

Aus der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik
der Universitätsmedizin der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Entwicklung eines interdisziplinären und interaktiven
operativen Bildatlas für die Neurochirurgie Mainz:
Die readyNCOP-App

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der physiologischen Wissenschaften
der Universitätsmedizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Vorgelegt von

Thomas Bauer
aus Wasserlos

Mainz, 2024

Wissenschaftlicher Vorstand: Herr Univ.-Prof. Dr. med. P. Drees

Tag der Promotion: 23.03.2026

Nachnutzungslizenz: CC-BY-4.0 (Creative Commons Namensnennung 4.0)

„Jedem kunstmäßigen Verfahren kann ein Wissen vorangehen oder nicht. Im ersten Fall ist es vollkommener.“

Friedrich Schleiermacher

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	II
1 Problemstellung	1
1.1 Ausgangslage	1
1.2 Standardisierung von Vorbereitungsabläufen in der Operationsabteilung mit OP-Handbuch.....	1
1.3 Schwerpunkt auf Vorbereitungsphase der Operationen	1
1.4 Interdisziplinäres Handbuch für praxisorientierte Anleitung und Betreuung im neurochirurgischen Operationssaal	2
1.5 Visueller Ansatz des OP-Handbuchs.....	2
2 Forschungsstand.....	3
2.1 Entwicklung der technisch reproduzierbaren medizinischen Abbildung	3
2.1.1 Überblick und Eingrenzung des Themas	3
2.1.2 Einfluss des Buchdrucks.....	3
2.1.3 Andreas Vesalius Bruxellensis „De humani corporis fabrica libri septem“	4
2.1.4 Hans von Gersdorffs Feldtbuch der Wundtartzney.....	7
2.1.5 Johannes Scultetus „Armamentarium Chirurgicum“ 1653	7
2.1.6 Einfluss der technischen Entwicklungen	10
2.1.7 Aktueller Stand des Umgangs mit Bildern am Beispiel eines Operationsatlas...	13
2.1.8 Im Vergleich ein Operationsatlas aus den 1980er Jahren	15
2.2 Operationshandbücher allgemein.....	16
2.2.1 Literatur für die OP-Pflege, OTAs und MTAs	16
2.2.2 Literatur für die ärztlichen Mitarbeiter.....	17
2.2.3 Interdisziplinäre Bücher: Lagerungshandbücher	18
2.3 Fazit.....	20
2.4 Zielsetzung.....	20
3 Material und technische Realisierung.....	21
3.1 Sammeln von Bildmaterial und Informationen in der Operationsabteilung.....	21
3.1.1 Zielsetzung für das Fotografieren im OP	21
3.1.2 Formale, ethische und hygienische Aspekte	21
3.1.3 Vorbereitung und Auswahl des Equipments.....	22
3.1.4 Lichtverhältnisse beachten	23
3.1.5 Eingrenzung des zu dokumentierenden Materials.....	24
3.1.6 Vorgehen bei der Dokumentation der Lagerungen.....	24
3.1.7 Vorgehen bei der Dokumentation der OP-Arbeitstische	24
3.1.8 Aufnahmen für die Übersichtszeichnungen.....	25
3.2 Die Arbeitsumgebung auf Basis der Internetstandards HTML, CSS und SVG	26

3.2.1	Vorteile einer webbasierten Anwendung im Vergleich zu einer App.....	26
3.2.2	Bedeutung und Geschichte der Hypertext Markup Language (HTML)	27
3.2.3	Formatierung und Strukturierung mit HTML	27
3.2.4	Vorteile eines Hypertexts	28
3.2.5	Die HTML-Erweiterung Cascading Style Sheets (CSS)	29
3.2.6	Scalable Vector Graphics (SVG).....	30
3.2.7	Auswahl des Scalable Vector Graphics Editors	31
3.2.8	Die Dateistruktur der Arbeitsumgebung	31
3.2.9	Strukturierung der Bilddaten im Sinne einer Datenbank.....	32
3.2.10	Einbinden der Zeichnungen im Scalable-Vector-Graphics-Format (SVG)	34
3.2.11	Anpassung der webbasierten App auf verschiedene Plattformen	34
3.2.12	Formatierung des OP-Handbuchs über Stylesheets	35
3.2.13	Einbindung von Feedback über die E-Mail-Funktion in HTML.....	35
3.3	Erstellung der Vektorzeichnungen.....	37
3.3.1	Die Technik des Abpausens	37
3.3.2	Fotos als Vorlagen für Vektorgrafiken	37
3.3.3	Effektivität.....	38
3.3.4	Erstellen der Übersichtsansichten.....	39
3.3.5	Die Lagerungszeichnungen	43
3.3.6	Zeichnungen von den OP-Arbeitstischen.....	45
3.3.7	Zeichnungen von den Mikroskopen	49
3.3.8	Kombination von Text und Bild	50
4	Ergebnisse	53
5	Diskussion und Ausblick.....	56
5.1	Schematische Vektorgrafiken im Vergleich zu Fotografien	56
5.2	Interaktivität.....	56
5.3	Animationen	58
5.4	Blick in die Zukunft	58
6	Zusammenfassung.....	60
7	Literaturverzeichnis	62
7.1	Geschichte der medizinischen Abbildungen	62
7.2	Historische Anatomiebücher und Operationsatlanten	62
7.3	OP-Manuale, Operationsatlanten	63
7.4	Lagerungshandbücher	64
7.5	Technische Realisierung	64
8	Danksagung.....	65
9	Tabellarischer Lebenslauf	66

Abkürzungsverzeichnis

Abb. Abbildung

bzw. beziehungsweise

CSS Cascading Style Sheets

dt. deutsch

etc. et cetera

et.al. und andere

Hrsg. Herausgeber

HTML Hypertext-Markup-Language

img image

li list

MTA Medizinisch-technischer-Assistent(-in)

PC Personal Computer

OTA Operations-technischer-Assistent(-in)

readyNCOP-App ready Neurochirurgie-Operationssaal-Applikation

src source

SVG Scalable Vector Graphics

ul unordered list

VA-Shunt Ventrikulo-atrialer-Shunt

vgl. vergleiche

VP-Shunt Ventrikulo-peritonealer-Shunt

z. Bsp. zum Beispiel

ZNS zentrales Nervensystem

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: das Frontispiz des siebten Buches aus Andreas Vesalius` *De Humani Corporis Fabrica libri septem*, 1543, Quelle: <http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/vesalius1568/0484>

Abbildung 2: zwei Holzschnitte aus Gersdorffs *Feldtbuch der Wundartzney*, Straßburg 1517, vom Autor bearbeitet, Quellen: <https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/gersdorff1517/0048>, <https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/gersdorff1517/0047>

Abbildung 3: Trepanationsinstrumente aus: Scultetus, Johannes; Megerlin, Amadeus [Übers.], D. Joannis Scvlteti, Weiland hochberühmten Medici ... *Wund-Artzneyisches Zeug-Hauß: Jn Zween Theil abgetheilt; Mit drey vollkommenen Registern aller denckwürdigen Sachen* — Frankfurt am Main, 1666, vom Autor bearbeitet, Quelle: <https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/scultetus1666/0025>

Abbildung 4: Trepanationen aus: Scultetus, Johannes; Megerlin, Amadeus [Übers.], D. Joannis Scvlteti, Weiland hochberühmten Medici ... *Wund-Artzneyisches Zeug-Hauß: Jn Zween Theil abgetheilt; Mit drey vollkommenen Registern aller denckwürdigen Sachen* — Frankfurt am Main, vom Autor bearbeitet, 1666, Quelle: <https://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/scultetus1666/0121>

Abbildung 5: Prinzip von Hoch- und Tiefdruck, Zeichnung vom Autor

Abbildung 6: Fotografie einer Operation, eigene Aufnahme

Abbildung 7: schematisierte Vektorgrafik, Zeichnung vom Autor

Abbildung 8: Kombination von Fotografie und Vektorgrafik, eigene Aufnahme und Zeichnung

Abbildung 9: Gegenüberstellung Fotografie und schematische Vektorzeichnung, eigene Aufnahme und Zeichnung

Abbildung 10: Fotografieren im OP, eigene Aufnahme

Abbildung 11: Fotografie mit Sterilgut-Aufklebern, eigene Aufnahme

Abbildung 12: Albrecht Dürer, der Zeichner mit der Laute, 1525, Quelle: <http://digital.slub-dresden.de/id27778509X>, Seite 181, vom Autor bearbeitet

Abbildung 13: a: Fotografie, b: Fotografie mit Konturen überzeichnet, c: eingefärbte Vektorzeichnung, eigene Aufnahme und Zeichnung

Abbildung 14: Vektorzeichnungen von OP-Bestecktischen, Zeichnungen vom Autor

Abbildung 15: Vektorzeichnungen von Bauchlagerungen, Zeichnungen vom Autor

Abbildung 16: gespiegelte Lagerungszeichnung, Vektorzeichnung, Zeichnung vom Autor

Abbildung 17: a, b Fotografien eines C-Bogens, c Vektorzeichnung aus Überzeichnungen der Fotografien zusammengesetzt, Fotografien und Zeichnung vom Autor

Abbildung 18: Fotografien als Ausgangsmaterial für schematisierte Vektorgrafiken, Fotografien und Zeichnungen vom Autor

Abbildung 19: Figuren für die verschiedenen Funktionen bei einer Operation, Vektorgrafiken, Zeichnungen vom Autor

Abbildung 20: a Gerätschaften für die OP-Übersichtszeichnung in Draufsicht, Vektorgrafiken, Zeichnungen vom Autor

Abbildung 21: a nachgestellte Seitenlagerung, b überzeichnete Fotografie, c Linienzeichnung mit Lagerungsmittel, d eingefärbte Vektorzeichnung, Fotografien und Zeichnungen vom Autor

Abbildung 22: Verschiedene Lagerungen in Draufsicht, Vektorgrafiken, Zeichnungen vom Autor

Abbildung 23: Übersichtszeichnung einer Operation mit lateraler Lagerung, darüber zwei Fotografien, die zur Orientierung dienten, Fotografien und Zeichnung vom Autor

Abbildung 24: OP-Tisch in Seit- und Draufsicht mit Lagerungsmitteln, Fotografien und Zeichnungen vom Autor

Abbildung 25: zwei Bauchlagerungen in Draufsicht, Fotografien und Zeichnungen vom Autor

Abbildung 26: Gegenüberstellung von Fotovorlage und Zeichnung einer Bandscheibenlagerung, Fotografie und Zeichnung vom Autor

Abbildung 27: Fotografie eines OP-Bestecktisches und die daraus erstellte Zeichnung, Fotografie und Zeichnung vom Autor

Abbildung 28: a geschlossene Sterilgutbehälter und Sterilgutsiebe, b Sterilgutschrank, c Sterilgutlager, Fotografien vom Autor

Abbildung 29 a+b+c: geöffnete Sterilgutsiebe, d: geöffneter Sterilgutbehälter, Fotografien vom Autor

Abbildung 30: Schränke und Regale im OP-Lager, Fotografien vom Autor

Abbildung 31: schrittweise Zusammenstellung eines Instrumentiertisches für eine kraniale Operation, Vektorgrafiken vom Autor

Abbildung 32: optische Einheit eines Operationsmikroskops, Fotografie vom Autor

Abbildung 33: Vektorgrafiken eines Operationsmikroskops, Vektorgrafik vom Autor

Abbildung 34: Beschriftung innerhalb der Grafik, Vektorgrafik vom Autor

Abbildung 35: mit Zahlen beschriftete Grafik, Vektorgrafik vom Autor

Abbildung 36: Imagemap (dt.: Verweissensitive Grafik), Vektorgrafik vom Autor

Abbildung 37: Screenshot aus dem OP-Manual mit aufgeklapptem Textmenü, Bild vom Autor

Abbildung 38: Übersicht der Kapitel des Manuals als Screenshot, Bild vom Autor

Abbildung 39: Zeichnung zur Elektrophysiologie, Zeichnung vom Autor

1 Problemstellung

1.1 Ausgangslage

Die Neurochirurgie ist ein komplexes Fachgebiet, das die Diagnose und Behandlung von Erkrankungen und Verletzungen des Gehirns, des Rückenmarks und des peripheren Nervensystems beinhaltet. Aufgrund dieser Vielfalt umfasst die Neurochirurgie eine breite Palette von chirurgischen Eingriffen.

1.2 Standardisierung von Vorbereitungsabläufen in der Operationsabteilung mit OP-Handbuch

Um die operativen Behandlungen zu optimieren, werden einheitliche Vorbereitungen des Patienten, des OP-Saals und des Instrumentariums durch eine Standardisierung angestrebt, um Qualität und Sicherheit der Eingriffe zu gewährleisten.

Hierfür soll ein auf Internetstandards basierendes elektronisches Handbuch für das Setting im OP-Saal und die Lagerung des Patienten, das sich flexibel und leicht an neue Situationen anpassen lässt, entwickelt werden. Dieses elektronische Handbuch wird den Namen readyNCOP-App erhalten.

Die readyNCOP-App soll bestehende Operationsatlanten und Lehrbücher ergänzen, indem sie die vielfältigen Vorbereitungen für die Eingriffe, mit den in der Klinik angewendeten Strategien und Instrumentarien praxisorientiert beschreibt und illustriert und anhand des später beschriebenen Baukastenprinzips sich an individuelle Bedürfnisse flexibel anpassen lässt.

Im Mittelpunkt steht die schnelle und einfache Auffindbarkeit von Information und die Vermittlung von Informationen über wissenschaftliche Illustrationen. Die readyNCOP-App kann von verschiedenen Berufsgruppen im OP-Bereich sowie von Studenten und Auszubildenden zur Orientierung genutzt werden, da es sowohl auf dem PC als auch auf dem Smartphone vor Ort verwendet werden kann.

1.3 Schwerpunkt auf Vorbereitungsphase der Operationen

Um eine reibungslose Operation zu gewährleisten, sollte die Vorbereitungsphase, die die Lagerung des Patienten, die Positionierung aller an der Operation beteiligten Personen und Gerätschaften, sowie das Richten der OP-Arbeitstische, beinhaltet, optimal verlaufen. Die readyNCOP-App setzt den Fokus auf diese Abläufe. Im Mittelpunkt der readyNCOP-App stehen zunächst die Operationen an der Wirbelsäule, es sollen aber auch kraniale Operationen abgedeckt werden.

Der Bildatlas kann in Zukunft inhaltlich beliebig ergänzt und erweitert werden, um die Fülle von ZNS-Erkrankungen und benötigten Operationstechniken abzudecken.

1.4 Interdisziplinäres Handbuch für praxisorientierte Anleitung und Betreuung im neurochirurgischen Operationssaal

Zur Gewährleistung eines reibungslosen Ablaufs einer Operation ist eine effektive Zusammenarbeit verschiedener Berufsgruppen erforderlich: während sich der Patient mit dem Anästhesisten und der Anästhesie-Pflege in der Einleitung befindet, wird der OP-Tisch passend zum Eingriff von der OP-Pflege gerichtet. Im Operationssaal werden Instrumententische gedeckt, das Mikroskop steril verpackt, auch wird das Narkosegerät durch den Anästhesisten platziert und vorbereitet. Zum Schluss wird der Patient gemeinsam von der neurochirurgischen Pflege, den beiden Operateuren und dem Anästhesisten auf den OP-Tisch gelagert. Zur Bedienung von Elektrophysiologie-Gerät und intraoperativer Bildgebung kommen oft noch MTAs und OTAs dazu. Auch hier soll die readyNCOP-App unterstützen, indem sie die für alle Beteiligten wichtigen Informationen liefert.

1.5 Visueller Ansatz des OP-Handbuchs

Die Visualisierung von Informationen ist der Prozess, Daten und Informationen in grafischer Form darzustellen, um sie intuitiv verständlich und leichter zugänglich zu machen.

Wichtige Vorbereitungsschritte im Ablauf einer Operation sollen klar und präzise vermittelt werden, deshalb setzt die readyNCOP-App auf wissenschaftliche Illustrationen und nicht auf Fotografien. Die Zeichnungen bieten eine von unnötigen Details bereinigte, visuelle Darstellung der komplexen Prozesse und ermöglichen es dem medizinischen Team, die Schritte effektiv zu verstehen und umzusetzen, ohne von unnötigen Reizüberflutungen beeinträchtigt zu werden.

2 Forschungsstand

2.1 Entwicklung der technisch reproduzierbaren medizinischen Abbildung

2.1.1 Überblick und Eingrenzung des Themas

Die Vermittlung von medizinischem Wissen geschah schon früh mit Hilfe von Abbildungen.

Einen guten Überblick über die „Geschichte der medizinischen Abbildungen“ gibt das zweibändige Werk mit gleichem Titel, das zahlreiche Abbildungen enthält. Der erste von R. Herrlinger verfasste Band beschreibt die Zeitspanne von der Antike bis um 1600, während die Weiterführung des Werkes durch M. Putscher die Zeit ab 1600 bis zu Beginn der 70er Jahre des Zwanzigsten Jahrhunderts behandelt.

In diesem historischen Zusammenhang beschränken wir uns auf die Werke und Abbildungen, die für das Gebiet der Chirurgie relevant sind und steigen in das Thema auch erst ab dem 16. Jahrhundert ein.

Herrlinger setzt sich mit den Bildformen, die im Wandel der Zeit verwendet wurden, um medizinisches Wissen zu vermitteln, auseinander. Über die medizinischen Abbildungen des 16. Jahrhunderts schreibt er: „Chirurgie ist Handwerk. Eine Abbildung will etwas erläutern, was mit Worten allein nicht ebensogut ausgedrückt werden kann. In der chirurgischen Abbildung geht es deshalb um Handgriffe und Handwerkszeug. In einem Zeitalter, das sich in der bildenden Kunst die Möglichkeit schafft, realistisch und naturalistisch (...) den Menschen bei seinem Tun darzustellen, wird die Abbildung des chirurgischen Eingriffs immer wichtiger werden.“¹ Hiervon abgeleitet sieht er drei Gruppen von chirurgischen Abbildungen:

„1. Instrumente und Geräte, 2. ihre Handhabung, 3. die Reportage als didaktische Darstellung von Untersuchungs- und Operationsmethodik.“¹

Interessant waren die Zeichnungen von Instrumenten in dieser Zeit nicht nur für die Chirurgen: „Jeder Instrumentenmacher war imstande, nach solchen Abbildungen zu arbeiten.“²

2.1.2 Einfluss des Buchdrucks

Die Verbreitung medizinischer Kenntnisse ist historisch eng verbunden mit der Druckkunst und dem Buchdruck. Dies hatte auch Einfluss auf die Technik der Abbildungen.

¹ Herrlinger, 1967, S.138.

² Herrlinger, 1967, S.139.

In den Jahren 1452 bis 1454 druckte Johannes Gutenberg seine 42-zeilige Bibel. Das Neue und das Fortschrittliche daran war, dass er dafür in Bleiguss gefertigte wiederverwendbare bewegliche Lettern verwendete. Die Erfindung Gutenbergs revolutionierte den Buchdruck. Der Buchdruck ermöglichte die Serienfertigung von Büchern, was zu einer viel breiteren Verfügbarkeit von Wissen führte. Bücher konnten nun in größerer Anzahl und zu erschwinglicheren Preisen produziert werden, was die Verbreitung von Wissen in der Gesellschaft erheblich erhöhte.

2.1.3 Andreas Vesalius Bruxellensis „De humani corporis fabrica libri septem“

Die Anatomie des menschlichen Körpers zu verstehen ist Grundlage der Medizin, insbesondere der Chirurgie, deshalb wird im Folgenden auch auf Andreas Vesalius' Werk "De humani corporis fabrica libri septem" eingegangen. Vesalius Buch ist ein herausragendes Beispiel für den Einfluss des Buchdrucks auf die Verbreitung von Wissen, insbesondere im Bereich der Medizin. Abbildung 1 zeigt das Frontispiz des siebten Buches mit zwei Holzschnitten eines Schädelpräparates.

Der Arzt und Anatom Andreas Vesalius veröffentlichte 1543 in Basel bei Johannes Oporinus im Alter von 28 Jahren sein Hauptwerk „De humani corporis fabrica libri septem“, ein siebenbändiges anatomisches Buch über den Aufbau des menschlichen Körpers mit über 200 Holzschnitten³. Der frühere Budapester Anatomieprofessor János Szentágothai gibt im Geleitwort des 1968 in Budapest erschienen Reprints eine Kurzübersicht über das Leben und die Entstehung von Andreas Vesalius' Hauptwerk „De humani corporis fabrica libri septem“. Basierend auf anatomischen Sektionen verfasste Vesalius, der als Professor der Anatomie und Chirurgie in Padua tätig war, sein anatomisches Werk. Das Sezieren von Leichen war Jahrhunderte lang verboten, wurde Vesalius zeitweise wieder erlaubt. Dadurch war es ihm möglich die menschliche Anatomie zu erforschen und in seinem Werk die bis dahin in der Medizin hoch geachteten Lehren Galenos von Pergamon zu hinterfragen. Szentágothai stellt heraus, „(...) dass Vesalius in erster Linie Arzt war in der besten Bedeutung des Wortes, der im Gegensatz zur Mehrzahl seiner Zeit- und Berufsgenossen, in ihrer Büchergelehrsamkeit erstarrter Besserwisser und überkluger Haarspalter, die sich am Krankenbett des Patienten in klassischen Zitaten gefielen, geschlossen und aktiv eingriff“.⁴ Vesalius Werke sind reich mit Illustrationen ausgestattet, die zu einem großen Teil der Maler Jan Stephanus Calcar nach den Präparaten von Vesalius anfertigte.⁵

³ nach Herrlinger, (1967), S. 103.

⁴ Vesalius (1543), aus dem Vorwort des Reprints von 1968, S.31.

⁵ Vesalius (1543), aus dem Vorwort des Reprints von 1968, nach J.Szentágothai, S. 33ff.

Für die Bücher von Vesalius wurden die Zeichnungen Calcars mit den anatomischen Abbildungen von Holzschnidern in Holzschnitte umgesetzt, der dazugehörige Text wurde mit der 1543 bereits etablierten Erfindung Gutenbergs – den beweglichen Lettern – aufwändig gesetzt. Herrlinger beschreibt das Werk des Druckers, das mit kunstvollen Marginalien ausgestattet ist, als dessen Meisterwerk.⁶ Im Buchdruck-Verfahren konnte die Forschung von Vesalius leicht vervielfältigt und verbreitet werden. M. Buschhaus zitiert in „Über den Körper im Bilde sein“ einen Brief Vesalius an seinen Verleger „(...), daß der professionelle Anatom nicht nur sezieren und dozieren muß, daß er nicht nur Galen und das liber naturae lesen muß, daß er nicht nur ein anatomisches Theater einrichten muß (...) Vielmehr muß er auch Bilder des Präparates von einem professionellen Bildproduzenten anfertigen und dann von einem Formschneider in Holz schneiden lassen.“⁷

Eine weitere Feststellung Buschhaus: der Buchdruck mobilisiert den anatomischen Unterricht. „Natürlich hätte die Anatomie anatomische Zeichnungen in den medizinischen Schulen aushängen lassen und den professionellen Anatomen anhand dieser Zeichnungen demonstrieren und dozieren lassen können – und die Vermutung, daß anatomischer Unterricht (...) auch dergestalt stattgefunden hat, ist durchaus nicht abwegig. Doch erfordert dies ebenso wie die Sektion im anatomischen Theater die Anwesenheit der Betrachter vor Ort.“⁸ Erst durch die druckgrafisch reproduzierten Zeichnungen in den anatomischen Atlanten wird anatomisches Wissen mobilisiert.⁸

⁶ Herrlinger, 1967, S.106.

⁷ Buschhaus, 2005, S.128f.

⁸ Buschhaus, 2005, S.135.

ANDREAE VESALII, DE CORPORIS HUMANI FABRICA LIBER SEPTIMVS,

CEREBRO PRINCIPIS ANIMALISQVE FACVLTVM SEDI,
ET SENSVM ORGANIS DEDICATVS: MOXQVE IN INITIO
omnes propemodum ipsius figuras, uti & duo proximè præ-
cedentes libri, commonstrans.

PRIMA SEPTIMI LIBRI FIGVRA.

SVPERIORIS CALVARIÆ PAR-
tis, quam a prima figura sectionis serie di-
uisimus, interior superficies.

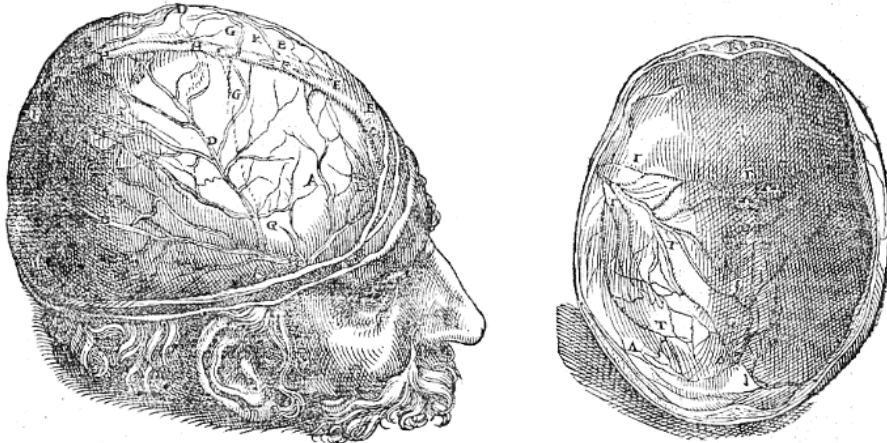


Abbildung 1: das Frontispiz des siebten Buches aus Andreas Vesalius siebenbändigem Werk „De corporis humani fabricae“. Die Abbildungen zeigen die oberflächlichen Hirngefäße und ihren Verlauf, auch unter der Schädelkalotte

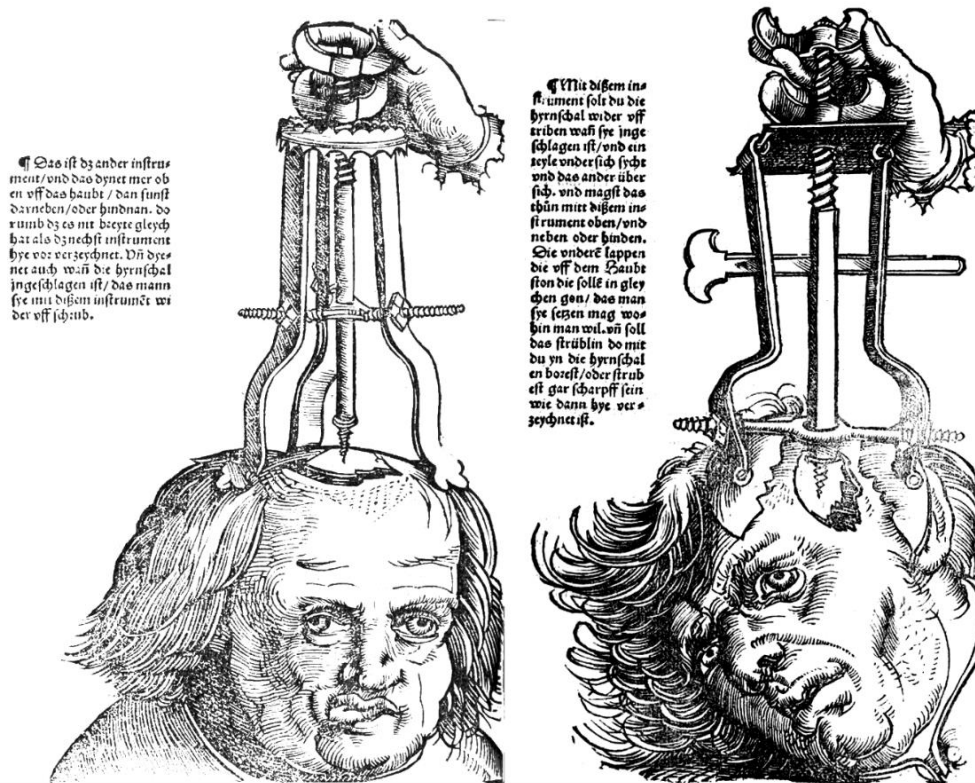


Abbildung 2: zwei Holzschnitte aus Gersdorffs „Feldtbuch der Wundtartzney“, die die Behandlung einer Impressionsfraktur mit einem Zwei- und Dreifüßlevatorium zeigen

2.1.4 Hans von Gersdorffs Feldtbuch der Wundtartzney

Als ein Vorläufer des modernen Operationsatlanten kann Hans von Gersdorffs Feldtbuch der Wundtartzney, das 1517 in Straßburg von Johannes Schott gedruckt und verlegt wurde, gesehen werden.⁹

„Gersdorff selbst war ein elsässischer Militärarzt mit jahrzentelanger Erfahrung in der Behandlung von Wunden, die sich Soldaten im Krieg zuzogen.“¹⁰

Es enthält sowohl die, wie bereits von Herrlinger erwähnten, Behandlungsszenen als auch Abbildungen von Instrumenten und Darstellungen der Instrumente im Einsatz. Herrlinger rechnet die Illustrationen im Feldtbuch der Wundtartzney der ersten Phase der „neuzeitlichen“ medizinischen Illustration zu.¹¹

Darin enthalten sind als Abbildung beispielsweise der Einsatz eines Zweifuß- und eines Dreifußelevatoriums zur Anhebung von Teilen der Schädelkalotte bei Impressionsfrakturen des Schädels. Herrlinger betont, dass die szenischen Abbildungen, wenn etwa eine Beinamputation gezeigt wird, laut dem Einführungstext des Reprints der *Medicina Rara* „(...) die erste in der Geschichte des medizinischen Buchdrucks“¹², eher einen reportagenhaften Charakter tragen, als „(...) eigentlich der didaktischen Demonstration einer Operationsmethode dienen sollten“.¹³

Das „Feldtbuch der Wundtartzney“ enthält Holzschnitte des Dürer-Schülers Heinz Wechtlin. Im Einführungstext des Reprints der *Edition Medicina Rara* wird auf Wechtlins „Licht und Schattengebung“ hingewiesen, „die seinen Darstellungen Dreidimensionalität verleihen“. Als ein Beispiel wird auf den Holzschnitt mit dem Einsatz des Elevatoriums verwiesen.¹⁴

2.1.5 Johannes Scultetus „Armamentarium Chirurgicum“ 1653

Der Arzt Johannes Scultetus ist der Autor des 1653 erstmalig in Ulm verlegten „Armamentarium Chirurgicum“. Das Werk erschien 1666 auch in deutscher Sprache unter dem Titel „Wund-Arzneisches Zeug-Haus“. Auf 20 ganzseitigen Tafeln wird darin das chirurgische Instrumentarium der damaligen Zeit geordnet nach Einsatzzweck vorgestellt. Auf Tafel III werden beispielsweise Knochen-Elevations-Instrumente gezeigt. Im nachfolgenden Teil des

⁹ nach Feldtbuch der Wundtartzney, Repr. des Originals, Einführung, *Edition Med. Rara*, Stuttgart 1972, S.3.

¹⁰ H. Robin, 1992, S.171.

¹¹ Herrlinger, 1967, S.142.

¹² Reprint des Originals, Einführung, *Edition Medicina Rara*, Stuttgart 1972, S.5.

¹³ Herrlinger, 1967, S.142.

¹⁴ Reprint des Originals, Einführung, *Edition Medicina Rara*, Stuttgart 1972, S.6.

Buches wird der Einsatz einiger Instrumente in Bildfolgen erklärt. So wird auf zwei Tafeln das Vorgehen bei einer Trepanation mit Verwendung der vorher beschriebenen Instrumente erläutert. Auf den Tafeln sind nur noch isoliert der Kopf und die Hände zu sehen, die die Instrumente führen. Das ist ein neuer Bildtypus, der eine konzentriertere Beschreibung als die auch noch verwendeten Behandlungsszenen zulässt. Die Abbildungen im „Armamentarium Chirurgicum“ sind nicht mehr als Holzschnitte, sondern als Holzstiche und Kupferstiche ausgeführt, was ein Arbeiten mit feineren Schraffuren zulässt und somit die Ausarbeitung von Licht- und Schattenführung begünstigt. Zudem nimmt dadurch die Plastizität der Abbildungen noch einmal zu.

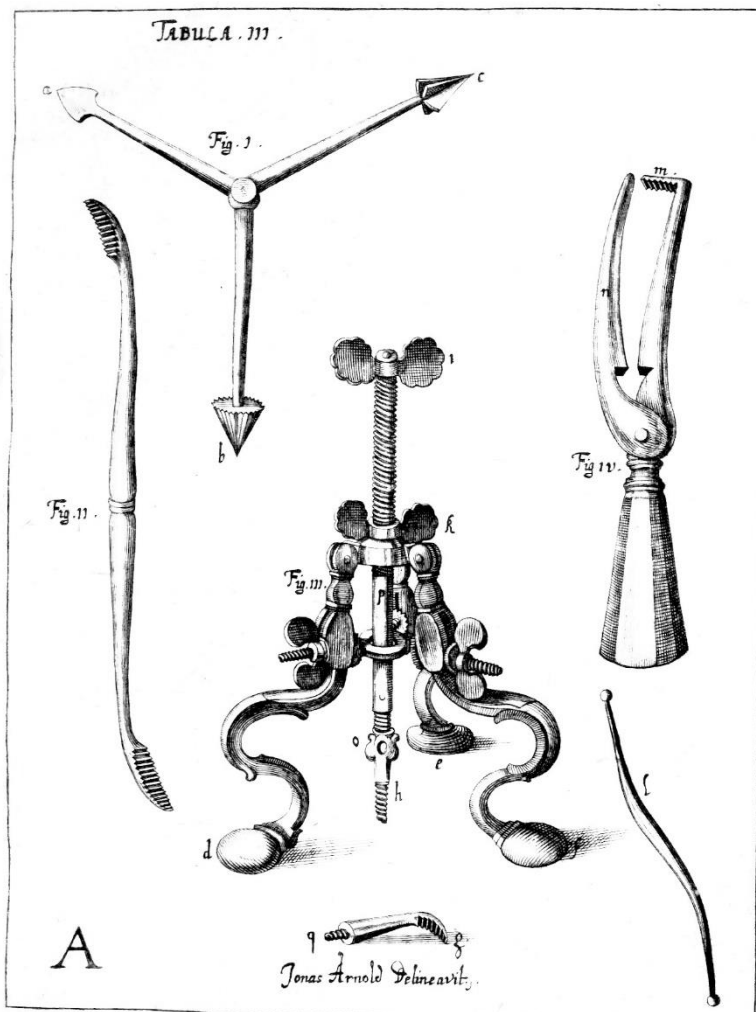


Abbildung 3: Trepanationsinstrumente aus Johannes Scultetus „Wund-Arzneisches Zeug-Haus“ 1666.

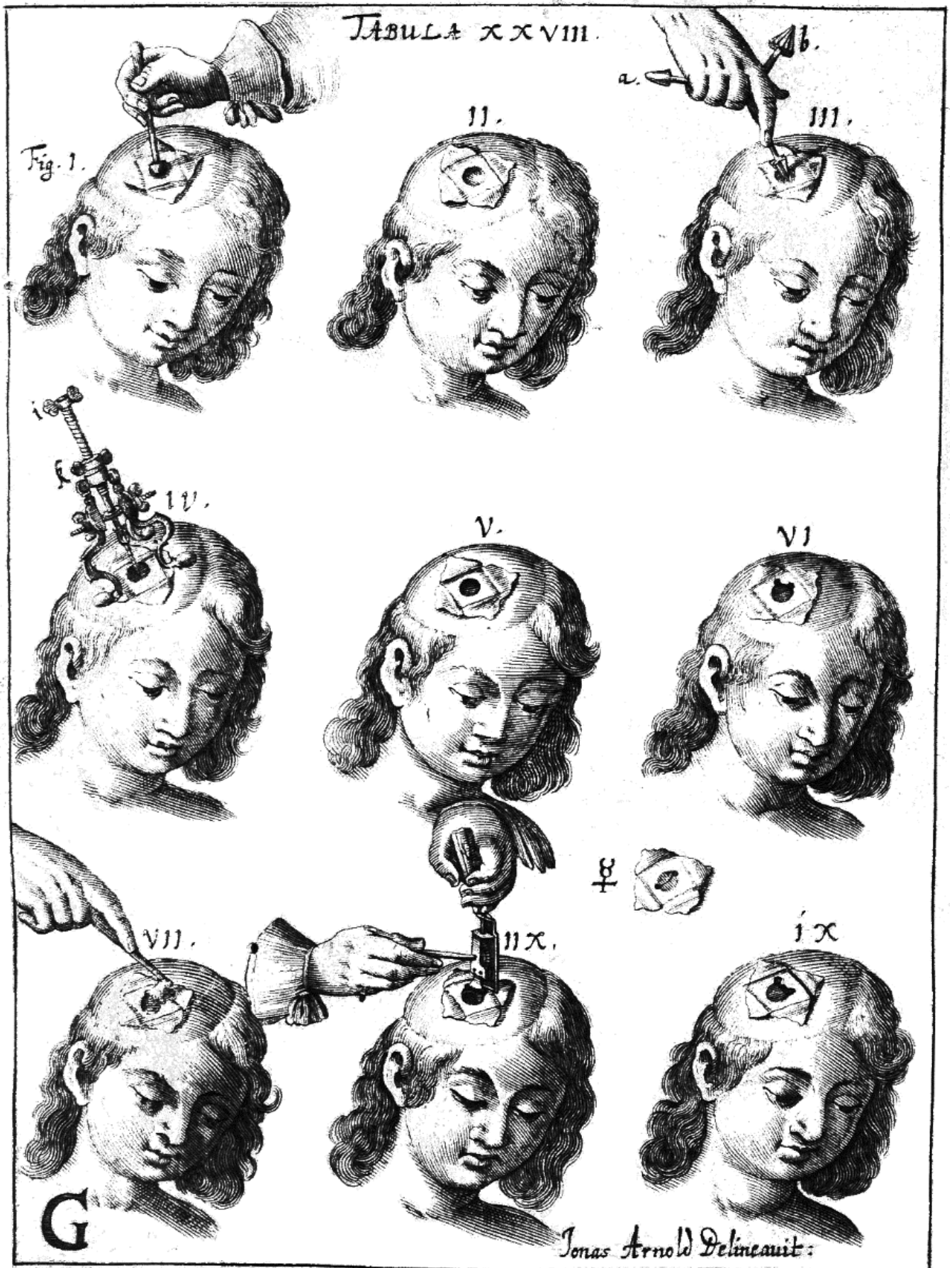


Abbildung 4: Ausführung einer Trepanation aus Johannes Scultetus „Wund-Arzneyisches Zeug-Haus“ 1666

2.1.6 Einfluss der technischen Entwicklungen

Der Buchdruck bediente sich ab dem 15. Jahrhundert dem Holzschnitt, einem Hochdruckverfahren, bei dem die nichtdruckenden Teile des Druckstocks weggeschnitten werden. Der Holzstich, auch Xylographie genannt, kann als eine Weiterentwicklung des Holzschnittes gesehen werden. Er wurde um 1780 in England von Thomas Bewick entwickelt und ist im Gegensatz zum Kupferstich ein Hochdruckverfahren. Beim Holzschnitt wird ins Langholz geschnitten, beim Holzstich wird ins Hirnholz gegen die Faserrichtung gearbeitet.¹⁵ Der Holzstich benutzt zusätzlich die auch beim Kupferstich verwendeten Werkzeuge, die sogenannten Grabstichel, mit denen es möglich ist, zusätzlich feine Strukturen in das Holz zu stechen. Im Gegensatz zum Kupferstich lässt sich der Holzstich als Hochdruckverfahren im Buchdruck zusammen mit dem Text drucken. Der Kupferstich ist ein Tiefdruckverfahren, dessen Vervielfältigung viel schwieriger ist, denn es muss vor jedem Druck die Druckplatte von Hand einzeln mit Farbe eingerieben und gesäubert werden, deshalb wurden Holzschnitt und Holzstich für die Herstellung von Büchern oft bevorzugt.

Der Vollständigkeit halber sei noch das 1798 von Aloys Senefelder entwickelte Steindruckverfahren, auch Lithografie genannt, erwähnt. Bei der Lithografie kann mit fetthaltiger Farbe direkt auf einen plangeschliffenen Kalksandstein, meist aus Solnhofen, gezeichnet werden. Der gewässerte Stein kann auch leicht zum Auflagedruck verwendet werden, denn das Prinzip der Lithografie beruht darauf, dass die fetthaltige Zeichnung auf dem Stein Farbe annimmt und die restliche nasse Oberfläche des Steins die Farbe abstößt.¹⁶

Die in J.M. Bourgery und N.H. Jacob „Atlas of Human Anatomy and Surgery“ (1831-1854 erschienen) enthaltenen Abbildungen beruhen auf mehrfarbigen übereinander gedruckten Lithografien. Die Zeichner und Drucker konnten damit annähernd fotorealistische Abbildungen schaffen.¹⁷

Der Offsetdruck, um 1900 von Ira Rubel entwickelt, ist die Fortentwicklung der Lithografie, der sich anstelle der Steinplatten Metallplatten mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften bedient. Die auf Rollen gespannten Druckplatten ermöglichen eine sehr schnelle Vervielfältigung. Durch die fotografische Belichtung der Platten können im Vierfarbrasterdruck nahezu alle Abbildungen egal welchen Ursprungs gedruckt werden.¹⁸

Die technische Umsetzung hat also auch immer Einfluss auf den Stil und die Form einer Abbildung.

¹⁵ nach R. Agte et.al., 1984, Das große Lexikon der Graphik, vgl. S.41.

¹⁶ nach Agte et.al., 1984, Das große Lexikon der Graphik, vgl. S.38.

¹⁷ vgl. J.M. Bougery & N.H. Jacob, Band 1, S.35. des Reprints, (2008)

¹⁸ R. Agte et.al., 1984, Das große Lexikon der Graphik, vgl. S. 40.

M. Buschhaus verfolgt in seinem Buch „Über den Körper im Bilde sein - Eine Medienarchäologie anatomischen Wissens“, wie die technischen Entwicklungen, über die Drucktechniken, die Fotografie und die medizinischen Bildgebungsverfahren, die Sicht auf den menschlichen Körper verändert haben. M. Putscher hinterfragt „Das Bild als Abbild und die Massenhaftigkeit der Bilder“ und beleuchtet den Einfluss der Reproduzierungstechniken vom Holzstich bis zum fotografischen Reproduktionsverfahren auf die Verbreitung der Bilder und den daraus resultierenden Wert eines Bildes. Auch hinterfragt sie, im Vergleich einer Fotografie eines Präparates mit einer Illustration eines Präparates, wo die Realität besser abgebildet ist. Die wissenschaftliche Abbildung schematisiert den Sachverhalt, das Präparat kann nur der Wissenschaftler lesen.¹⁹

Die amerikanische Wissenschaftlerin Karen Barad hat in ihrem 2006 erschienenen Buch „Meeting the Universe Halfway“²⁰ ihre Theorie des agentiellen Realismus entwickelt. Dieses Werk ist eine fundierte Auseinandersetzung mit der Verflechtung von Materie, Diskurs und Handlungsmacht, basierend auf Erkenntnissen aus der Quantenphysik und feministischer Theorie. Übertragen auf die derzeitige Arbeitsweise eines wissenschaftlichen Illustrators zeigt sich, dass das verwendete Zeichenprogramm, die Aufnahmegeräte zur Sammlung des Ausgangsmaterials sowie die Präsentationstechnologien und Internetstandards bei digitalen Publikationen eine agentielle Funktion besitzen. Diese Werkzeuge prägen nicht nur die visuelle Form der Abbildungen, sondern beeinflussen aktiv die Art der Erkenntnisgewinnung und Wissensvermittlung.

¹⁹ M. Putscher, S.141.

²⁰ K. Barad, 2006, Meeting the Universe Halfway

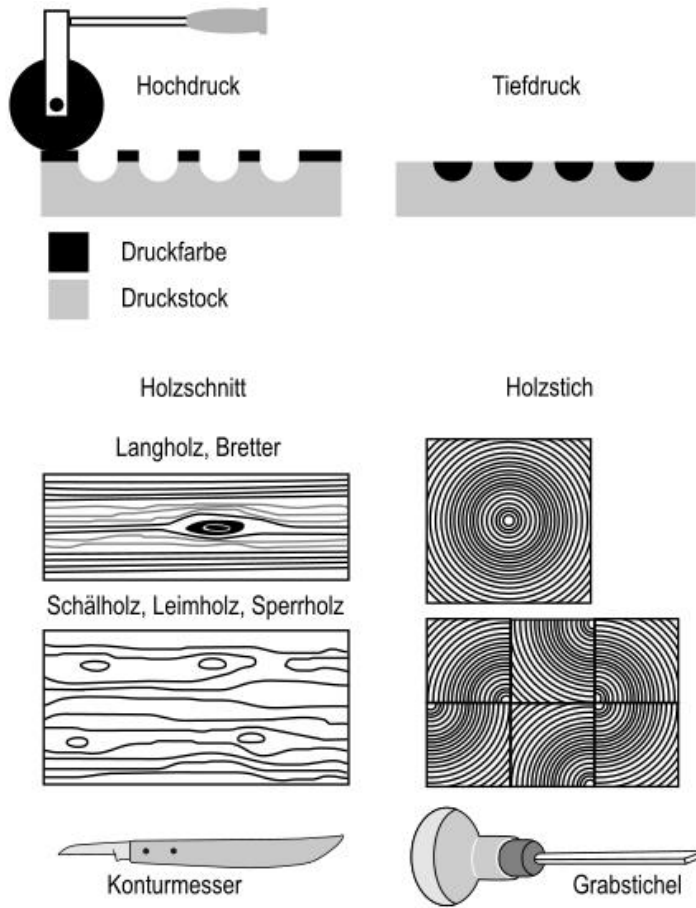


Abbildung 5: Prinzip von Hoch und Tiefdruck, Holzbearbeitungsrichtung Holzschnitt und Holzstich, Werkzeuge

2.1.7 Aktueller Stand des Umgangs mit Bildern am Beispiel eines Operationsatlas

Das von A. Raabe 2019 herausgegebene Buch „The Craniotomy Atlas“ verwendet als Abbildungen die folgenden Kategorien:

- Fotos,
- reine schematisierte Grafiken in Form von Vektorgrafiken,
- Fotos, mit Markierungen und Zeichnungen in Form von Vektorgrafiken überlagert,
- Gegenüberstellungen von Fotografien des OP-Situs und erläuternden Vektorgrafiken.

Da diese Bilder alle urheberrechtlich geschützt sind, zeigen die Abbildungen 6 bis 9 die gleichen Bildkategorien. Sie wurden vom Autor während der Entstehung der readyNCOP-App erstellt. Die Abbildungen werden gezeigt, um die heutzutage möglichen Abbildungsmethoden zu veranschaulichen.



Abbildung 6: Fotografie einer Operation an der lumbalen Wirbelsäule

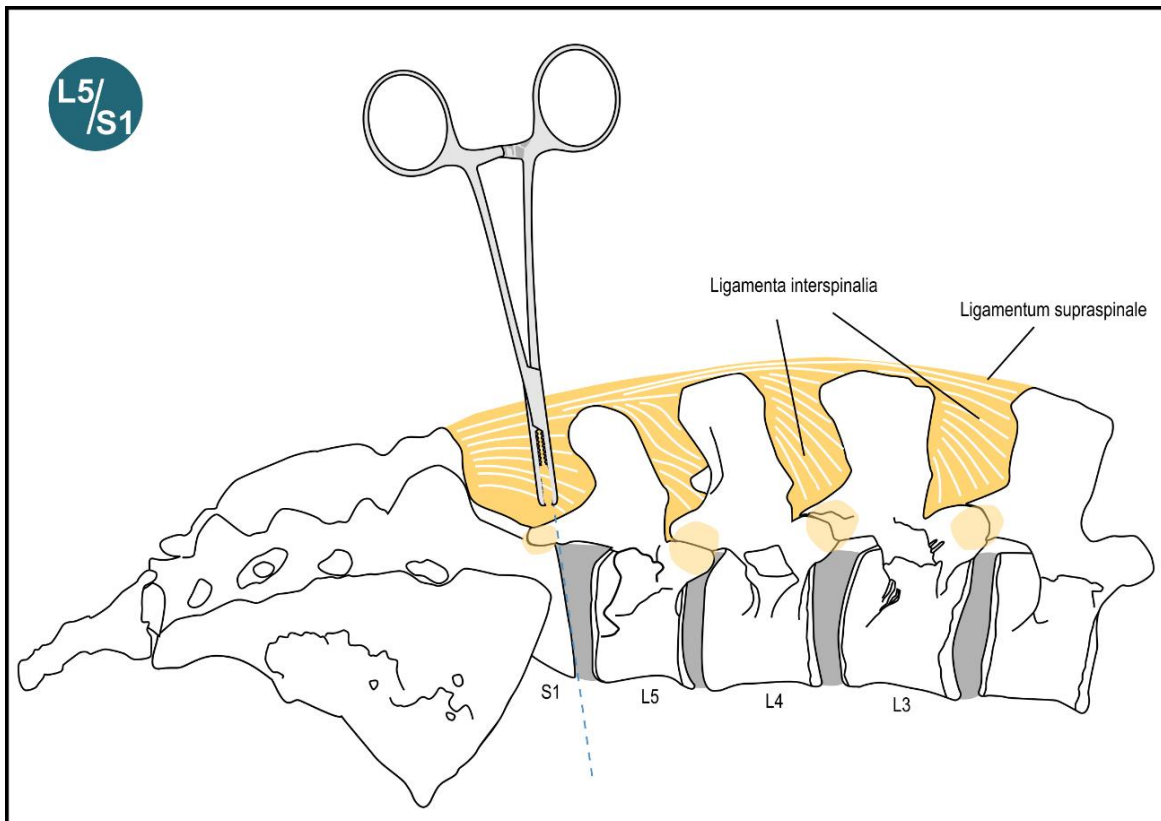


Abbildung 7: schematisierte Vektorgrafik eines Einzelschrittes eines Wirbelsäuleneingriffs

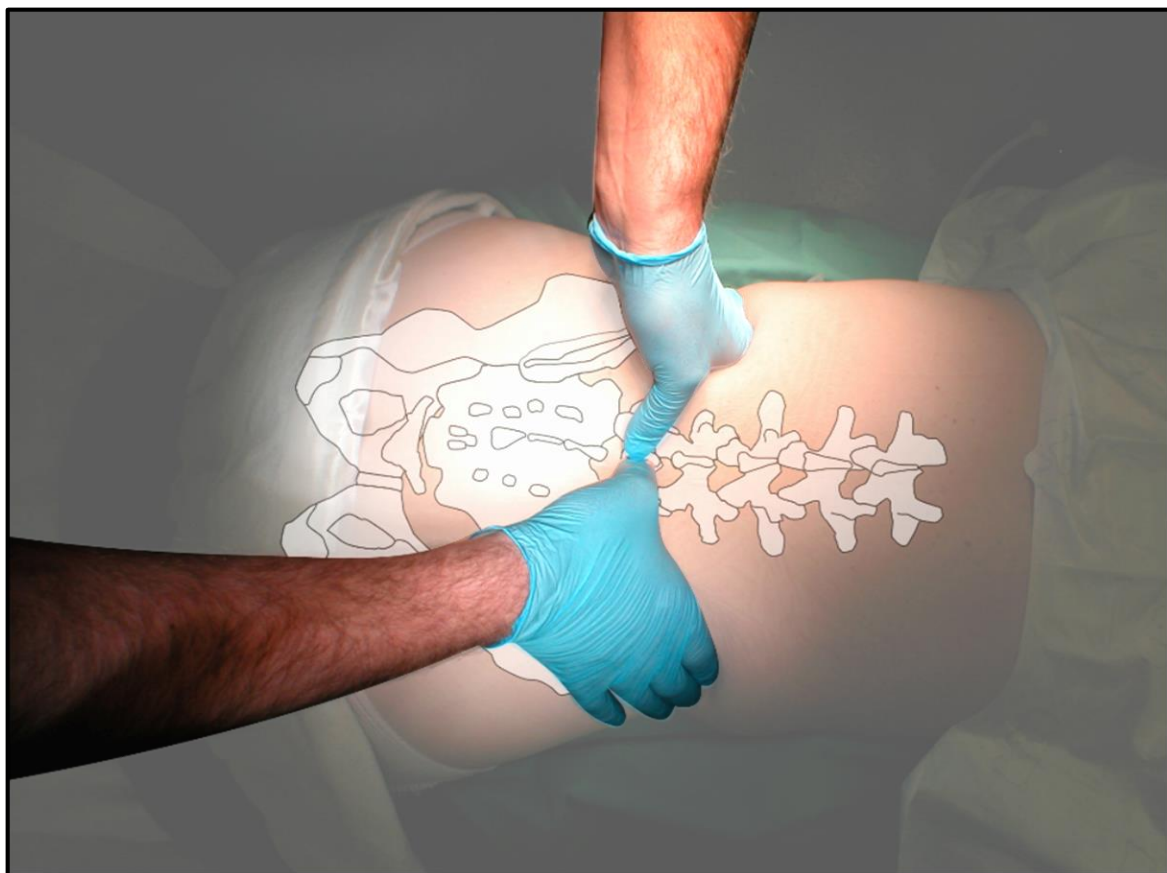


Abbildung 8: Kombination von Fotografie und Vektorgrafik; Ertasten der Dornfortsätze; das Foto wird von einer Vektorgrafik überlagert, die die Position von Kreuzbein, Wirbelkörpern und Becken zeigt

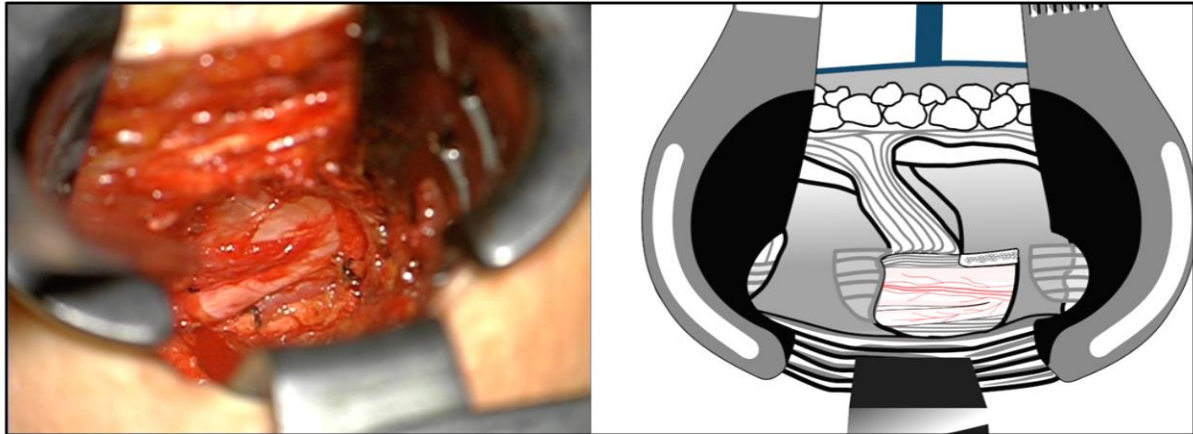


Abbildung 9: Fotografie mit der Gegenüberstellung einer schematischen Vektorzeichnung, gezeigt wird der Situs einer lumbalen Bandscheiben-Operation

In Raabes Buch „The Craniotomy Atlas“ sind im Kapitel Basics die unterschiedlichen für die Kraniotomien notwendigen Lagerungen mit vielen Fotos aus dem OP beschrieben. Die Fotos zeigen ein realistisches Bild des im OP gelagerten Patienten, zum Teil mit den Lagerungsmitteln. Es wird aber auch eine Menge an nicht für die Lagerung relevanter Information geliefert: zu sehen sind der Tubus des Patienten, venöse Zugänge und Schläuche, Decken, Pflaster, Tücher, Kabel, die es manchmal schwierig machen, sich die genaue Lagerung zu veranschaulichen.

Im Kapitel „Rigid head fixation“ (starre Kopffixierung) werden ausführlich mit vielen Bildern von einem Schädelmodell, das in einer Mayfield-Klemme fixiert ist, sehr konzentriert die wichtigsten Aspekte, die bei der Fixierung des Kopfes zu beachten sind, demonstriert. Anhand der Bilder werden Winkel, Landmarken, Fehlervermeidung und Anbringung von Zusatzinstrumenten an der Mayfield-Klemme, etc. besprochen.²¹ Auf die übrigen Aspekte der korrekten Lagerung des restlichen Körpers wird in diesem Fall bewusst nicht eingegangen. An diesem Beispiel lässt sich gut sehen, dass eine Abbildung nie alle Fragestellungen abdecken will, sondern sich in diesem Fall den für die Neurochirurgen priorisierten Fragen stellt, was nicht heißt, dass während der speziellen Operation diese Aspekte vernachlässigt werden.

2.1.8 Im Vergleich ein Operationsatlas aus den 1980er Jahren

Auf dem Umschlag des von W.T. Koos, et.al. 1985 verfassten „Color Atlas of Microneurosurgery“ befindet sich eine aufwändig gestaltete Buntstiftzeichnung. Im Innenteil des Buches sind den Fotos von Präparaten und vom OP-Situs schematisierte Tuschezeichnungen gegenübergestellt. Manche der Tusche-Zeichnungen haben farbige

²¹ Raabe, 2019, S. 21ff.

Markierungen. Diese wurden, wie damals üblich, auf einer Folie oder Transparentpapier ergänzt und erst über eine Reprokamera für den Druck zusammengefügt.

Die Linien der Tuschezeichnungen wurden früher mit den gleichen Zeichenstiften wie technische Zeichnungen ausgeführt, den sogenannte Rapidographen. Rapidographen sind Tuschefüller mit fester Linienstäke, die ein gleichmäßiges Zeichnen ermöglichen und in verschiedenen Strichstärken erhältlich sind.

An die Stelle der Tuschezeichnungen sind heutzutage die Vektorzeichnungen getreten, auf die im späteren Teil der Arbeit noch eingegangen wird.

2.2 Operationshandbücher allgemein

Operationshandbücher dienen als wesentliche Ressourcen für alle Fachkräfte im Operationsbereich, einschließlich Chirurgen, Anästhesisten, Pflegekräfte, operations-technische Assistenten (OTAs) und medizinisch-technische Assistenten (MTAs), Studenten und Auszubildende. Sie bieten detaillierte Anleitungen und Richtlinien für eine Vielzahl von chirurgischen Verfahren und Situationen, um eine sichere und effektive Patientenversorgung zu gewährleisten.

Für die jeweiligen Berufsgruppen gibt es berufsspezifische Literatur. Überwiegend für den ärztlichen Bereich gibt es für die unterschiedlichen chirurgischen Disziplinen fachspezifische Literatur.

2.2.1 Literatur für die OP-Pflege, OTAs und MTAs

Das von M. Liehn et.al. herausgegebene „OP-Handbuch“²² ist ein Kompendium für OP-Fachpflegekräfte, richtet sich aber auch an OTAs und MTAs. Darin werden im allgemeinen Teil die Aufgaben der Pflegekraft im OP, allgemeine Operationslagerungen, Risikomanagement, Aspekte zur pflegerischen Dokumentation, chirurgisches Nahtmaterial und die Grundinstrumentierung besprochen.

Das Buch beinhaltet einen Abschnitt, der die verschiedenen chirurgischen Fachgebiete behandelt. Darunter ist auch ein Kapitel zur Neurochirurgie enthalten. Zunächst werden die anatomischen und physiologischen Grundlagen der Neurochirurgie besprochen. Des Weiteren wird auf die neurochirurgische Diagnostik eingegangen und neurochirurgisch zu behandelnden Erkrankungen und die passenden Behandlungsstrategien vorgestellt. Dieser Teil ist sehr theoretisch ausgeführt und zeigt hierzu kaum Bilder. Im Abschnitt „Instrumente

²² M. Liehn et.al., 2021

und Geräte der Neurochirurgie“ werden auf Fotos neurochirurgische Standardinstrumente, wie Elevatorien, Dissektoren, Dandy Klemmen, Raney Clips, Kraniotom, Trepan, Knochenstanzen, Bajonettpinzetten, Mikroscheren, Arachnoideaschere und Mikronadelhalter gezeigt.

An speziellen neurochirurgischen Operationslagerungen werden nur die Bauchlagerung zur Operation an der lumbalen Bandscheibe und die sitzende Lagerung mit Mayfield-Klemme als Möglichkeit zum Zugang zur hinteren Schädelgrube vorgestellt.

Im „1x1 der chirurgischen Instrumente von M. Liehn und H. Schlautmann²³ wird die Geschichte der chirurgischen Instrumente, die zur Herstellung verwendeten Materialien und die verschiedenen Grundinstrumente beschrieben. Es wird das Instrumentieren, mit den dabei zu beachtenden Regeln, erläutert. In einem weiteren Teil werden Spezialinstrumente und ihre Handhabung unter Zuordnung der spezifischen Fachgebiete besprochen. Der Tischaufbau und die Aufteilung der Instrumente zwischen Grund- und Zusatztischen wird behandelt, auch das Vorbereiten der einzelnen Instrumente, beispielsweise eines Nadelhalters, wird erläutert. Reinigung, Desinfektion, Sterilisation und Pflege der Instrumente werden gezeigt. Auf Mikroinstrumente wird nur knapp eingegangen, spezielles neurochirurgisches Instrumentarium wird nicht besprochen.

2.2.2 Literatur für die ärztlichen Mitarbeiter

Operationsatlanten begleiten die Ausbildung von Assistenzärzten und dienen auch etablierten Fachärzten zur Erweiterung ihres Fachgebietes.

Neben allgemeinen Operationshandbüchern für die Chirurgie gibt es auch spezialisierte Literatur, die auf bestimmte Fachgebiete oder Operationstechniken zugeschnitten ist. Diese Bücher bieten detaillierte Einblicke in spezifische Verfahren oder Krankheitsbilder und dienen der Weiterbildung oder sind wertvolle Nachschlagewerke für Assistenzärzte, Fachärzte und Spezialisten.

Es gibt zahlreiche Operationsatlanten für die Neurochirurgie, mal geht es um das Vermitteln bestimmter Techniken, z.B. der Mikrochirurgie, der Verwendung der Endoskopie oder um Zugangswege zu neurochirurgisch relevanten Regionen.

M. Yaşargil veröffentlichte zwischen 1984 und 1996 sein sechsbändiges Werk mit dem Titel „Microneurosurgery“, das sich allein dem Thema Mikrochirurgie widmet.

²³ M. Liehn / H. Schlautmann, 2022

Der ehemalige Ordinarius der Mainzer Neurochirurgie A. Perneczky veröffentlichte zwei Bücher zum Gebrauch der Endoskopie in der Neurochirurgie: „Endoscopic Anatomy for Neurosurgery“ und „Keyhole Concept in Neurosurgery including Endoscopic Assisted Microsurgery“.

Das von A. Raabe herausgegebene Buch „The Craniotomy Atlas“ beschreibt die Kraniotomien des Schädels von den verschiedenen Schädelbasis-Zugängen bis zu Entlastungskraniektomien bei erhöhtem intrazerebralem Druck. Im Vordergrund stehen hierbei die Operationsplanung, die Patientenlagerung, die für die Kraniotomien wichtigen Landmarken und anatomischen Strukturen, die korrekte und schonende Ausführung der Kraniotomie, aber auch die Kranioplastik am Ende des Eingriffs.

Es gibt verschiedene Konzepte, Operationsatlanten zu strukturieren: ein Operationsatlas muss nicht unbedingt eine Operation von Anfang bis Ende beschreiben, sondern kann sich auch auf einzelne Aspekte oder Phasen einer Operation konzentrieren. „The Craniotomy Atlas“ von A. Raabe ist hierfür ein gutes Beispiel.

Das von M. Aebi et.al. herausgegebene „AOSPINE Manual - Principles and Techniques“ erklärt zunächst den Aufbau und die Funktion der Wirbelsäule. Es gibt ein eigenes Kapitel über die chirurgische Anatomie der Wirbelsäule, in dem die einzelnen Abschnitte der Wirbelsäule anhand von anatomischen Präparaten und Vektorgrafiken beschrieben werden. Das Kapitel „Spinal Instrumentation“ (dt.: Wirbelsäuleninstrumentierung) zeigt ein breites Spektrum an Stabilisierungs- und Rekonstruktionsoperationen an der Wirbelsäule mit der Unterstützung vieler Abbildungen. Zur Veranschaulichung kommen hier folgenden Abbildungskategorien: Abläufe, wie etwa die Fixation von Wirbelkörpern miteinander, werden als Abfolgen von Vektorgrafiken dargestellt. Instrumentationen werden auch auf Fotos von Kunststoffmodellen der Wirbelsäule gezeigt. Es beinhaltet eine Vielzahl von Röntgenbildern, die den prä- und postoperativen Zustand der Wirbelsäule veranschaulichen.

2.2.3 Interdisziplinäre Bücher: Lagerungshandbücher

Der wichtigste Aspekt einer behutsamen Lagerung ist die Vermeidung von Schäden an Nerven, Haut, Muskeln und sonstigem Weichteilgewebe bei der Positionierung des Patienten auf dem OP-Tisch. Gleichzeitig ist der optimale Zugang zum Operationsgebiet die Voraussetzung für einen erfolgreichen Eingriff.

Verschiedene Lagerungshandbücher bieten detaillierte Anleitungen und Standards für die sichere und effektive Positionierung von Patienten im Operationssaal. Zu den empfehlenswerten Werken gehören:

- Schmidt-Bräkling, T. et.al.: „Patientenlagerung im OP“
- Aschemann, D. et.al.: „OP-Lagerungen für Fachpersonal“
- Duru, S. et.al.: "Standards der OP-Patientenlagerung“

Jedes dieser Bücher bietet wertvolle Einblicke und praktische Anleitungen für das Fachpersonal, um die Patientenlagerung während chirurgischer Eingriffe optimal durchzuführen und Lagerungsschäden zu vermeiden. Es gibt auch in allen drei Büchern ein Kapitel über die rechtlichen Aspekte der Patientenlagerung, insbesondere auch über die Verantwortlichkeiten und Konsequenzen in Folge von Lagerungsschäden.

D. Aschemann beschreibt in dem Unterpunkt „Interdisziplinäre Zusammenarbeit bei der Lagerung der Patienten“ ausführlich, wer in welcher Phase der Operation die Verantwortung für die Lagerung des Patienten trägt. In der „Präoperativen Phase“ ist zunächst der Anästhesist für die Lagerung des Patienten verantwortlich, der Operateur trifft „die Entscheidung über die Lagerung zur Operation nach den Erfordernissen des operativen Vorgehens unter Berücksichtigung des anästhesiologischen Risikos“. Der Operateur ist verantwortlich für die Lagerung auf den OP-Tisch. Der Anästhesist ist während der Operation für die korrekte Lagerung der Extremitäten verantwortlich und hat den Patienten stets im Blick, um das Operationsteam auf Lageveränderungen aufmerksam zu machen, die bei Bedarf korrigiert werden müssen. Nach Beendigung der Operation übernimmt der Anästhesist wieder die Verantwortung inklusive der Umlagerung auf den OP-Tisch „bis zur Beendigung der postanästhesiologischen Überwachung“.²⁴

Auch geht D. Aschemann im Punkt „Zusammenarbeit zwischen Ärzten und Pflegekräften bei der Patientenlagerung“ auf die sogenannte Anordnungsverantwortung ein. „Pflegekräfte, die bei der Lagerung helfen, handeln im Auftrag des die jeweilige Anweisung gebenden Arztes.“ Und beleuchtet die daraus resultierenden Konsequenzen.²⁵

In D. Aschemann werden viele verschiedene Fachgebiete abgehandelt, speziell auf die Neurochirurgie wird nicht eingegangen.

In T. Schmidt-Bräkling gibt es ein spezielles Kapitel über die „Lagerungstechniken bei kranialen neurochirurgischen Operationen“, in dem der Einsatz der Mayfield-Klemme bei der Rückenlagerung besprochen wird. Des Weiteren werden die Parkbenchlagerung und die halbsitzende Lagerung jeweils mit Fixierung des Kopfes in der Mayfield-Klemme

²⁴ D. Aschemann, 2009, S.25f.

²⁵ D. Aschemann, 2009, S.26f.

besprochen.²⁶ Bauchlagerungen mit Bauchlagerungskissen werden allgemein besprochen, die Lagerung mit Wilson-Bank allerdings nicht.

S. Duru stellt zunächst die Grundlagerungsarten Rückenlage, Lloyd-Davis-Lagerung, Steinschnittlagerung, Seitenlage und Bauchlage vor und in einem weiteren Kapitel deren mögliche Modifikationen. Es gibt zwar einen abteilungsspezifischen Lagerungsteil, in dem die Neurochirurgie aber keine Erwähnung findet.

Die Lagerungen werden in allen drei Büchern anhand von Fotos von gelagerten Patienten im OP dargestellt, wobei in einigen Fällen Lagerungen mithilfe eines Fotomodells nachgestellt werden. In T. Schmidt-Bräklings „Patientenlagerung im OP“ gibt es eine Besonderheit: über abscannbare Strichcodes können einzelne Lagerungen des Patienten auf den OP-Tisch als Videos im Internet abgerufen werden.

2.3 Fazit

Operationsatlanten, Lagerungshandbücher und OP-Handbücher sind wichtig in der Aus- und Weiterbildung sowohl im ärztlichen als auch im pflegerischen Bereich. Sie liefern sehr detailliertes Wissen beim Erlernen einer neuen Technik, sie sind aber auch gut als Nachschlagewerke zu gebrauchen und zeigen oft mit eindrücklichen Fotografien vom OP-Situs viele Details einer Operation. In den Lagerungshandbüchern sind beispielsweise auch anschauliche Aufnahmen der pathologischen Folgen einer fehlerhaften Patienten-Lagerung zu finden.

Die kontinuierliche Weiterentwicklung der medizinischen Wissenschaft und Technologie erfordert regelmäßige Aktualisierungen und Überarbeitungen von Operationshandbüchern, um den neuesten Stand der Forschung und die besten Praktiken widerzuspiegeln. Daher ist es wichtig, dass Fachkräfte im Operationsbereich stets Zugang zu aktuellen und zuverlässigen Informationsquellen haben. Dies ist am besten über ein elektronisch verfügbares Medium zu erreichen, das modern und flexibel gestaltet werden kann und sowohl über den PC oder ein Smartphone vor Ort aktiv benutzt werden kann. Im Mittelpunkt steht die Aktualität der Angaben zu den geplanten Eingriffen auf Basis von informativen Illustrationen.

2.4 Zielsetzung

Ziel dieser Arbeit ist es, eine webbasierte App zu entwickeln, die die OP-Vorbereitungsschritte, insbesondere Lagerung, Positionierung des OP-Teams und verwendetes OP-Besteck, anhand moderner Illustrationsmethoden und interaktiver Techniken veranschaulicht. Diese digitale Lösung soll den Zugang zu chirurgischen Informationen erleichtern und eine zeitgemäße, flexible Alternative zu klassischen Operationsatlanten in Papierform bieten.

²⁶ T. Schmidt-Bräklings, 2017, S.106ff.

3 Material und technische Realisierung

3.1 Sammeln von Bildmaterial und Informationen in der Operationsabteilung



Abbildung 10: Fotografieren im OP mit Smartphone auf dem Stativ

3.1.1 Zielsetzung für das Fotografieren im OP

Um Zeichnungen von den Patientenlagerungen, den OP-Bestech-Tischen und den Positionierungen aller an der Operation beteiligten Personen und den wichtigsten Gerätschaften zu machen, ist es notwendig bei möglichst vielen Operationen anwesend zu sein und mit der Kamera möglichst die wichtigsten relevanten Details festzuhalten und Übersichtsaufnahmen zu machen. Die Fotografien dienen später als fotografisches Skizzen- und Vorlagenbuch für die Zeichnungen des OP-Handbuchs, wenn sie richtig aufgenommen und organisiert werden.

3.1.2 Formale, ethische und hygienische Aspekte

Das Fotografieren im OP bedarf einer guten Vorbereitung und einige Kriterien sollten beachtet werden. Bevor im Operationsbereich fotografiert wird, sollte immer eine Absprache mit dem Patienten und dem Operateur erfolgen. Der reibungslose Ablauf der Operation steht stets im Vordergrund und sollte möglichst wenig beeinträchtigt werden, um das Wohl des Patienten nicht zu gefährden.

Es ist wichtig, dass der Fotograf vor der Operation alle beteiligten Personen über seine Anwesenheit und Absichten informiert und mitteilt, dass Aufnahmen für das OP-Handbuch gemacht werden sollen.

Es ist stets notwendig, vor der Aufnahme mit dem Patienten zu kommunizieren am besten schon vor der Operation auf Station und dessen Zustimmung einzuholen, falls auch Fotos von ihm gemacht werden sollen. Sofern der Patient keine Einwände hat, wird er gebeten, eine Einverständniserklärung zu unterzeichnen. Hierfür gibt es innerhalb der Klinik ein Musterformular. Alle Bilder, auf denen Patienten abgebildet sind, müssen anonymisiert werden, das heißt, alle personenbezogenen Merkmale müssen entfernt werden, sodass die betroffenen Personen nicht mehr identifiziert werden können.

Es sollte unbedingt Diskretion bewahrt werden und darauf geachtet werden, dass weder der Patient noch das Personal in seiner Privatsphäre verletzt wird. Nach Möglichkeit werden nur Aufnahmen gemacht, die für das Projekt relevant sind. Wenn Fotografien, auf denen der Patient abgebildet ist, nicht für weitere Illustrationen gebraucht werden, dann sollen diese durch Löschen verworfen werden.

Beim Fotografieren im OP ist es von größter Bedeutung, stets ausreichend Abstand zu den an der Operation beteiligten Personen zu wahren, insbesondere wenn diese sterile Operationskleidung tragen oder der Patient steril abgedeckt ist. Das gleiche gilt für die gerichteten Instrumententische oder steril verpacktes Instrumentarium, wie Mikroskop oder C-Bogen. Dadurch wird vermieden, die Sterilität zu gefährden.

3.1.3 Vorbereitung und Auswahl des Equipments

Es ist grundlegend, Absprachen mit den Operateuren zu treffen, um darüber informiert zu sein, wann interessante Operationen auf dem OP-Plan stehen und dokumentiert werden können. Dadurch wird sichergestellt, dass hochwertiges Material gesammelt werden kann. Da der OP-Plan sich oft kurzfristig noch ändert und eine für das OP-Handbuch interessante Operation spontan angesetzt werden kann, sollte das benötigte Equipment stets bereitliegen.

Um den Anforderungen bei den Aufnahmen im OP gerecht zu werden, wurde mit unterschiedlichen Kameras am Anfang des Projekts zum Teil parallel gearbeitet. Zum Einsatz kamen eine Spiegelreflexkamera mit Wechselobjektiven, eine Kompaktkamera mit Schwenkdisplay und verschiedene Smartphones. Smartphones mit ihren großen Displays zeigen kontrollierbar den zu fotografierenden Bildausschnitt und erlauben durch einfache Bedienbarkeit schnelles Fotografieren, was gerade in der Vorbereitungsphase einer Operation oft notwendig ist, um alle Einzelschritte, die in schneller Abfolge geschehen, zu

dokumentieren. Aufgrund ihres im Vergleich zu Kameras geringeren Gewichts können Smartphones auch leicht in die Höhe gehalten werden, um Aufnahmen von oben zu machen.

Für die Aufnahmen der Lagerungen sind Weitwinkelobjektive auf den Kameras erforderlich, um eine Seitenansicht einer Lagerung in einem Bild festzuhalten. Dies ist notwendig, da der OP-Saal zu klein ist, um genügend Abstand für Aufnahmen mit einem Normalobjektiv zu bekommen.

In manchen Fällen bietet eine Kamera mit Schwenkdisplay gewisse Vorteile. Durch das waagrecht gedrehte Display kann auch von oben oder unten in das Display geschaut werden, was das Fotografieren aus niedriger oder hoher Position erleichtert.

3.1.4 Lichtverhältnisse beachten

Die Lichtverhältnisse im OP-Saal sind zum Fotografieren normalerweise sehr gut, da viele Deckenlampen und spezielle Operationslampen vorhanden sind, die zum Ausleuchten des Operationsfeldes verwendet werden. In den meisten Fällen kann deshalb auf das Verwenden von Blitzlicht verzichtet werden. Sollte beispielsweise bei starkem Gegenlicht doch einmal mit Blitzlicht gearbeitet werden müssen, sollte folgendes beachtet werden: Im Operationssaal sollte nur mit Blitzlicht gearbeitet werden, wenn das Operationspersonal darüber informiert ist und sich darauf vorbereiten kann, da das helle Aufflackern des Blitzlichtes das Team sonst unnötig irritieren könnte.

Die meisten aufzunehmenden Szenen im OP sind statisch. Sollten die Lichtverhältnisse ungünstig sein, gibt es dennoch ein bewährtes Hilfsmittel: Stative. Sie ermöglichen auch bei schlechteren Lichtverhältnissen gute Aufnahmen, da Verwackeln bei längeren Belichtungszeiten vermieden wird. Moderne Stative sind leicht zu handhaben und sollten, wenn ausreichend Zeit vorhanden ist, um eine Aufnahme vorzubereiten, generell eingesetzt werden, um unverwackelte Fotoaufnahmen zu ermöglichen, unabhängig von den Lichtverhältnissen. Stative eignen sich besonders gut für Übersichtsaufnahmen. Normale Kameras sind problemlos damit kompatibel, während für die Verwendung von Smartphones auf den Stativen Adapter organisiert wurden (siehe Abbildung 10).

Manchmal müssen auch Aufnahmen vom Operations-Situs gemacht werden. Dabei kann es aufgrund der sehr hellen Operationslampen zu Überstrahlungen kommen. In solchen Fällen ist es ratsam, das Operationsteam zu fragen, ob die Operationslampen kurzzeitig ausgeschaltet werden können, um bessere Aufnahmen zu ermöglichen. Auch gibt es die Alternative, Aufnahmen mit Unterstützung des OP-Teams direkt über das OP-Mikroskop zu machen.

3.1.5 Eingrenzung des zu dokumentierenden Materials

Für die readyNCOP-App stehen für die erste Phase der Realisierung die Vorbereitungsschritte der einzelnen Operationen im Fokus. Im Einzelnen sind das: die Patientenlagerung, die operationsspezifischen OP-Instrumentier- und Beistelltische und die Übersichten mit den Positionen aller an der Operation beteiligten Personen und Gerätschaften.

Um eine gute Dokumentation mit möglichst allen relevanten Details zu bekommen, ist es wichtig, sich rechtzeitig in den OP-Saal zu begeben, um diese wichtigen Vorbereitungsschritte dokumentieren zu können.

3.1.6 Vorgehen bei der Dokumentation der Lagerungen

Der präoperativ vorbereitete OP-Tisch kann noch ohne einen darauf liegenden Patienten fotografiert werden, wenn sich der Patient noch in der OP-Schleuse oder der Einleitung befindet. Es bleibt noch genügend Zeit, die bereit gelegten Lagerungsmittel zu dokumentieren, die für die spezifische Lagerung benötigt werden. In der Folge kann mitverfolgt und dokumentiert werden wie der Patient aus der Einleitung heraus auf den OP-Tisch umgelagert wird, und die Lagerungsmittel am Patienten zum Einsatz kommen. Viele andere wichtige Schritte, wie die Fixierung des Kopfes mit einer Mayfield-Klemme können festgehalten werden.

Erste Erfahrungen zeigten folgendes: das Umlagern des Patienten auf den OP-Tisch geht in der Regel sehr schnell, sobald sich der Patient in Narkose befindet, soll möglichst schnell mit dem Eingriff begonnen werden. Brauchbare Fotos sind nicht immer leicht zu realisieren, da der Ablauf der Operation recht zügig vorangeht. Oft waren bis zum Fotografieren des gelagerten Patienten schon große Bereiche des Körpers von Decken verhüllt, so dass die genaue Lagerung nur zu erahnen war. Es ist immer besser, mit dem OP-Team zu kommunizieren, aber bei gebotener Eile konnte nicht jede erforderliche Aufnahme erstellt werden. Um bessere Resultate zu erzielen, wurden eine Reihe von Lagerungen in einem unbelegten Operationssaal in Absprache mit einem Operateur nachgestellt. So konnte in Ruhe der ideal gelagerte Patient aus verschiedenen Perspektiven fotografiert werden. Es waren dann auch Perspektiven möglich, die sonst bei der Anzahl an Personen und dem im OP-Saal verteiltem Equipment nicht möglich sind.

3.1.7 Vorgehen bei der Dokumentation der OP-Arbeitstische

Der optimale Verlauf einer Operation beruht nicht zuletzt auf guter Vorbereitung. Im Idealfall liegen auf den OP-Arbeitstischen möglichst alle standardmäßig bei einem Eingriff benötigten

Instrumente und das Verbrauchsmaterial in der richtigen Gruppierung bereit. Es ist so gewährleistet, dass die OP-Schwester oder Pfleger am Instrumentiertisch dem Operateur zeitnah und ohne großes Suchen immer das richtige Instrument oder Material anreichen kann.

Die OP-Arbeitstische werden bereits gedeckt, wenn sich der Patient noch in der Einleitung befindet. Bei rechtzeitiger Anwesenheit im Operationssaal kann das mitverfolgt und dokumentiert werden. Auch kann nachvollzogen werden, aus welchen Sieben und Boxen die einzelnen Instrumentier- und Beistelltische zusammengestellt werden. Zudem ist das OP-Besteck noch unbenutzt und jedes Instrument liegt noch in der Ausgangsposition und viele Instrumente lassen sich noch erkennen aus welchen Einzelteilen sie zusammengesetzt werden. Um die OP-Arbeitstische gut aus der Vogelperspektive zu fotografieren, ist es oft ratsam, sich auf einen OP-Fußtritt zu stellen, um den gesamten Tisch in einem Bild festhalten zu können. Dabei ist es jedoch äußerst wichtig, wie bereits erwähnt, absolute Vorsicht walten zu lassen und nichts zu berühren.

Es ist vorteilhaft, die Liste mit den Aufklebern des verwendeten Sterilguts, die für die Patientenakte gesammelt werden, zu fotografieren. Diese können später nützlich sein, um die OP-Arbeitstische im OP-Handbuch korrekt zu beschriften.



Abbildung 11: zur Dokumentation gesammelte Aufkleber des Sterilguts einer Spondylodese Operation

3.1.8 Aufnahmen für die Übersichtszeichnungen

Übersichtsaufnahmen werden aus verschiedenen Positionen gemacht, um genügend Informationen für die Übersichtszeichnungen der an den Operationen beteiligten Personen und den benutzten Geräten wie Mikroskop und C-Bogen zu erhalten. Wichtig sind auch Aufnahmen, die die Anordnung der einzelnen OP-Arbeitstische um den Operationstisch

nachvollziehbar machen und es ermöglichen, jeden Tisch zu identifizieren. Diese Fotografien dienen in erster Linie zum Sammeln der Informationen und nicht als direkte Zeichenvorlagen.

Da es sich bei den zu erstellenden Übersichtszeichnungen aller an einer Operation beteiligten Personen und den wichtigsten Gerätschaften um Zeichnungen in Draufsicht handelt, müssen auch Fotoaufnahmen von Menschen und Gerätschaften aus der Vogelperspektive gemacht werden. Dies ist während des normalen OP-Betriebes schwierig. Am besten wird dies an einem extra Termin organisiert.

Um dann leichter große Objekte wie das Operationsmikroskop oder den C-Bogen in Draufsicht fotografieren zu können, wird eine Leiter organisiert.

3.2 Die Arbeitsumgebung auf Basis der Internetstandards HTML, CSS und SVG

Um die Inhalte der readyNCOP-App strukturieren zu können und auch die im OP gemachten Aufnahmen als Arbeitsgrundlage zu integrieren, wurde eine Arbeitsumgebung auf Basis der Internetstandards HTML, CSS und SVG aufgebaut. Aus der Arbeitsumgebung heraus soll schrittweise alternativ zu einer App eine webbasierte Anwendung entwickelt werden. Das webbasierte Programm kann auch als „Web-App“ bezeichnet werden.

3.2.1 Vorteile einer webbasierten Anwendung im Vergleich zu einer App

Webbasierte Anwendungen sind im Wesentlichen plattformunabhängig, da sie über einen Webbrowser auf verschiedenen Geräten und Betriebssystemen ausgeführt werden können, ohne dass eine spezielle Installation erforderlich ist. Im Gegensatz zu Apps, die heruntergeladen und auf dem Gerät installiert werden müssen, können webbasierte Anwendungen sofort über den Webbrowser gestartet werden, ohne dass eine Installation erforderlich ist. Dies macht den Zugriff auf die Anwendung einfacher und schneller für Benutzer und spart ihnen den Speicherplatz auf ihren Geräten. Updates und Änderungen an einer webbasierten Anwendung können zentral auf dem Server vorgenommen werden, und Benutzer erhalten automatisch die neueste Version, wenn sie die Anwendung über ihren Webbrowser aufrufen. Im Gegensatz dazu ist eine App immer nur so aktuell, wie die installierte Version. Webbasierte Anwendungen können, sobald ein Internetzugang besteht, jederzeit aufgerufen werden. Die Entwicklung einer webbasierten Anwendung erfordert in der Regel weniger Ressourcen und Investitionen als die Entwicklung einer plattformspezifischen App, da nur eine Version der Anwendung erstellt werden muss, die auf verschiedenen Plattformen verwendet werden kann.

Im Folgenden sind kurz die einzelnen Technologien und Standards mit kurzen Erläuterungen aufgelistet, die für die Entwicklung der webbasierten Anwendung benötigt werden. Dadurch wird das genaue Vorgehen später leichter verständlich.

3.2.2 Bedeutung und Geschichte der Hypertext Markup Language (HTML)

Hypertext Markup Language, geläufiger unter der Abkürzung HTML bekannt, ist die Standard Formatierungs-Sprache für das World Wide Web, auch Internet genannt. Es wird darüber hinaus auch innerhalb von Firmen verwendet, um das dortige Intranet zu strukturieren.

Die Standards für die Formatierungen und möglichen Erweiterungsfunktionen legt das World Wide Web Consortium, das im Oktober 1994 am Massachusetts Institut of Technology in Cambridge von Tim Berners-Lee gegründet wurde, fest²⁷. Der Physiker Tim Berners-Lee, entwickelt in den 1980er Jahren am europäischen Kernforschungszentrum CERN (European Organization for Nuclear Research) in der Nähe von Genf die Grundlagen für das World Wide Web. Von ihm stammt auch die erste Version des Server Protokolls Hypertext Transfer Protocol (HTTP), auf dessen Basis er den ersten Internet-Server und einen dazugehörigen Client, auch Internet-Browser genannt, entwickelte.²⁸

3.2.3 Formatierung und Strukturierung mit HTML

Die deutsche Übersetzung Auszeichnungssprache für den Begriff Markup Language, den zweiten Teil des Begriffs **HTML**, kann abstrakt wirken und so zunächst wenig über seine Funktion verraten. Der Begriff Auszeichnungssprache lässt sich als eine Art „manuelle“ Formatierung eines Textes erklären. Der Text wird in einem Text Editor zunächst ohne Formatierung geschrieben. Um ein Wort zu unterstreichen oder fett zu setzen, wird am Anfang eines Wortes ein spezieller Auszeichner (englisch Tag) verwendet, der am Ende des Wortes wieder aufgehoben wird.

Beispiel: `<u>unterstrichen</u>` `fett`

Ergebnis: unterstrichen **fett**

Das Ergebnis wird allerdings erst, ähnlich wie bei einer Programmiersprache, im Interpreter, in diesem Fall dem Internetbrowser, angezeigt.

(Damit der Browser weiß, mit welcher Art Dokument er es zu tun hat, steht am Anfang eines HTML-Dokuments der Tag `<html>`, das Ende des Dokuments wird auch wieder mit einem schließenden Tag angezeigt: `</html>`. Ein HTML-Dokument wird in der Regel zusätzlich zur

²⁷ (<https://www.w3.org/about/history/>)

²⁸ (<https://www.w3.org/People/Berners-Lee/>)

Identifizierung durch die Programme, die zum Erstellen als auch zum Anzeigen verwendet werden, mit den Dateierendungen .html oder in Kurzform .htm gekennzeichnet.)

Die Strukturierung eines HTML-Dokuments erfolgt durch die Verwendung von Tags, die sich durch das gesamte Dokument erstrecken. Diese Tags definieren die verschiedenen Elemente und deren Beziehungen zueinander innerhalb des Dokuments.

Ein HTML-Dokument besteht typischerweise aus einer Hierarchie von Tags, die den Aufbau und die Struktur des Inhalts beschreiben. Dies umfasst Tags für Überschriften, Absätze, Listen, Links, Bilder und viele andere Elemente.

Die Tags werden in der Regel paarweise verwendet, wobei ein öffnender Tag den Beginn eines Elements markiert und ein entsprechender schließender Tag das Ende des Elements angibt.

Beispiel: `<p>Dies ist ein Absatz.</p>`

Der Tag `<p>` markiert den Anfang des Absatzes und der Tag `</p>` das Ende.

Diese Strukturierung mit Tags erstreckt sich über das gesamte HTML-Dokument, wodurch eine konsistente und gut organisierte Darstellung des Inhalts ermöglicht wird.

3.2.4 Vorteile eines Hypertexts

Der erste Teil der Abkürzung **HTML** bezieht sich auf den Hypertext.

„Hypertext is text which is not constrained to be linear.“ (Hypertext ist Text, der nicht linear sein muss.) heißt es auf der Internetseite „What is html?“ des World Wide Web Consortiums²⁹.

Der wesentliche Gedanke dahinter ist die Abweichung von der Linearität, die der Text in einem fortlaufenden Text, beispielsweise einem Buch, normalerweise vorgibt.

„Hypertext is text which contains links to other texts.“ (Hypertext ist Text, der Verbindungen zu anderen Texten enthält.) Links können ins Deutsche als Verbindungen übersetzt werden. Meist sind Links blau unterstrichene Wörter auf einer Internetseite, die zu einer anderen Stelle im gleichen Text führen oder zu einer neuen Seite. Für die Formatierung eines Links in einem HTML-Dokument wird der sogenannte anchor-Tag `<a>` verwendet. Im nachfolgenden Beispiel

²⁹ (<https://www.w3.org/WhatIs.html>)

führt die unterstrichene Textstelle „neue Seite“ zu einem weiteren HTML-Dokument mit dem Namen neue_seite.htm.

```
<html>
```

```
<body>
```

```
<p>Um zur nächsten Seite zu gelangen klicken sie bitte auf <a href="neue_seite.htm">neue Seite</a></p>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

Der Terminus „Hypertext“ wird vom World Wide Web Consortium mittlerweile freier interpretiert und auch als „Hypermedia“ gesehen. Somit können auch andere Inhalte als Text in HTML mit eingebunden werden. Längst dürfen auch Grafiken, Pixelbilder, Videos und Audio-Dateien und andere Inhalte verknüpft werden.

Beispiele:

```

```

Der Tag bindet in diesem Fall eine Grafik im svg-Format (Scalable Vector Graphics) ein.

```

```

Der Tag verknüpft diesmal eine Pixelgrafik im png-Format (Portable Networks Graphics).

```
<video><source src="video.mp4"></video>
```

Mit dem <video>Tag wird ein Film im mp4-Format aufgerufen.

```
<audio><source src="audio.mp3"></audio>
```

Mit dem <audio>Tag wird eine Audiodatei im mp3-Format gestartet.

3.2.5 Die HTML-Erweiterung Cascading Style Sheets (CSS)³⁰

„Ein weiteres wichtiges Konzept bei der Entwicklung von Webseiten ist die Trennung von Inhalt und Gestaltung.“ bringen es die Autoren T. Eichstädt und S. Spieker in „52 Stunden

³⁰ (<https://www.w3.org/Style/CSS/>)

Informatik“ einem Fachbuch, das die Grundlagen der Informatik zum Thema hat, auf den Punkt.³¹

Um HTML-Dokumente übersichtlich zu halten, ist es anders als in den Anfangszeiten des Internets deshalb mittlerweile üblich, Inhalt und Formatierung in verschiedenen Dokumenten vorzunehmen. Die inhaltliche Gliederung innerhalb eines HTML-Dokuments wird mit Tags möglichst ohne Angaben von Schriftgröße, Schriftart, Farben und Abständen vorgenommen. Es werden lediglich verschiedene Überschriften mit dem dafür vorgesehenen Header-Tag (`<h1>Titel</h1><h2>Untertitel</h2>`) gekennzeichnet und auch für einen Absatz ein einfacher Paragraph-Tag (`<p>mein Text</p>`) verwendet. Auch alle anderen Elemente inklusive Bilder werden möglichst roh eingebunden. Die weiteren Formatierungen werden in einem aus dem Dokument heraus verlinkten extra Dokument, dem sogenannten Stylesheet, gemacht. Das hat einige Vorteile. Ein Stylesheet kann für mehrere Seiten verwendet werden, so ist es möglich, mit nur einer Änderung im Stylesheet das Layout vieler Seiten gleichzeitig zu ändern. Dies reduziert auch den Aufwand bei der Überarbeitung oder Wartung einer kompletten Internetseite. Darüber hinaus laden Internetseiten schneller, wenn nur einmal zentral die Layout-Vorgaben geladen werden müssen.

Cascading Style Sheets (CSS) ist der vom World Wide Web Consortium entwickelte und mit HTML korrespondierende Standard zum Formatieren von Stylesheets. Weitere Informationen und Details über das Einbinden und Verwenden von Cascading Style Sheets (CSS) siehe T. Eichstädt und S. Spieker³¹ und auf den Seiten des World Wide Web Consortiums.³²

3.2.6 Scalable Vector Graphics (SVG)

Scalable Vector Graphics (SVG) ist ein gebührenfreies Grafikformat, das innerhalb des World Wide Web Consortiums von einer eigenen Arbeitsgruppe entwickelt und betreut wird. Es basiert wie HTML auch auf einer Auszeichnungssprache (Markup-Language) und kann zum Erstellen von zweidimensionalen Grafiken und dem Programmieren von Grafikprogrammen verwendet werden.³³

SVG-Grafiken können leicht in HTML-Dokumente eingebunden werden, genaue Details werden auf den Seiten des World Wide Web Consortiums erklärt³⁴ oder können in

³¹ T. Eichstädt und S. Spieker, 2024, S.35.

³² (<https://www.w3.org/Style/CSS/learning>)

³³ (<https://www.w3.org/Graphics/SVG/>)

³⁴ (https://www.w3.org/wiki/SVG_Primer)

entsprechenden Fachbüchern, wie beispielsweise O. Campesato „SVG Pocket Primer“ nachgelesen werden³⁵.

Die gängigen Internetbrowser Mozilla Firefox, Opera, Apple Safari, Google Chrome und Microsoft Edge unterstützen seit einigen Jahren das SVG-Format und können darin generierte Dateien anzeigen.

Auch die gängigsten Vektorzeichenprogramme, wie Adobe Illustrator, CorelDRAW und Inkscape unterstützen das SVG-Format.³⁶

3.2.7 Auswahl des Scalable Vector Graphics Editors

Die Besonderheit am Zeichenprogramm Inkscape ist, es arbeitet direkt im SVG-Format, d.h. seine Dateien werden auch schon in diesem Format abgespeichert³⁷. (Adobe Illustrator verwendet für das Speichern seiner Dateien das eigene Format Adobe Illustrator, erkennbar an der Dateiendung .ai, CorelDRAW arbeitet mit dem Format CorelDRAW mit der Dateiendung .cdr. Die Ausgabe aus beiden Programmen in das SVG-Format ist nur über einen zusätzlichen Schritt, das Exportieren in dieses Format, möglich.)

Ein weiteres Argument für die Auswahl der Software Inkscape sind ihre Plattformunabhängigkeit und die Tatsache, dass das Programm als freie Software zur Verfügung steht.

Inkscape ist ein Scalable Vector Graphics Editor, der auf den Betriebssystemen Linux, Windows und macOS läuft und unter der GNU General Public License (<https://www.gnu.org/licenses/>) vertrieben wird. Dies ist günstig für das OP-Handbuch Projekt, da zum Teil an Windows-Rechnern als auch an Apple-Computern gearbeitet wird, auch würde das mehrfache Installieren einer Kauf- oder Mietsoftware enorme Kosten verursachen.

3.2.8 Die Dateistruktur der Arbeitsumgebung

Aufbauend auf die bereits oben erläuterten Internetstandards HTML, CSS und SVG wurde das digitale Arbeitsmaterial, bestehend aus Beschreibungstexten, digitalen Fotografien und Vektorzeichnungen direkt in der Dateistruktur, aus der später die webbasierte App entwickelt werden soll, einsortiert oder schon dort erstellt. Dies bedeutet, dass die Ressourcen bereits in

³⁵ O. Campesato, 2017, S. 3.

³⁶ www.w3.org/Graphics/SVG/WG/wiki/Implementations

³⁷ inkscape.org/about/

der Dateistruktur vorhanden sind und bereit sind, in die Entwicklung der Anwendung integriert zu werden.

3.2.9 Strukturierung der Bilddaten im Sinne einer Datenbank

Für jedes Kapitel des OP-Handbuchs wurde ein Ordner erstellt, der zwei Unterordner enthält: "bilder" für die OP-Fotos und „svg" für die Zeichnungen der Lagerungen und OP-Bestecke. Die entsprechenden OP-Fotos, die als Vorlagen für die Zeichnungen dienen, werden im Ordner "bilder" abgelegt, während der Ordner "svg" als der Arbeitsbereich für die Zeichnungen vorgesehen ist.

Die Fotos im Ordner „bilder“ bekommen Dateinamen, mit denen sie leicht sortiert und in die richtige Reihenfolge gebracht werden können. Fotos von OP-Lagerungen werden beispielsweise mit lagerung01.jpg, lagerung02.jpg, etc. durchnummeriert, möglichst in der Reihenfolge, in der sie nachher im OP-Handbuch erscheinen sollen. Nun wird eine HTML-Datei für jedes einzelne Kapitel erstellt und mit den Überschriften Kapitelüberschrift, Positionen im OP-Saal, Lagerung, Aufbau Mikroskop und Instrumenten-Tische versehen. Unter jeder Überschrift werden die im OP-Saal aufgenommenen und zum Kapitel passenden Bilder mit Hilfe des Image Tags aufgelistet. Jedes Bild erhält im HTML-Dokument zu seinem Dateinamen einen Link, der in das Verzeichnis „bilder“ führt.

Struktur des passenden HTML-Dokuments:

```
<html>

<head><title>OP-Handbuch NC Mainz</title></head>

<body>

<h1>Kapitelüberschrift</h1>

<h2>Positionen im OP-Saal</h2>

<h2>Lagerung</h2>





...

<h2>Aufbau Mikroskop</h2>




```

...

```
<h2>Instrumenten-Tische</h2>
```

```

```

```

```

...

```
</body>
```

```
</html>
```

(„src“ steht für source (Quelle) und zeigt hinter dem Gleichzeichen in Anführungszeichen den Dateinamen und das Verzeichnis an, in dem sich die Datei befindet).

Für das Inhaltsverzeichnis muss in einem übergeordneten Verzeichnis eine Liste erstellt werden, die alle Kapitel auflistet und über Links zugänglich macht.

```
<html>
```

```
<head><title>OP-Handbuch NC Mainz</title></head>
```

```
<body>
```

```
<ul>Kapitelübersicht
```

```
<li><a href="kapitel1/index.htm">Kapitel 1</li>
```

```
<li><a href="kapitel2/index.htm">Kapitel 2</li>
```

```
<li><a href="kapitel3/index.htm">Kapitel 3</li>
```

```
</ul>
```

```
</body>
```

```
</html>
```

Mit dieser Struktur wird das Auflisten der einzelnen Kapitel über das Inhaltsverzeichnis in einem Internetbrowser möglich. Die OP-Fotos in den einzelnen Kapiteln können mit den Operateuren an einem beliebigen Rechner innerhalb der Klinik besprochen werden, wenn die Dateien auf den Server der Neurochirurgie gestellt werden. Zum Anzeigen der Kapitel kann jeder beliebige Internet-Browser verwendet werden. Mit den Operateuren kann dann eine Auswahl für die später als Vorlage für die Zeichnungen, relevanten Bilder getroffen werden. Nicht benötigte Bilder werden „unsichtbar“ gemacht, in dem ihr ``-Tag aus dem HTML-Dokument gelöscht wird. Sollten herausgenommene Bilder später doch noch gebraucht

werden, sind sie auf der Festplatte noch vorhanden und können über den entsprechenden ``-Tag wieder sichtbar gemacht werden.

3.2.10 Einbinden der Zeichnungen im Scalable-Vector-Graphics-Format (SVG)

Im Rahmen des OP-Handbuchs wurden Fotos als Vorlagen für Zeichnungen verwendet.

Das Einbinden der Zeichnungen in die Arbeitsumgebung funktioniert folgendermaßen: Soll beispielsweise eine Zeichnung zum dritten Kapitel für die zweite Lagerung erstellt werden, wird mit dem Editor Inkscape eine Datei angelegt, die den Dateinamen `lagerung02.svg` bekommt und im Ordner „`kapitel03/svg/`“ abgespeichert wird. Danach kann sie über das HTML-Dokument des Kapitels unter der Überschrift Lagerung mit einem ``-Tag eingebunden werden.

```
<ul>Lagerung
```

```
<li></li>
```

```
<ul>
```

3.2.11 Anpassung der webbasierten App auf verschiedene Plattformen

Es gibt verschiedene Wege zur Bereitstellung des OP-Handbuchs auf unterschiedlichen Servern und Betriebssystemen.

Ein wichtiger Punkt bei der Entwicklung des OP-Handbuchs ist die gute und einfache Verfügbarkeit der Inhalte für möglichst viele Mitarbeiter an verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Endgeräten. Darauf gründet nicht zuletzt auch die Akzeptanz der Anwendung.

Nahezu jeder Mitarbeiter besitzt mittlerweile ein Smartphone, deshalb sollte das OP-Handbuch auch darüber aufgerufen werden können. Im Intranet der Klinik ist das OP-Handbuch leicht verfügbar, wenn es auf den Abteilungsserver der Neurochirurgischen Klinik gestellt wird, auf den jeder Mitarbeiter mit seinem Mitarbeiter-Account, innerhalb der Klinik mit einem PC oder Laptop Zugang hat.

Über einen externen Webserver wurde auch die Verwendbarkeit des OP-Handbuchs auf verschiedenen Smartphones mit den Betriebssystemen Android und Mac IOS getestet und angepasst.

Ein weiterer in Betracht gezogene Lösung ist die „OwnCloud“ der Universitätsmedizin Mainz, auf der auch Inhalte abgelegt werden können, die von außerhalb der Klinik für die Mitarbeiter über eine Authentifizierung einsehbar sind. OwnCloud ist eine Open-Source-Software für das Cloud-Computing. Sie ermöglicht es Benutzern, ihre eigenen Cloud-Speicherlösungen auf privaten Servern einzurichten und zu verwalten und wird von der OwnCloud GmbH in Nürnberg vertrieben.³⁸

Da es innerhalb der Klinik keinen WLAN-Zugang für Smartphones und andere mobile Geräte gibt, wäre die „OwnCloud“ auch eine gute Lösung zum Anzeigen des OP-Handbuchs auf mobilen Geräten.

3.2.12 Formatierung des OP-Handbuchs über Stylesheets

Da das OP-Handbuch reibungslos auf unterschiedlichen Endgeräten mit verschiedenen Betriebssystemen laufen soll, sollte es einfach zu formatieren und anzupassen sein. Für diesen Zweck wurden die bereits erwähnten Cascading Style Sheets verwendet.

Das komplette Handbuch wird über ein zentrales Stylesheet formatiert, so kann die Schriftgröße, die Schriftart und die Formatierungen der Überschriften, die Abstände und Positionierungen der eingebauten Bilder schnell getestet und auf die einzelnen Betriebssysteme und Endgeräte angepasst werden.

Cascading Style Sheets arbeiten bei der Angabe der Schriftgröße sowohl mit Pixelwerten als auch mit relativen Werten wie small, medium, large, x-large und xx-large. Die Typografie darf auf einem Smartphone für die Lesbarkeit nicht zu klein sein, sollte aber vom Empfinden her auch auf dem PC-Monitor oder Tablett nicht zu groß wirken. Mit Angaben in relativen Werten konnte ein guter Kompromiss bei der Lesbarkeit der Schrift gefunden werden.

3.2.13 Einbindung von Feedback über die E-Mail-Funktion in HTML

Die Überarbeitung der Texte und Zeichnungen im OP-Handbuch mittels Laserdruckausdrucken, die manuell mit einem Kugelschreiber korrigiert und anschließend erneut von Hand eingetippt werden müssen, ist funktional, jedoch nicht die eleganteste Lösung.

Da die einzelnen Kapitel jeweils als separate HTML-Seiten vorliegen, ist es möglich, aus jeder Seite heraus eine Feedback-Funktion einzubauen, die die E-Mail-Funktion von HTML nutzt.

³⁸ <https://owncloud.com/de/>

Diese Funktion kann auch für die Korrektur der Seite verwendet werden. Die E-Mail-Funktion von HTML bietet die Option, die Betreffzeile der zu generierenden E-Mail im Voraus festzulegen.

Das folgende Beispiel zeigt, wie aus Kapitel 3 heraus am Ende des Dokuments ein Link namens "Feedback" platziert wird. Beim Klicken auf diesen Link wird das E-Mail-Programm des Benutzers geöffnet, und die Betreffzeile sowie weiterer Inhalt der E-Mail werden vorgegeben:

```
<a href="mailto:nc-manual@unimedizin-mainz.de?subject=Feedback_Kapitel3">Feedback</a>
```

In diesem Beispiel öffnet der Link "Feedback" das Standard-E-Mail-Programm des Benutzers und setzt die E-Mail-Adresse auf "nc-manual@unimedizin-mainz.de". Die Betreffzeile wird auf "Feedback Kapitel 3" voreingestellt. Es kann auch weiterer Inhalt im Nachrichtentext der E-Mail vorgeben werden, indem noch „&body=hier_steht_weiterer_Inhalt.“ angehängt wird.

Nach diesem Schema haben alle Kapitel der readyNCOP-App eine Feedback-Funktion erhalten.

3.3 Erstellung der Vektorzeichnungen

3.3.1 Die Technik des Abpausens

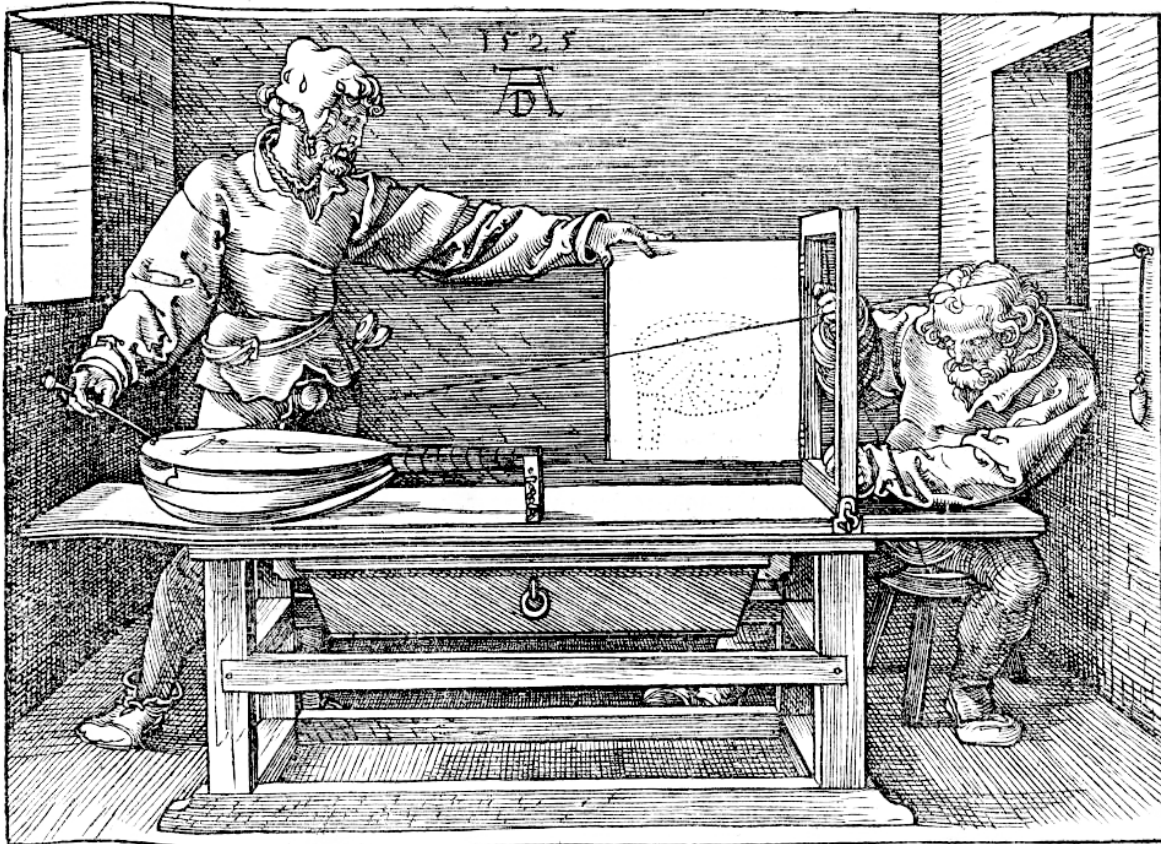


Abbildung 12: Albrecht Dürer, der Zeichner der Laute, 1525

Die Technik des Abpausens, auch Nachzeichnens oder Überzeichnen genannt, ist schon sehr alt und wurde von Albrecht Dürer und einigen seiner Zeitgenossen zur Perfektion entwickelt. Die mit wissenschaftlichen Methoden entstandenen perspektivisch richtigen Zeichnungen prägten das Zeitalter der Renaissance. Hierbei bedienten sie sich zahlreicher technischer Hilfsmittel. Albrecht Dürer schrieb mehrere Bücher darüber. Die Abbildung „der Maler der Laute“ ist dem Buch „Underweysung der Messung, mit dem Zirckel und Richtscheyt, in Linien, Ebenen unnd gantzen corporen“, das 1525 in Nürnberg erschienen ist, entnommen.

3.3.2 Fotos als Vorlagen für Vektorgrafiken

Heutzutage ist das Vorgehen vom Prinzip her das gleiche geblieben: die nachzuzeichnende Vorlage muss sich hinter der Zeichnung befinden, Technisch ist dies allerdings einfacher: der Zeichner muss sich zum Zeichnen nicht mehr permanent vor Ort befinden, sondern macht dort höchstens noch ein Foto, das er im Zeichenprogramm auf eine Ebene hinter die Ebene, auf der er zeichnen will, platziert. Schritt für Schritt werden alle Konturen und Formen mit dem Linienwerkzeug des Vektorprogramms nachgezeichnet. Für quadratische und runde Formen gibt es spezielle Werkzeuge: das Rechteck- und das Ellipsenwerkzeug. Nachdem alle Umrisse nachgezeichnet sind, können Schritt für Schritt alle Fläche mit dem

Farbfüllwerkzeug eingefärbt werden. Abbildung 13 zeigt das schrittweise Vorgehen bei der Erstellung einer Vektorgrafik nach der Fotografie einer nachgestellten Lagerung mit Mayfield-Klemme.



Abbildung 13 a: Fotografie, b: Fotografie mit Konturen überzeichnet, c: eingefärbte Vektorzeichnung

Ein einheitliches Layout und Erscheinungsbild sind nützlich für die Lese- und Verwendbarkeit der readyNCOP-App. Gleiche Linienstärken und Farben dienen dem Wiedererkennungswert. Dies kann dadurch erreicht werden, dass für die Zeichnungen derselben Kategorie einheitliche Farben und Linienstärken verwendet werden, siehe Abb. 14.

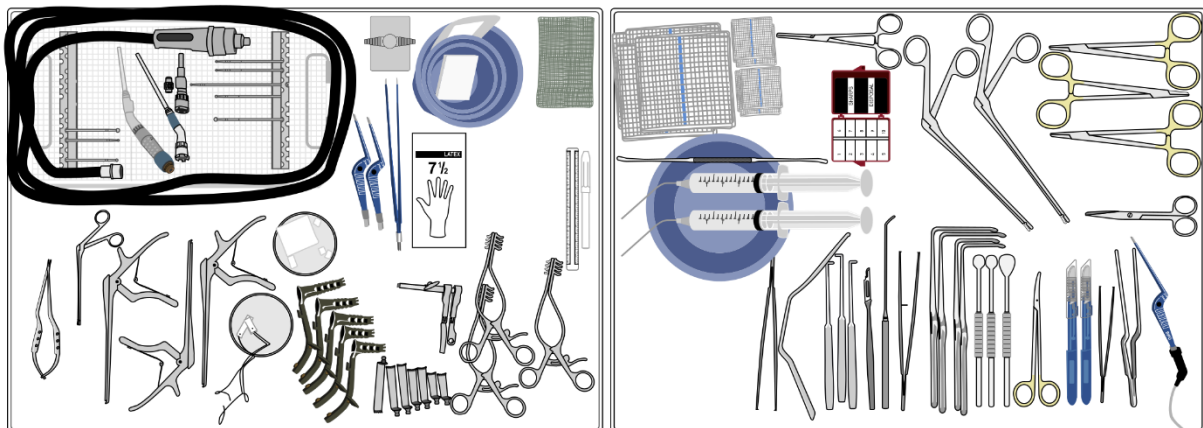


Abbildung 14: Vektorzeichnungen von zwei OP-Besteckstischen, bei denen für die Instrumente und Schüsseln immer gleiche Graustufen, Farben und Linienstärken verwendet wurden, um das gleiche Erscheinungsbild zu erreichen.

3.3.3 Effektivität

Ganze bereits gezeichnete Elemente einer Zeichnung können mehrfach verwendet werden. Bei den Lagerungszeichnungen musste der Operationstisch in Seitenansicht nur einmal erstellt werden und konnte für die unterschiedlichen Lagerungen mehrfach eingesetzt werden. Im Falle der nachfolgenden Bauchlagerungen wurde auch der darauf liegende Patient bis auf die unterschiedlich gelagerten Arme nur einmal gezeichnet. Bei der zweiten Zeichnung mussten dann lediglich die anders positionierten Arme und die Seitenstütze neu erstellt werden.

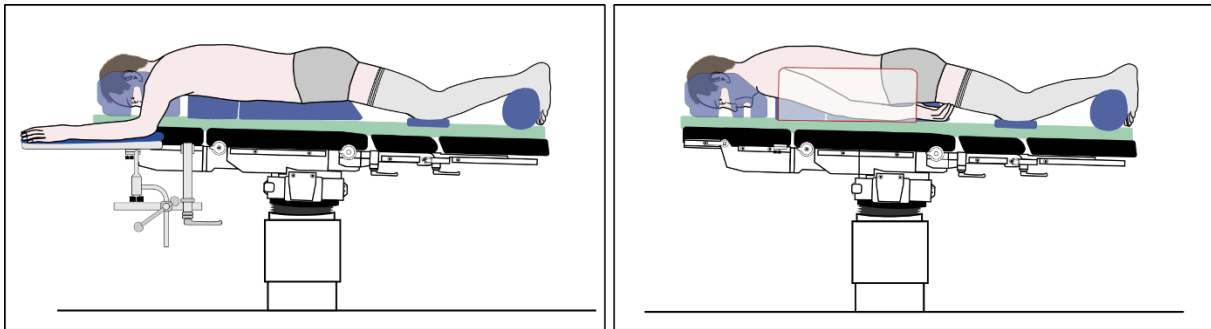


Abbildung 15: Zeichnungen von Bauchlagerungen; die Arme sind einmal nach vorne ausgelagert und einmal nach hinten. Für die zweite Zeichnung mussten nur der Arm und die Seitenstütze neu gezeichnet werden.

Viele Operationen werden an der rechten oder linken Körperhälfte ausgeführt, dies trifft auch auf die Operation zur Dekompression des Trigemius Nervs zu. Für den retromastoidalen Zugang auf der linken Seite wird der Kopf des Patienten nach links gedreht, für den gleichen Eingriff auf der rechten Seite muss der Kopf des Patienten nach rechts gelagert werden. Die dazugehörige Zeichnung muss nach dem Erstellen für eine Seite lediglich gespiegelt werden, um die gleiche Lagerungs-Situation auf der anderen Seite zu beschreiben.

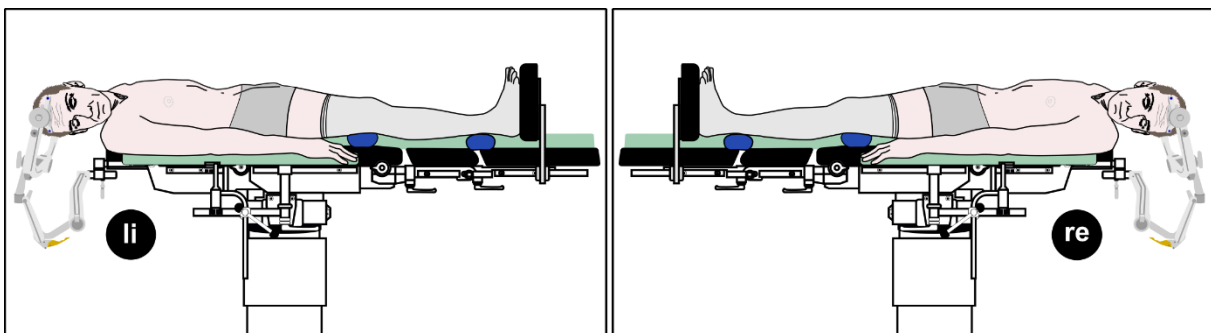


Abbildung 16: gespiegelte Lagerungszeichnung

3.3.4 Erstellen der Übersichtsansichten

Übersichtsansichten, die den organisatorischen Aufbau einer Operation erklären, sind ein wichtiger Bestandteil der readyNCOP-App. Die Erstellung eines Luftbildes, das alle an der Operation beteiligten Personen sowie das wichtigste Inventar vom Mikroskop bis zum OP-Besteck zeigt, ist aufgrund der begrenzten Raumhöhe nicht möglich. Mit einer Zeichnung kann diese Übersichtsansicht aber erreicht werden. Hierzu müssen zunächst alle Einzelelemente fotografiert und gezeichnet werden. Abbildung 17 zeigt die zwei Fotografien, die notwendig waren, um eine Draufsichtszeichnung des C-Bogens erstellen zu können. Auf Abbildung 18 sind Fotografien von OP-Personal in Draufsicht zu sehen. Diese wurden danach überzeichnet.

Die Abbildungen 19 und 20 zeigen eine Auswahl der Personen und des Equipments, das zur Verfügung steht, um die Positionierung von Personen und Ausrüstung bei verschiedenen Operationen zu demonstrieren. Hilfreich sind hierbei die während der Operation gemachten Übersichtsaufnahmen. Die Lagerungsansichten, der Patienten von oben, mussten alle

nachgestellt werden. Auf Abbildung 21 ist der Weg von der Fotografie einer gestellten Seitenlagerung bis zur fertigen Vektorzeichnung dokumentiert. Abbildung 22 zeigt verschiedene zur Verfügung stehende Patientenlagerungen von oben.

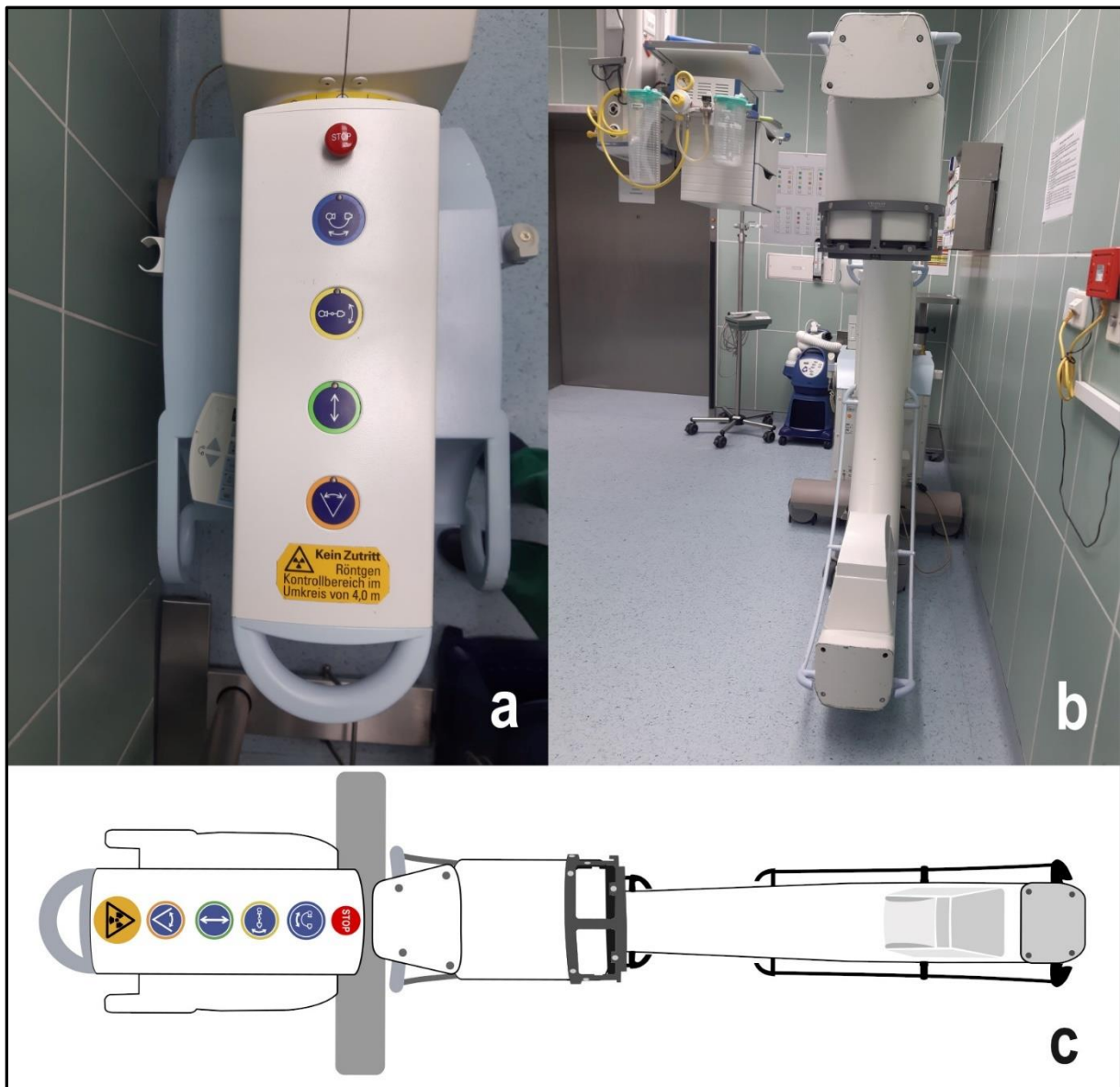


Abbildung 17: a) Fotografie der Mobilisierungseinheit des C-Bogens in Draufsicht, b) Fotografie des gekippten C-Bogens, c) Vektorzeichnung, die aus den Überzeichnungen beider Fotografien zusammengesetzt wurde

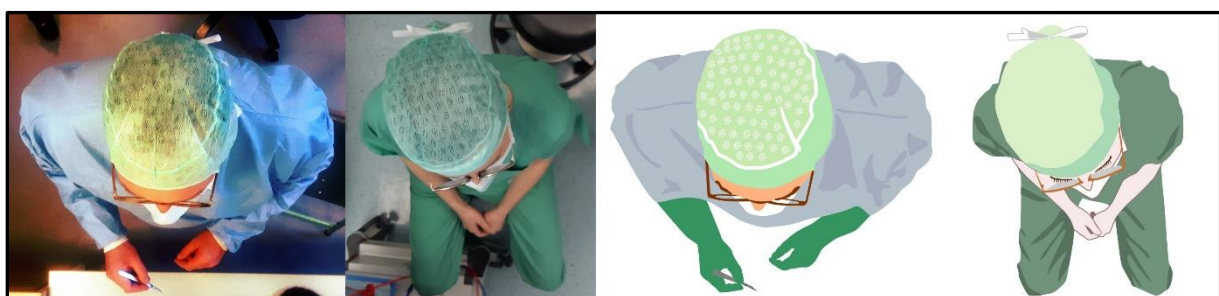


Abbildung 18 Fotografien von OP-Personal in Draufsicht als Ausgangsmaterial für schematisierte Vektorgrafiken

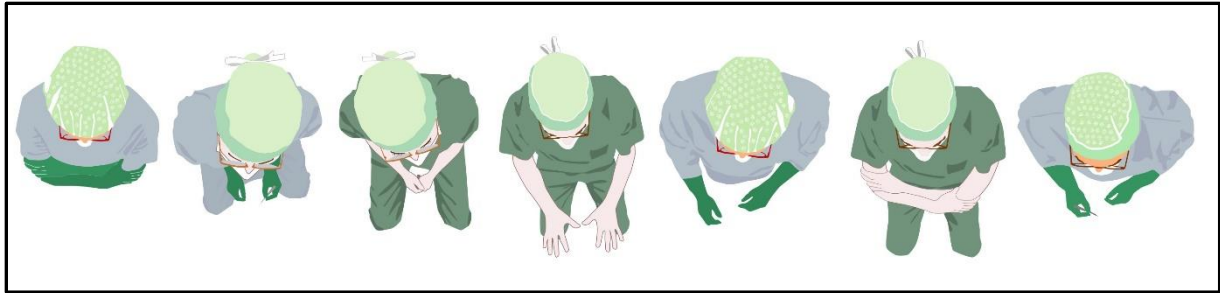


Abbildung 19: Figuren, die für die verschiedenen Funktionen bei einer Operation verwendet werden können.

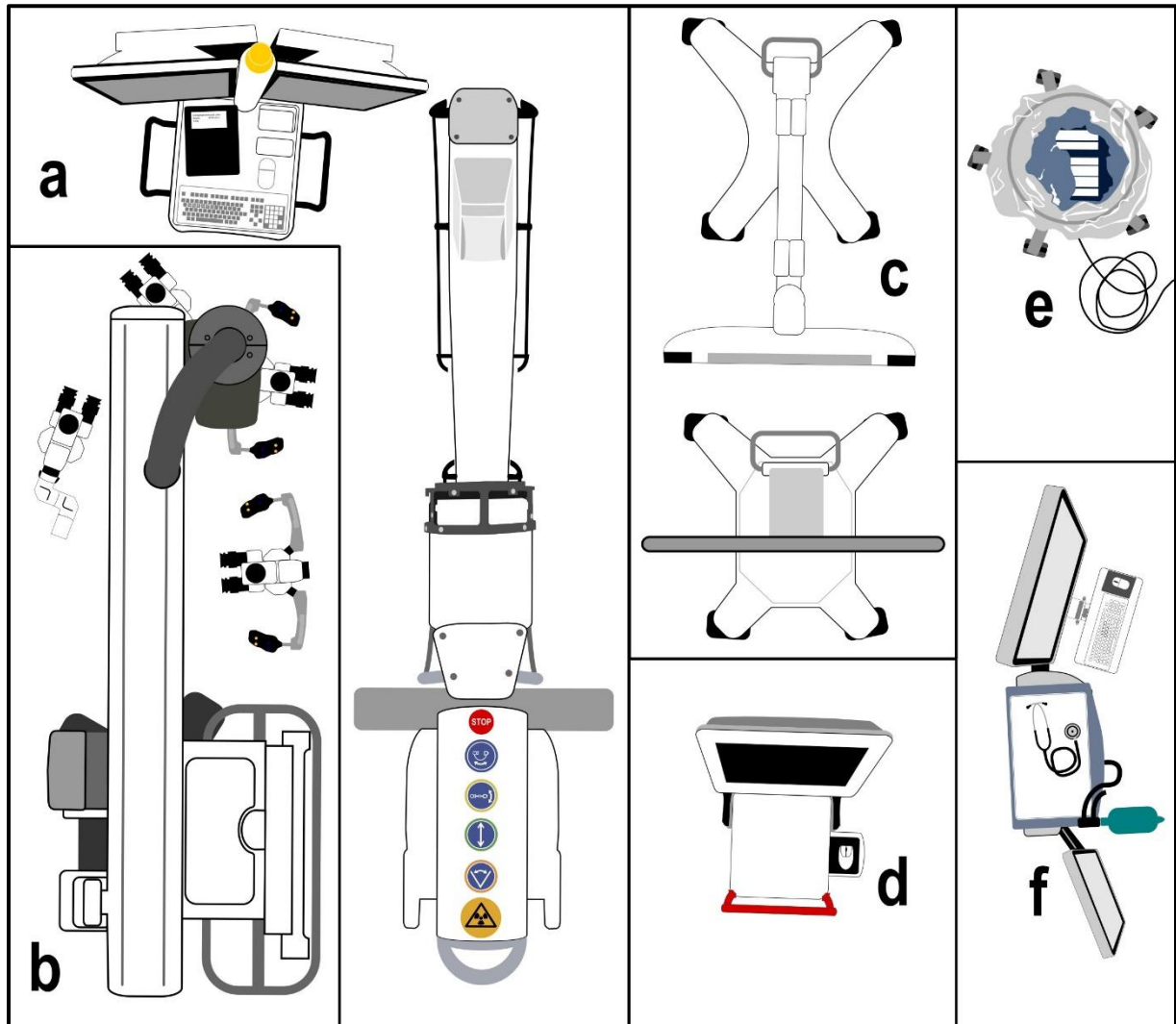


Abbildung 20 Gerätschaften für die OP-Übersichtszeichnung in Draufsicht: a: C-Bogen mit Bildschirmen, b: Mikroskop, c: Navigationsgeräte, d: Infusionswärmegerät, e: Elektrophysiologie, f: Anästhesiegerät

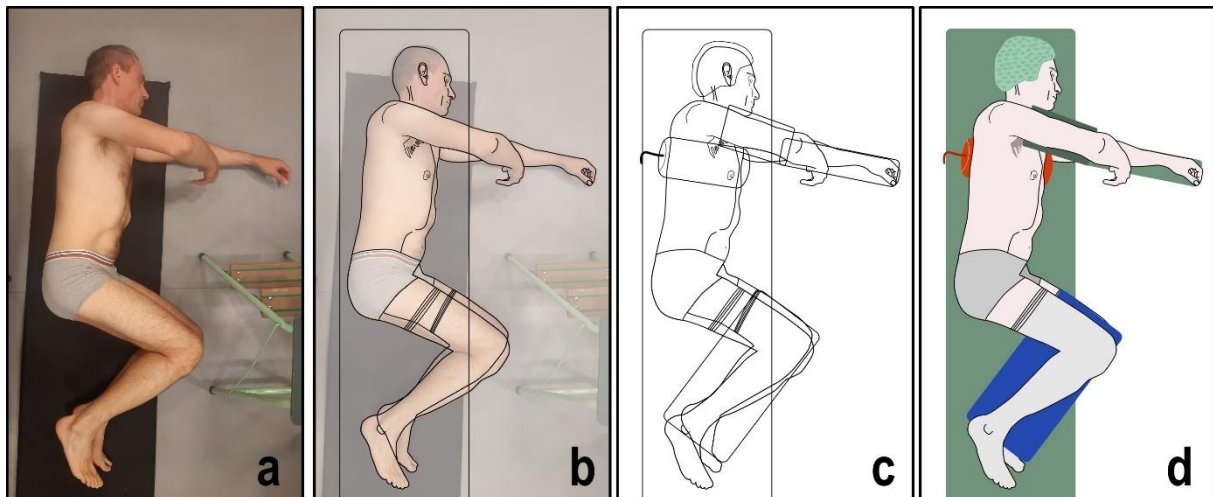


Abbildung 21 a: gestellte Seitenlagerung, b: überzeichnete Fotografie, c: Linienzeichnung, Lagerungsmittel ergänzt, d: eingefärbte Vektorzeichnung

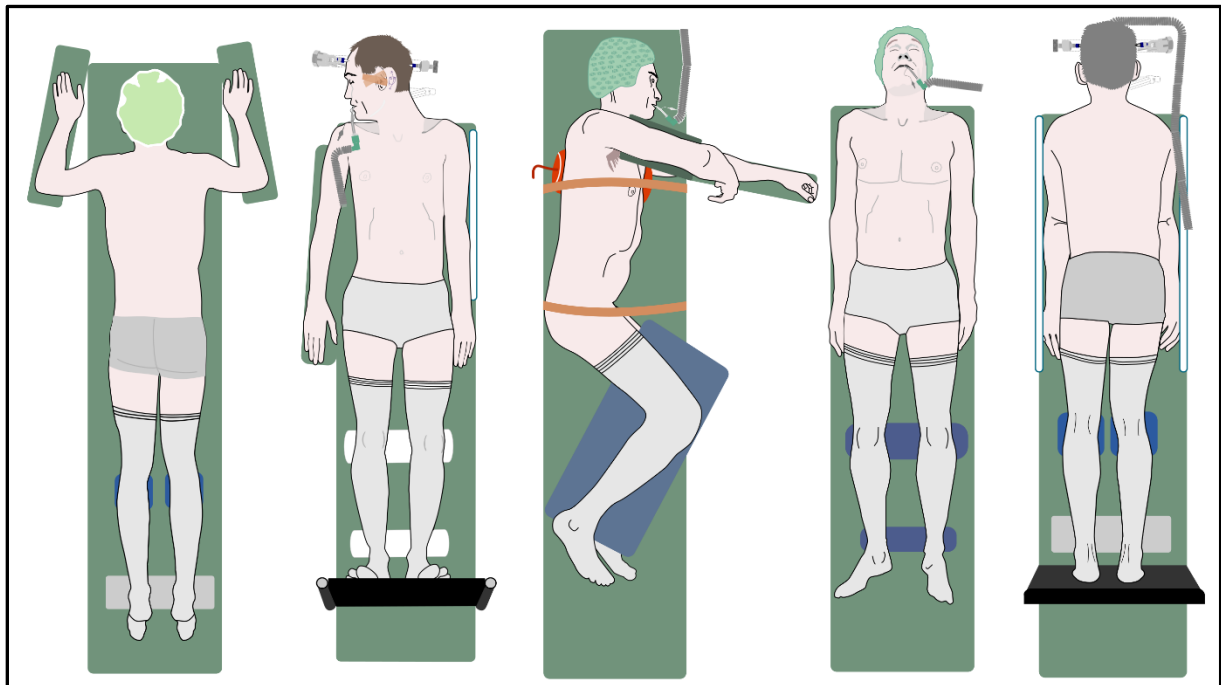


Abbildung 22: Verschiedene Lagerungen in Draufsicht

Auf Abbildung 23 wird eine aus allen Elementen zusammengesetzte Übersichtszeichnung gezeigt mit zwei der hierfür verwendeten Fotografien, die die Positionen von an der Operation beteiligten Personen und Ausrüstung dokumentieren. Einiges des verwendeten Instrumentariums wurde dabei weggelassen, um den prinzipiellen Aufbau besser beschreiben zu können. Auch fehlt in der Zeichnung die sterile Patientenabdeckung, denn so kann einfacher die Ausrichtung des Patienten demonstriert werden.

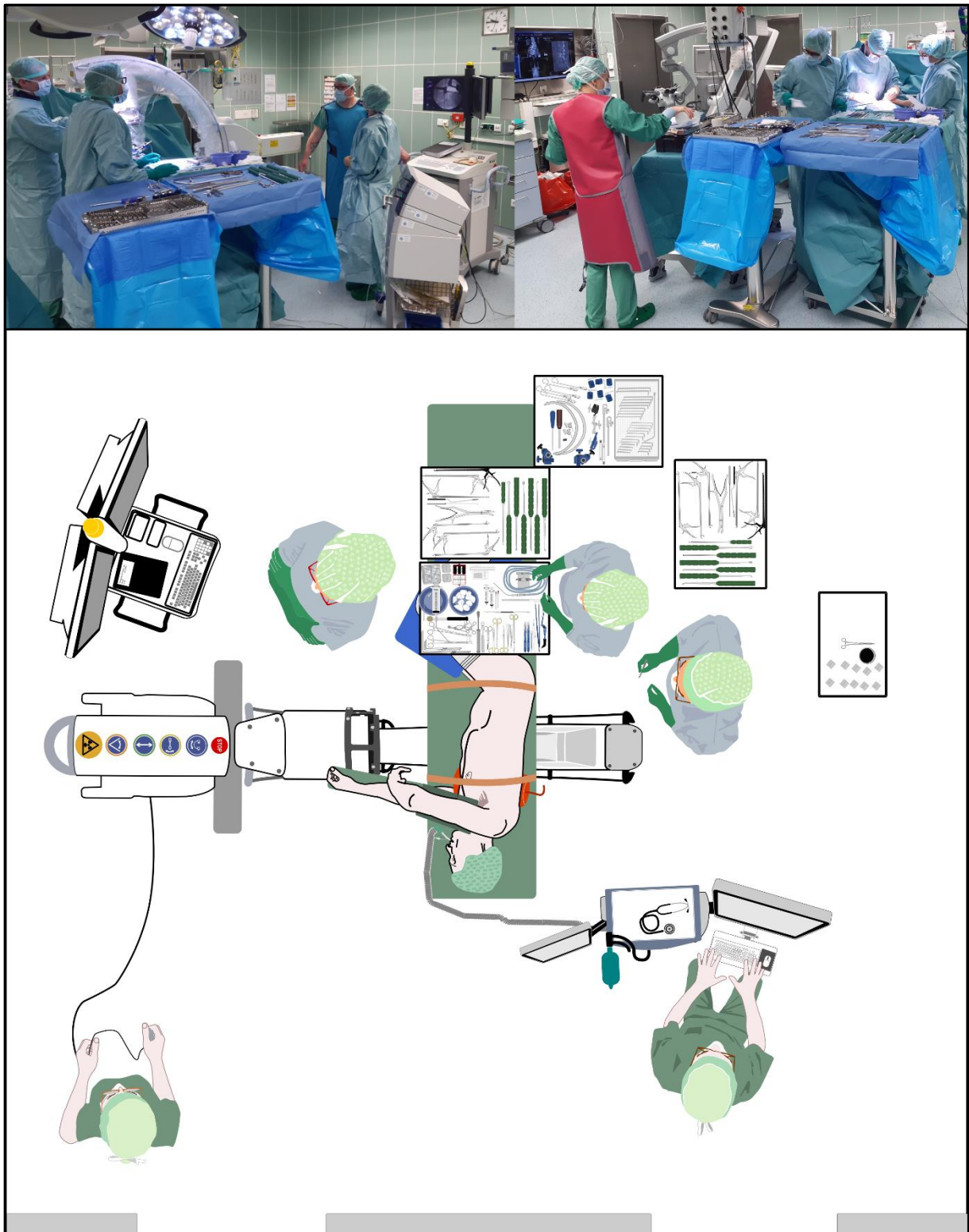


Abbildung 23: Übersichtszeichnung einer Operation mit lateraler Lagerung, darüber zwei Fotografien, die zur Orientierung dienen

3.3.5 Die Lagerungszeichnungen

Um eine Patientenlagerung gut zu beschreiben, kann es hilfreich sein, zunächst die Lagerungsmittel zu zeigen. Von Fotografien der OP-Tische mit Lagerungsmitteln noch ohne Patienten wurden, wenn möglich, Zeichnungen von der Seite und in Draufsicht erstellt. Ein Beispiel ist auf Abbildung 24 zu sehen. Eine Auswahl der mit den Lagerungsmitteln möglichen

Patienten Lagerungen zeigen die Zeichnungen von Abbildung 15 in Seitenansicht und Abbildung 25 in Draufsicht.

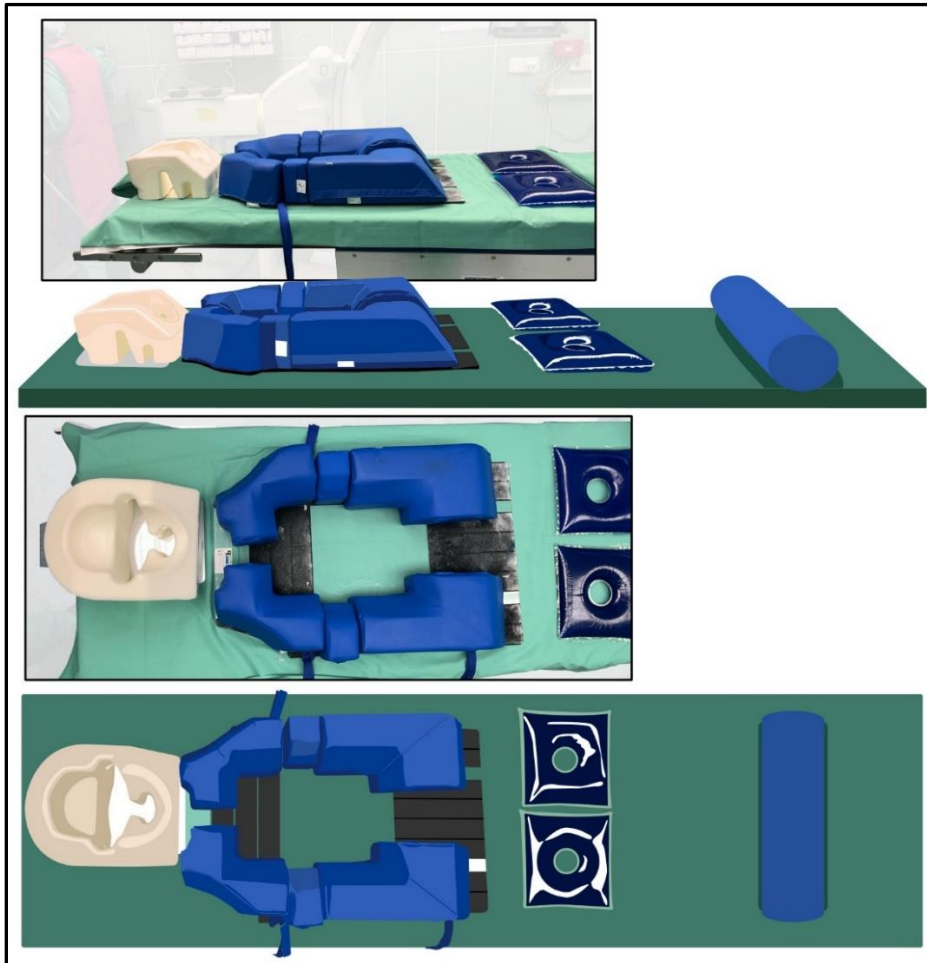


Abbildung 24: OP-Tisch in Seiten- und Draufsicht mit Lagerungsmitteln, die auf den Fotovorlagen fehlende Fußrolle wurde in den Zeichnungen ergänzt.

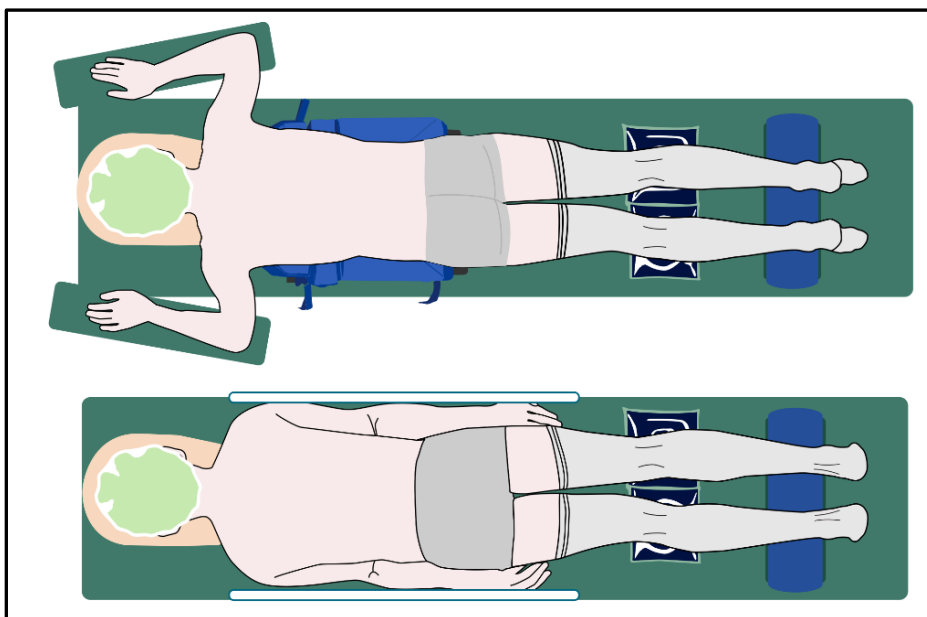


Abbildung 25: zwei Bauchlagerungen in Draufsicht

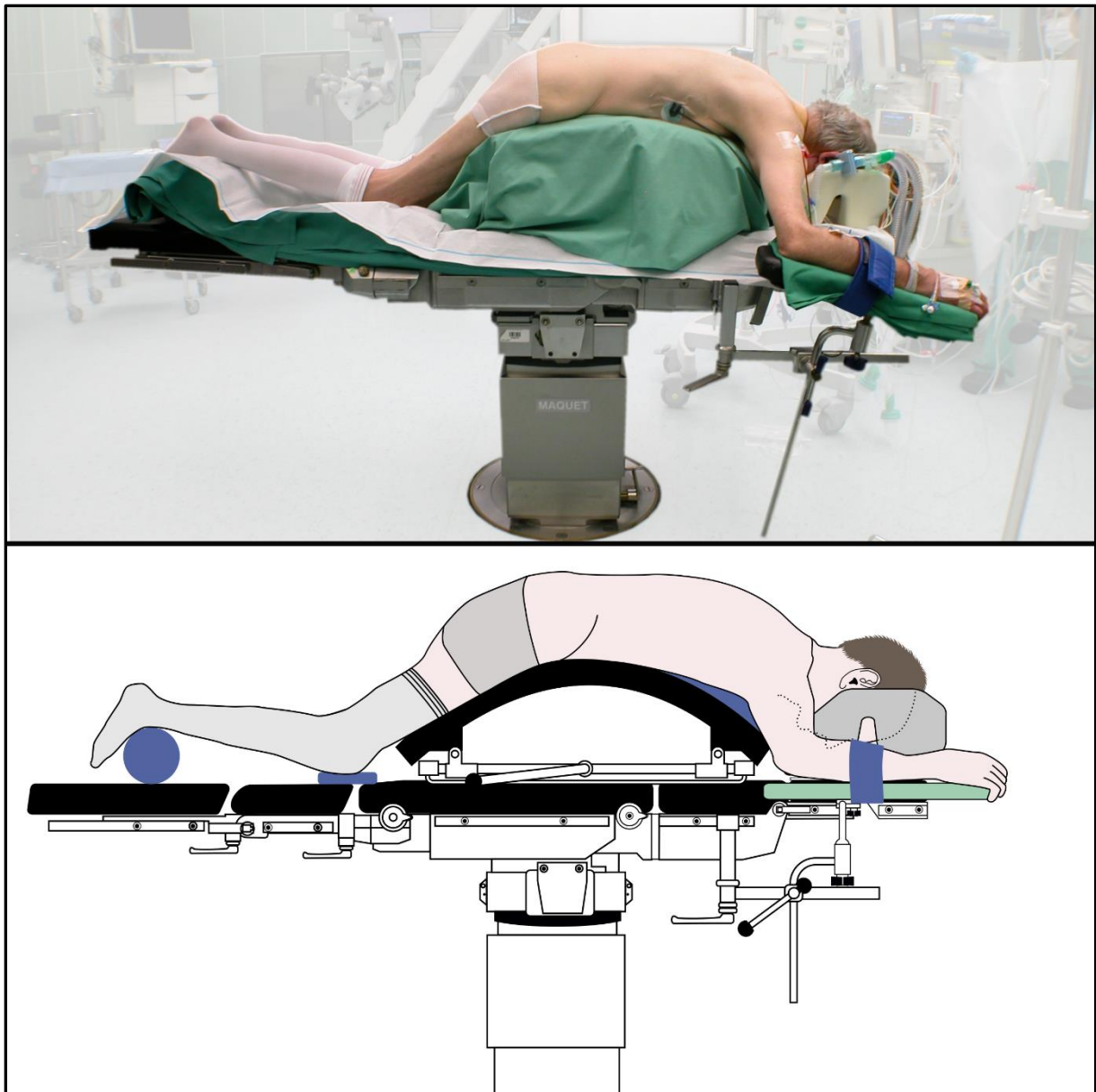


Abbildung 26: Gegenüberstellung von Fotovorlage und Zeichnung einer Bandscheibenlagerung

Abbildung 26 zeigt die Schematisierung der Lagerung bei der lumbalen Bandscheibenlagerung. Die auf der Fotografie unter einem OP-Tuch verdeckte Lagerungsbank ist auf der Zeichnung zu sehen, auch werden die auf der Aufnahme verrutschten Thrombosestrümpfe in der Zeichnung in richtiger Position gezeigt. Der Hintergrund der Fotografie ist maskiert und aufgehellt, um die für die Lagerung nicht relevanten Gerätschaften im OP zu kaschieren. Die Zeichnung lässt diese weg und beschränkt sich nur auf die Lagerung des Patienten.

3.3.6 Zeichnungen von den OP-Arbeitstischen

Zunächst wurden von allen in Draufsicht fotografierten OP-Instrumentier- und Beistelltischen Zeichnungen erstellt. Es wurde darauf geachtet, eventuell durch Überlagerung verdeckte Instrumente nicht zu vergessen und diese auf der Zeichnung mit genügend Raum zu präsentieren. Um eine bessere Übersicht zu bekommen, wurden teilweise mehrfach übereinander gelagerte Instrumente nur einfach gezeigt. Die Zeichnungen der

OP-Arbeitstische verstehen sich nicht als Inventarlisten, sondern sollen schnell darüber informieren, welche Grundtische und welches Spezialinstrumentarium bei einer Operation benötigt werden. Abbildung 27 zeigt die Fotografie und Zeichnung eines Bandscheibengrundtisches.



Abbildung 27: Fotografie eines Bandscheibengrundtisches und die daraus erstellte Zeichnung

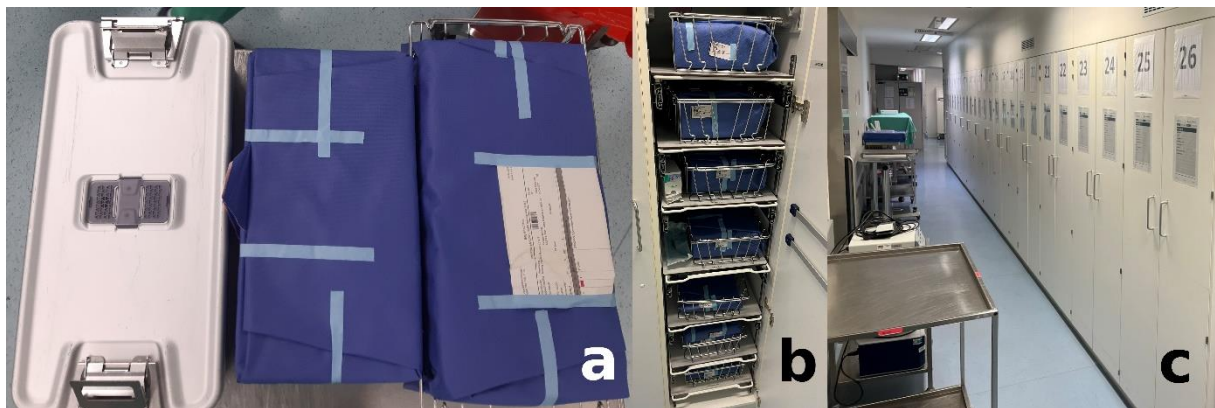


Abbildung 28 a: geschlossene Sterilgutbehälter und Sterilgutsiebe, b: Sterilgutschrank, c: Sterilgutlager

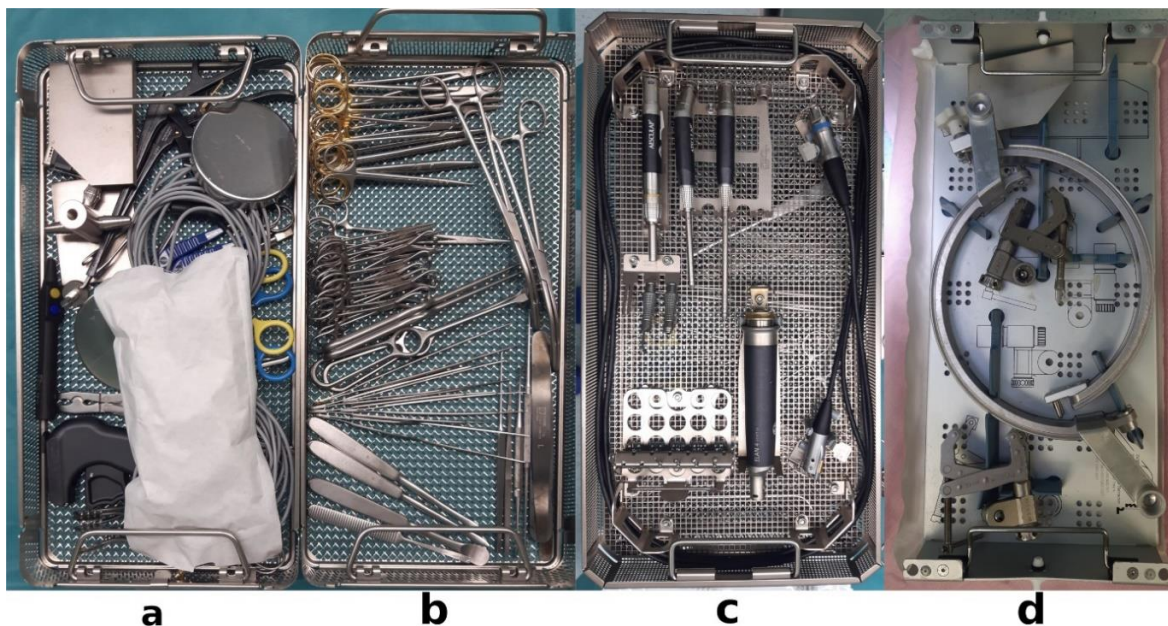


Abbildung 29 a+b+c: geöffnete Sterilgutsiebe, d: geöffneter Sterilgutbehälter



Abbildung 30: Schränke und Regale im OP-Lager für Einwegmaterial

OP-Arbeitstische werden einerseits aus sterilen wiederverwendbaren Instrumenten zusammengestellt, andererseits kommt auch einmal verwendbares Material zum Einsatz. Die wiederverwendbaren Instrumente werden in mit sterilen Tüchern verschlossenen Sieben oder in Sterilgutbehältern aus Aluminium oder Edelstahl gelagert, siehe Abbildung 28a. Abbildung 28c zeigt das Sterilgutlager des neurochirurgischen OPs, auf Abbildung 28b ist ein geöffneter Schrank mit verschiedenen Sterilgutsieben zu sehen. In einem weiteren direkt an den Operationssaal angeschlossenen Lager wird in Schränken und Regalen das Einwegmaterial gelagert, siehe Abb. 30.

Um die Zusammenstellung der OP-Bestecktische transparenter zu machen, wurde exemplarisch in Vorbereitung einer kranialen Operation die Zusammenstellung der verschiedenen OP-Bestecktische dokumentiert und davon Zeichnungen erstellt. Im Fokus stand hierbei auch, aus welchen Quellen die Instrumente und das Verbrauchsmaterial stammen. Beim Bestücken der OP-Bestecktische kann es durchaus zeitweise zu Überlagerungen von Instrumenten und Materialien kommen. In der ersten Lage werden zunächst die Instrumente gruppiert zusammengestellt, darüber werden dann aber auch die Materialien für die sterile Patientenabdeckung, weitere sterile Handschuhe und Kittel für den Operateur und den Assistenten, OP-Lampen-Griffe oder die Schläuche des Saugers gestapelt. Abbildung 31 zeigt in drei Schritten die Zusammenstellung eines Instrumentiertisches. Weitere Details siehe im Kapitel „Muster OP-Bestecktisch kranial“ in der readyNCOP App.

3.3.7 Zeichnungen von den Mikroskopen

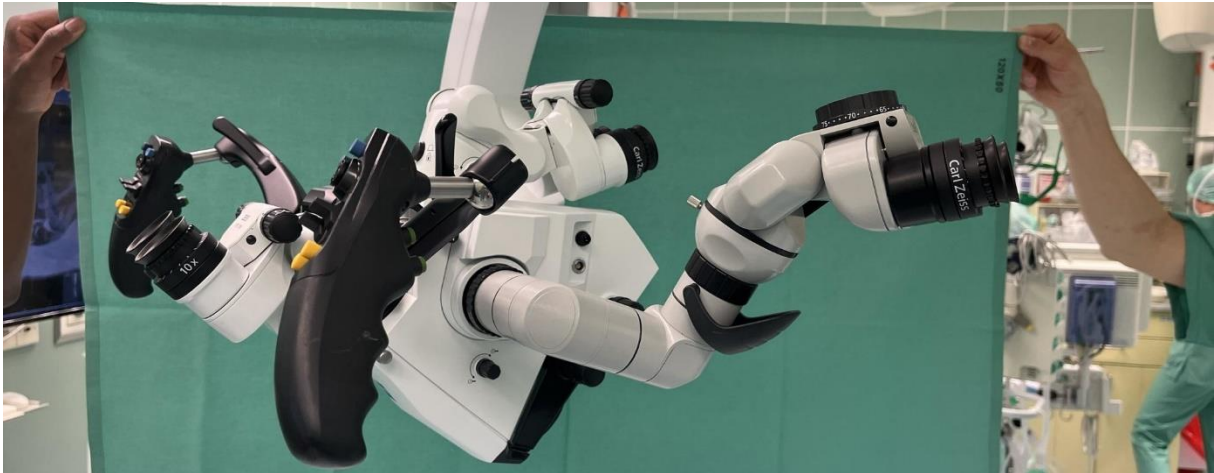


Abbildung 32: Fotografie der optischen Einheit eines Operationsmikroskops

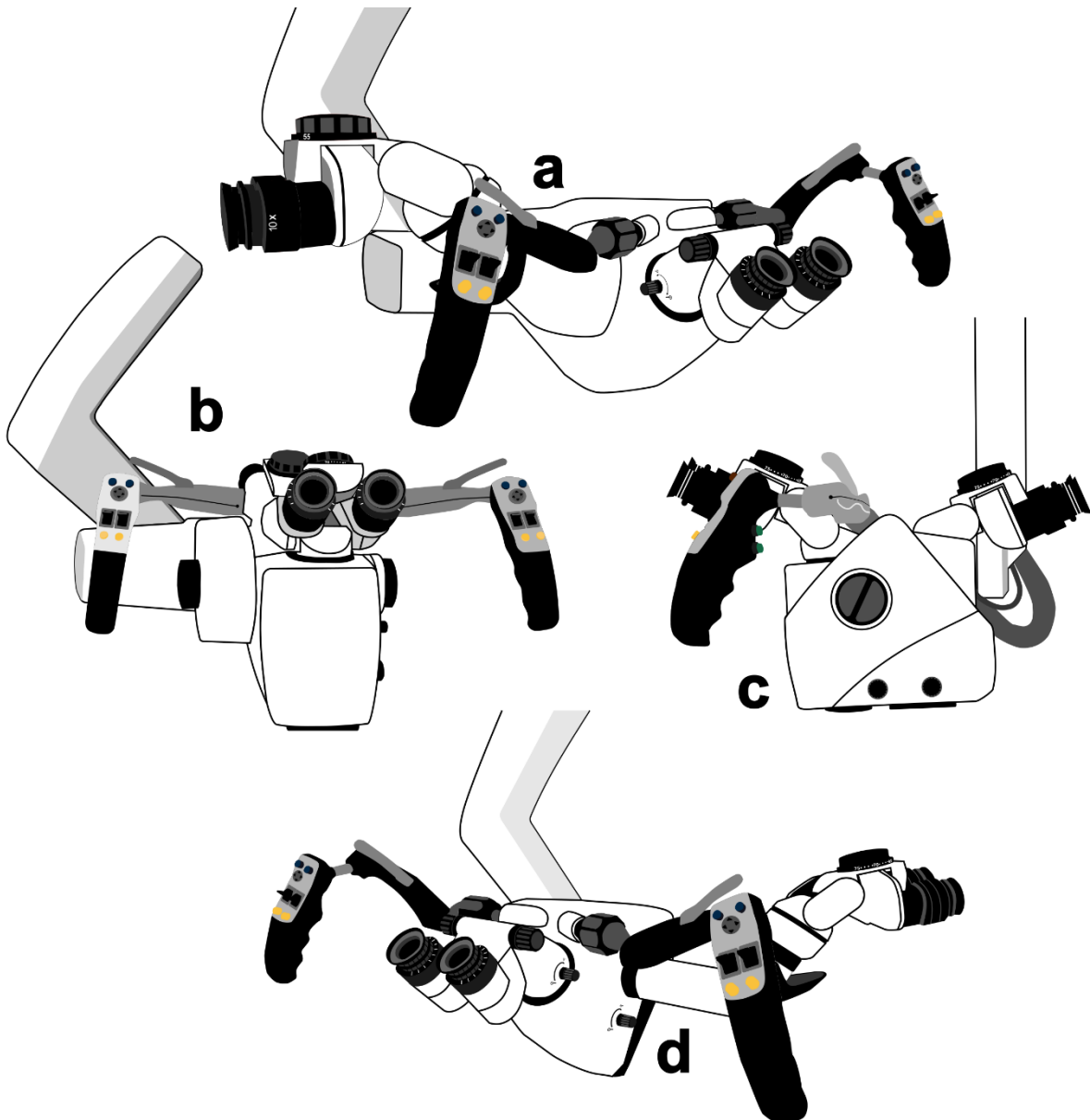


Abbildung 33: Vektorgrafiken der optischen Einheit eines Operationsmikroskops

Operationsmikroskope sind in der Neurochirurgie bei den meisten Eingriffen im Einsatz. Die Okulare an den Operationsmikroskopen können unterschiedlich angeordnet werden, je nach Position von Operateur und Assistent während der Operation. Die Abstimmung des Mikroskops erfolgt in der Regel in der Vorbereitungsphase der Operation. Danach wird das Mikroskop steril verpackt bereitgestellt, auch wenn beim ersten Teil einer Operation noch kein Mikroskop zum Einsatz kommt. Für die Zeichnungen des Operationshandbuches wurde ein gerade nicht verwendetes Mikroskop in allen möglichen Varianten fotografiert, siehe Abbildung 32. Abbildungen 33b und 33c zeigen den Aufbau des Mikroskops als Zeichnung, wenn sich Operateur und Assistent während der Operation gegenüberstehen. Abbildungen 33a und 33d zeigen die Okulare des Mikroskops, die zueinander um ca. 135° abgewinkelt sind. Der Höhenunterschied der Okulare erlaubt die sitzende Position des Operateurs und die stehende Position des Assistenten, wie sie beispielweise beim retromastoidalen Zugang zum Einsatz kommt.

3.3.8 Kombination von Text und Bild

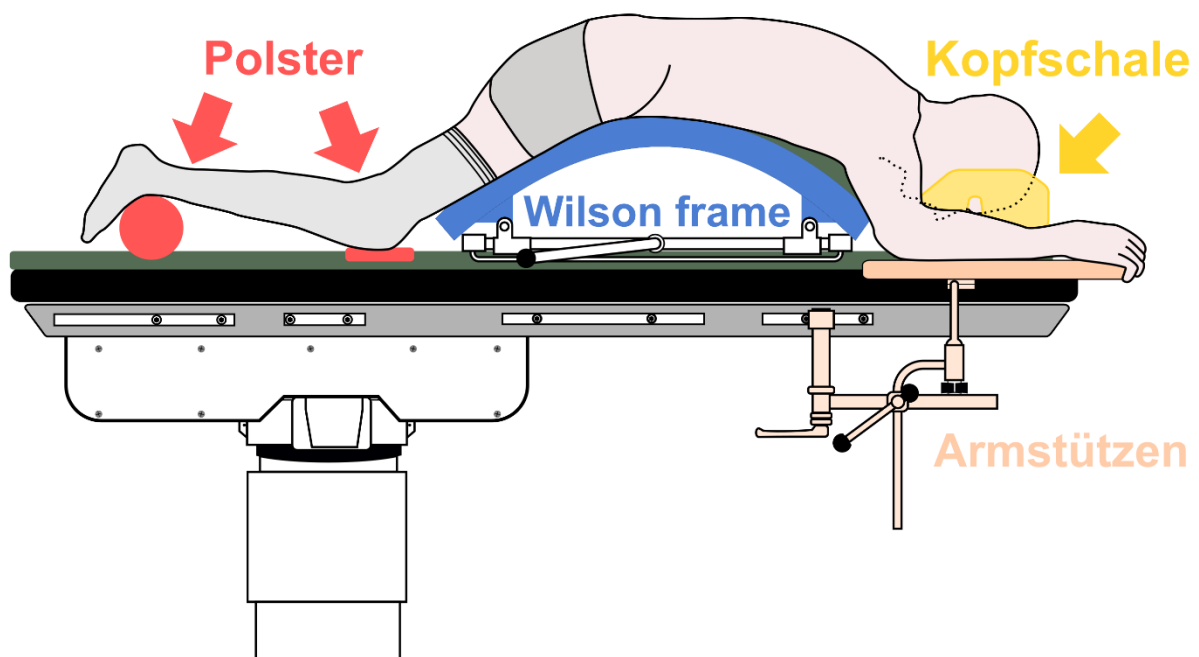


Abbildung 34: Beschriftung innerhalb der Grafik

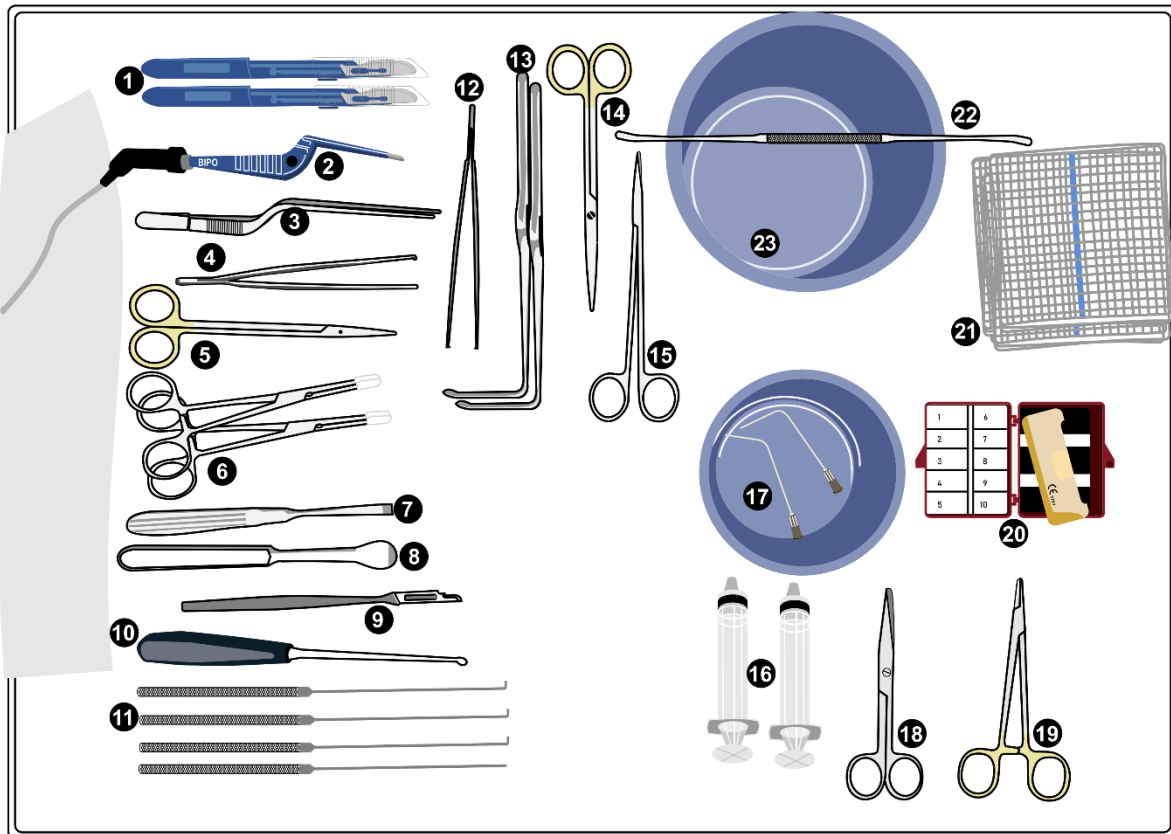


Abbildung 35: Zahlen innerhalb der Grafik, die auf externe Legende verweisen

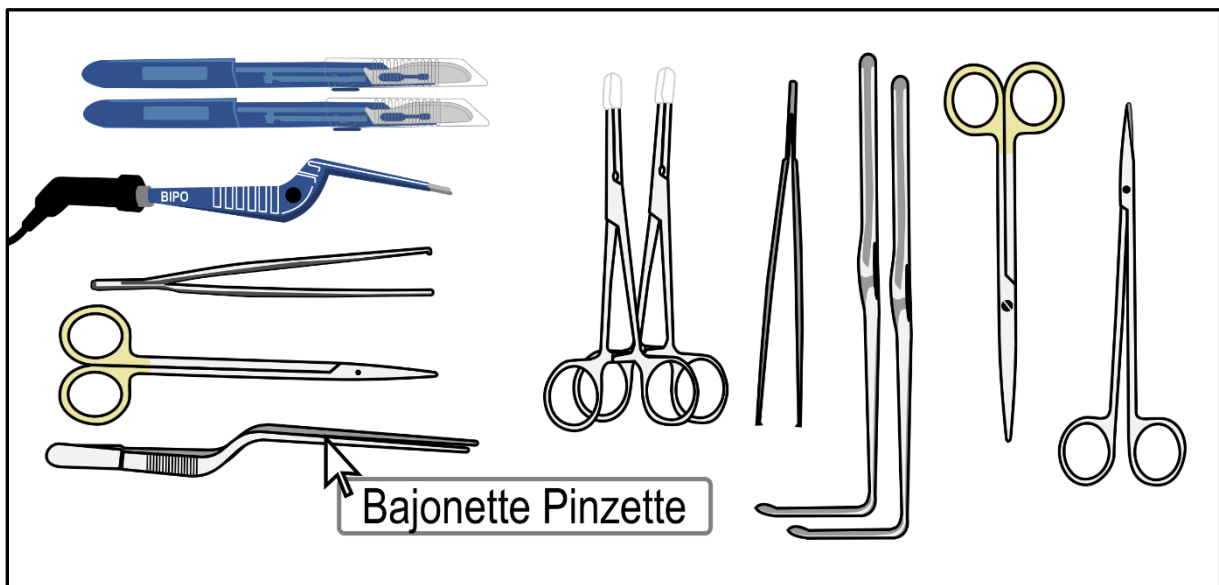


Abbildung 36: Imagemap (dt.: verweissensitive Grafik), der Mauszeiger verrät über jedem Instrument die Bezeichnung



Abbildung 37: die Grafik wird in einem Erklärtext beschrieben, der sich hinter einem Ausklappmenü befindet

Es gibt einige verschiedene Methoden, mit denen sich eine Grafik beschriften lässt. Abbildung 34 zeigt die älteste, aber auch heute noch verbreitete Methode, Dinge vor Ort direkt mit ihrem Namen zu benennen. Zusätzlich wurde für die Schrift noch die gleiche Farbe gewählt, wie das Element, das sie benennen soll. Ist das Objekt zu klein, um direkt darauf seine Bezeichnung zu schreiben, dann kann auch mit Pfeilen, wie bei Polster und Kopfschale zu sehen ist, darauf verwiesen werden.

Abbildung 35 arbeitet mit kleinen Zahlen, die sich neben den Instrumenten befinden und mit einem nummerierten Legendentext arbeiten, der sich unterhalb der Grafik anfügen kann.

Mit HTML ist es möglich eine Imagemap (dt.: verweissensitive Grafik) zu erstellen. Die Grafik in Abbildung 35 erklärt die Funktion der Imagemap. Die Illustration offenbart die in ihr versteckten Beschriftungen nur, wenn sich der Mauszeiger über einem Instrument befindet. So wird Information nur an den Stellen gezeigt, wo Bedarf besteht, und die Grafik kann ohne Einschränkung gelesen werden.

Abbildung 37 arbeitet mit einem Erklärungstext, der über ein Ausklappmenü aufrufbar ist. Die auf der Zeichnung zu sehenden Lagerungselemente werden von links nach rechts aufgezählt. Dies ist bei einer übersichtlichen Grafik durchaus eine gängige Methode.

4 Ergebnisse

Den Grundstock für die readyNCOP-App, zu bilden war zunächst sehr zeitintensiv. Das Erstellen der Vektorgrafiken war am Anfang sehr aufwändig. Für die Zeichnung eines OP-Instrumentiertisches musste teilweise mehr als ein Arbeitstag eingeplant werden. Dadurch, dass sich viele Instrumente in verschiedenen Zusammenstellungen wiederholten, konnte aber mit der Zeit schneller gearbeitet werden. Viele Instrumente mussten nur einmal gezeichnet werden und konnten aus anderen Dateien herauskopiert und eingefügt werden. So reduzierte sich die Zeit beim Erstellen der Zeichnungen der OP-Bestecktische enorm.

Auch das Zusammenstellen der ersten Kapitel gestaltete sich sehr aufwändig. Am Anfang wurden bei fast jeder Operation neue Lagerungszeichnungen benötigt. Viele Operationen werden in der gleichen Grundlagerung ausgeführt. Meist sind es Abwandlungen einer Bauch- oder Rückenlagerung, die gleich zu Beginn gezeichnet wurden. Somit brauchten mit der Zeit nicht jedes Mal neue Lagerungszeichnungen angefertigt zu werden, weil sie schon vorhanden waren oder sie mussten manchmal auch nur leicht abgewandelt werden. Viele fehlende oder verdeckte Details auf den Lagerungsaufnahmen aus dem OP konnten mit Fotografien von nachgestellten Lagerungen als Zeichnungsgrundlage ergänzt oder ersetzt werden.

Mit dem Fortschreiten des OP-Handbuchs war es möglich, zusammen mit den Operateuren die Vorbereitungsphase neuer nicht dokumentierter Operationen allein mit dem vorhandenen Zeichnungsmaterial zu beschreiben und neue Kapitel für das OP-Handbuch zu erstellen, ohne direkt vor Ort im OP eine Operation dokumentiert zu haben. Ähnlich wie mit einem Baukasten bestehend aus Patientenlagerungen, OP-Arbeitstischen, Mikroskopaufbauten und einem schematisierten Operationssaal mit einem Repertoire an symbolisierten Akteuren und Instrumentarium ließen sich mit der Zeit einige Operationsvorbereitungen durchspielen und darstellen, ohne jedes Mal das komplette Material neu zu generieren.

Zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit sind insgesamt siebzehn Kapitel der readyNCOP-App benutzbar. Darunter befinden sich ventrale und dorsale Eingriffe an der Hals- und Brustwirbelsäule, dorsale Lendenwirbelsäulen-Eingriffe und exemplarisch zwei kraniale Eingriffe: der retromastoidale Zugang zum Trigeminus-Nerv und der Shunt-Zugang (VP- und VA-Shunt). Die genaue Kapitelübersicht ist auf Abbildung 38 zu sehen.

**OP-Manual für die
Neurochirurgische
Klinik Mainz**

Übersicht

Spinale Operationen

HWS ventral

- Anterior cervical discectomy and fusion (ACDF)
- Bandscheibenprothese
- Wirbelkörperersatz, ventrale Platte

HWS dorsal

- Dekompression craniocervicaler Übergang (CCÜ)
- Atlanto-axiale Fusion
- dorsale Dekompression HWS ohne Spondylodese, cervicale, intraspinale Tumore
- Cervicale dorsale Spondylodese
- Cervico-thorakaler Übergang

BWS dorsal

- Intraduraler Tumor/ Hemilaminektomie

LWS dorsal

- Lumbale Bandscheibe/ Spinalkanalstenose
- Kyphoplastie
- Intraduraler Tumor/ Hemilaminektomie
- Navigierte Spondylodese OP

LWS, BWS lateral

- Retroperitonealer Zugang oder transthorakaler Zugang

Craniale Operationen

- Retromastoidaler Zugang links
- Retromastoidaler Zugang rechts
- Shunt Zugang (VP+VA-Shunt)

Das Baukasten-Prinzip

- Baukasten
- OP-Lagerungen Übersicht
- OP-Bestecke Übersicht
- Muster OP-Besteck Tisch kranial

Abbildung 38: Übersicht der Kapitel des Manuals als Screenshot

Die einzelnen Kapitel des OP-Handbuchs setzen sich grundsätzlich aus den Punkten:

- Positionen im OP-Raum,
- Lagerung,
- Aufbau des Mikroskops und
- Instrumenten Tische

zusammen. Unter dem Punkt Positionen im OP-Raum befindet sich meist eine Übersichtszeichnung, die die Positionen der an den Operationen beteiligten Personen und Gerätschaften aus der Vogelperspektive beschreibt. In Fällen, bei denen eine Gerätschaft wie ein Mikroskop oder ein C-Bogen nicht dauerhaft oder nur im Bedarfsfall zum Einsatz kommt, gibt es eine weitere Zeichnung, die die veränderte Raumsituation bei Einsatz des Mikroskops oder des C-Bogens beschreibt.

Der Punkt Lagerung enthält mindestens eine Zeichnung der Patienten-Lagerung in Seitenansicht und in Draufsicht. Dem Punkt Lagerungen sind manchmal auch noch Zeichnungen von den Lagerungsmitteln, beispielsweise bei den Bauchlagerungen mit Bauchlagerungskissen und Kopfschale, beigefügt, um diese komplexeren Lagerungsmittel und Methoden besser beschreiben zu können.

Bis auf zwei Ausnahmen, der Kyphoplastie und dem lateralen Zugang zur LWS bzw. BWS kam bei allen Operationen, die in diesem OP-Handbuch bearbeitet wurden, ein Operationsmikroskop zum Einsatz. Bei allen Operationen mit Einsatz des Mikroskops wird auf ein oder zwei Zeichnungen erklärt, wie die Okulare des Mikroskops für die jeweilige Operation anzuordnen und auszurichten sind.

Am Ende eines jeweiligen Kapitels werden die für die Operation benötigten Zeichnungen der Instrumententische aufgelistet. In der Regel sind das etwa 4 Tische.

Die beiden Kapitel zum retromastoidalen Zugang enthalten noch den zusätzlichen Unterpunkt Elektrophysiologie. Ein Beispiel zeigt Abbildung 39. Auf untenstehender Illustration wird das Anlegen der Elektroden für das intraoperative Monitoring des Nervus vestibulocochlearis über akustisch evozierte Potentiale gezeigt.

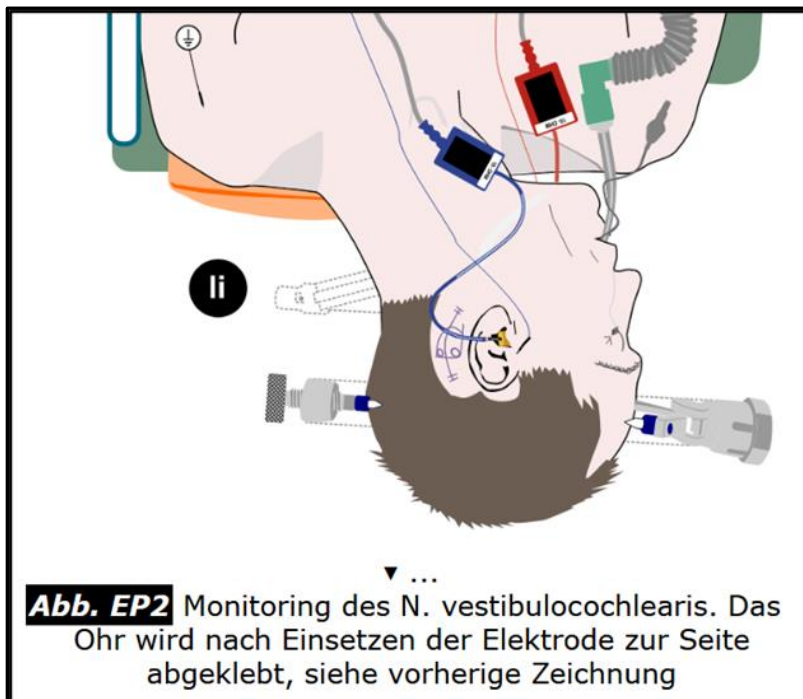


Abbildung 39: Zeichnung zur Elektrophysiologie

Die gängigsten Lagerungen und OP-Instrumententische werden in der readyNCOP-App unter dem Menüpunkt Baukastenprinzip aufgelistet und dienen auch als Anschauungsmaterial zur Erstellung von neuen Kapiteln für die readyNCOP-App.

5 Diskussion und Ausblick

5.1 Schematische Vektorgrafiken im Vergleich zu Fotografien

Die Wahl der Abbildungsform, ob Fotografie oder Zeichnung oder eine Kombination aus beiden, ist abhängig vom Einsatzzweck. Für die Abbildung von Lagerungsschäden durch falsche Positionierung des Patienten sind Fotografien die realistischste und eindringlichste Darstellungsform. In den Operationsatlanten kann auch der final präparierte Zugangsweg sehr eindrücklich als Fotografie wiedergegeben werden. Eine Aufnahme direkt über das Operationsmikroskop spiegelt wider, was auch der Neurochirurg sieht. Oft werden diesen Fotografien auch Zeichnungen gegenübergestellt, die reduziert auf Linien und Flächen und mit Beschriftungen versehen, die Fotografien leichter lesbar machen.

Bei der Erstellung der readyNCOP-App standen andere Aspekte im Vordergrund. Im Gegensatz zu einem reinen Lehrbuch will die readyNCOP-App mit reduzierten kompakten Illustrationen die wesentlichen Schritte aufzeigen und Anleitung mit an den neurochirurgischen OP in Mainz angepassten Informationen geben.

Sowohl dem Stammpersonal als auch den Leihkräften sollen die Situation und die Strategien vor Ort beschrieben werden. Bei den Lagerungen geht es also darum, mit Zeichnungen die im Mainzer OP vorhandenen Lagerungsmittel zu zeigen und die richtige Lagerung des Patienten unter Einsatz der Lagerungsmittel möglichst kompakt zu demonstrieren. Bei den Instrumententischen verhält es sich ähnlich: die readyNCOP-App stellt für jede ausgewählte Operation Zeichnungen mit den Zusammenstellungen der Instrumentier- und Beistelltische zur Verfügung und lässt die dafür verwendeten Sterilgutsiebe und Container identifizieren. Auch kann die Positionierung aller an einer Operation beteiligten Personen und Gerätschaften am besten über eine schematische Zeichnung in Draufsicht demonstriert werden.

5.2 Interaktivität

Durch die Hyperlinks in der readyNCOP-App ist es im Gegensatz zum Buch einfach möglich, nichtlinear durch die einzelnen Kapitel und Abschnitte der webbasierten App zu navigieren. Benutzer können selbst entscheiden, welchen Abschnitt sie als nächstes lesen möchten, indem sie auf die entsprechenden Hyperlinks klicken. Das macht das „Handbuch“ interaktiv, da es den Benutzern erlaubt, die Reihenfolge zu wählen, in der sie die Informationen anschauen möchten, anstatt einer vorgegebenen linearen Struktur zu folgen. Die Navigation könnte in Zukunft noch ausgebaut werden. Eine Möglichkeit wäre: wenn direkt von den Übersichtszeichnungen mit den an der Operation beteiligten Personen und Gerätschaften am Anfang jedes Kapitels durch Anklicken des Mikroskops, der OP-Arbeitstische oder dem gelagerten Patienten direkt in den betreffenden Abschnitt im Kapitel gesprungen werden könnte, der das Thema behandelt. Technisch ist das mit den gewählten Mitteln zu realisieren:

die Übersichtszeichnung muss in eine Imagemap (dt: verweissensitive Grafik) umgewandelt werden. Eine Imagemap kann mit einem Bildbearbeitungsprogramm, beispielsweise Gimp³⁹ oder Adobe Photoshop⁴⁰ erstellt werden und in die vorhandenen HTML-Seiten integriert werden.

Jedes Kapitel der readyNCOP-App enthält eine Feedback-Funktion, über die die Benutzer der readyNCOP-App Anregungen und Verbesserungsvorschläge zu den einzelnen Kapiteln geben können. Die Feedback-Funktion ist auch in Verwendung bei der Korrektur und Erstellung der Bildlegenden der Web-App benutzt worden. Im jetzigen Stadium der readyNCOP-App wird durch die Feedback-Funktion eine E-Mail an den Administrator der webbasierten App oder alle von ihm angegebenen Personen verschickt. In einem weiter fortgeschrittenen Stadium könnte die Feedback-Funktion der readyNCOP-App in eine Kommentarfunktion umgewandelt werden. Dadurch hätten alle oder ausgewählte Benutzer die Möglichkeit, am Ende eines Kapitels Kommentare zu hinterlassen und wichtige Informationen aus ihrer Sicht zu teilen.

Das vorhandene Bildmaterial lässt sich teilweise auch im anderen Kontext und Reihenfolge anschauen: eine Auswahl an Patientenlagerungen und Instrumententischen sind auch als Liste mit Legenden über eigene Menüpunkte von der Startseite der readyNCOP-App aufrufbar. Hierfür mussten nur zusätzliche HTML-Dokumente erstellt und in die vorhandene Struktur der webbasierten App integriert werden.

Interaktivität ist für die im Internet verbreiteten Lehr- und Lernangebote, die sich an Medizinstudenten richten, heutzutage weit verbreitet. Viele Seiten sind frei zugänglich, oft kann aber ohne Registrierung nur ein kleiner Teil des Angebotes eingesehen werden. Es gibt vielfältige didaktische Konzepte.

Die Einführung einer plattformübergreifenden Anwendung (App) für die Vorbereitungsphase neurochirurgischer Operationen, die gleichermaßen auf Smartphones und PCs genutzt werden kann, markiert eine bedeutende Innovation im Bereich der operativen Medizin. Diese neue Technologie bietet dem gesamten an einer Operation beteiligten Personal die Möglichkeit, sich effizient und flexibel auf bevorstehende Eingriffe vorzubereiten, indem sie ihnen einen einfachen Zugriff auf relevante Informationen zur Planung und Durchführung der Operationen bietet. Die readyNCOP-App kann flexibel erweitert und korrigiert werden und einfach an die neuen Gegebenheiten angepasst werden. Somit ist die Aktualität der Informationen gewährleistet. Während der Erstellungshase der readyNCOP-App wurden im

³⁹ www.gimp.org

⁴⁰ www.adobe.de

OP verwendete Gerätschaften durch Neuanschaffungen ersetzt, ein neuer C-Bogen hat Einzug in den Operationssaal genommen. Neue Gerätschaften und Instrumentarien sowie veränderte OP-Abläufe oder Techniken erfordern eine ständige Anpassung und Aktualisierung der bereitgestellten Informationen. Die readyNCOP-App bietet hierfür ideale Voraussetzungen durch ihre flexible Skalierbarkeit.

5.3 Animationen

Die Vektorgrafiken in der readyNCOP-App wurden später auch als Basis für Animationen verwendet, was zusätzliche Möglichkeiten zur Veranschaulichung komplexer medizinischer Verfahren bietet.

Vektorgrafiken eignen sich auf Grund ihrer verlustfreien Skalierbarkeit ideal als Grundlage für Animationen. Mit Hilfe von Animationen können komplexe Inhalte spielerisch vermittelt werden. Die in Abbildung 31 beschriebene schrittweise Zusammenstellung eines Instrumentiertisches für eine kraniale Operation könnte auch das Drehbuch für eine Animation zum gleichen Thema sein. Die Instrumente könnten hierbei nacheinander auf dem OP-Bestecktisch platziert werden und dazu ihre Namen eingeblendet werden. Filme lassen sich auch leicht in die vorhandene Struktur der readyNCOP-App einbetten (siehe Seite 29). Einzelne Animationen wurden auch schon für die Positionierung im OP-Saal erstellt. Um komplexere Animationen zu erzeugen kann mit einem Vektoranimationsprogramm gearbeitet werden, z. Bsp. Moho von [lostmarble⁴¹](http://lostmarble.com) oder Adobe animate⁴². Aber auch mit einer Videoschnittsoftware, mittlerweile gibt es auch einige als Open-Source-Programme, können schon gut Abläufe oder Hervorhebungen in einer Zeichnung animiert und mit Erklärtexten versehen werden.

5.4 Blick in die Zukunft

Grundsätzlich gilt: je mehr Elemente digital vorliegen, desto größer sind die Möglichkeiten, unkompliziert und schnell neue inhaltliche Verknüpfungen zu bilden und die App auch um didaktische Konzepte zu erweitern. Nützlich wäre es, wenn aus der App heraus ohne den Umweg über ein Zeichenprogramm in Zukunft die Vorbereitungsschritte von weiteren Operationen mit dem vorhandenen Material beschrieben werden könnten.

⁴¹ moho.lostmarble.com

⁴² www.adobe.com

Künstliche Intelligenz ist mittlerweile überall auf dem Vormarsch, auch in der Bildverarbeitung, der Erstellung von Animationen und in der Programmierung von Internetseiten und Programmen kommt sie zum Einsatz. In Zukunft wird vieles realisierbar sein, was heute nur mit großem Zeit- und Personalaufwand machbar ist.

6 Zusammenfassung

Die vorliegende Dissertationsschrift beschäftigt sich mit der Entwicklung der readyNCOP App, einer interaktiven webbasierten App, die mit Vektorillustrationen als Grundlage die Vorbereitungsschritte im Operationssaal der Neurochirurgischen Klinik und Poliklinik der Universitätsmedizin Mainz bei den gängigsten Eingriffen im Bereich der Wirbelsäule und an einer Anzahl ausgewählter Eingriffe im Bereich des Schädels beschreibt. Die in den Mittelpunkt gestellten OP-Vorbereitungsschritte sind die Positionierung des Patienten, des Operationsteams und der für die Operation benötigten Gerätschaften im Operationssaal, die Patientenlagerung, der Aufbau des Mikroskops und die Zusammenstellung der OP- Arbeitstische (OP-Instrumentier- und Beistelltische).

In der Rubrik „Material und technische Realisierung“ werden Themen behandelt, wie z. Bsp. das Fotografieren zur Materialsammlung im OP, die technischen Grundlagen zur Erstellung einer webbasierten App und das Vorgehen zur Umwandlung einer OP-Fotografie in eine wissenschaftliche Illustration auf Basis einer Vektorgrafik.

Die Arbeit geht auf die historische Entwicklung der medizinischen Abbildungen vom Holzschnitt bis zur Vektorgrafik ein und arbeitet die Vor- und Nachteile der Vektorillustrationen heraus. Das Erstellen der Vektorillustrationen ist am Anfang sehr aufwendig, bildet aber die Basis für das Baukastenprinzip, mit dem im weiteren Verlauf des Projekts Operationsvorbereitungen für weitere Operationen zusammen mit den Chirurgen beschrieben werden konnten, ohne dass diese vor Ort dokumentiert werden mussten. Die Vektorillustrationen in Kombination mit der auf Internetstandards beruhenden Arbeitsumgebung sind eine ideale Voraussetzung für die Anpassungsfähigkeit der readyNCOP-App auf neue Situationen und Operationstechniken. Durch die Verwendbarkeit der auf Internetstandards beruhenden readyNCOP-App sowohl auf mobilen als auch stationären Geräten ohne zusätzliche Installation von Software wurde die Grundlage für einen leichten Einstieg und die Akzeptanz des OP-Manuals geschaffen. Die readyNCOP-App zeichnet sich durch Interaktivität, leichte Aktualisierbarkeit und animierte Erklärvideos aus.

Es konnten bis zum Erscheinen der Publikation siebzehn Kapitel erstellt werden, die innerhalb der Neurochirurgischen Klinik Mainz auf stationären und mobilen Geräten aufgerufen werden können.

Schlussfolgerung

Mit der webbasierten readyNCOP-App für die Neurochirurgie können Assistenzärzte und OP-Personal, die nicht vertraut mit den Abläufen und operativen Techniken an der

Universitätsmedizin Mainz sind, interaktiv einen schnellen Einstieg in die eingespielten Abläufe erhalten. Zusätzlich können Änderungen in den OP-Prozessen einfach erfasst und ohne große Verzögerung dem gesamten involvierten Personal weitergegeben werden. Da es sich um eine Wissensdatenbank handelt, kann diese modular ohne Einschränkungen erweitert werden und auch für die Anwendung außerhalb der Neurochirurgie adaptiert werden.

7 Literaturverzeichnis

7.1 Geschichte der medizinischen Abbildungen

Agte, Christine / Götz, Christine / Hemmeter, Karl Heinz / Hornig, Christian / Körner, Hans / Müller, Claudius / Rauch, Alexander / Rebel, Ernst / Schedler, Uta / Stabenow, Cornelia / Weidmann, Dieter / Wolf, Norbert

Das große Lexikon der Graphik

Georg Westermann Verlag, Braunschweig 1984

Barad, Karen

Meeting the Universe Halfway: Quantum Physics and the Entanglement of Matter and Meaning

Duke University Press, Durham 2006

Barad, Karen

Agentieller Realismus

Suhrkamp Verlag, Berlin 2012

Buschhaus, Markus

Über den Körper im Bilde sein. Eine Medienarchäologie anatomischen Wissens.

transcript, Bielefeld, 2005

Dürer, Albrecht

Das gesamte graphische Werk, Band 2 Druckgraphik

Verlag Rogner und Bernhard, München 1988

Robin, Harry

Die wissenschaftliche Illustration: Von der Höhlenmalerei zur Computergraphik.

Mit einem hist. Vorwort von Daniel J. Kevles. Aus dem Amerik. von Anita Ehlers.

Birkhäuser, Basel, Boston, Berlin 1992

Herrlinger, Robert

Geschichte der medizinischen Abbildung, Band 1, Von der Antike bis um 1600

Moos, München, 1967

Putscher, Marielene

Geschichte der medizinischen Abbildung, Band 2, Von 1600 bis zur Gegenwart

Moos, München, 1972

7.2 Historische Anatomiebücher und Operationsatlanten

Bourgery, Jean Marc / Jacob, Nicolas Henri

Atlas der menschlichen Anatomie u. Chirurgie. Eine Auswahl bearb. v. J.-M. le Minor u. H.Sick.

Taschen Verlag, 2008

von Gersdorff, Hans

Feldtbuch der Wundartzney

Reprint der Ausgabe von 1517, Agaton Presse, Baiersbronn unbekanntes Jahr

Scultetus, Johannes:

Cheiroplothêkê, Seu D. Joannis Sculteti [.] Armamentarium Chirurgicum XLIII. tabulis æri elegantissime incisis, nec ante hac visis, exornatum.

Reprint der Ausgabe von 1653, Editions Medicina Rara, 1970

Vesalius, Andreas

De humani corporis fabrica libri septem

Reprint der Ausgabe von 1543, Helikon Verlag, Budapest 1968

7.3 OP-Manuale, Operationsatlanten

Aebi, Max / Arlet, Vincent / Webb, John K.

AOSPINE Manual

Principles and Techniques (Vol. 1)

Thieme Verlag, Stuttgart – New York, 2007

Koos, Wolfgang Th. / Spetzler, Robert F. / Pendl, Gerhard / Perneczky, Axel / Lang, J.

Colour Atlas of Microsurgery

Thieme Verlag, Stuttgart – New York, 1985

Liehn, Margret / Lengersdorf, Brigitte / Steinmüller, Lutz / Döhler, Rüdiger (Hrsg.)

OP-Handbuch

Grundlagen, Instrumentarium, OP-Ablauf, 7., aktualisierte und erweiterte Auflage

Springer-Verlag, Berlin u. Heidelberg 2021

Liehn, Margret / Schlautmann, Hannelore

1x1 der chirurgischen Instrumente

4. Auflage

Springer-Verlag, Berlin u. Heidelberg 2022

Perneczky, Axel / Tschabitscher, Manfred / Resch, Klaus Dieter

Endoscopic Anatomy for Neurosurgery

Thieme Verlag, Stuttgart – New York, 1993

Perneczky, Axel / van Lidnert, Erik / Müller-Forell, Wibke

Keyhole Concept in Neurosurgery including Endoscopic Assisted Microsurgery

Thieme Verlag, Stuttgart – New York, 1999

F.W. Rathke und Karl Friedrich Schlegel

Hackenbroch, M. und Witt, A.N. (Hrsg.)

Orthopädisch-chirurgischer Operationsatlas Bd. III

Wirbelsäule und Becken

George Thieme Verlag, Stuttgart 1974

Steiger, Hans-Jakob / Reulen, Hans-Jürgen

Manual Neurochirurgie

Landsberg: ecomed, 1999

Yasargil, Mahmut Gazi

Microneurosurgery in 4 volumes

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1984-1996

7.4 Lagerungshandbücher

Patientenlagerung im OP

Schmidt-Bräkling, Tom / Pohl, Ulrich / Gosheger, Georg / Van Aken, Hugo Karel (Hrsg.)
Thieme Stuttgart, New York 2017

Aschemann, Dirk (Hrsg.)

OP-Lagerungen für Fachpersonal
Springer Medizin Verlag Heidelberg 2009

Duru, Sadik / Gnant, Michael / Markstaller, Klaus/ Bodingbauer, Martin (Hrsg.)

Standards der OP-Patientenlagerung
Korrekte Lagerung und technische Ausstattung im modernen OP-Saal
Springer Berlin 2018

7.5 Technische Realisierung

Campeato, Oswald

SVG - Pocket Primer

Mercury Learning and Information, Dulles, Virginia, Boston, Massachusetts, New Delhi 2017

Schöler, Uwe

Inkscape - Der Weg zur professionellen Vektorgrafik

Auflage: 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage

Carl Hanser Verlag, München 2024

Timm Eichstädt, Stefan Spieker

52 Stunden Informatik

Was jeder über Informatik wissen sollte

Springer Fachmedien, Wiesbaden 2024

8 Danksagung

9 Tabellarischer Lebenslauf

Thomas Bauer wissenschaftlicher Mitarbeiter, Grafiker, Künstler

Persönliche Angaben

geboren am 30.09.1969 in Wasserlos bei Aschaffenburg

Hochschulstudium

04/1992 - 05/1997 Studium der Freien Bildenden Kunst am Fachbereich Kunst
(jetzt Kunsthochschule Mainz) an der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

05/1997 Diplom Freie Bildende Kunst - Fachrichtung Grafik

Zivildienst

07/1990 – 09/1991 Pflegeassistent im Rahmen des Zivildienstes im Bereich Innere Medizin,
Kreiskrankenhaus Wasserlos

Schulbildung

1979 - 1990 Spessart-Gymnasium Alzenau (neusprachlich, humanistisch),
Abschluss Abitur

1976 - 1979 Grundschule in Alzenau-Michelbach

Berufliche Erfahrungen

seit 06/2000 wissenschaftlicher Angestellter/Diplom-Grafiker an der
Neurochirurgischen Klinik der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz (seit 01/2009 Universitätsmedizin) in Teilzeit

10/2001 - 09/2004 wissenschaftlicher Angestellter/Diplom-Grafiker im BMBF geförderten
Verbundprojekt MINOP II (Mikrosystemtechnik zum Einsatz in der Minimal
Invasiven Endoskop-Assistierten Neurochirurgischen Operationstechnik)

06/1996 - 05/2000 wissenschaftliche Hilfskraft an der Neurochirurgischen Klinik der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz; u.a. Mitarbeit am
E-Learning Projekt „Audio-visuelle Sammlung fachspezifischer
normaler und pathologischer Befunde“

12/1993 - 05/1996 Pflegehilfstätigkeiten als Aushilfe im Bereich Allgemeinchirurgie, St. Vincenz-
und Elisabeth-Hospital Mainz

Künstlerischer Weg

seit 2001 Gründer u. Inhaber Werkstatt uah! in Mainz
Werkstatt für Hoch-, Tiefdruck, Siebdruck

seit 2004 Gründer u. Inhaber Werkstattden uah! in der Hinteren Bleiche 28 in Mainz
Ausstellungsraum zur Präsentation und Verkauf der eigenen Drucksachen