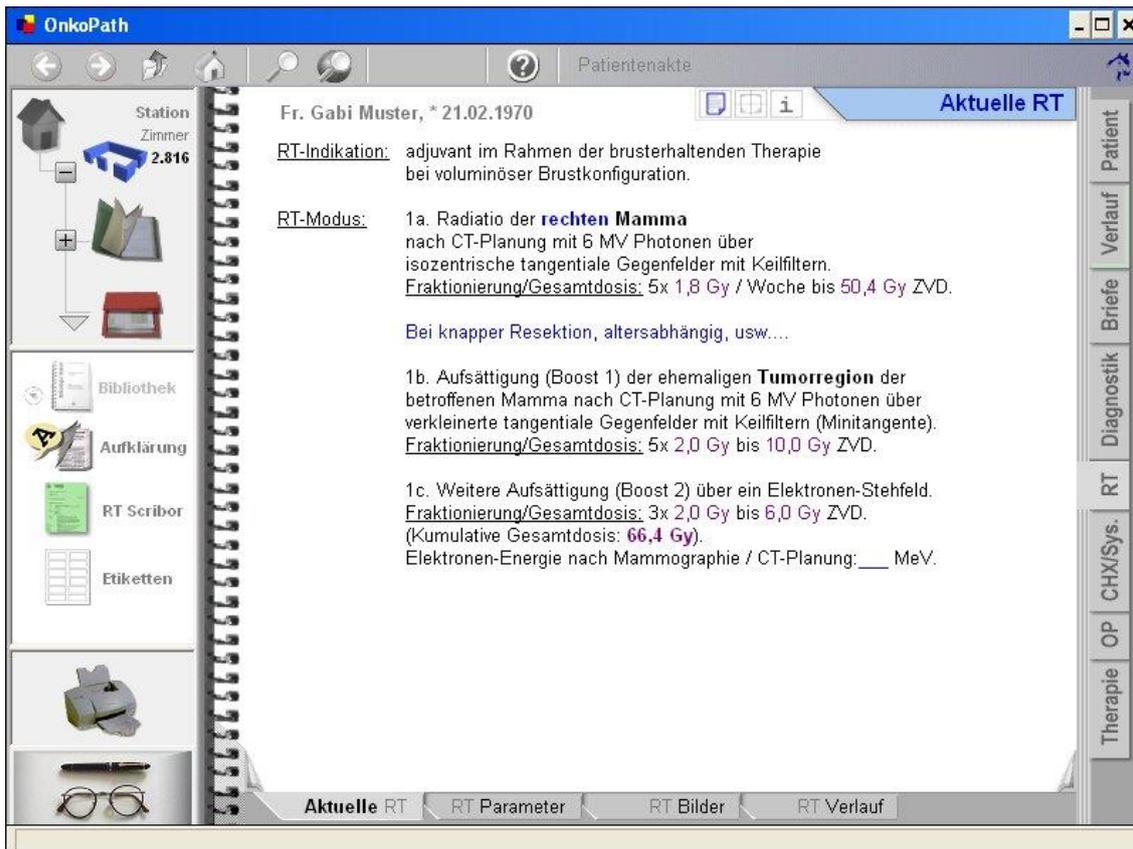


Abbildung 52: Bestrahlungsverschreibung in der Patientenakte.

Unter dem Register Aktuelle RT wird die ausgewählte Bestrahlungsverschreibung abgelegt. Diese kann noch verändert oder ergänzt werden. Die Bestrahlungsanweisung legt fest, welche Körperregion in welcher Fraktionierung bis zu welcher Gesamtdosis bestrahlt werden soll. Diese Behandlungsverschreibung ist Teil der entgeltigen Bestrahlungsverordnung (sog. RT Scribor), welche zudem die ausführliche onkologische Diagnose und den onkologischen Verlauf enthält. Der RT Scribor ist direkt bei der aktuellen Radiatio als Modul abrufbar.

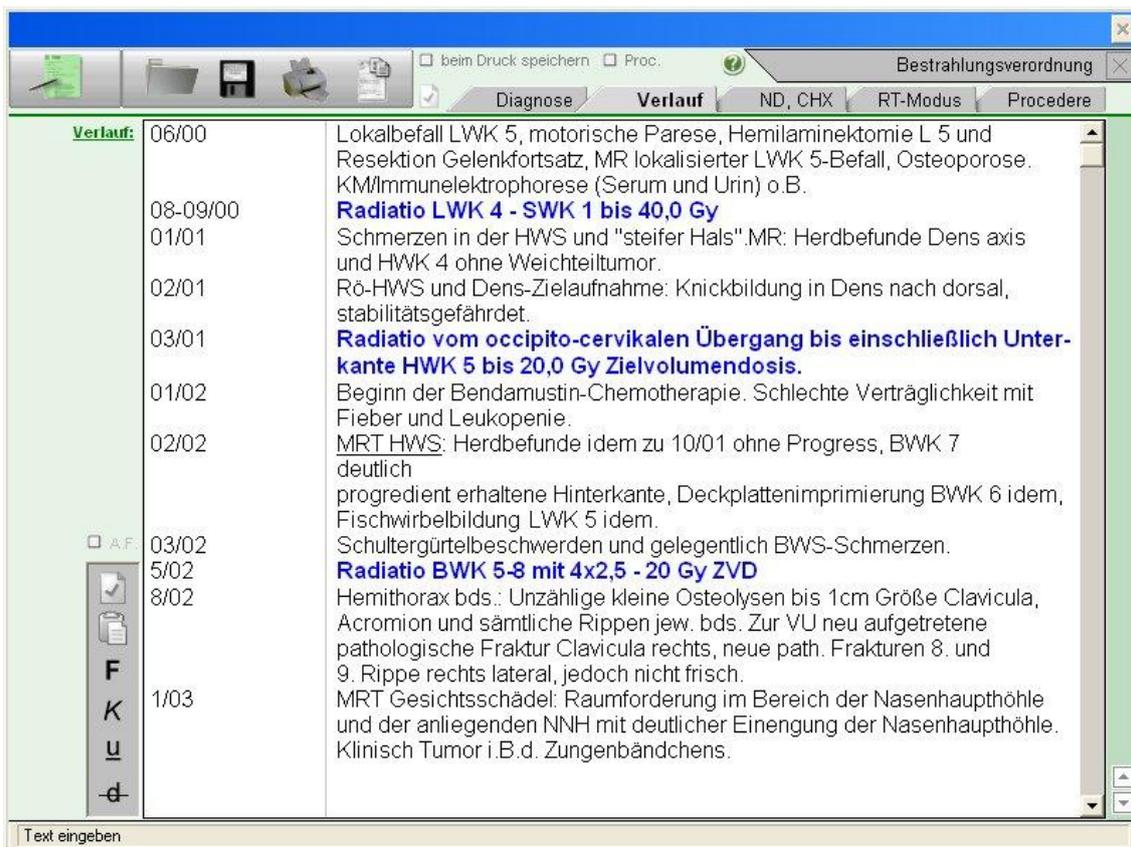


Abbildung 53: Modul für die Bestrahlungsverordnung (RT-Scribor).

Im Modul für den RT Scribor werden die Register Diagnose (ausführliche onkologische Diagnose), Verlauf (onkologischer Verlauf, hier dargestellt), Nebendiagnosen und Chemotherapie, der RT-Modus (Bestrahlungsanweisung) und Procedere unterschieden. Alle Einträge in den Registern können bei Bedarf editiert werden. Die komplette Bestrahlungsverordnung, die sich aus diesen Registereinträgen zusammensetzt wird dann abschließend separat gespeichert, gedruckt und von den verantwortlichen Ärzten unterschrieben.

Um eine Bestrahlungsanweisung auch für die Ressourcenplanung am Gerät, das Bestrahlungsprotokoll und für die Abrechnung direkt nutzen zu können wurde optional die Möglichkeit geschaffen, die einzelnen Parameter der Bestrahlung tabellarisch zu speichern. Diese Ablagemöglichkeit ist über das Register RT-Parameter abrufbar.

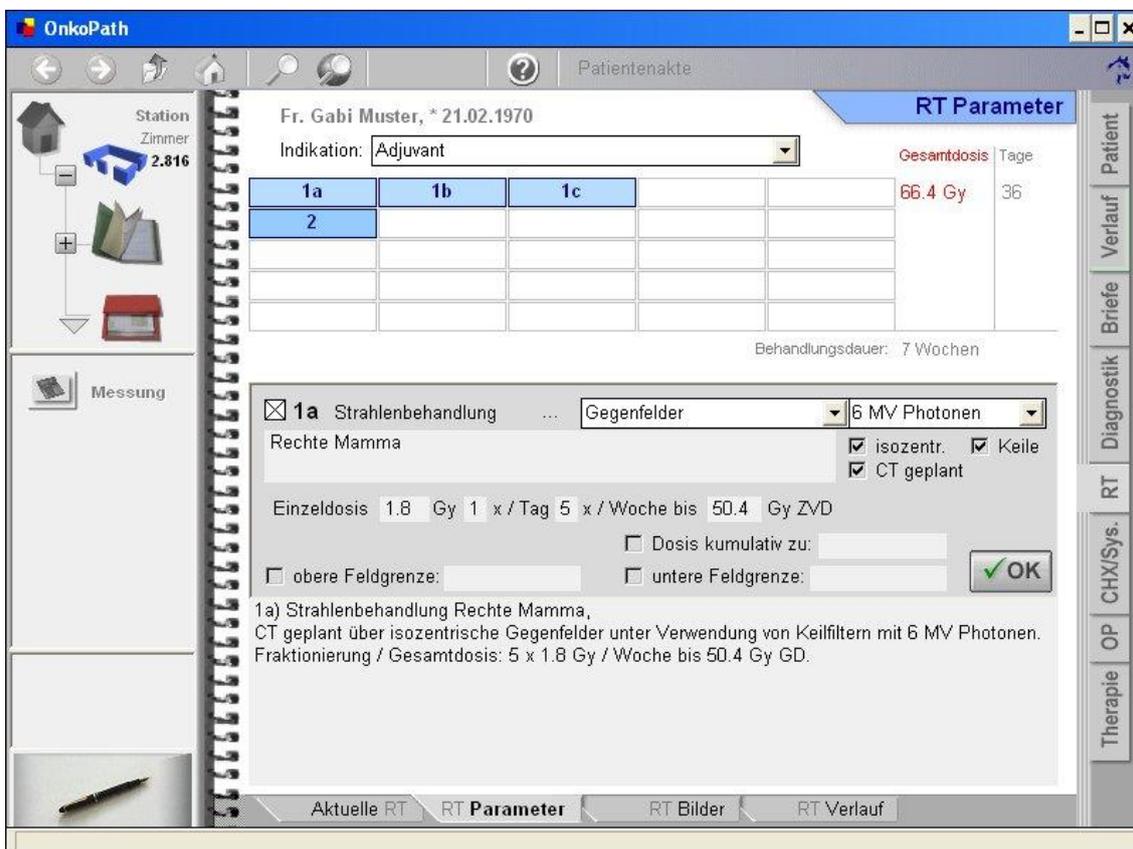


Abbildung 54: Parametrisierung einer Bestrahlung.

Dargestellt ist ein Bestrahlungsmodus mit zwei Teilregionen (rechte Mamma - Region 1 und Supraclaviculärregion - Region 2), wobei die erste Region (Mamma) in drei sequentiellen Feldanordnungen behandelt werden soll (1a, 1b und 1c). Oben rechts hat das Programm dann die kumulative Gesamtdosis (66,4 Gy) und den Zeitbedarf (36 Tage) errechnet.

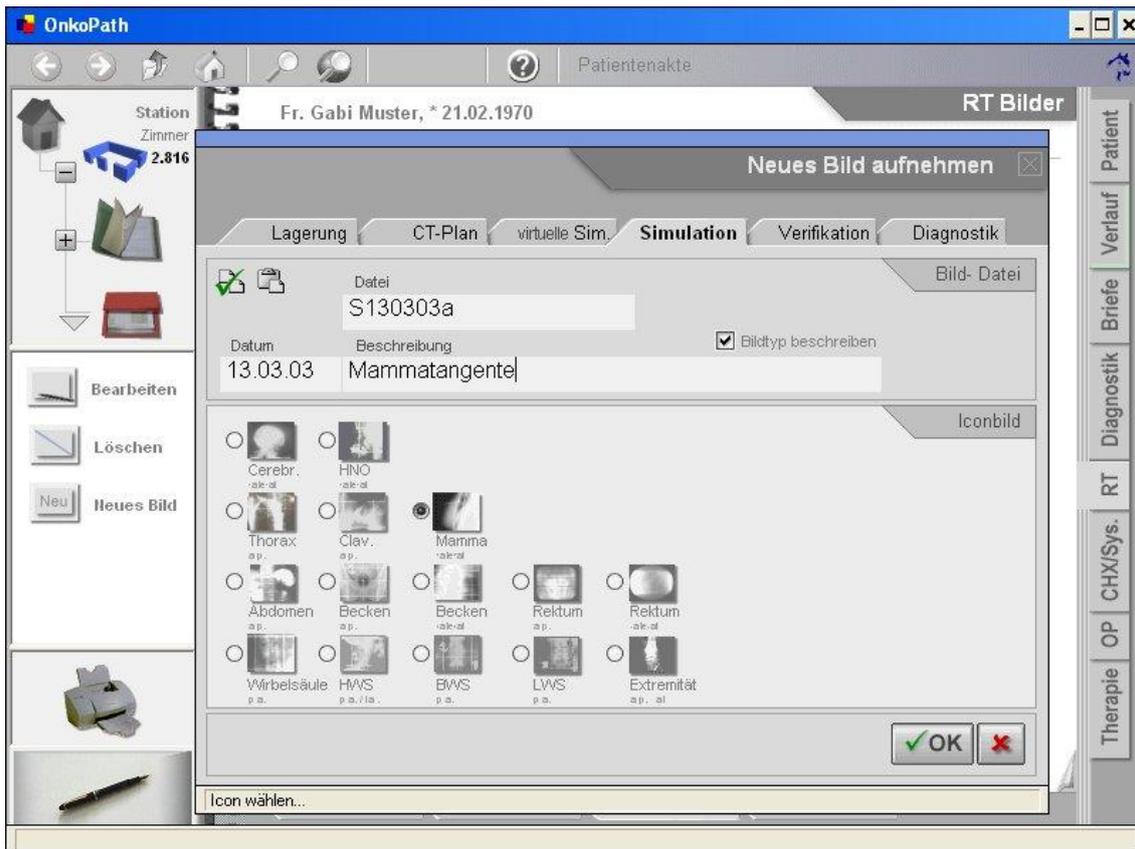


Abbildung 55: Einbindung von Bildern in die Patientenakte.

Um von jedem Arbeitsplatz aus und zu jeder Zeit auf die für die Bestrahlungsplanung genutzten Bilder und auf die während der Bestrahlung angefertigten Feldkontrollen (Verifikationsbilder) zugreifen zu können wurde eine Ablagemöglichkeit für Bilder im JPG-Format unter dem Register RT-Bilder vorgesehen. Abgebildet ist hier die Ablage einer Mammatangente, die während der Simulation aufgenommen wurde.

Die so abgelegten Bilder können aus der digitalen Patientenakte dann direkt abgerufen werden.



Abbildung 56: Modul zur Bildbetrachtung im SYNGO ähnlichen Design.

Beim Abruf der Bilder wird ein separates Programmmodul aufgerufen, das sich in der Gestaltung der Bedienelemente an der in der Abteilung gebräuchlichen Bildbetrachtungssoftware der Firma SIEMENS orientiert.

Unter dem Register RT-Verlauf können - analog zum onkologischen Verlauf - die stattgehabten Radiotherapien chronologisch abgelegt werden. Dies ist für Patienten sinnvoll, die im Rahmen ihrer Tumorerkrankung mehrmals bestrahlt wurden und bei denen man so einen schnellen Überblick über die Bestrahlungsregionen, Gesamtdosen und evtl. Feldüberschneidungen bekommen kann.

### 3.4.6 Chemotherapie und Systemtherapie

Unter dem Aktenregister Chemotherapie/Systemtherapie (CHX/SYS) sind Chemotherapieverschreibungen und andere Systemtherapien (z.B. Hormonbehandlungen) abrufbar.

Eine Chemotherapieverschreibung wird analog zu einer Bestrahlungsverschreibung über ein Menü ausgewählt.

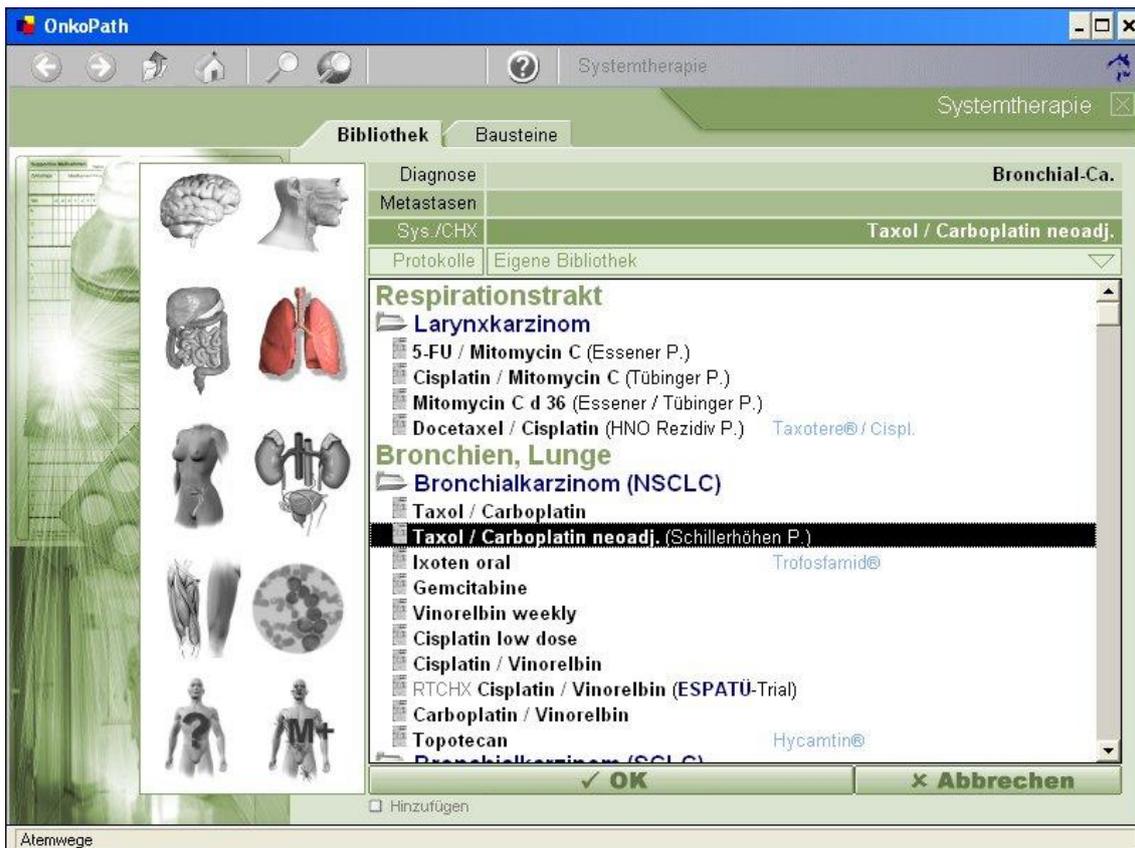


Abbildung 57: Auswahlmönü für Chemotherapieverschreibungen.

Dargestellt ist das nach Organsystemen geordnete Menü über das die in der Abteilung gebräuchlichen Chemotherapieverschreibungen abgerufen werden können.

Insgesamt wurden für die Tübinger Radioonkologie 75 unterschiedliche Chemotherapieverschreibungen in dieser Bibliothek implementiert.

**OnkoPath** Patientenakte

Station Zimmer 2.805

**Aktuelle CHX** eigene Bibl. 13.03.03

Hr. Jogi Loew (Testpat.), \* 21.02.1970

**Diagnose:** Bronchialkarzinom (NSCLC) prim. inoperabel

**Regime:** neoadjuvante RTCHX mit **Taxol / Carboplatin** (ehem. Schillerhöhen Protokoll)

**Chemotherapie:**

d1,8,15	<b>Taxol</b>	50 mg/m <sup>2</sup>	i.v.	über 1h
d1,8,15	<b>Carboplatin</b>	AUC 2	i.v.	über 1h

**Supportive Maßnahmen:**

d1,8,15	Navoban	1 Amp.	KI	vor CHX
d1,8,15	Fortecortin	8 mg	KI	vor CHX
d1,8,15	Ranitic	1 Amp.	KI	vor CHX
d1,8,15	Fenistil	1 Amp.	KI	vor CHX
d1,8,15	NaCl 0,9%	1000 ml	2h	nach Taxol, parallel zu Carboplatin

**Bemerkungen:**

- Kreatinin-Clearance ( 24 h Sammelurin, Serum-Krea ) vor Therapie (CHX bei > 60)
- d1,8,15: Diff BB, Elektrolyte, Nierenwerte, Leberwerte
- Kreislaufüberwachung unter Taxol
- PVC freies Infusionssystem
- Bei Hb<10,5 g/dl => 150 IE/Kg KG Erythropoetin s.c. 3 x / Woche

**Dosisreduktion:** Leukos 3000-4000/µl und/oder Thrombos 75000-100000/ml  
 Taxol 35 mg/m<sup>2</sup> , Carboplatin AUC 1  
 Auch nach Normalisierung keine erneute Dosisescalation !  
 Änderungen der CHX hier dokumentieren !

**Aktuelle CHX** CHX Applikation CHX Verlauf

Abbildung 58: Chemotherapieverschreibung in der Patientenakte.

Unter dem Register Aktuelle CHX wird die aktuell für den Patienten vorgesehene Chemotherapie abgelegt. Von hier aus können auch die Aufklärungen zu den Therapien, die Apothekenanforderungen und Informationen zu den Substanzen abgerufen werden.

In Abhängigkeit von den verwendeten Chemotherapiesubstanzen ist mit Übelkeit und Erbrechen als Therapienebenwirkung zu rechnen (Lindley C 1989). Entsprechend ist begleitend zur eigentlichen Chemotherapie eine geeignete Supportivbehandlung vorzustehen (Seeber S 1998 - S.1267). So finden sich in der Chemotherapieverschreibung neben der Angabe der Substanzen und deren Dosierung auch die Angaben zu supportiven Maßnahmen.

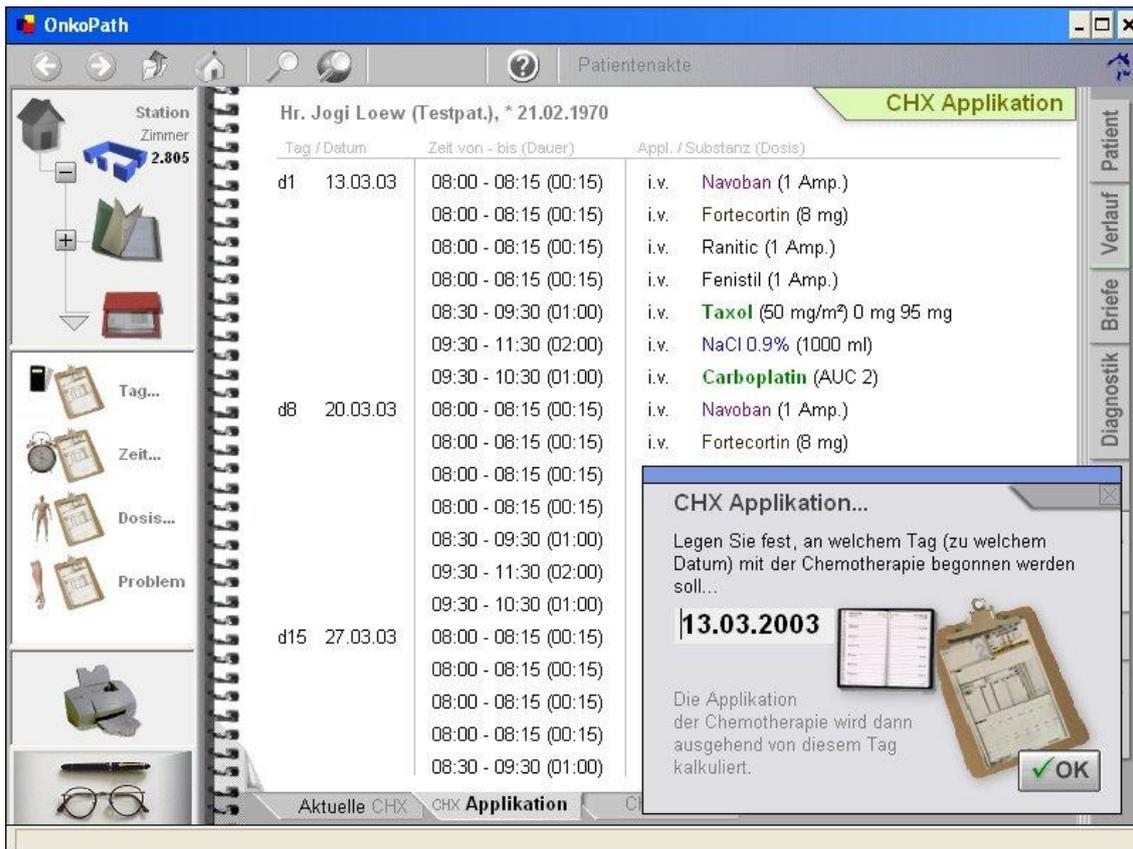


Abbildung 59: Chemotherapieapplikation nach einem sog. Tropfplan.

Um eine Chemotherapie tages- und zeitgenau vorplanen zu können wurde unter dem Register CHX Applikation ein spezielles Hilfsmittel vorgesehen. Mit der Auswahl einer Chemotherapie aus dem Menü wird hier ein sogenannter Tropfplan abgelegt, der dann durch die Angabe des ersten Zyklustages, der Zeit und der Patientenparameter (Körperoberfläche) minutengenau individualisiert werden kann.

Solche Tropfpläne können die Präzision bei der Durchführung von Chemotherapien wesentlich verbessern und führen durch den Computereinsatz gleichzeitig zu Zeitersparnis, was auch frühere Entwicklungsansätze anderer Arbeitsgruppen gezeigt haben (Weber J 1993).

OnkoPath Systemtherapie Systemtherapie - Probleme

Paravasat Allergie

Patient: Hr. Jogi Loew (Testpat.), \* 21.02.1970  
 Diagnose: Bronchial-Ca.  
 Sys./CHX: Taxol / Carboplatin neoadj.

Venöser Zugang, Datum  
 PVK mit Braunüle  
 Butterfly  
 am 13.03.2003

Applizierte Substanz(en)  
 Carboplatin  Inj.  KI  Inf.  IP  
  Inj.  KI  Inf.  IP  
  Inj.  KI  Inf.  IP  
  Inj.  KI  Inf.  IP  
  Inj.  KI  Inf.  IP

Paravasat erkannt...  während  unmittelbar nach  
 Stunden nach  Tage nach der Gabe  
 Para.-Volumen: ca. 3 ml -Ausdehnung: 2 cm

Punktionsstelle  
 rechter Arm  
 linker Arm  
 Ellenbeuge  
 Unterarm  
 Handgelenk  
 Handrücken  
 mehrere Punktionsstellen  
 wo wurde im Vergleich zur jetzigen Punktion primär punktiert...  
 distal  proximal  
 lateral  medial

Abbildung 60: Dokumentation von Nebenwirkungen während einer Chemotherapie.

Sollten während der Chemotherapie Komplikationen wie Paravasate oder Medikamentenunverträglichkeiten auftreten, so können diese über ein spezielles Modul dokumentiert werden. Zudem sind hier Angaben zur Problembehandlung für das jeweils verabreichte Medikament abrufbar.

Unter dem Register CHX Verlauf können alle Chemotherapien oder Systemtherapien, die ein Patient erhalten hat zusammengefasst werden. Dies ist dann sinnvoll, wenn ein Patient mehrere, auch unterschiedliche Behandlungen im Rahmen seiner Tumorthherapie bekommt und man diese gesondert darstellen will.

### 3.4.7 Operationen

Unter dem Aktenregister OP können Operationen, die bei einem Patienten durchgeführt wurden abgelegt werden.

Das Register aktuelle OP ist zur Ablage des Operationsberichtes vorgesehen.

Unter dem Register OP Verlauf können alle Operationen, die bei einem Patienten durchgeführt wurden zusammengefasst werden.

### 3.4.8 Therapie

Unter dem Aktenregister Therapie kann das gesamte Therapiekonzept, die laufende Krankenhausmedikation und die pflegerische Therapie abgerufen werden.

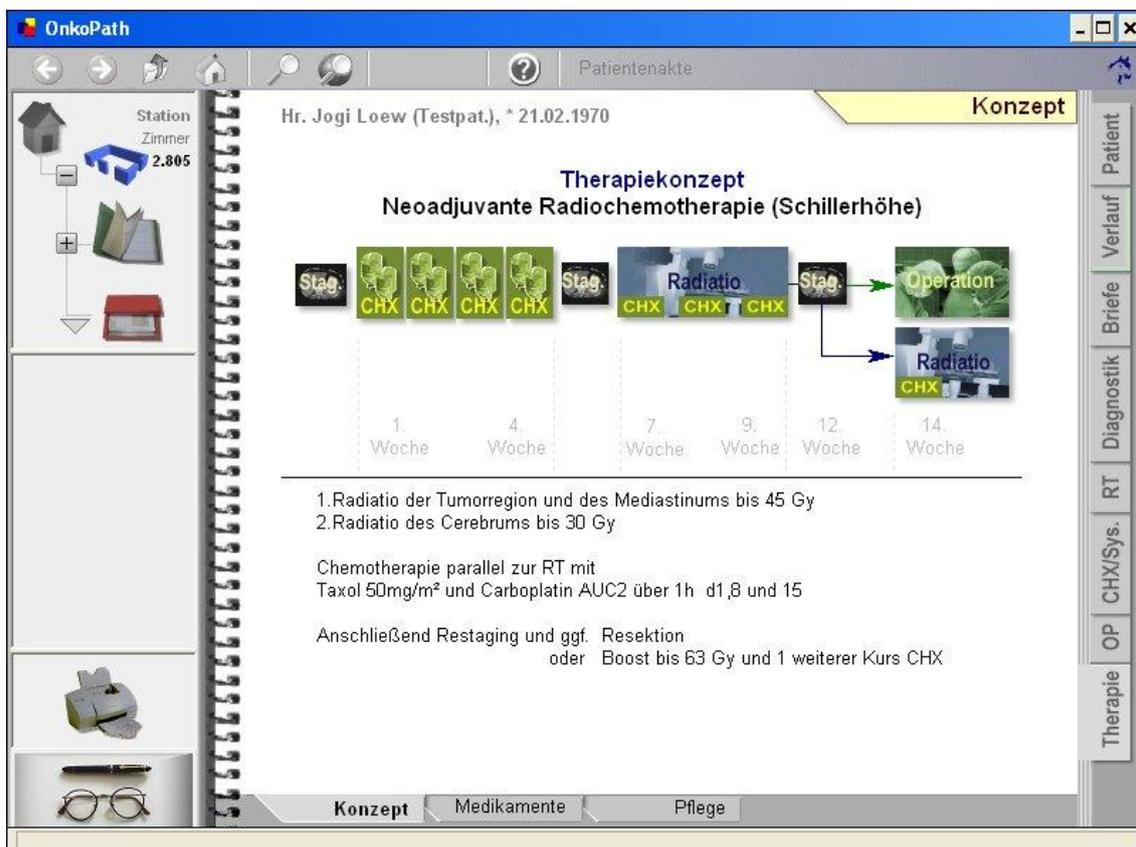


Abbildung 61: Therapiekonzept.

Dargestellt ist die Übersicht über das Therapiekonzept eines Patienten der eine neoadjuvante Radiochemotherapie bei einem Bronchialkarzinom erhalten soll. Bei der Auswahl der Bestrahlungsverschreibung wird - wenn ein solches vorgesehen ist - das Behandlungskonzept in einer solchen graphischen Darstellung automatisch hier

abgelegt. Sinnvoll ist dies für komplexe Therapieschemata, wie etwa im Rahmen von Studienprotokollen, um den an der Behandlung beteiligten Ärzten ein Überblick zu verschaffen.

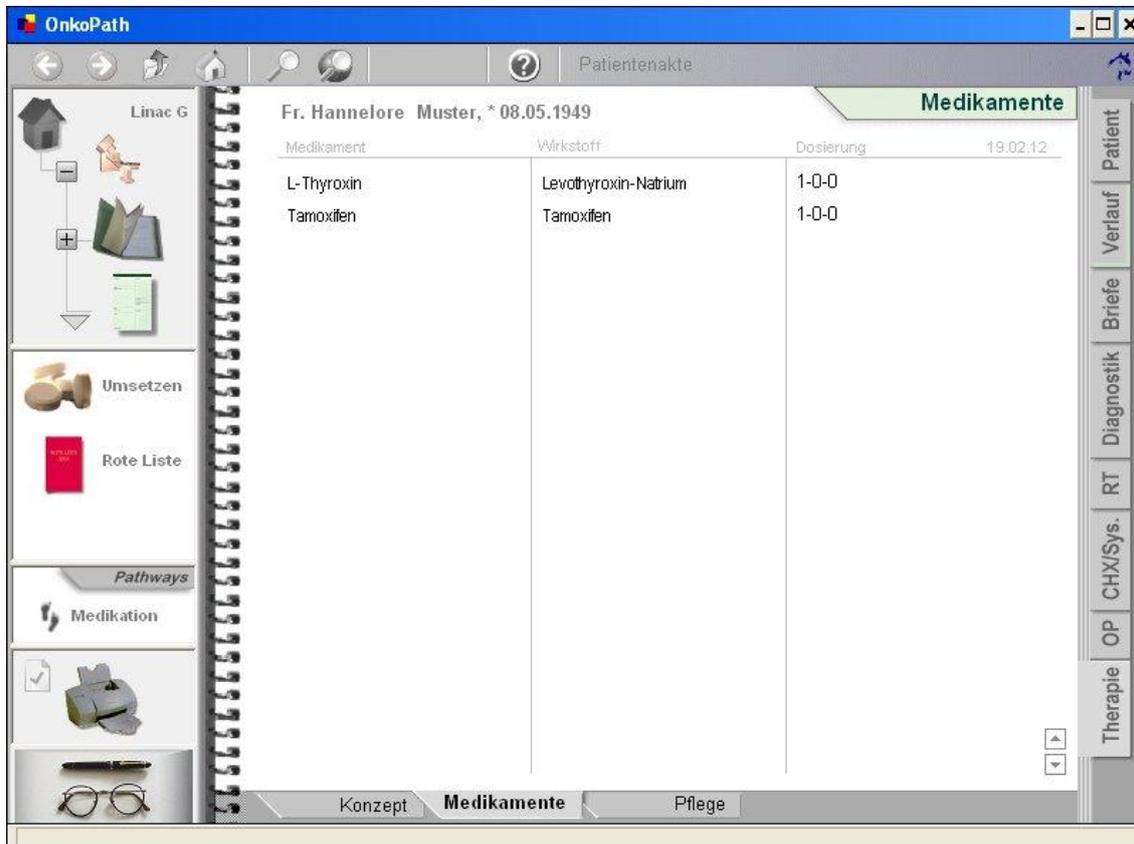


Abbildung 62: Medikamentenliste in der Akte.

Die aktuellen Medikamente eines Patienten werden ebenfalls unter der Therapie abgespeichert. Andere Programmmodule, wie etwa die Arztbriefschreibung holen sich die erforderlichen Daten an dieser Stelle um beispielsweise die Krankenhausmedikation bei Entlassung in den Arztbrief zu übernehmen oder eine Medikamentenliste für den Patienten zu erstellen.

Links sind drei Werkzeuge (Tools) abrufbar. Eines ist ein Tool, das die Umsetzung der häuslichen Medikation des Patienten auf die hausinterne Präparatliste erleichtern soll. Hierzu nutzt es Daten der Roten Liste - die auch als Tool direkt abgerufen werden kann - die es über den Wirkstoff mit der Präparatliste des Klinikums abgleicht. Schließlich sind noch Behandlungspfade (Pathways) für typische Medikationsaufgaben wie etwa eine Schmerztherapie nach dem WHO-Stufenschema abrufbar.

### 3.5 Andere Patientendokumente

Neben der digitalen Patientenakte wurden noch andere für einen Patienten spezifische Dokumente implementiert.

#### 3.5.1 Die Patientenkartei

In der Patientenkartei werden Stammdaten des Patienten abgelegt, also seine Wohnadresse, die Versicherung, Telefonverbindungen, Angehörige, Hausärzte und andere Kliniken. Dies sind zunächst reine Administrationsdaten, sie können auch von Verwaltungskräften eingesehen werden, die keinen Zugriff auf Behandlungsinformationen benötigen. Zudem besteht die Möglichkeit, in der Patientenkartei Informationen über den Verbleib der realen Patientendokumente (Akte, Bilder, Überweisungsschein) abzulegen. Vor allem in der Ambulanz aber auch im Sekretariat kann so schnell auf Informationen zurückgegriffen werden, die die Kommunikation mit dem Patienten betreffen.

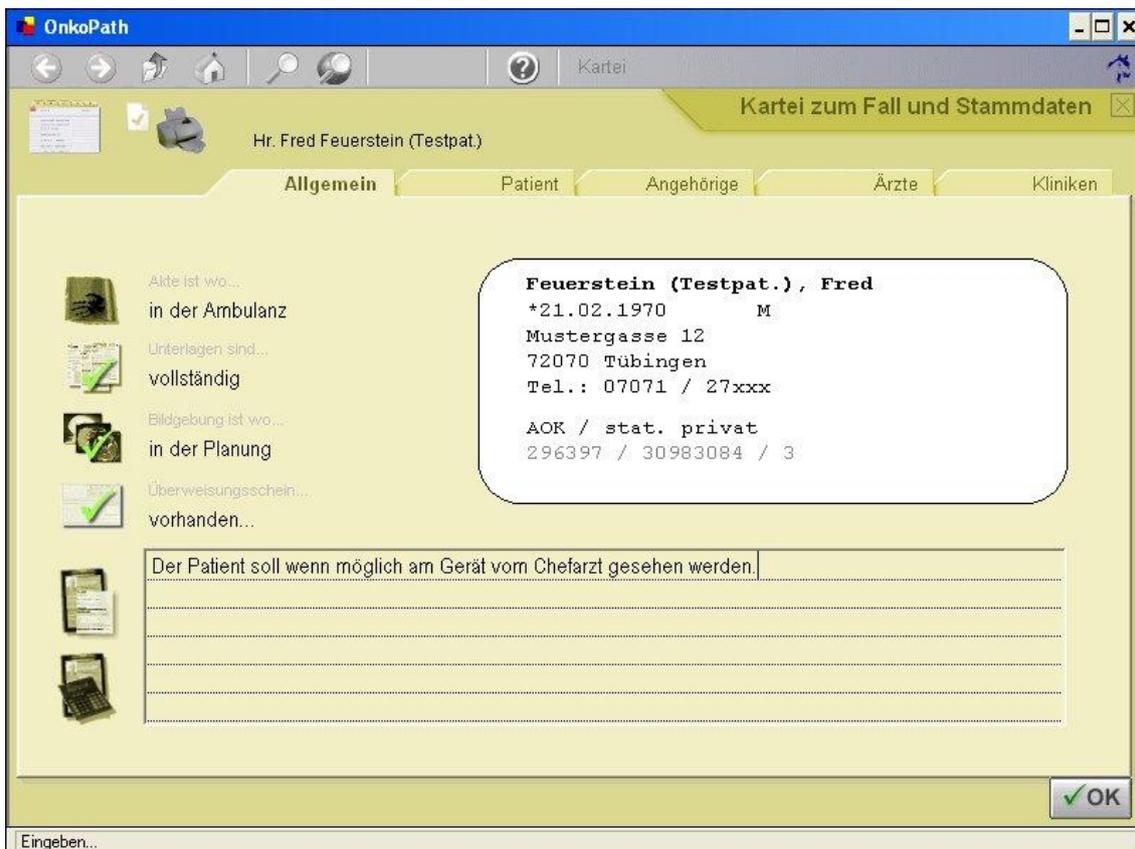


Abbildung 63: Titelblatt der Patientenkartei.

Dargestellt ist das Titelblatt der Patientenkartei. Hier wird neben den Adress- und Versicherungsdaten auch der Verbleib und Status der Patientenunterlagen und Dokumente vermerkt. Im einzelnen ist dies der Aufenthaltsort der Papierakte (Ambulanz, Planung usw.), ob die Unterlagen für die Behandlung vollständig sind, der Aufenthaltsort der Bildgebung (Ambulanz, Planung usw.) und ob ein Überweisungsschein vorliegt. Zudem können Notizen eingetragen werden.

Ausgehend vom Titelblatt kann ein Konsultationsbogen zur Dokumentation des Patientenkontaktes für die Privatliquidation generiert werden.

**Konsultationsbogen**

Feuerstein (Testpat.) Fred 21.02.1970  
Nachname Vorname Geb.Datum

AOK  
Kasse

Mustergasse 12 72070 Tübingen  
Strasse PLZ Ort

Rektumkarzinom  
Diagnose Kommentar:

Anlaß...  RT  NS  BP  BK  KN

12.02.2003 0000000000  
Konsult.Datum Aufnahme-Nr. Status Klinik / Abteilung

08:30 - 09:00 30 Bamberg  
von bis Gespr.Dauer Untersucher

Proc.:  RT  ST  
RT Beginn Stat.Aufnahme

**erfasste Leistungen** Kommentar:

**Onkologische Erstanamnese**  
30 Neuvorstellung (1x / J.)

**aktuelle Anamnese**  
4

**Erörterung: Lebensveränderung**  
34

**RT Aufklärung**  
15, 3

**krankheitsbezogene Untersuchung**

**Kopf/Nieren/Gefäße**  
5, 6

**Haut/Brust/Bauch/Beweg.**  
5, 7

**komplette körperliche Untersuchung**  
8

**Digital rektale Untersuchung**  
11

**Beratung (auch per Telefon)**  
1

**AU / Besch.**  
70

**Rp. / Info**  
2

Ziffern

Abbildung 64: Konsultationsbogen zur Leistungserfassung.

Dargestellt ist ein Konsultationsbogen auf dem während des Patientenkontaktes die erbrachten Leistungen (z.B. aktuelle Anamnese, krankheitsbezogene körperliche Untersuchung) dokumentiert werden können.

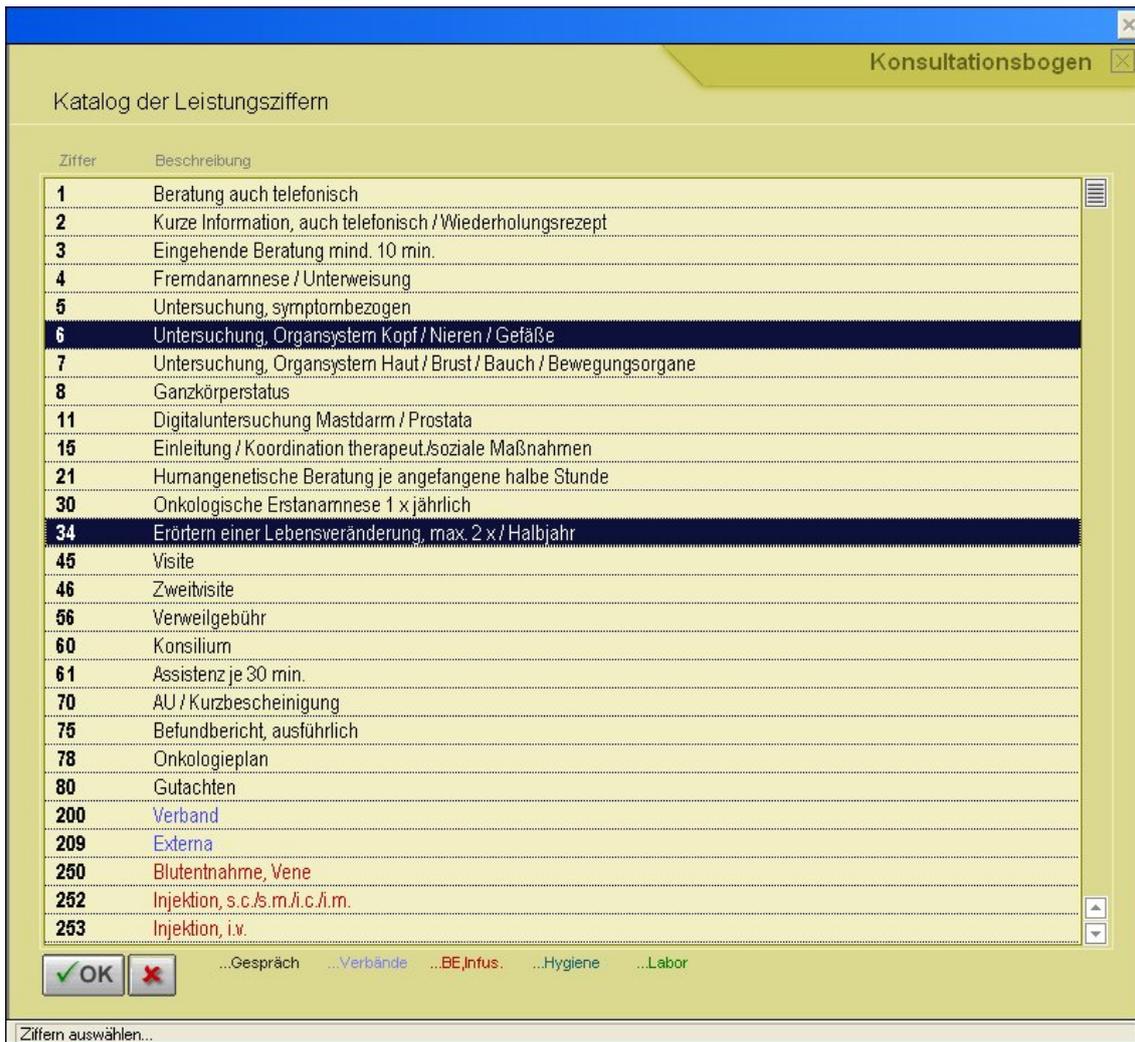


Abbildung 65: Katalog der Leistungsziffern.

Spezielle Leistungsziffern für die Konsultation sind in einem Katalog hinterlegt und können so einfach ausgewählt werden. Am Ende der Konsultation wird der Bogen ausgedruckt und vom zuständigen Arzt unterschrieben.

OnkoPath Kartei

Kartei zum Fall und Stammdaten

Hr. Fred Feuerstein (Testpat.)

Pat.ID: 0000000000 Fall.ID: 0000000000

Patient:	Hr. Fred Feuerstein (Testpat.) *21.02.1970	Familienstand:	verheiratet
Geburtsname:		Kinder:	2
Strasse:	Mustergasse 12	Konfession:	evangelisch
PLZ:	72070	Muttersprache:	deutsch
Ort:	Tübingen	Beruf:	Anwalt
Telefon:	07071 / 27xxx	<input type="checkbox"/> Pat. ist in Rente / Pension	
Mobil-Telefon:	0177 600 76 81	<input checked="" type="checkbox"/> Pat. ist <b>stationär</b> zusatzversichert	
Dienst-Telefon:			
Email:	fruerstein@gmx.net		
Kasse:	AOK		
Kassen-Nr.:	296397		
Versicherten-Nr.:	30983084		
Status:	3		
VK gültig bis:	12/2009		
Fall-Nr.:	1246		
Kasse (stat.):			

OK

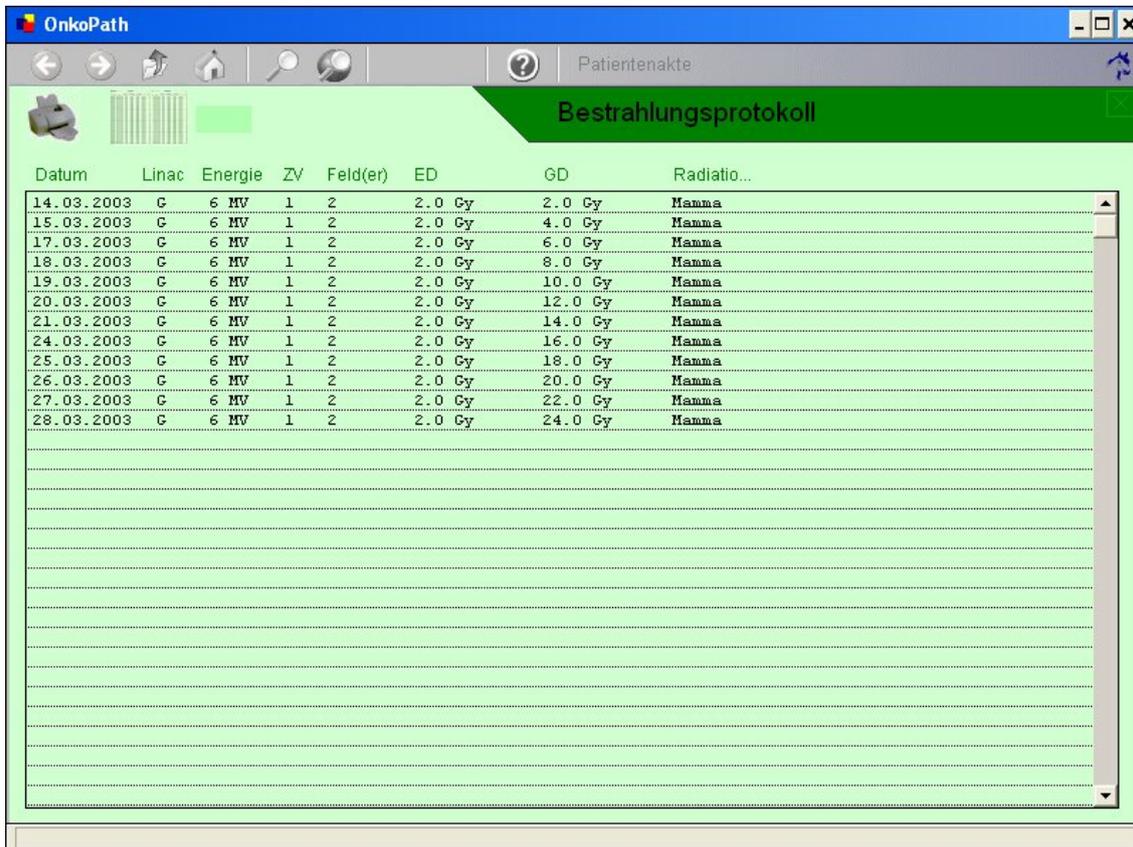
Abbildung 66: Patientendaten in der Kartei.

Dargestellt ist das zweite Register der Patientenkartei, hier werden die Adressdaten, die Versicherungsdaten, der Familienstatus, die Konfession und der Beruf des Patienten abgelegt.

Unter den weiteren Registern - Angehörige, Ärzte und Kliniken - werden zusätzliche Verwaltungs- und Kommunikationsdaten gespeichert. Ärzte und Kliniken können dabei aus einer regionalen Adressdatenbank abgerufen werden. Diese Daten stehen unter anderem für die Arztbriefschreibung zur Verfügung.

### 3.5.2 Bestrahlungsprotokoll

Durch Abhaken der durchgeführten Bestrahlungen am Gerät wird bei Bestrahlungsverschreibungen die in der digitalen Patientenakte sachgerecht parametrisiert worden sind automatisch ein Protokoll generiert.



The screenshot shows the OnkoPath software interface. At the top, there is a blue header bar with the OnkoPath logo and a patient record icon labeled 'Patientenakte'. Below this is a green bar with the title 'Bestrahlungsprotokoll'. The main area contains a table with the following columns: Datum, Linac, Energie, ZV, Feld(er), ED, GD, and Radiatio... The table lists 10 entries from March 14, 2003, to March 28, 2003, showing a daily 2 Gy dose with a cumulative total of 24.0 Gy. The radiation type is consistently 'Mamma'.

Datum	Linac	Energie	ZV	Feld(er)	ED	GD	Radiatio...
14.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	2.0 Gy	Mamma
15.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	4.0 Gy	Mamma
17.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	6.0 Gy	Mamma
18.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	8.0 Gy	Mamma
19.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	10.0 Gy	Mamma
20.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	12.0 Gy	Mamma
21.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	14.0 Gy	Mamma
24.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	16.0 Gy	Mamma
25.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	18.0 Gy	Mamma
26.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	20.0 Gy	Mamma
27.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	22.0 Gy	Mamma
28.03.2003	G	6 MV	1	2	2.0 Gy	24.0 Gy	Mamma

Abbildung 67: Bestrahlungsprotokoll.

Dargestellt ist ein Bestrahlungsprotokoll einer Mammatangente in Zweifeldertechnik mit jeweils 2 Gy Einzeldosis. An jedem Tag an dem bestrahlt wurde hatte die MTRA dies auf der Terminliste durch Anklicken bestätigt (abgehakt), wodurch ein entsprechender Eintrag im Protokoll vorgenommen wurde. Die abgestrahlte kumulative Gesamtdosis wird entsprechend aufsummiert.

### 3.5.3 Terminbuch

Analog zum Bestrahlungsprotokoll generiert ein Abhaken einer Patientenbehandlung in der Terminliste am Linearbeschleuniger auch einen Termineintrag.



The screenshot shows the OnkoPath software interface. The window title is 'OnkoPath'. The main menu bar includes 'Patientenakte' and 'Bestrahlungstermine'. The current view is 'RT-Historie'. The interface displays a table with the following data:

Behandlungsserie	Datum	Termin	Bestrahlung	Linac	
...	13.03.03	11:00	11:00	G	NE, [Mamma re.]
NE 13.03.03 [G]	14.03.03	11:00	11:00	G	
	17.03.03	09:15	09:15	G	
	18.03.03	09:45	09:45	G	
	19.03.03	09:45	09:45	G	
	20.03.03	10:30	10:30	G	
	21.03.03	10:00	10:30	G	
	24.03.03	09:45	09:45	G	
	25.03.03	09:45	10:00	G	
	26.03.03	09:45	10:00	G	
	27.03.03	09:00	09:15	G	
	28.03.03	10:15	10:30	G	

Abbildung 68: Terminbuch.

Dargestellt ist das Terminbuch einer Patientin mit einer Mammabestrahlung. Vermerkt ist der Bestrahlungstag, der geplante Termin und der Zeitpunkt an dem dann tatsächlich die Behandlung durchgeführt wurde. Wenn die Behandlungen in den Terminlisten der Geräte konsequent zeitnah abgehakt werden besteht auf Basis der so erhobenen Daten folglich die Möglichkeit Verzögerungen beim Therapieablauf systematisch zu ermitteln und für Fragen der Qualitätssicherung auszuwerten.



### **3.6 Pathways - Behandlungspfade**

Klinische Behandlungspfade (clinical pathways) sind ein modernes Instrument zur Umsetzung leitlinienbasierter Behandlungskonzepte und einer evidenzbasierten Medizin (Roeder N et al. 2007) . In der Krankenhauspraxis können komplexe Arbeitsschritte so effizient und reproduzierbar abgebildet werden (Kahla-Witzsch H A et al. 2004).

Als Metastruktur neben den Grundelementen des onkologischen Informationssystems, also den Arbeitsbereichen, der Terminverwaltung und den digitalen Patientendokumenten (Patientenakte, Kartei, Arztbriefe,...) wurden onkologische Pathways vorgesehen. Diese werden als Module aus der digitalen Patientenakte heraus aufgerufen und sollen komplexere Arbeitsvorgänge quasi als Leitstruktur unterstützen.

#### **3.6.1 Pathways zur Neuvorstellung und Therapieplanung**

Bei der Neuvorstellung eines Patienten sind abhängig von seiner Tumorentität Unterlagen zu organisieren. Es muss das Tumorstadium, die regionale Ausbreitung und der mit zu behandelnde Lymphabfluss festgelegt werden. Bestrahlungsfelder sind zu konzipieren, die Dosisverschreibung ist festzulegen, Nebenwirkungen sind abzuschätzen. Insgesamt muss - häufig auch im Dialog mit dem Patienten - ein Gesamtkonzept für die Behandlung entwickelt werden. Diese Vorgänge erfordern umfangreiche Kenntnisse und persönliche Erfahrung des behandelnden Arztes. So war es naheliegend ein Konzept zu entwickeln, auch dem lernenden und weniger Erfahrenen Werkzeuge an die Hand zu geben um diese Arbeitsschritte besser bewältigen zu können. Unterteilt nach Organsystemen wurden also Pathways für einzelne (häufigere und teils komplexer zu behandelnde) Tumorentitäten in entsprechenden Modulen implementiert.

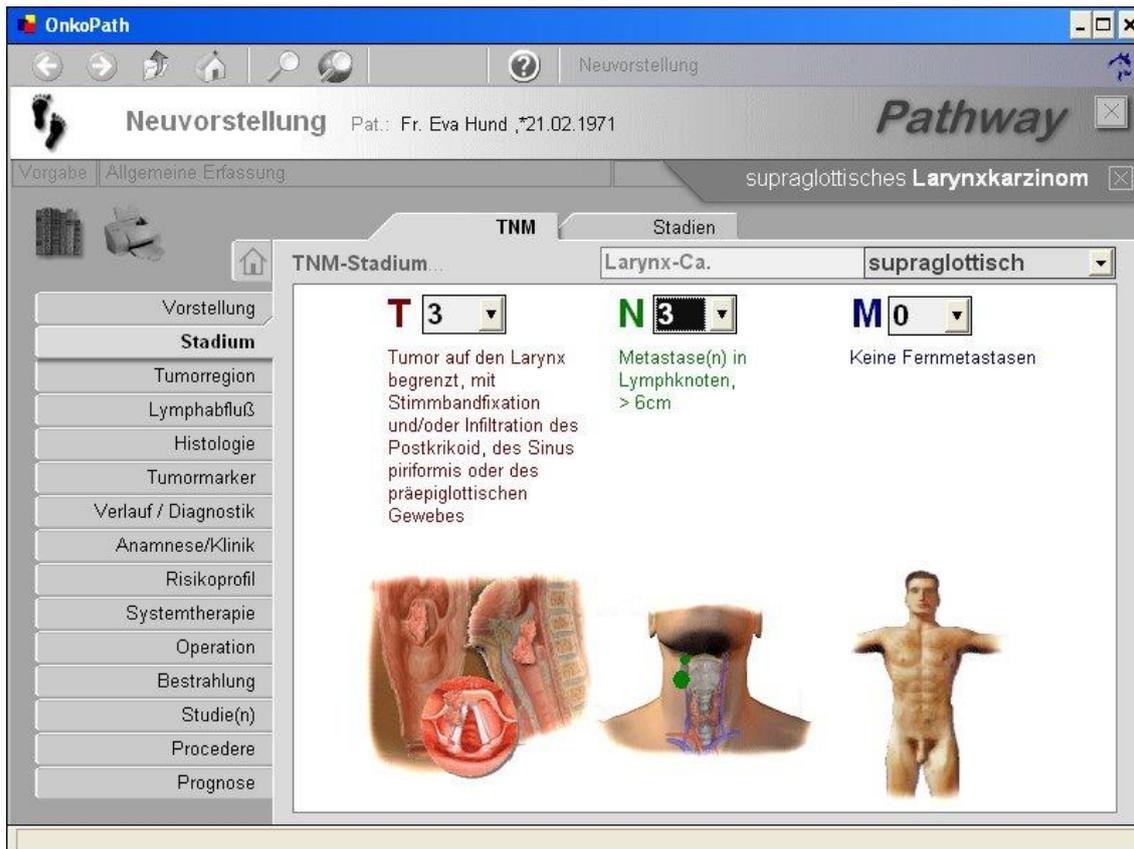


Abbildung 70: Pathway - TNM Stadienfestlegung.

Dargestellt ist die TNM Stadienfestlegung für einen HNO-Tumor, das Larynxkarzinom. Anhand von graphischen Darstellungen kann die Tumorausbreitung und lymphogene Metastasierung festgelegt werden.

Beim Larynxkrebs wird ein supraglottischer, ein glottischer und subglottischer Bezirk anatomisch unterschieden. Für jeden dieser Bezirke gibt es eine spezifische Klassifikation der Ausbreitung des Primärtumors (T) in der Stadieneinteilung. Die lymphogene Tumorausbreitung (N) wird nach der allgemeinen Klassifikation für Kopf- und Halstumoren vorgenommen (Wittekind C et al. 2005 - S.39).

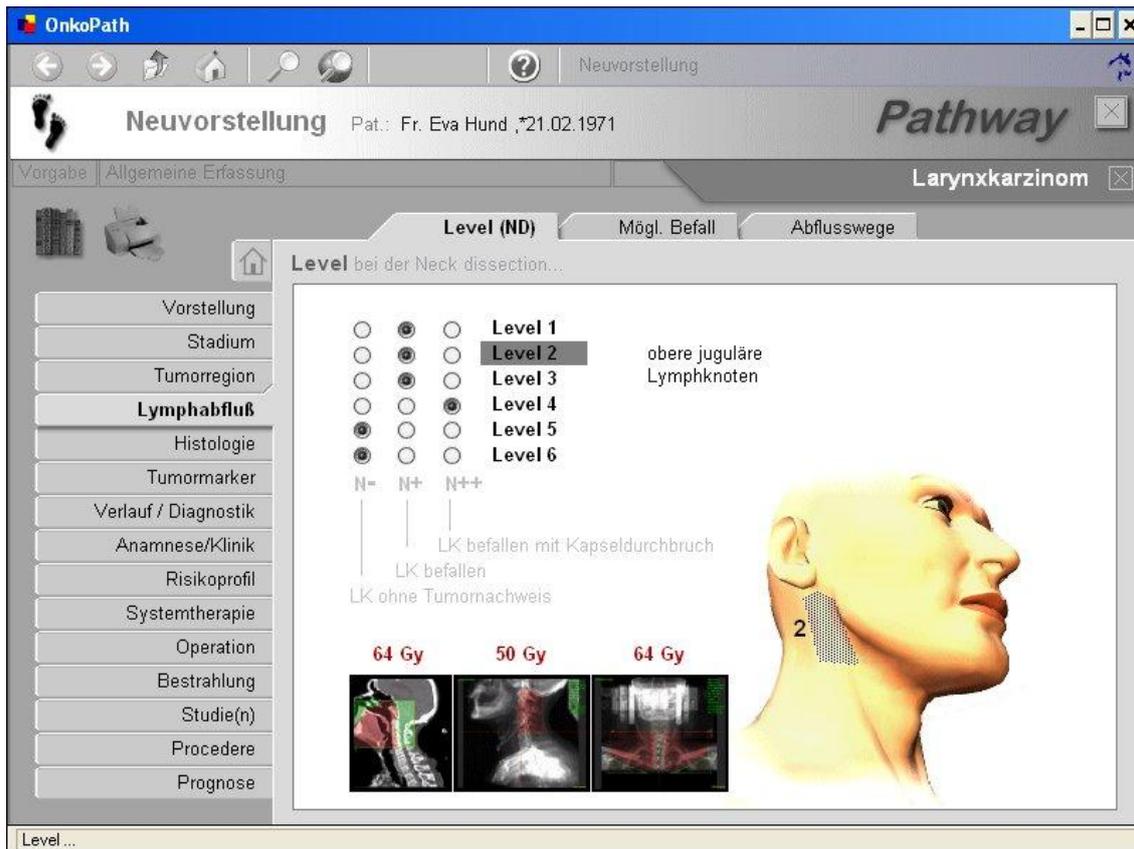


Abbildung 71: Pathway -Lymphabfluss.

Dargestellt ist hier der typische Lymphabfluss beim Larynxkarzinom. Der jeweilige Lymphknotenbefall wird für die einzelnen Level festgelegt und unten im Bild wird daraufhin die in den Bestrahlungsregionen zu applizierende Gesamtdosis angegeben.

Bestrahlt werden soll zunächst die Tumorregion mit angrenzendem Gewebe aber auch der lokoregionäre Lymphabfluss. Hierbei werden typische Strahlenfelder vorgesehen. Für die primäre Tumorregion werden beispielsweise isozentrische seitliche Gegenfelder unter 90° und 270° mit Keilfilterkompensation, für die hinteren Lymphabflussgebiete nach Feldverkleinerung Elektronen und für die vorderen unteren Lymphabflussgebiete ventrale Stehfelder verwendet. Die jeweils in den Regionen zu applizierende Gesamtdosis hängt davon ab, welche Lymphknotenstationen (Level 1-6) befallen sind (Sack H et al. 1998 - S.94, Bamberg M et al. 2009 - S. 251).

Die Lymphknotenstationen werden nach Robbins in die Level 1-6 eingeteilt: 1 - submental, submandibulär, 2 - obere, 3 - mittlere, 4 - untere juguläre Lymphknoten, 5 -

hinteres Halsdreieck und nuchal, 6 - präalaryngeale Lymphknoten (Sauer R 2009 - S.319)

Zur Abschätzung eines möglichen Lymphknotenbefalls wurden zudem die Befallsmuster und Häufigkeiten auf Basis der Angaben nach Fletcher von 1980 abgelegt (Lindner H et al. 1996, Fletcher G H 1980).

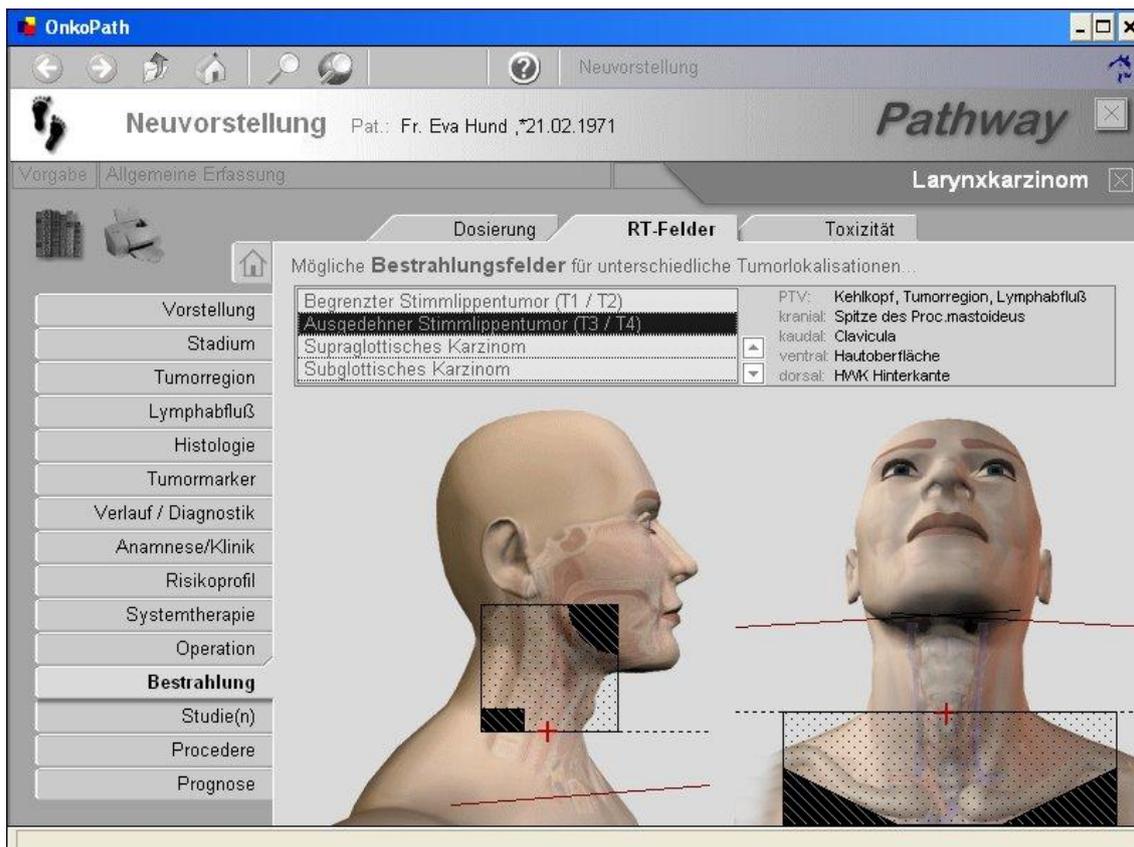


Abbildung 72: Pathway - Bestrahlungsfelder.

Zur Planung der Bestrahlungsfelder werden schematisch die Feldkonfigurationen angezeigt und rechts die anatomischen Referenzpunkte angegeben.

Das Planungszielvolumen beinhaltet den Kehlkopf, die lokale Tumorausbreitung und den Lymphabfluss. Typische anatomische Referenzpunkte für die Feldgrenzen sind kranial die Spitze des Processus mastoideus, kaudal die Clavicula, ventral die Hautoberfläche und dorsal die Hinterkante der Halswirbelkörper (Sack H et al. 1998 - S.94). Solche Referenzpunkte dienen der Feldkontrolle während der Simulation (Richter J 1998 - S.84).

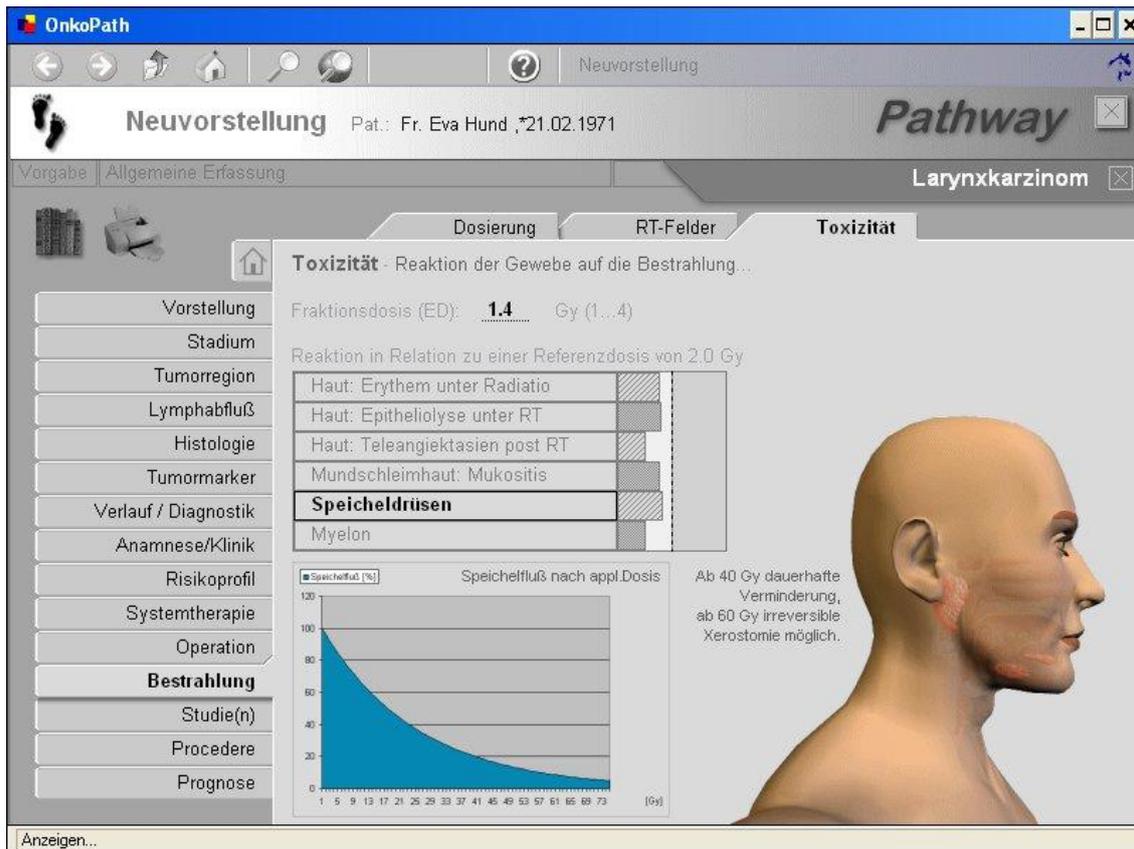


Abbildung 73: Pathway - Nebenwirkungen auf die Speicheldrüsen im HNO-Bereich.

Zur Abschätzung der Nebenwirkungen einer Radiatio im HNO-Bereich werden in Abhängigkeit von der Fraktionsdosis (ED) an der bestrahlten Gesamtdosis die jeweiligen zu erwartenden Organschäden angegeben.

Hierbei korreliert eine niedrigere Einzeldosis mit einer geringeren zu erwartenden Nebenwirkungsrate. Mögliche Nebenwirkungen sind ein Erythem, eine Epitheliolyse, später auftretende Teleangiectasien, eine Mucositis, eine Schädigung der Speicheldrüsen mit Xerostomie und eine Schädigung des Myelons (Budach W et al. 2002).

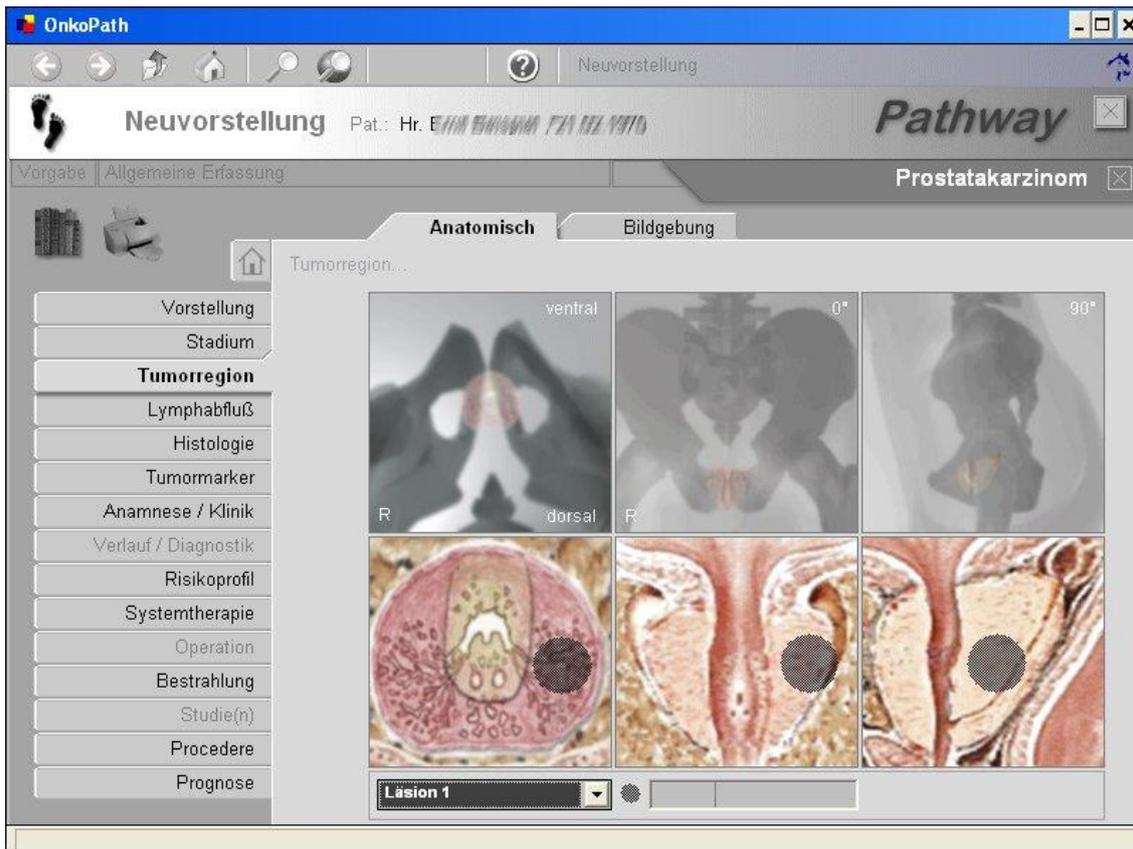


Abbildung 74: Pathway - Tumorregion in der Prostata.

Dargestellt ist die dreidimensionale Festlegung der Tumorregion und Tumorausdehnung bei einem Prostatakarzinom. Karzinome der Prostata entstehen bevorzugt in den peripheren Anteilen der Prostata, so dass häufig die Kapsel erreicht oder gar überschritten wird (Sack H et al. 1998 - S.204). Die Darstellung korrespondiert formal mit dem sogenannten Tumolvolumen, also dem Volumen in dem mit diagnostischen Methoden Tumorgewebe nachweisbar ist. Beim Prostatakarzinom kann dies allerdings meist nicht exakt angegeben werden, so dass bei der Konzeption des klinischen Zielvolumens, also des räumlichen Volumens in dem ein bestimmtes Behandlungsziel seitens der Radiatio erreicht werden soll die ganze Prostata einbezogen wird. Nimmt man einen Sicherheitssaum hinzu um etwa die räumliche Verlagerung des Organes und die Lagerungsvariabilität bei der Einstellung zu berücksichtigen ergibt sich das Planungs-Zielvolumen (Richter J et al. 1998 - S.39).

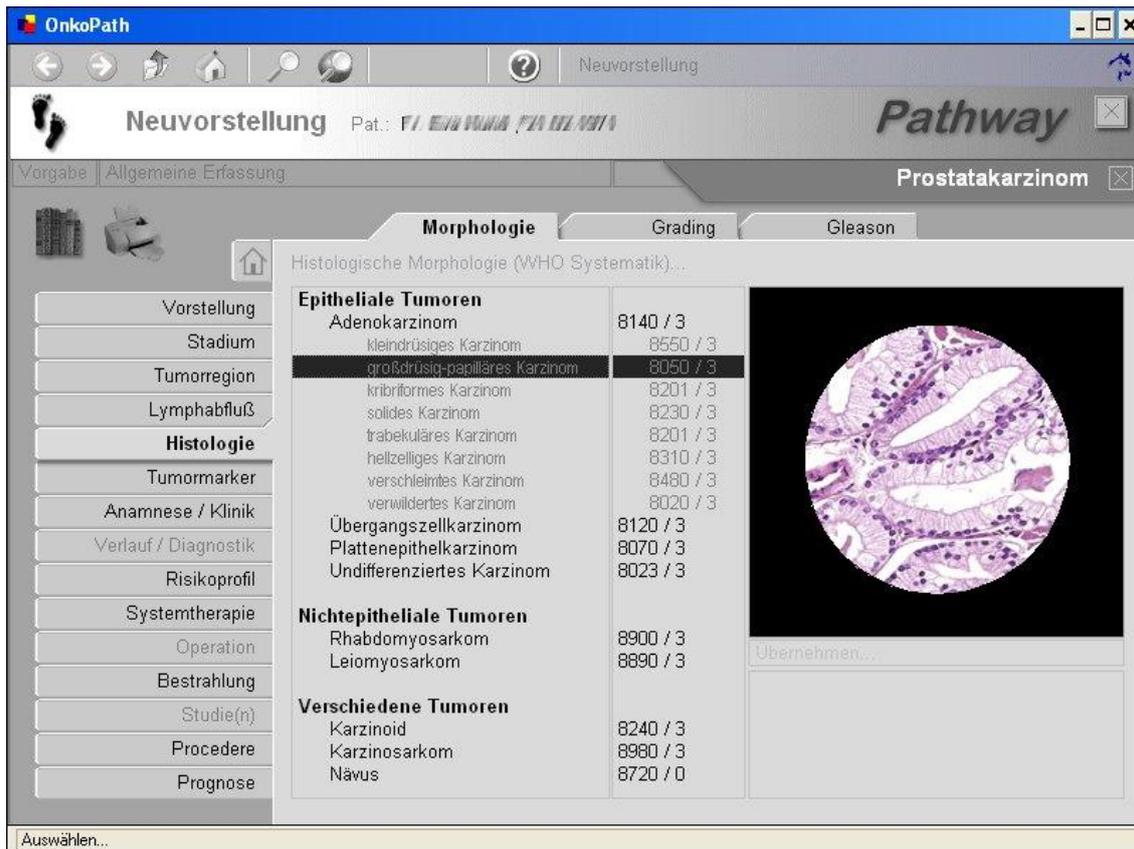


Abbildung 75: Pathway - Histologieauswahl.

Gezeigt ist die histologische Klassifikation (mit entsprechender Kodierung nach der WHO Systematik ICD-O-2) bei Tumoren der Prostata (www.DIMDI.de). Rechts im Bild wird jeweils die mikroskopische Ansicht dargestellt.

Beim Prostatakrebs findet sich histologisch bei den epithelialen Tumoren meist ein Adenokarzinom (mit entsprechenden Unterformen), seltener ein Übergangszellkarzinom, ein Plattenepithelkarzinom oder ein undifferenziertes Karzinom. Zudem werden nicht epitheliale Tumoren wie das Rhabdomyosarkom oder Leiomyosarkom oder andere Tumorentitäten (Karzinoid, Karzinosarkom und Nävus) beschrieben (Thomas C 1992 - S.217).

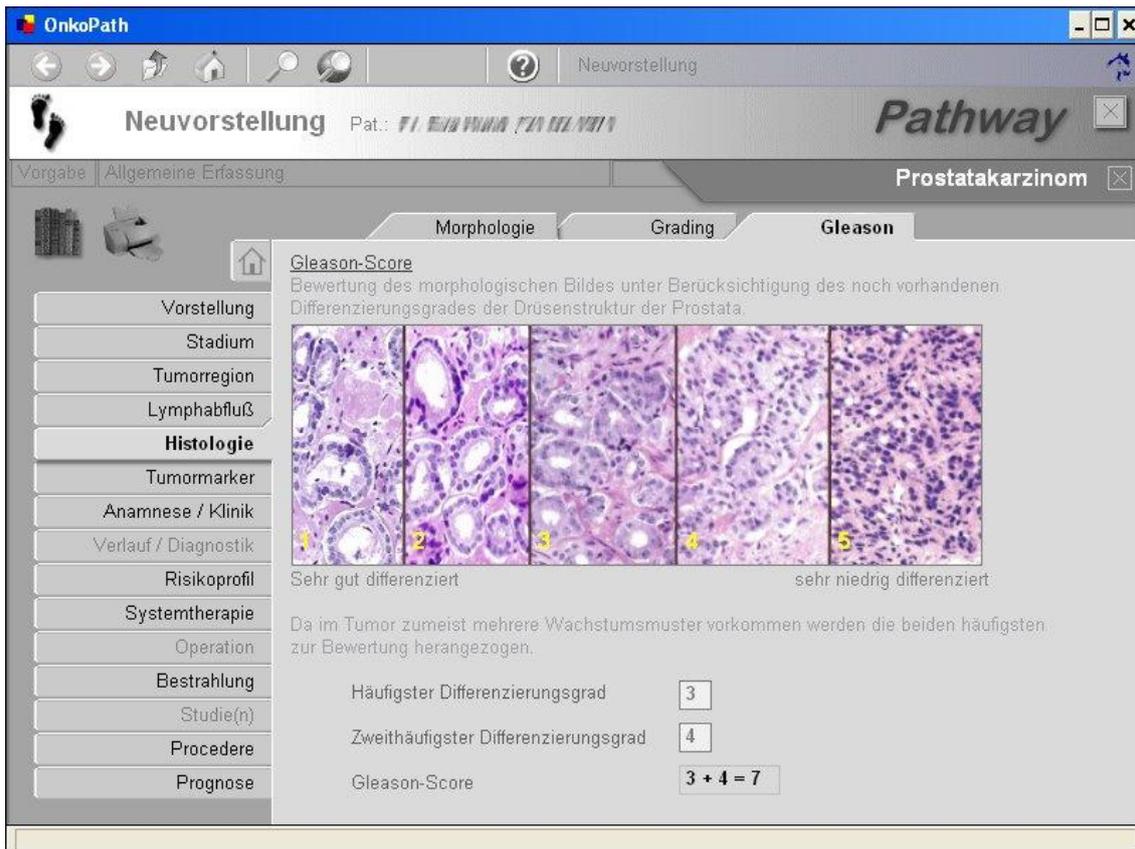


Abbildung 76: Pathway - Festlegung des Gleason-Scores.

Festlegung des Gleason-Scores beim Prostatakarzinom. Es werden jeweils 1 bis 5 Punkte - je nach Differenzierungsgrad - für das häufigste und zweithäufigste Wachstumsmuster in der Biopsie angegeben. Der Gleason Score ergibt sich aus beiden Werten. Dabei wird das häufigste Muster zuerst angegeben. Prognostisch ist ein Gleason-Score bis zu 6 meist günstig, ein Wert von 7 bis 10 ungünstig einzustufen (Lohr F et al. 2007 - S.135).

Im oberen Bildfeld sind die unterschiedlich differenzierten Gewebe abgebildet. In den unteren Eingabefeldern wird der jeweilige Differenzierungsgrad (1-5) eingetragen und das Programm errechnet dann automatisch den Gleason-Score.

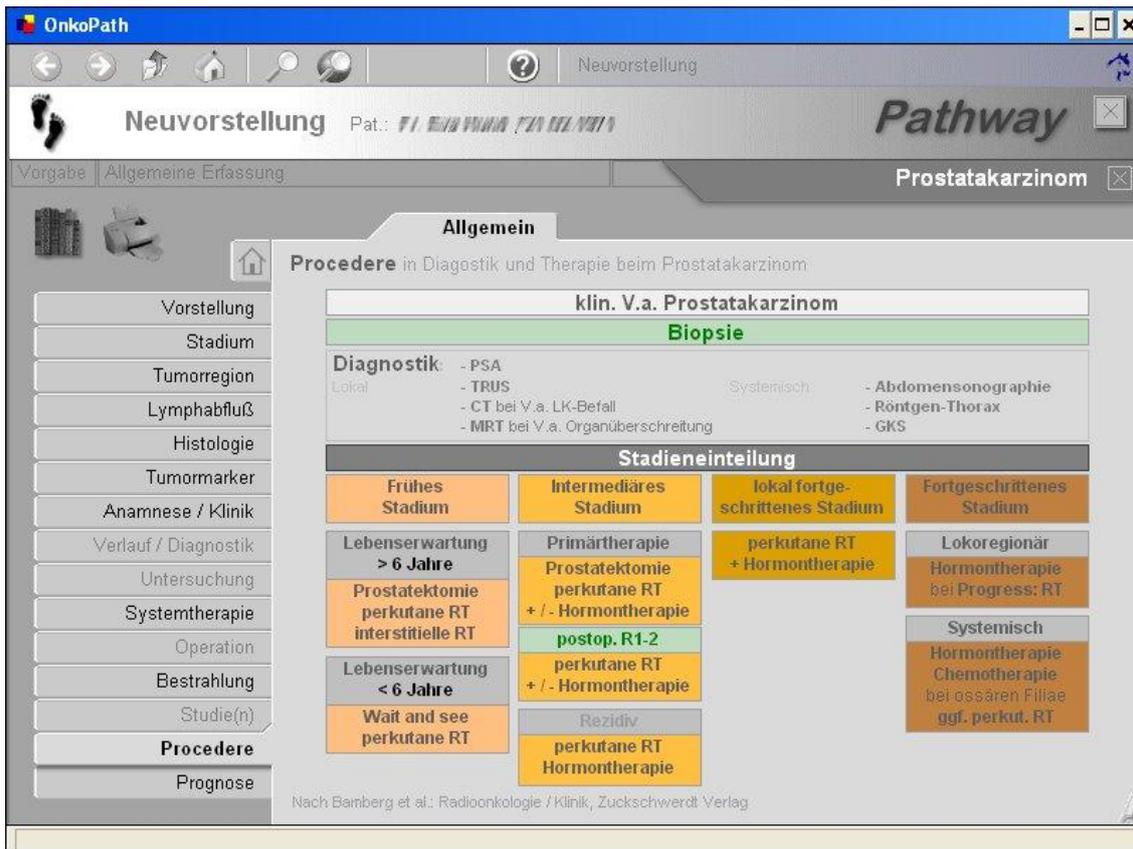


Abbildung 77: Pathway - Diagnostik und Behandlungsübersicht beim Prostatakarzinom.

Übersicht möglicher Vorgehensweisen beim Prostatakarzinom in einem stadienabhängigen Ablaufschema als Entscheidungshilfe für die Behandlungsplanung (Bamberg et al. 2009 - S.501).

### 3.6.2 Andere Pathways

Für spezielle Bestrahlungstechniken, etwa für die Stereotaxie wurden gesonderte Module vorgesehen, da hierfür spezielle Techniken in der Planung und bei der Einstellung am Gerät erforderlich sind (Friedmann W A 1998)

Für die Therapie, hier insbesondere die Medikation wurden Pathways für typische Behandlungssituationen wie etwa die Stufentherapie nach WHO-Empfehlung zur Schmerztherapie (Seeber S 1998, Jadad A R 1995) oder die auf Station üblichen Antibiotikaregimes implementiert.

## 4. Diskussion

In der klinischen Routine geht ein wesentlicher Teil der Wochenarbeitszeit für Dokumentationen verloren. Doppeltes Ablegen von Informationen in unterschiedlichen Dokumenten führt zu Übertragungsfehlern. Der Zeitbedarf zur Informationsbeschaffung bei der Nutzung von Papierdokumenten kann erheblich sein, insbesondere wenn beispielsweise eine dringend benötigte Akte gerade nicht auffindbar ist.

Ziel dieser Dissertation war es, ein Computerprogramm zu entwickeln und im Einsatz zu evaluieren, das als EDV basiertes Onkologie Informationssystem im Sinne einer digitalen Patientenakte zur Qualitätssicherung und Optimierung der Arbeitsabläufe in der Strahlentherapie genutzt werden kann.

Hierzu wurde die Entwicklung stufenweise, entsprechend dem Ausbildungsfortschritt des Autors und dessen Einsatz in den unterschiedlichen Arbeitsbereichen der Abteilung vorangetrieben. Der Vorteil dieser Methode war, dass Teile des Programmes von Anfang an genutzt und in der Alltagspraxis evaluiert werden konnten. Hierbei konnten vor allem die eigene Erfahrung des Softwareautors - der gleichzeitig auch Anwender war - einfließen. Zudem waren konstruktive Rückmeldungen von Arbeitskollegen förderlich für die Gestaltung des Projektes und den Teamgeist, den die Einführung einer Softwarelösung im klinischen Routinebetrieb erfordert.

Zunächst war eine Lösung zur Verbesserung der Arbeitsabläufe auf der radioonkologischen Station vorgesehen gewesen. Hierzu wurden die bislang in einer Word-Datei festgehaltenen sogenannten Übergabelisten mit den wichtigsten Informationen zu den stationären Patienten ins Programm übertragen. Mit dieser digitalen Patientenakte konnte dann die Stationsbesprechung bei der Dienstübergabe durchgeführt werden. Die Pflege der Patienteneinträge war mit der Softwarelösung eleganter umzusetzen und vereinfachte merklich die Generierung und Aktualisierung der Listen für die Stationsübergabe. Insbesondere wiederkehrende Patienten mussten nicht mit allen ihren Krankheits- und Behandlungsdaten neu eingegeben werden sondern waren nur über die Einbuchung in die Stationsliste wieder abrufbar. Die Unterstützung der Erstellung von Chemotherapieverschreibungen, die einen

wesentlichen Teil der Aufgaben eines Stationsarztes in der Radioonkologie ausmachen führte zu einer wesentlichen Arbeitserleichterung. Der Zeitbedarf für die Generierung einer für einen Patienten individualisierten Chemotherapieverschreibung mit entsprechend angepassten Dosierungen konnte von vormals 20 - 30 Minuten auf wenige Sekunden reduziert werden. Da ein Stationsarzt für das von ihm betreute Patientenkollektiv pro Arbeitstag etwa drei bis vier solcher Verschreibungen anzufertigen hat ergeben sich für den Assistenzarzt etwa ein bis zwei Stunden Zeitersparnis pro Tag. Eine Kontrolle durch den Oberarzt ist nicht mehr erforderlich, da die im System erhaltenen Verschreibungen geprüft und durch einen Oberarzt bereits freigegeben sind. Chemotherapieverschreibungen aus einer Bibliothek geprüfter Behandlungsregime zu übernehmen ist weniger fehleranfällig als das handschriftliche Abschreiben und die Anpassung anhand von in Ordnern abgelegten Verschreibungen anderer Patienten. Zudem sind gedruckte Verschreibungen sind immer gut lesbar. Unter Verwendung von sogenannten Tropfplänen kann eine noch präzisere individualisierte und zeitgenaue Chemotherapieplanung erfolgen. Damit ist also durch die Implementierung der Chemotherapieverschreibung neben dem Zeitgewinn eine wesentliche Qualitätsverbesserung erreicht worden.

Die Erstellung von Kurzbriefen für den stationären und teilstationären Bereich über ein Computerprogramm führt - im Vergleich zu handschriftlichen Kurzbriefen - nicht nur zu gut leserlichen Briefen und Medikamentenlisten sondern spart mittelfristig auch Zeit ein, da Daten wiederkehrender Patienten nicht neu eingegeben werden müssen. Gerade beim Patientengut einer onkologischen Abteilung mit ihren kurzen, wiederholten Aufenthalten im Rahmen von Chemotherapiezyklen macht sich hier schnell eine Effizienzsteigerung bemerkbar. Übertragungsfehler durch handschriftliches Abschreiben von Medikamenten werden vermieden.

Mit der Einbindung der Ambulanzen in das System wurde nicht nur das Terminmanagement konsistenter, sondern auch die Befundorganisation konnte unterstützt werden. Von jedem Arbeitsplatz aus bestand nun die Möglichkeit, den Neuvorstellungs- oder Nachsorgetermin eines Patienten einzusehen und die Vollständigkeit der Unterlagen zu prüfen. Besonders wenn zwei Arbeitsbereiche gleichzeitig mit einem Patienten befasst sind wie etwa die Ambulanz (Zusammenstellung der Unterlagen) und die Planung (Vorbereitung des

Planungsprozesses) ergeben sich hier wesentliche Synergie-Effekte.

Analog zu den Chemotherapieverschreibungen wurde für den Ambulanzbereich eine Bibliothek mit Bestrahlungsverschreibungen angelegt, die gemeinsam mit der ausführlichen onkologischen Diagnose und dem Verlauf zur Bestrahlungsverordnung (RT-Scribor) zusammengefasst werden. Über eine solche Bibliothek die auch oberärztlich überprüft und freigegeben worden war konnte nicht nur der Zugriff eleganter gelöst, sondern auch die Qualität verbessert werden.

Spezifische in Modulen graphisch und interaktiv aufwändig gestaltete Behandlungspfade - sogenannte Pathways - die die Neuvorstellung eines Patienten mit Festlegung der Tumorausdehnung, der Histologie und schließlich des Behandlungskonzeptes unterstützen eignen sich gut als elektronische Kurzlehrbücher. Auch unerfahrene Ärzte finden so situationsgerechte Hilfen bei der Ambulanzarbeit, was den Anteil der nötigen Rückfragen beim zuständigen Oberarzt merklich reduzieren kann. Pathways und Formulare für die Nachsorge ermöglichen eine strukturierte Datenerfassung für Studien und die Qualitätssicherung.

Am Bestrahlungsgerät sorgt das Terminmanagement durch die Quittierung der abgestrahlten Fraktionen durch die MTRA für eine vereinfachte Termindokumentation und ermöglicht eine automatisierte Erstellung eines Bestrahlungsprotokolls. Auch die Auslastung der Linearbeschleuniger kann aus den gleichen Datenbeständen gewonnen werden und ermöglicht eine effizientere Personalbedarfsplanung. Ausderdem können die Auslastungsdaten für die Qualitätssicherung der medizinischen Physik herangezogen werden. Für den Gerätebereich waren auch Module (Pathways) für Neueinstellungen und Verifikationen erstellt worden, wodurch sonst zeitintensive Einstellprozesse durch die digitale Unterstützung schneller durchführbar wurden. Weitere Module, die eine systematische Erfassung von Gerätearztvisiten ermöglicht haben konnten die Dokumentation am Gerät qualitativ verbessern. Solche digital erfassten Einträge sind gut leserlich und von jedem Arbeitsplatz aus einsehbar.

Sehr ambitioniert war die Implementierung des Arbeitsbereiches der Planung vorgenommen worden. Der Synergie-Effekt durch das vernetzte Terminmanagement mit Ambulanz und Gerät ist offensichtlich. Die Einbindung digitaler Bilder aus dem Planungsprozess (CT-Planung und Simulation) wurde gleichwohl im wesentlichen nur

durch den Autor während seiner eigenen Tätigkeit in diesem Bereich für die Patienten vorgenommen, in deren Planung er selbst eingebunden war. Ansonsten konnte sich die Bildintegration in die digitale Patientenakte nicht durchsetzen. Die Idee war gewesen, alle wichtigen für die Radiotherapie relevanten Bilder (vor allem die RT-Felder) über die digitale Akte ubiquitär verfügbar zu halten. Da der Einbindungsprozess aber nicht vollautomatisch möglich war (u.a. war eine Auswahl geeigneter Bilder durch den Planungsarzt erforderlich) und die kompletten Bilddatensätze bereits über die Planungssysteme verfügbar waren war der zusätzliche Arbeitsaufwand den anderen Anwendern nicht gerechtfertigt erschienen. Trotzdem bleibt anzumerken, dass gerade im Bereich der Planung - in dem traditionell computerbasierte Lösungen etabliert sind und auch ständig weiter entwickelt werden - eine enge Verknüpfung mit dem Onkologie Informationssystem sinnvoll und interessant ist.

Die Einbeziehung der administrativen Bereiche der radioonkologischen Klinik mit Studiendokumentation, wissenschaftlichen Auswertungen, Sekretariaten und der Abrechnung war erst zu einem späten Zeitpunkt möglich, da hier umfangreiche Datenbestände aus allen anderen Arbeitsbereichen zusammenfließen. Somit war neben der eigentlichen digitalen Patientenakte zunächst die konsequente Implementierung dieser Bereiche erforderlich gewesen.

Für die Studiendokumentation innerhalb einer digitalen Patientenakte spricht die erleichterte Zugriffsmöglichkeit auf die Patientendaten. Durch die Markierung eines Patienten als Studienpatienten erfolgt die Festlegung, in welcher Studie der Patient behandelt wird. Damit wird automatisch ein Eintrag in der Liste der jeweiligen Studie vorgenommen. Über diese Liste hat dann das Studiensekretariat Zugriff auf die Patientenakte und der Status des Patienten (Einschluss, in Behandlung, in der Nachsorge) ist bereits in der Übersicht ersichtlich. Sind für die jeweilige Studie Aufnahme- und Nachsorgeformulare eingepflegt worden kann die Datenerfassung direkt im Onkologie Informationssystem erfolgen und damit eine Prüfung auf Vollständigkeit der zu erfassenden Daten automatisch durchgeführt werden.

Terminaten, die in der Planung und Therapie gewonnen werden können mit den Bestrahlungsprotokolldaten der Patienten verknüpft werden und erlauben so im administrativen Bereich verschiedene Auswertungen etwa nach Geräten, abgestrahlten

Fraktionen und Diagnosen, welche für die ärztliche Qualitätssicherung und die Qualitätskontrollen der medizinischen Physik herangezogen werden können.

Die definitive Arztbriefschreibung, insbesondere die Erstellung ausführlicher Arztbriefe aus dem Onkologie Informationssystem heraus ist sehr effizient, da die ohnehin im Programm gespeicherten Daten zu Diagnose, Verlauf und Behandlung hierfür aufbereitet werden können. Für Routinebriefe, wie etwa Abschlussbriefe am Gerät oder Nachsorgeberichte in den Ambulanzen kann sehr elegant mit wenigen Klicks in Auswahlmenüs ein geeigneter Text erstellt werden. Für die Briefe stationärer Patienten mit komplizierten Verläufen ist der Vorteil zunächst nicht so evident, aber auch hier können über die Einbindung des Sekretariates lediglich für mögliche Diktate von Epikrisen mindestens Teile der Arztbrieferstellung automatisiert werden. Die Briefablage in OnkoPath stellt insofern eine interessante Alternative zur Arztbriefschreibung mittels eines Textverarbeitungsprogrammes (in Tübingen Microsoft Word) dar. Gleichwohl war vorgesehen worden, die im System erstellten Briefe in Word übertragen zu können, da im Routinebetrieb die bisherige Arztbriefschreibung mit Microsoft Word beibehalten worden war.

Auf Basis der Daten, die während der Planung und Therapie zum jeweiligen Patienten erhoben werden war es möglich geworden, den Abrechnungsprozess mit den Krankenkassen durch die EDV zu unterstützen. Vormalig musste mit handschriftlich geführten Bestrahlungsprotokollen, sowie den in Papierakten abgedruckten Planungsangaben und Bestrahlungsverordnungen anhand einer Abrechnungsziffernliste ein Abrechnungsschein von Hand ausgefüllt werden. Dass dies ein sehr zeitaufwändiges Vorgehen war ist evident. Durch die EDV Lösung konnten die abzurechnenden Patienten anhand der Gerätelisten selektiert und in einem automatisierten Verfahren in drei Arbeitsschritten (Leistungsermittlung, Fraktions- und Ziffernzuordnung, Scheinkontrolle) die Abrechnungsscheine durch das Programm bedruckt werden. Naheliegend war, eine komplett digitale Abrechnung (per Diskette) mit den Kassen umzusetzen. Hierfür wurde eine Schnittstelle geschaffen und der Transfer in eine entsprechende Datei nach den KBV Vorgaben umgesetzt. Da die KBV Datenformat-Vorgaben aber einem enormen Wandel unterworfen sind, der vor allem durch die komplexe Abrechnungssituation anderer medizinischer Fachbereiche mit bedingt ist war

der Programmieraufwand für die nachhaltige Implementierung einer solchen Abrechnungslösung zu groß gewesen, so dass dieser Weg nicht weiter verfolgt werden konnte. Anzumerken ist, dass Hersteller von Praxis-EDV Lösungen ausschließlich für die Pflege dieser Schnittstelle in der Regel ein bis zwei Programmierer beschäftigen. Sinnvoll wäre es folglich möglicherweise gewesen, eine vereinfachte Schnittstelle zu einem solchen Praxis-EDV Programm zu etablieren und die definitive Abrechnung dann über dieses Programm abzuwickeln. Diese Lösung war aber vom Autor nicht umgesetzt worden.

Die Entwicklung eines Onkologie Informationssystems bringt viele Möglichkeiten, Prozesse in einer so hoch komplexen und multidisziplinären Abteilung wie einer Strahlentherapie zu optimieren. Gängige Klinik Informationssysteme (z.B. ISH med) können die besonderen Erfordernisse einer solchen Abteilung nicht abbilden, so dass auf eine spezialisierte Softwarelösung ausgewichen werden muss. Gleichwohl bringt jedes Subsystem auch Nachteile mit sich. So ist eine Pflege und Weiterentwicklung durch die zentrale Klinik-EDV Abteilung kaum möglich. Arztbriefe die in einem solchen System abgelegt sind können von anderen Fachabteilungen nicht eingesehen werden.

Daten, die in Zusammenhang mit einer Bestrahlung erhoben werden, also Bildgebung, Planungsdaten aber auch der onkologische und klinische Verlauf müssen für 30 Jahre archiviert werden. Solche Daten sollten in einem Format gespeichert werden, das lange lesbar und - auch ohne die korrespondierende Software - einfach zu entschlüsseln ist. Zudem sollten die Daten möglichst wenig Speicherplatz in Anspruch nehmen, so dass Sicherungskopien auf geeignete Datenträger wie etwa eine CD-ROM vorgenommen werden können. Die Datenhaltung im in dieser Arbeit beschriebenen OnkoPath Programm erfüllt diese Voraussetzungen, da praktisch alle abgelegten Daten in ASCII-Dateien in einer leicht nachvollziehbaren Verzeichnisstruktur abgelegt wurden. Die HL-7 Struktur, als Datenbeschreibung und RTF für Textformatierungen in der ACSII-Datei sind einfach nachvollziehbare, weit verbreitete und gut beschriebene Standards.

Softwareprogramme wie OnkoPath sind abhängig von Systemumgebungen, also dem Computersystem und Betriebssystem auf dem sie lauffähig sind. Durch den technischen Wandel und die Entwicklung in der elektronischen Datenverarbeitung ist davon

auszugehen, dass jede heute aktuelle Software in 30 Jahren nicht mehr auf den dann gängigen Systemumgebungen lauffähig ist. Einen heute aktuellen Computer mit dem Programm und den Daten für einen so langen Zeitraum im Archiv lauffähig vorzuhalten ist kaum vorstellbar. Deswegen ist es umso wichtiger, die Datenablage in der oben beschriebenen Weise zu konzipieren, denn Datenformate wie ASCII (seit 1963), Standards wie HL-7 (seit 1987) und Formate wie RTF (seit 1987) sind langlebig und auch in 30 Jahren noch lesbar. Dieses Prinzip der Datenarchivierung gilt insbesondere für hochspezialisierte Subsysteme wie das hier beschriebene radioonkologische Informationssystem, da die Art der Daten und deren Wertung an sich schon ein Expertenwissen (Facharzt für Strahlentherapie oder Medizinphysik Experte) voraussetzen.

Insgesamt konnte in einem zeit- und arbeitsintensiven Entwicklungsprozess stufenweise über sieben Jahre eine Softwarelösung geschaffen werden, die alle Arbeitsbereiche einer radioonkologischen Klinik integriert. Durch die so anfallende umfassende Datenhaltung konnten nicht nur einzelne Arbeitsschritte optimiert sondern auch Auswertungsmöglichkeiten für die Wissenschaft, Qualitätssicherung und Abrechnung nachhaltig etabliert werden.

## 5. Zusammenfassung

Um die komplexen, multidisziplinären Arbeitsabläufe in einer strahlentherapeutischen Klinik in einem Softwareprogramm abzubilden ist eine genaue Prozessanalyse erforderlich. Die Aufgabe ist so umfangreich, dass sie nur in aufeinander abfolgenden Entwicklungsstufen vollzogen werden kann. Diese Stufen der Programmentwicklung entsprachen beim vorliegenden Projekt zunächst den unterschiedlichen Arbeitsbereichen der radioonkologischen Klinik. Begleitend zur Ausbildung des Autors dieser Dissertation als Assistenzarzt wurde für den jeweiligen Arbeitsplatz eine Umsetzung der Prozesse der täglichen Routine in das Softwareprogramm vorgenommen.

Im ersten Entwicklungsabschnitt war eine Verwaltung stationärer und teilstationärer Patienten mit Zugriff auf ihre Diagnosen, Nebendiagnosen, onkologischen Verläufen und stationären Behandlungsverläufen umgesetzt worden. Das Programm hatte ein Modul zur Verwaltung und Verschreibung von Chemotherapien erhalten und es konnten Kurzbriefe mit Medikamentenlisten generiert werden. Die stationären und teilstationären Patienten konnten von entsprechend berechtigten Nutzern von allen Arbeitsbereichen aus am PC-Arbeitsplatz eingesehen werden.

Im zweiten Entwicklungsabschnitt wurden die onkologischen Ambulanzen eingebunden. Hierbei wurde zunächst ein geeignetes Terminmanagement etabliert und dann neben der Befundorganisation die Erstellung von Bestrahlungsverordnungen implementiert.

Im dritten Entwicklungsabschnitt wurden die Bestrahlungsgeräte als Arbeitsbereiche implementiert. Neben dem Terminmanagement und der Fraktionserfassung wurden Programmteile zur Unterstützung von Neueinstellungen und Verifikation vorgesehen.

Im vierten Entwicklungsabschnitt wurde der Arbeitsbereich der Planung in das Programm aufgenommen. Neben der Terminverwaltung wurde ein Softwaremodul zur Betrachtung von CT-Planungs- und Simulationsbildern umgesetzt.

In weiteren Entwicklungsabschnitten wurde die Qualitätssicherung und wissenschaftliche Auswertungen unterstützt und schließlich die Arztbriefschreibung sowie die Erfassung von Daten für die Abrechnung mit den Krankenkassen im Programm eingebunden.

Parallel zur Implementierung der o.g. Arbeitsbereiche im Onkologie Informationssystem ist die digitale Patientenakte als Kernstück der Software und Pendant zur Papierakte weiter entwickelt, angepasst und erweitert worden.

Medizinische Behandlungspfade - sogenannte Pathways - waren in das Programm aufgenommen worden um leitlinienbasierte Arbeitsabläufe in der täglichen Routine zu unterstützen. Eine graphisch und interaktiv aufwändige Umsetzung dieser Pathways führte zum Erscheinungsbild eines im Programm integrierten multimedialen elektronischen Kurzlehrbuchs, welche das gesamte Projekt inhaltlich stimmig abgerundet hatte.

Durch die eng an der klinischen Routine orientierte Umsetzung war eine praxisnahe Gestaltung der Software erfolgt. Ein stetig wachsender Anteil des Programmes konnten von Anfang an genutzt und bei der täglichen Arbeit eingesetzt werden. So waren neben der eigenen Erfahrung des Autors auch zahlreiche konstruktive Rückmeldungen der Anwender aus den verschiedenen Berufsgruppen, die in einer strahlentherapeutischen Klinik beschäftigt sind für den nachhaltigen Erfolg des Projektes mit verantwortlich.

Während zunächst einzelne Arbeitsprozesse qualitativ und im Zeitbedarf optimiert werden konnten waren mit dem Fortschreiten der Programmentwicklung und der damit bedingten zunehmenden Datenaquise Synergie-Effekte festzustellen, die diverse Auswertungen für die Qualitätssicherung, Wissenschaft und zuletzt auch die Abrechnung möglich machten.

## 6. Literaturverzeichnis

(Auflistung in alphabetischer Reihenfolge der Autoren)

Balzert H, Hoppe H U, Oppermann R, Peschke H, Rohr G, Streitz N A (1988) Einführung in die Software Ergonomie, Walter de Gruyter Verlag

Bamberg M, Molls M, Sack H (2009) Radioonkologie, Zuckschwerdt Verlag

Berger D P, Engelhardt R, Mertelsmann R (1998) Das Rote Buch, Ecomed Verlag

Budach W, Belka C, Budach V (2002) Konventionell und unkonventionell fraktionierte alleinige Strahlentherapie bei Plattenepithelkarzinomen des Pharynx und Larynx, Onkologe 7, 550-556

Burke S M (2003) RTF Pocket Guide, O'Reilly Verlag

Cox K, Stuart-Harris R, Abdini G (1988) The management of cytotoxic drug extravasation: guidelines drawn up by a working party for the Clinical Oncological Society of Australia, Med J Aust 148, 185-189

Di Lima S N, Johns LT, Liebler J G (1998) A Practical Introduction to Health Information Management, Aspen Verlag

Delorma S, Debus J (2005) Sonographie, Thieme Verlag

Dorr R T (1990) Antidotes to vesicant chemotherapy extravasations, Blood Rev 4, 41-60

Dörner K (1992) Klinische Chemie, Enke Verlag

Fletcher G H (1980) Textbook of Radiotherapy, Lea and Febinger Verlag

Fredrichs A (1997) Möglichkeiten der Mehrfachnutzung digitaler Daten zur parallelen Herstellung von Print- und elektronischen Medien, Diplomica-Verlag

Friedman W A, Buatti J M, Bova F J, Mendenhall W M (1998) Linac Radiosurgery, Springer Verlag

Jadad A R (1995) The WHO analgetic ladder for cancer pain management, J Amer Med Assoc 274, 1870-1873

Kahla-Witzsch H A, Geisinger T (2004) Clinical Pathways in der Krankenhauspraxis, Kohlhammer Verlag

Lindley C, Bernard S, Fields S (1989) Incidence and duration of chemotherapy induced nausea and vomiting in the outpatient oncology population, J Clin Oncol 7, 1142-1149

Lindner H, Kneschaurek P (1996) Radioonkologie, Schattauer Verlag

Lohr F, Wenz F (2007) Strahlentherapie kompakt, Urban & Fischer Verlag

Merz T, Drümmer O (2002) Die PostScript und PDF Bibel, dpunkt Verlag

Müller H (1997) Konzeption und Realisierung von DICOM Schnittstellen für ein Teleradiologiesystem, Diplomarbeit am Deutschen Krebsforschungszentrum in Heidelberg

Richter J, Flentje M (1998) Strahlenphysik für die Radioonkologie, Thieme Verlag

- Roeder N, Küttner T (2007) Klinische Behandlungspfade, Deutscher Ärzte Verlag
- Sack H, Thesen N (1998) Bestrahlungsplanung , Thieme Verlag
- Sauer H (1998) Relationale Datenbanken – Theorie und Praxis, Addison-Wesley Verlag
- Sauer R (2009) Strahlentherapie und Onkologie, Urban & Fischer Verlag
- Schadow G (2000) Krankenhauskommunikation mit HL7 - Analyse, Implementierung und Anwendung eines Protokollstandards für medizinische Datenkommunikation, Shaker Verlag
- Schneider G, Scheuring J (2003) Applikationen strukturiert konzipieren, Compendio Verlag
- Seeber S, Schütte J (1998) Therapiekonzepte Onkologie, Springer Verlag
- Stauer M J (1987) Piktogramme für Computer - kognitive Verarbeitung, Methoden zur Produktion und Evaluation, Walter de Gruyter Verlag
- Stray C (1994) Interaktive Systeme - Softwareentwicklung und Software-Ergonomie, Vieweg & Sohn Verlag
- Thissen F (2001) Screen-Design-Handbuch - Effektiv informieren und kommunizieren mit Multimedia, Springer Verlag
- Thomas C (1992) Histopathologie, Schattauer Verlag
- Wendt M (2002) CBT und WBT konzipieren, entwickeln und gestalten, Hanser Verlag
- Weber J, Hehl A, Brinkmann F, Harter T, Heisemann E (1993) CHEMO - Ein Software Programm zur Unterstützung der standardisierten chemotherapeutischen Behandlung von Tumorpatienten mit Dokumentation, Deutsches Ärzteblatt A-1890, Heft 25/26
- Wittekind C, Klimpfinger M, Sobin L H (2005) TNM-Atlas, Springer Verlag

## 7. Veröffentlichungen

(Auflistung in chronologischer Reihenfolge der Publikation)

Niemeyer M, Budach W, Schreck U, Wiskirchen J, Bamber M (2000) OnkoPath Radioonkologie - Einführung eines computerbasierten Informationssystems für Station und Tagesklinik, DEGRO Kongressvortrag (München)

Niemeyer M, Linenthal G, Scheiderbauer J, Kortmann R, Budach W, Reichmann U, Bamberg M (2001) OnkoPath - Erweiterung des computerbasierten Informationssystems auf die onkologische Ambulanz, DEGRO Poster (Hamburg)

Niemeyer M, Kanellopoulos-Niemeyer V, Paulsen F, Sautter-Strelczuk T, Budach W, Bamberg M (2002) Optimierung der Arbeitsabläufe und der Dokumentation an den Bestrahlungsgeräten mit dem computerbasierten Informationssystem OnkoPath, DEGRO Poster (Berlin)

Niemeyer M, Mondry A, Kanellopoulos-Niemeyer V, Paulsen F, Budach W, Nüsslin F, Bamberg M (2003) RT-Assistent OnkoPath - Realisierung einer softwarebasierten Einstellhilfe für die Bestrahlung, DEGRO Poster (Essen)

Niemeyer M, Mondry A, Kanellopoulos-Niemeyer V, Paulsen F, Budach W, Nüsslin F, Bamberg M (2004) Softwarebasierte Problemanalyse und Einstellhilfe für die bestrahlung schräger Felder (OnkoPath RT-Assistent), DEGRO Poster (Erfurt)

Niemeyer M, Kanellopoulos-Niemeyer V, Paulsen F, Theden S, Budach W, Bamberg M (2004) Unterstützung der Studiendokumentation mit dem computerbasierten Onkologie Informationssystem OnkoPath, DEGRO Poster (Erfurt)

Niemeyer M, Kanellopoulos-Niemeyer V, Mondry A, Paulsen F, Nüsslin F, Bamberg M (2004) Analyse von Isozentrums- und Feldmodifikationen bei der Simulation für schräge Felder mit Tischauswinkelung sowie Evaluierung der Unterstützung des Workflows mit dem Software Modul SIM-Assistent OnkoPath, DGMP Kongressvortrag (Leipzig)

Niemeyer M, Scheiderbauer J, Belka C, Ganswindt U, Kanellopoulos-Niemeyer V, Paulsen F, Frohn A, Theden S, Anastasiadis A, Kuczyk M, Stenzl A, Bamberg M (2005) EDV unterstützte Dokumentation während der klinischen Routine mit OnkoPath und Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Auswertung beim Prostatakarzinom, DEGRO Poster (Karlsruhe)

Niemeyer M, Kanellopoulos-Niemeyer V, Scheiderbauer J, Belka C, Bamberg M (2006) EDV basierte Dokumentation von Mammkarzinom Patientinnen bei der klinischen Arbeit mit OnkoPath zur wissenschaftlichen Datenanalyse und Qualitätssicherung, DEGRO Poster (Dresden)

Niemeyer M, Kanellopoulos-Niemeyer V, Paulsen F, Belka C, Bamberg M (2006) Leistungserfassung in der Bestrahlungsplanung und an den Linacs mit der Software OnkoPath zur Qualitätssicherung, Bedarfsoptimierung und digitalen Abrechnung, DEGRO Poster (Dresden)

### **Erklärung zum Eigenanteil bei o.g. Veröffentlichungen**

Die oben genannten Veröffentlichung wurden unter Einbeziehung ärztlicher Mitarbeiter und Medizinphysiker und anderer Mitarbeiter der Abteilung als Anwender der Software verfasst.

Sämtliche Programmierarbeiten wurden von mir nach Einarbeitung in die ärztlichen Aufgaben im jeweiligen Arbeitsbereich durch einen Oberarzt, Facharzt oder erfahrenen Kollegen in der Ausbildung eigenständig durchgeführt.

Sämtliche Auswertungen erfolgten eigenständig durch mich.

Ich versichere alle aufgeführten Manuskripte selbständig verfasst zu haben und keine weiteren als die von mir angegebenen Quellen verwendet zu haben.

Künzelsau/Tübingen, den 20.01.2016

Michael Niemeyer

## **Danksagung**

Am Ende meiner Dissertation bedanke ich mich bei allen, die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. M. Bamberg danke ich für die Annahme des Themas und die Möglichkeit in der Klinik für Radioonkologie der Universität Tübingen wissenschaftlich zu arbeiten und zu publizieren.

Meinen ärztlichen Kollegen, insbesondere Herrn Dr. F. Paulsen, Herrn Prof. Dr. C. Belka und Frau Dr. U. Ganswindt danke ich für die konstruktiven Hinweise als Anwender der Software in der klinischen Routine.

Meinen Kollegen aus der Medizinphysik, insbesondere Herrn Dr. A. Mondry danke ich für die gute Zusammenarbeit und die fachliche Betreuung in Fragen der medizinischen Physik.

Meinen Kollegen der Pflege, der medizinisch technischen Assistenz und der Sekretariate möchte ich ebenso danken für ihre Mitarbeit als Anwender und ihre konstruktiven Hinweise.

Mein letzter und zugleich herzlichster Dank geht an meine Familie und meinen persönlichen Freundeskreis, die während des Entstehens dieser Dissertation sehr viel Geduld und menschliche Unterstützung aufgebracht haben.

# Lebenslauf

## Persönliche Daten

Michael Niemeyer, geboren am 21.02.1970 in Stuttgart Bad-Cannstatt

## Ausbildung

- 1976-1980    Grundschule
- 1980-1989    Gymnasium, Abitur
- 1998-1990    Pflegeschule, Examen als Pflgehelfer
- 1990-1999    Studium der Humanmedizin  
Eberhard-Karls-Universität Tübingen  
03/1993 Ärztliche Vorprüfung  
03/1995 Erstes Staatsexamen  
03/1998 Zweites Staatsexamen  
05/1999 Drittes Staatsexamen
- 1999-2000    Arzt im Praktikum  
Universitätsklinik für Radioonkologie in Tübingen
- 2000-2006    Assistenzarzt  
Universitätsklinik für Radioonkologie in Tübingen
- 2006         Praxisassistentarzt  
Praxis für Allgemeinmedizin in Stuttgart
- 2006-2007    Assistenzarzt internistische Onkologie / Pneumologie  
Lungenfachklinik in Löwenstein
- 2008-2010    Assistenzarzt in der inneren Medizin  
Krankenhaus Künzelsau
- 14.01.2010    Fachkunde Röntgendiagnostik und CT
- 29.06.2010    Facharztprüfung Strahlentherapie und Fachkunde im Strahlenschutz

- 2010-1011 Funktionsoberarzt in der inneren Medizin  
Krankenhaus Künzelsau
- 18.06.2012 Prüfung zur Zusatzbezeichnung Geriatrie
- 07/2012 Qualifikation zum hygienebeauftragten Arzt
- 2012-2014 Oberarzt in der inneren Medizin und Geriatrie  
Krankenhaus Künzelsau
- 16.07.2014 Facharztprüfung für Innere Medizin
- 2015 Oberarzt in der inneren Medizin und Geriatrie  
und leitender Arzt der geriatrischen REHA-Klinik  
Hohenloher Krankenhaus gGmbH (Künzelsau/Öhringen)