



Ing. Gerald Fruhmann, BSc

Modellierung der Versorgungsstrukturen im Bereich der Endoprothetik

MASTER'S THESIS

to achieve the university degree of

Diplom-Ingenieur

Master's degree programme: Biomedical Engineering

submitted to

Graz University of Technology

Supervisor

Assoc. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Jörg Schröttner

Institut für Health Care Engineering mit Europaprüfstelle für Medizinprodukte

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

AFFIDAVIT

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit/Diplomarbeit/Dissertation identisch.

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis/diploma thesis/doctoral dissertation.

Datum / Date

Unterschrift / Signature

Die Technische Universität Graz übernimmt mit der Betreuung und Bewertung einer Masterarbeit keine Haftung für die erarbeiteten Ergebnisse: Eine positive Bewertung und Anerkennung (Approbation) einer Arbeit bescheinigt nicht notwendigerweise die vollständige Richtigkeit der Ergebnisse.

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle besonders bei meiner Mutter Maria und meiner Schwester Daniela bedanken, die mir während der Erstellung dieser Arbeit stets zur Seite gestanden sind. Ohne eure emotionale Unterstützung wäre dies nicht möglich gewesen. Ein sehr besonderer Dank gilt auch Herrn Dr. Alexander Lassnig, ohne dessen Knowhow, Erfahrung und Motivation dieses Dokument wohl niemals ein Ende gefunden hätte. Mit Deiner besonnenen Art hast Du mich bis zur Ziellinie geführt, die ich mit diesem Dokument nun überschreiten möchte. Und natürlich muss ich auch meinen Freunden Daniel, Johannes und Christian einen großen Dank aussprechen. Ihr habt mich stets dazu motiviert, diese Masterarbeit – auch nach so langer Zeit – zu Ende zu bringen.

„In dir muss brennen, was du in anderen entzünden willst.“ - Augustinus Aurelius

Kurzfassung

Die Ressourcensituation im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik steht auf Grund der hohen Morbidität im Mittelpunkt von gesundheitsökonomischen Betrachtungen. Das im Zuge dieser Masterarbeit erstellte Modell erlaubt eine österreichweite Analyse der Ressourcensituation im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik.

Mittels Literaturrecherche konnten österreichweit Strukturdaten, wie zum Beispiel die Belagsdauer oder die Bettenanzahl, auf Krankenanstaltsebene erhoben werden. Das Modell erlaubt eine konkrete Aussage über die Anzahl der durchführbaren Operationen nach Eingriffsart. Hierbei wurde ersichtlich, dass aktuell der Bedarf an Operationen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik im Bezug auf die Ressourcenauslastung kaum bewältigt werden kann.

Die Modellergebnisse ermöglichen es die Versorgungssituation in Österreich zu beschreiben und ihre Leistungserbringung zu analysieren. Dies erlaubt auch die Identifizierung von möglichen Potenzialen, um dadurch eine nachhaltigere Entwicklung zu ermöglichen.

Schlüsselwörter: Endoprothetik, Modellierung, Ressourcen, Bettenanzahl, Belagsdauer.

Abstract

The resource situation in the field of hip and knee arthroplasty is the focus of health economic considerations due to the high morbidity. The model created in the course of this master thesis allows an Austria-wide analysis of the resource situation in the field of hip and knee arthroplasty.

By means of literature research, it was possible to collect structural data for the parameters of length of stay and number of beds at hospital level throughout Austria. The model allows a concrete statement on the number of surgeries that can be performed by type of procedure. It became apparent that the current demand for hip and knee endoprosthetic operations can hardly be met in terms of resource utilization.

The model results allow to describe the care situation in Austria and to analyse its service provision. This also allows the identification of possible potentials, thereby enabling a more sustainable development.

Keywords: endoprosthetics, modeling, resources, number of beds, length of stay.



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Allgemein	1
1.2	Bedarf in der Hüft- und Knie-Endoprothetik	3
1.3	Ressourcen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik	4
1.3.1	Gliederung der Krankenanstalten	5
1.4	Fokus durch SARS-CoV-2	6
2	Aufgabenstellung	7
2.1	Ziele des Modells	7
3	Recherche	9
3.1	Einführung	9
3.2	Methoden	9
3.2.1	Grundlegende Einarbeitung	9
3.2.2	Literaturrecherche	10
3.2.3	Datenrecherche	12
3.3	Recherche-Ergebnisse	14
3.3.1	Grundlegende Einarbeitung	14
3.3.2	Literaturrecherche	15
3.3.3	Datenrecherche	16

4	Modell	21
4.1	Einführung	21
4.2	Simulationssoftware	23
4.3	Wirkungsgraph	24
4.4	Modellbeschreibung	25
4.4.1	Start-Bildschirm	25
4.4.2	Auswahl der Bundesländer und der Simulationsszenarien	26
4.4.3	Auswahl der Simulationsszenarien	28
4.5	Annahmen der Programmierung	29
4.5.1	Übergabe der Simulationsparameter	32
4.5.2	Modellierung	33
5	Ergebnisse	35
5.1	Export und Darstellung der Simulationsergebnisse	35
5.1.1	Methodik der Ergebnisdarstellung	38
5.2	Hüft-Endoprothetik	38
5.2.1	Hüft-Endoprothetik in den Bundesländern	41
5.3	Knie-Endoprothetik	46
5.3.1	Knie-Endoprothetik in den Bundesländern	49
5.4	Verifizierung der möglichen Operationen des Modells	55
6	Diskussion	59
6.1	Diskussion der Simulationsergebnisse	60
6.2	Literaturrecherche	64
6.3	Modellentwicklung	65
6.4	Konsequenzen während der SARS-CoV-2 Pandemie	70
6.5	Zusammenfassung	72
7	Schlussfolgerung	73
8	Anhang	75
8.1	Auszug aus der Literaturrecherche	75
8.2	Übersicht der Ergebnisse der Strukturdatenrecherche	76
8.2.1	Neu-Implantation einer Hüft-Prothese	76

8.2.2	Re-Implantation einer Hüft-Prothese	83
8.2.3	Neu-Implantation einer Knie-Prothese	89
8.2.4	Re-Implantation einer Knie-Prothese	95
8.2.5	Angepasste Bettenzahl für Neu-Implantationen einer Hüft-Prothese	102
8.2.6	Angepasste Bettenzahl für Re-Implantationen einer Hüft-Prothese	107
8.2.7	Angepasste Bettenzahl für Neu-Implantationen einer Knie-Prothese	112
8.2.8	Angepasste Bettenzahl für Re-Implantationen einer Knie-Prothese	116

Abbildungsverzeichnis	120
--	------------

Literaturverzeichnis	123
---------------------------------------	------------



1 — Einleitung

1.1 Allgemein

Die Veränderung im Altersprofil der Bevölkerung in Österreich und im europäischen Raum spiegelt sich auch in den Anforderungen des Gesundheitssystems wieder. Besonders die Versorgungssituationen der so genannten „Volkskrankheiten“ – also nicht-epidemische Krankheiten – sind dabei im öffentlichen und wissenschaftlichen Fokus. Dabei wird nicht nur die Gesamtzahl der Bevölkerung in den nächsten 30 Jahren steigen, sondern auch die Altersstruktur der Gesellschaft wird sich dabei verändern. Die Gesamtzahl wird dabei von aktuell 8.837.707 Einwohnern (2018) auf 9.673.631 (2050) anwachsen. [1] Ferner wird auch das Durchschnittsalter von derzeit 42,5 auf 46,3 Jahren steigen und der Anteil der Bevölkerung der über 60-Jährigen wachsen. [2]

Dies bedingt – wenn sich der aktuelle Trend fortführt – wiederum eine erhöhte Krankheitslast für Erkrankungen am Muskel- und Bewegungsapparat und einen damit verbundenen erhöhten Versorgungsbedarf auf dem Gebiet der Hüft- und Knie-Endoprothetik. Dabei ist der Blick auf den Anteil der Bevölkerung über 60 Jahre besonders interessant, da in diesem Teilkollektiv die meisten Operationen in diesem Bereich getätigt werden. [3].

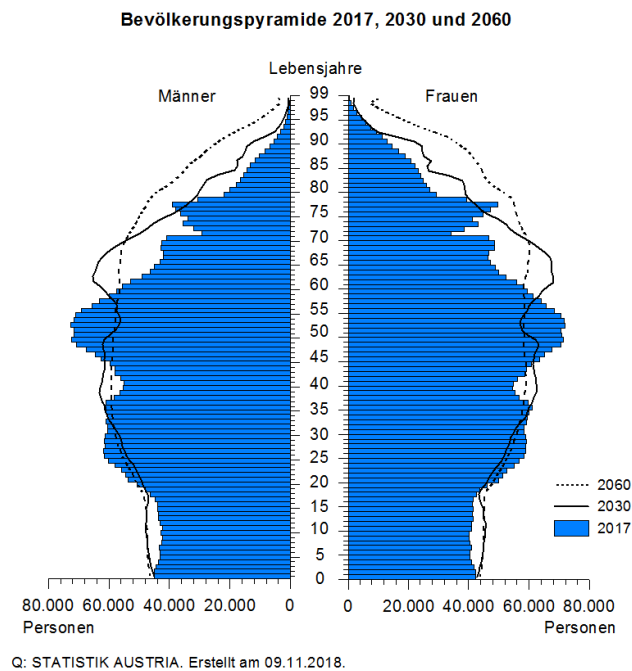


Abbildung 1.1: Bevölkerungspyramide 2017, 2030, 2060
[4].

Das aktuelle Hüft- und Knieprothesenmodell des Institutes für Health Care Engineering an der TU Graz befasst sich mit der Modellierung von Versorgungsfragen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik. Neben verschiedensten Simulations-Szenarien mathematischer Natur, erlaubt das Modell auch eine Abschätzung der Kosten, die durch die Leistungserbringung im Gesundheitssystem auftreten. (siehe Abbildung 1.2). Das Modell generiert dabei Daten, die zur Speicherung in einem Tabellenformat (z.B. Microsoft® Excel) verwendet werden können, um eine tiefergehende, graphische Präsentation zu ermöglichen. Aufgrund der Vielzahl an Daten und der verwendeten Software-Methoden dauert ein Simulationsdurchgang mehr als 15 Minuten.

iHCE **TU**
Graz
Institut für Health Care Engineering
mit Europaprüftelle für Medizinprodukte
Stromberggasse 16/II
A - 8010 Graz

**Simulationsmodell zur Abschätzung der
Implantationen von Hüft- und Knieendoprothesen**
Felix Ebner BSc, 2017

Simulationsbeginn: ☐ 1997 ☒ 2017

Bevölkerungsmodell

Allgemeine Einstellungen:
jährliche Inflation:
jährliche Kostensteigerung -senkung:
Euro pro LDF- Punkt: Punkt

Auswahl Szenario für Hüftprothesenmodell:
☐ Best Case (minimale Implantationsrate)
☒ Normal Case (HAUPT- Szenario)
☐ Worst Case (maximale Implantationsrate)
☐ Default Case
☐ Normal Case -> Worst Best Case

Hüftprothesenmodell

Auswahl Szenario für Knieprothesenmodell:
☐ Best Case (minimale Implantationsrate)
☐ Worst Case (logarithmische Implantationsrate)
☒ Normal Case (HAUPT- Szenario)
☐ Normal Case (potentielle Implantationsrate)
☐ Worst Case (maximale Implantationsrate)
☐ Worst Case (lineare Implantationsrate)

Knieprothesenmodell

Simulation starten!

Abbildung 1.2: Hüft- und Knieprothesenmodell, Technische Universität Graz

Das Ziel dieser Masterarbeit soll die Ergänzung einer fehlenden Sichtweise zur Analyse des Bedarfs für Operationen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik sein. Während die aktuelle Implementation sehr zuverlässige und genaue Aussagen über den Bedarf, und der damit einhergehenden Kosten, zulässt, soll diese Erweiterung des Modells auch die Sichtweise zur Analyse der Versorgungsstruktur beinhalten. Hierbei sollen Details ausgearbeitet werden, die eine variantenreiche Parametrisierung des Modells zulassen. So soll es nicht nur ermöglicht werden, den aktuellen Zustand der Versorgungsstruktur zu erfassen, sondern auch mögliche zukünftige Änderungen zu simulieren, die eine Untersuchung der Versorgungsstruktur unterstützen können.

1.2 Bedarf in der Hüft- und Knie-Endoprothetik

Wie schon in Abbildung 1.1 gezeigt wird, verändert sich die Bevölkerungsstruktur in den kommenden Jahrzehnten. Dabei wird die Gesamtpopulation Österreichs vor allem eine Verschiebung in Richtung einer Erhöhung des Anteils von „alten“ Personen, also Personen über 60 Jahren, erfahren. In diesem Zusammenhang kann davon ausgegangen werden, dass aktuelle Missstände, wie etwa die fehlende Zurverfügungstellung von Leistungen im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik sich noch weiter verschärfen werden.

[5]

1.3. RESSOURCEN IN DER HÜFT- UND KNIE-ENDOPROTHETIK

Wartezeiten Orthopädie und Traumatologie - Oktober 2020



Totalendoprothese des Hüftgelenks (NE120)

Standort	Vorgemerkte Termine (davon Sonderklasse)	Ø Wartezeit in Wochen
LKH-Univ. Klinikum Graz, Orthopädie und Traumatologie	300 (29)	22
LKH Murtal, Standort Stolzalpe	159 (20)	67
LKH Südsteiermark, Standort Bad Radkersburg	85 (10)	10

Totalendoprothese des Kniegelenks (NE230)

Standort	Vorgemerkte Termine (davon Sonderklasse)	Ø Wartezeit in Wochen
LKH-Univ. Klinikum Graz, Orthopädie und Traumatologie	232 (18)	31
LKH Murtal, Standort Stolzalpe	258 (25)	74
LKH Südsteiermark, Standort Bad Radkersburg	83 (6)	11

Abbildung 1.3: Warteliste für Implantationen einer Totalendoprothese am Knie und an der Hüfte, Oktober 2020, Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft (KAGes) [5]

Aufgrund der angesprochenen Veränderung der Alterscharakteristik (siehe Abbildung 1.1) und die fehlende Anpassung Leistungserbringung ist es von Interesse eine umfassende Analyse der Ressourcensituation in diesem Bereich anzustreben. Dieses Modell soll als erster Schritt dafür dienen, die Ist-Situation strukturiert zu erheben, auszuwerten und auch zukünftige Szenarien zu modellieren.

1.3 Ressourcen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik

Zu Beginn ist es wichtig zu klären, was unter dem Begriff „Ressourcen“ verstanden wird. Im Gesundheitssystem werden Ressourcen als **alle Einrichtungen und Leistungen** - unabhängig ihrer Zweckbestimmung - bezeichnet. Im Bereich der **Hüft- und Knie-Endoprothetik** beziehen sich diese Mittel vor allem auf den stationären Bereich der Akutkrankenhäuser, da hier – abseits der Rehabilitation – der Großteil der Leistungserbringung erfolgt. In österreichischen Krankenanstalten regelt das so genannte „LKF System“ (Kurzform für **leistungsorientierter Krankenanstaltenfinanzierung**) die Abrechnung stationärer Leistungserbringung. In diesem LKF-Modell werden stationäre Aufenthalte auf Basis der

1.3. RESSOURCEN IN DER HÜFT- UND KNIE-ENDOPROTHETIK

in den Krankenanstalten erfassten Daten in leistungsorientierte Diagnosenfallpauschalen (LDF) gruppiert. Dazu zählen die erbrachten medizinischen Leistungen, die festgestellten Krankheiten beziehungsweise deren zugeordneten ICD-10-Diagnosen, das Alter und die benötigten Abteilungen im Krankenhaus. Diese bestimmen im Wesentlichen die LDF und das zu bezahlende pauschale Entgelt. [6]

Die relevanten Leistungscodes wurden dazu im „Leistungskatalog BMASGK 2020“ [7] ermittelt und stellen sich wie folgt dar:

Kapitel	Leistungscode
10.08 Operationen an Beckengürtel und Hüftgelenk	NE080: Neu-Implantation einer Teilendoprothese des Hüftgelenks NE120: Neu-Implantation einer Totalendoprothese des Hüftgelenks NE100: Re-Implantation einer Teilendoprothese des Hüftgelenks NE140: Re-Implantation einer Totalendoprothese des Hüftgelenks
10.10 Operationen am Kniegelenk	NF180: Neu-Implantation einer Teilendoprothese des Kniegelenks NF211: Neu-Implantation eines Patellaersatzes NF230: Neu-Implantation einer Totalendoprothese des Kniegelenks NF200: Re-Implantation einer Teilendoprothese des Kniegelenks NF250: Re-Implantation eines Patellaersatzes NF253: Re-Implantation einer Totalendoprothese des Kniegelenks

Tabelle 1.1: Relevante Leistungscodes in zugeordneten Kapitel des BMASGK 2020

1.3.1 Gliederung der Krankenanstalten

Die in Abschnitt 1.3 erwähnten Leistungscodes werden von unterschiedlichen Leistungserbringern innerhalb des österreichischen Gesundheitswesens [8] erbracht. Dessen Struktur spiegelt sich auch in der Gliederung (in öffentlichen und privaten Trägern) der Krankenanstalten wider. Die Spitalslandschaft darf als heterogen und komplex bezeichnet werden, unabhängig davon, welcher Gesichtspunkt zur Unterscheidung herangezogen wird. In den Eigentumsverhältnissen wird zwischen **privaten** und **öffentlichen** Häusern unterschieden. Als öffentliche Spitalsträger fungieren hierbei oftmals die Bundesländer,


selten auch Gemeinden und Sozialversicherungsträger. Private Träger sind vor allem geistliche Orden und Glaubensgemeinschaften, die vor allem im Akutbereich tätig sind. Privatpersonen und private Gesellschaften dürfen und stellen nur weniger Leistungen im Akutbereich zur Verfügung, sind dafür öfter auf den Rehabilitationsbereich spezialisiert.

Weitere Gliederungen können nach Aufenthaltsdauer für die angebotenen Leistungen und das Leistungsspektrum selbst getroffen werden. Hierbei werden allgemeine sowie spezialisierte **Akutspitäler**, **Rehabilitationsspitäler** und **Langzeitanstalten** identifiziert. Eine weitere Unterscheidungsmöglichkeit ist auch noch die Gewinnorientierung der Krankenanstalten. Hier wird zwischen nicht-gemeinnützig und gemeinnützig unterschieden. Für weitere Kriterien zur Recherche sei auf Kapitel 3 verwiesen.

Diese Gliederung der Krankenanstalten spiegelt sich auch in der Strukturdatenrecherche (siehe Abschnitt 3.2.3) wieder. Auf Grund der Datenvollständigkeit wurde auf der Plattform kliniksuche.at die Recherche auf öffentliche Häuser beschränkt [9].

1.4 Fokus durch SARS-CoV-2

Während in der Vergangenheit die Frage der Ressourcenauslastung in Krankenanstalten lange Zeit eine rein verwaltungstechnische gewesen ist, so wirkt die SARS-CoV-2 Pandemie auch als Katalysator für einen öffentlichen Diskurs um die Versorgungsstrukturen in Spitälern [10]. Es vergeht kaum ein Tag ohne Veröffentlichung von Auswertungen und Illustrationen bezüglich Auslastungen der Krankenanstalten in den (sozialen) Medien. In dieser Diskussion gilt der Fokus meist der Bettenanzahl und der Auslastungen der betroffenen *Departments* in den Anstalten. Diese Masterarbeit stellt sich auch die Frage, ob die Bettenanzahl die vorherrschende limitierende Ressource in der Leistungserbringung ist, oder ob es noch andere – „einflussreichere“ – Kenngrößen gibt, die für eine umfassende Untersuchung in Betracht gezogen werden müssen.



2 — Aufgabenstellung

2.1 Ziele des Modells

Der Fokus dieser Masterarbeit liegt auf der Implementation eines Modells zur Analyse der Versorgungsstruktur in Österreich im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik. Zum einen muss es eine Untersuchung der aktuellen Situation (Anzahl der Operationen, Verfügbarkeit der Betten) zulassen und zum anderen die Analyse über die zukünftige Entwicklung der genannten Kenngrößen ermöglichen. Aus diesem Grund beinhaltet das Modell ein Modul zur Auswertung von aktuellen Daten.

Im nächsten Schritt werden diese verarbeiteten Daten als Basis für die Simulation aufbereitet. Um möglichst vielseitige Ergebnisse zu erhalten, soll auch die Möglichkeit bestehen Modellparameter zu modifizieren, um unterschiedliche Simulationsszenarien zu ermöglichen. Als Basis der Modellierung wird der systemdynamische Ansatz gewählt. [11]

Nach Einarbeitung in die Thematik auf Basis der bestehenden Modelle und Abschlussarbeiten am Institut für Health Care Engineering sollen durch eine umfassende Literaturrecherche die relevanten Einflussgrößen identifiziert und dokumentiert werden. Diese Parameter dienen im nächsten Schritt als Kontrollgrößen für das Modell, die Zusammenhänge werden in einem Wirkungsgraph dargestellt. Um die Datenrelevanz und -qualität zu gewährleisten, wird bei der Erhebung der Einflussgrößen ein besonderes Augenmerk auf Aktualität gelegt.

Aus diesem Grund soll die Dateneingabe komfortabel und einfach gestaltet werden, um

2.1. ZIELE DES MODELLS

in Zukunft die Aktualisierung des Modells auf einfachem Wege zu gewährleisten. Dabei sollen sich diese Maßnahmen nicht nur auf das User-Interface des Programms beziehen, auch die Aufbereitung im Tabellenformat sollen dabei einfach und klar strukturiert werden. Ebenso soll die Möglichkeit bestehen vor jedem Simulationsvorgang die relevanten Einflussgrößen zu variieren, um verschiedenen Fragestellungen systemdynamisch abbilden zu können. Die Ausgabe der Simulationsergebnisse wird dabei ebenso automatisiert und in einem Tabellenformat erfolgen, um eine komfortable Dokumentation zu gewährleisten.

Nach finalisierter Implementierung des Modells sollen auf Basis der verschiedenen Simulationsszenarien die Kapazitäten der Versorgungsstrukturen im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik miteinander verglichen und diskutiert werden.



3 — Recherche

3.1 Einführung

Wie schon in Abschnitt 2.1 erwähnt, soll mit dem Modell auch ein praktischer Anwendungszweck realisiert werden. Dabei soll auf Basis einer Literatur- und Datenrecherche eine Erhebung von validen Strukturdaten stattfinden, die eine **Parametervariation** des Modells erlauben soll. Der Fokus dieser Recherche liegt dabei einerseits auf wissenschaftlicher Fachliteratur, um ein theoretisches Fundament für die Modellierung zu erlangen und andererseits auf weiterführenden statistische Erhebungen, um aussagekräftige Daten über die Versorgungsstrukturen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik zu finden.

Ein iteratives Rechercheprinzip soll dabei in deutscher sowie englischer Sprache Anwendung finden, um eine strukturierte Erhebung zu ermöglichen. Die Suchstrategie soll mit passenden Schlüsselwörtern für unterschiedliche Quellen etabliert werden. Die recherchierten Größen und Parameter sollen dabei identifiziert werden. Die dabei erhaltenden Ergebnisse werden in der Modellierung Anwendung finden, um eine ausführliche Diskussion zu ermöglichen.

3.2 Methoden

3.2.1 Grundlegende Einarbeitung

Im ersten Schritt der Einarbeitung in das Thema der Modellierung der Hüft- und Endoprothetik wurde eine grundlegende Untersuchung des bestehenden Modells des Instituts für Health Care Engineering durchgeführt. Dabei wurde der Fokus sowohl auf den

Funktionsumfang als auch auf die Datenstruktur und den Möglichkeiten der Modellierungsergebnissen gelegt. Als Startpunkt wurde dabei die Masterarbeit sowie die Modellbeschreibung von Ebner gewählt [12]. Das verfasste Werk diente als Beginn, um einen Überblick in die Thematik sowie das Modell selbst zu bekommen. Besonders die übersichtliche Aufbereitung der Modelldaten, Parameter und Ergebnisse sind hierbei besonders hervorzuheben. Da die Aufgabenstellung der Masterarbeit (siehe Kapitel 2) auch den Entwurf eines eigenen Modells beinhaltet, diente die Modellbeschreibung von [12] als nächster Schritt der Einarbeitungsphase. Hierbei wurden wichtige Kenntnisse in der Architektur der Software und der Funktionsweise der Simulationssoftware AnyLogic® recherchiert, die für die eigene Modellerstellung essentiell gewesen sind.

Finanzierung der österreichischen Krankenanstalten

Um einen Überblick über die Finanzierungskonzepte des österreichischen Gesundheitssystems – in diesem konkreten Fall: stationäre Anwendungsfälle – zu bekommen, diente die Broschüre zum österreichischen LKF System ([6]), sowie der Leistungskatalog BMAS-GK 2020 ([7]). In letzterem Dokument konnten die relevanten Zusatzinformationen wie Hauptdiagnosegruppen und deren Zuordnung in das ICD-10 System extrahiert werden. Auch die unterschiedlichen Belagsdauerober- und -untergrenzen, sowie deren Mittelwert konnten dabei ermittelt werden. Dieser Parameter wurde in weiterer Folge auch als grundlegender Parameter des Modells (siehe Kapitel Kapitel 4) identifiziert. Einführende Informationen über Bettenkapazitäten oder ähnliche Aspekte konnten zu diesem Zeitpunkt noch nicht extrahiert werden. Die Abhängigkeit der Versorgungsstrukturen von der Anzahl der Betten in Krankenanstalten war zu diesem Zeitpunkt zwar ein naheliegender (siehe Abschnitt 1.4), aber ohne theoretisches Fundament, eine nicht-bewiesener Vermutung.

3.2.2 Literaturrecherche

Nach der grundlegenden Einarbeitung in die Thematik wurde eine strukturierte Literaturrecherche durchgeführt. Zu Beginn wurde dafür ein exaktes Suchprotokoll in Microsoft® Excel erstellt, um die Ergebnisse in einem strukturierten und wissenschaftlichen Rahmen dokumentieren zu können. Als Ausgangspunkt für weiterführenden Literaturrecherche wurden dabei folgende Plattformen gewählt:

- PubMed - „US National Library of Medicine National Institutes of Health“
- Google, sowie Google Scholar
- Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz

Dabei wurden folgende Suchbegriffe zur Benutzung der oben genannten Plattformen verwendet:

3.2. METHODEN

- Gesundheitssystem / health system
- Kapazitätsplanung / capacity planing
- Kapazität / capacity
- Gesundheit / health
- Bedarfsanalyse / needs assessment
- Hüfte / hip
- Knie / knee
- DRG
- Betten / bed
- Bettenplanung / bed planing

Durch die Algorithmen der einzelnen Search-Engines wurde bei diesen Suchanfragen eine hohe Anzahl von Treffern (teilweise über 100.000) erzielt. Dadurch ist es notwendig gewesen, diese Anzahl an Ergebnissen noch weiter zu filtern, um relevante Ergebnisse im Zusammenhang für diese Masterarbeit zu erhalten. Die hier angeführten Begriffe wurden in Kombination (durch logische Verknüpfungen mit „AND“, „OR“) für Suchanfragen auf den einzelnen Plattformen verwendet. Diese Herangehensweise hat es ermöglicht, die sehr hohe Menge an Treffern auf eine überschaubare Anzahl zu reduzieren. Wurden bei Suchanfragen abweichende Anfragen verwendet, wurde dies im Protokoll notiert. Die Aufstellung der tatsächlich relevanten Ergebnisse orientiert sich nach in Abbildung 3.1 gezeigter Vorgehensweise.

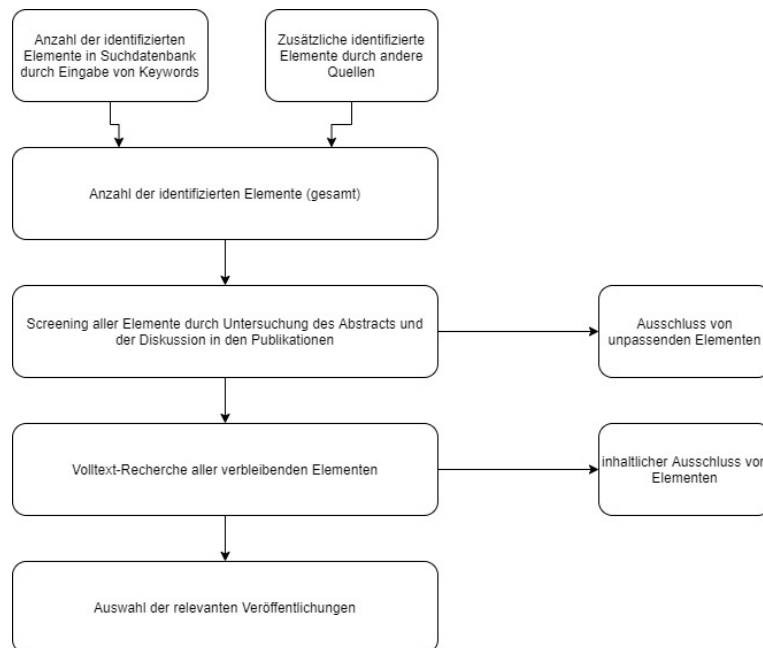


Abbildung 3.1: Vorgehensweise zur Identifizierung von relevanten Publikationen für die Erstellung des Modells

3.2. METHODEN

Die folgende Tabelle zeigt die Übersicht der relevanten Veröffentlichungen nach jedem Recherche-Schritt, wie in Abbildung 3.1 gezeigt:

Datenbanken	Anzahl der identifizier- ten Elemente gesamt	Anzahl der Elemente nach Screening des Abstracts	Anzahl der Elemente nach Volltextre- cherche	Anzahl der relevante Veröffentli- chungen
Pubmed	1324	232	100	49
Google Scholar	2622	168	88	48
BSGPK	184	22	12	3

Tabelle 3.1: Verlauf der Anzahl der relevanten Veröffentlichungen nach jedem Recheschritt

3.2.3 Datenrecherche

Wie schon in Abschnitt 3.1 erwähnt, ist es nach der Analyse der wissenschaftlichen Literatur notwendig eine Erhebung von Basisdaten durchzuführen, die als Eingabeparameter für das Modell dienen sollen. Diese Daten beinhalten folgende detaillierte Informationen

- Übersicht und Anzahl aller Krankenanstalten je Bundesland
- Anzahl aller Betten je Krankenanstalt
- Anzahl aller Betten in relevanten Departments von Krankenanstalten, die für die Leistungserbringung im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik verantwortlich sind
- Anzahl des ärztlichen Personals in relevanten Departments von Krankenanstalten, die für die Leistungserbringung im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik verantwortlich sind
- Anzahl des Pflegepersonals in relevanten Departments von Krankenanstalten, die für die Leistungserbringung im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik verantwortlich sind
- Anzahl der Operationen im Bereich der Hüft-Endoprothetik je Krankenanstalt
- Anzahl der Operationen im Bereich der Knie-Endoprothetik je Krankenanstalt
- durchschnittliche Belagsdauer je Eingriff je Krankenanstalt

Im ersten Schritt erwies sich Statcube - Statische Datenbank der **Statistik Austria** als

3.2. METHODEN

erste Anlaufstelle für die Erfassung dieser Kennzahlen. Bei näherer Verwendung der Plattform stellte sich aber heraus, dass diese Ergebnisse nur mit einem Bezahl-Abonnement abrufbar sind. Aus diesem Grund wurde die Recherche auf die Plattform kliniksuche.at ausgeweitet. Dieses Web-Portal ermöglicht die Suche nach den oben erwähnten Informationen der Krankenanstalten. Die Datengrundlage wird dabei aus dem Routinedaten des LKF-Systems sowie der jährlichen Qualitätsberichterstattung gespeist. Als Herausgeber und Betreiber fungiert das Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz, die inhaltliche Verantwortung - also die erwähnte Einspeisung der Qualitätsdaten obliegt dabei der Abteilung für Qualität im Gesundheitssystem, Gesundheitssystemforschung VIII/C/8 [9].

Das Online-Portal verfügt dabei über eine komfortable Suche, die es erlaubt nach den Parametern **den Körperbereich, Leistungen / Diagnose, Bundesland, Umkreis** zu suchen beziehungsweise die Suchergebnisse danach einzugrenzen.

Abbildung 3.2: Suchmaske des Online-Portals Kliniksuche.at [9].

Des weiteren lassen sich die einzelnen Einträge der Suche öffnen, um weitere Details zu der gewünschten MEL zu erfassen. Ferner können durch Auswahl der betreffenden Krankenanstalt im Suchergebnis vertiefende Informationen erfasst werden.

Aktualität und Qualität der Daten

Die Daten zu den medizinischen Einzelleistungen sowie der Klinikdaten werden durch die Krankenanstalten selbst an das System gemeldet, die Aktualisierung der Daten selbst erfolgt einmal jährlich.

Ein systematischer Export der gesammelten Daten auf [Kliniksuche.at](https://kliniksuche.at) - zum Beispiel durch eine Query bei einer REST API oder einer ähnlichen Technologie - ist nicht vorgesehen, da es sich bei dem Online-Portal um ein reines Nachschlagewerk handelt. Ein Umstand, der die strukturierte Sammlung der Daten sehr umständlich gestaltet hat.

3.3 Recherche-Ergebnisse

3.3.1 Grundlegende Einarbeitung

Die Recherche in der Masterarbeit von Ebner [12] sowie dessen Modellbeschreibung brachte Kenntnisse über Struktur und Aufbau des Hüft- und Knieprothesenmodells des Institut für Health Care Engineering zum Vorschein. Diese Kenntnisse wurden genutzt, um auch das Suchprotokoll für die Literaturrecherche noch einmal anzupassen. Abbildung 3.3 zeigt den Wirkungsgraph des Modells. Der Begriff Wirkungsgraph bedeutet in diesem Zusammenhang die Beschreibung von dynamischen Systemen, um diese in einfacher Art und Weise zu analysieren zu können.

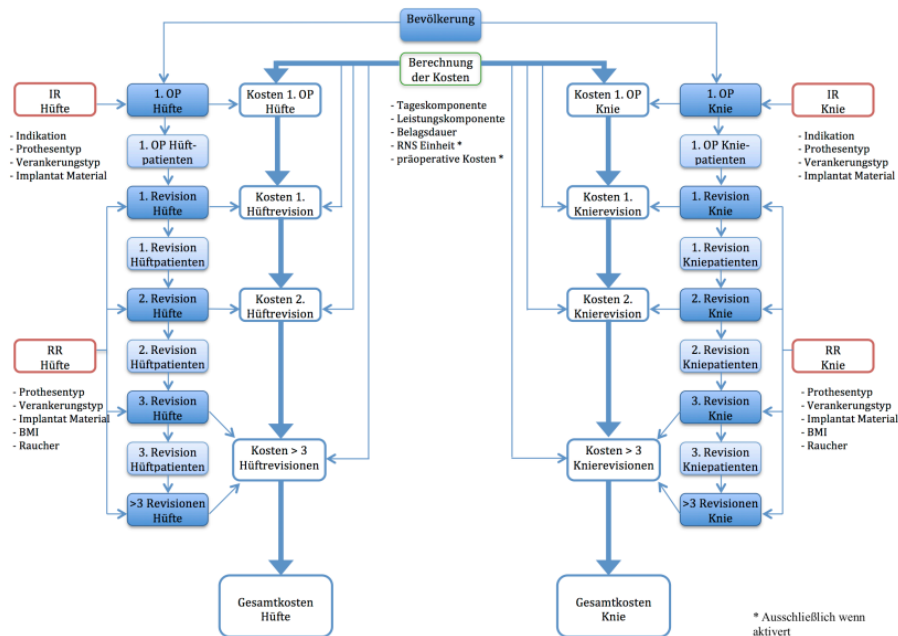


Abbildung 3.3: Wirkungsgraph des Modells Ebner [12]

Wie in Abbildung 3.3 ersichtlich, werden in diesem Modell jeweils die Gesamtkosten für Hüft- und Knie-Endoprothetik berechnet. Diese Ergebnisse werden in Kapitel 5 verwendet, um den Vergleich mit diesem aktuellen Modell anzustreben. Daraus sollen evidenzbasierte Aussagen über das Strukturpotenzial des österreichischen Gesundheitswesens im Bereich der Endoprothetik der unteren Extremitäten abgeleitet werden.

3.3.2 Literaturrecherche

Mit der Verwendung der spezifischen Suchbegriffen „health system“ und „review“ sowie deren logische Kombination wurde ein Vielzahl von Suchtreffern erzielt, bei der sich ein übersichtliches Kompendium von Veröffentlichungen von allgemeinen **Reviews** der Gesundheitssystemen der OECD Staaten finden lies. Diese Veröffentlichungen wurden genutzt, um einen Startpunkt für die Literaturrecherche zu besitzen. Einerseits konnte bestehendes Wissen um die Funktionsweisen des österreichischen Gesundheitssystems verifiziert werden, andererseits erlauben die Publikationen einen komfortablen Vergleich innerhalb der OECD Länder. Besonders die Analyse in Kapitel 5.4.1 - Inpatient Care geben einen guten Überblick über die verschiedenen OECD Ländern und deren Unterschiede im Gesundheitswesen. [13]. Vor allem die Ausweisung der absoluten Bettenanzahlen in den Krankenanstalten ist durch die föderale Länderstruktur in Österreich oft mit einer Unschärfe bedeckt. Wichtiger als die tatsächlichen Absolutzahlen (auf deren Recherche noch in Abschnitt 3.3.3 eingegangen wird), ist die Tatsache, dass die Anzahl der verfügbaren Betten eine Kennzahl von Dienstleistungen innerhalb des Gesundheitswesen sind und die Qualität der Leistungserbringung in direktem Zusammenhang mit der Anzahl der Betten steht. Aus diesem Grund wurde die Bettenanzahl als erster Modellparameter ausgewählt.

Die Veröffentlichungen weisen auch absolute Zahlen zur Personalverfügbarkeit auf. Es erscheint daher intuitiv und zweckmäßig, dass die Quantität und die Qualität der erbrachten medizinischen Leistungen auch von der Verfügbarkeit des medizinischen Personals und dessen Ausbildungsstandard abhängt. Ein besonderes Erschwernis in diesem Zusammenhang war die Recherche von Zahlen des eingesetzten medizinischen Personals und dessen Struktur (Pflege-, diplomiertes Pflege- und ärztliches Personal) bei Operationen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik. Aus diesem Grund wurde ursprünglich auch die Strategie gewählt, diese Daten mittels Fragebogen zu erheben.

Knie- (M17 nach ICD-10 Klassifikation) und Hüftgelenkarthrose (M16 nach ICD-10 Klassifikation) sind durchaus signifikante Belastungen für den Patienten bzw. die Patientin sowie dem Gesundheitssystem als Gesamtes. Aus diesem Grund wurde in der Literaturrecherche auch nach Vorgehensweisen gesucht, die den Betroffenen bzw. die Betroffene durch den Prozess einer Hüft- oder Kniegelenkoperation am optimalsten begleiten (so genannte „Model of Care“). Briggs et al [14] beschreibt dazu ein umfassendes Framework für den Bundesstaat Victoria in Australien, dass auch abseits tatsächlicher Erbringung von medizinischen Einzelleistungen auch auf Prävention und umfangreiches Kommunikationsmanagement gesetzt werden soll, um die Belastungen für die Gesellschaft zu verringern. Für die Fragestellung der Masterarbeit war besonders die Erkenntnisse

über verbesserte Prozesse im chirurgischen Überweisungsmanagement in öffentlichen Krankenhäusern interessant. Die Verbesserung des Patientenmanagement im intra- sowie extramuralen Bereich stellt dabei eine äußerst wichtige Erkenntnis zur Verbesserung der Ressourcenverfügbarkeit im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik dar. Ein verbessertes Aufnahme- und Patientenmanagement kann sowohl die verfügbaren Betten erhöhen, als auch die (mittlere) Belagsdauer der Patienten und Patientinnen für die Leistungserbringung erniedrigen. [15], [16], [17]

Es erscheint zweckmäßig und sinnvoll daher die mittlere Belagsdauer für eine medizinische Einzelleistung auch in die Modellierung aufzunehmen. Als Belagsdauer wird die Länge des Aufenthaltes in einer Krankenanstalt zur Leistungserbringung bezeichnet.

Ein weiterer Modellierungsparameter stellt auch die Auslastung der verfügbaren Betten pro Krankenanstalt dar. Eine allgemeine gültige Aussage über die Bettenauslastung lässt sich natürlich seriös nicht treffen, da diese Kenngröße von Faktoren wie Art des Departments und Größe der Krankenanstalt selbst abhängt. Hier finden sich Aussagen von 85% für „große“ und 45% für „kleine“ Krankenanstalten [18]. Dieses Freihalten von Betten ist notwendig um Akutbedarfe (z.B. Unfallchirurgien) bedienen zu können.

Fragebogen

Als weiteren Bestandteil der Datenerhebung hätten auch Fragebögen zum Thema Hüft- [19] und Knie-Endoprothetik [20] dienen sollen. Der Inhalt fokussiert sich hierbei auf die gezielte Erhebung von Strukturdaten im Bezug auf Personalressourcen im Zusammenhang mit Hüft- und Knie-Operationen. Dieser Fragebogen hätte in Departments wie Orthopädien oder Unfallchirurgien verteilt werden sollen, um eine Befragung beim dienstführenden Personal zu dieser Thematik durchzuführen. Neben dem Fokus der personellen Ressourcen für Operationen stand im zweiten Teil auch die Erhebung der Anzahl der Betten und Operationen im Blickpunkt, um so einen Gegencheck mit der weiter oben erwähnten Quelle zu gewährleisten.

Nach dem Entwurf des Fragebogens ist es geplant gewesen, diesen mit Hilfe der Firma Alphamed Medizintechnik Fischer GmbH in den relevanten Krankenanstalten zu verteilen. Leider ist dies auf Grund eines Personalwechsels und der vorherrschenden Pandemie nicht zu Stande gekommen. Aus diesem Grund konnten zu dieser Thematik auch keine weiteren Daten erhoben werden, die in das Modell einfließen hätten können.

3.3.3 Datenrecherche

Nach dieser umfassenden Literaturrecherche wurde die Erhebung von Strukturdaten vorangetrieben, die als Eingabeparameter für das Modell dienen sollen. Wie schon in

3.3. RECHERCHE-ERGEBNISSE

Abschnitt 3.2.3 erwähnt, galt dabei der Fokus der strukturierten Aufschlüsselung, welches durch eine Dokumentation in einem Tabellenformat erreicht wurde. Folgende Daten wurden dabei für jede Krankenanstalt erhoben:

- Name der Krankenanstalt
- Aufnahmen für die betreffende medizinische Einzelleistung
- durchschnittliche Verweildauer für die betreffende medizinische Einzelleistung
- Gesamtbettenanzahl
- Bettenanzahl des spezifischen Departments der Leistungserbringung
- ärztliches Personal (gesamt)
- Pflegepersonal (gesamt)
- zugeordnetes ärztliches Personal zum jeweiligen Department der Leistungserbringung
- zugeordnetes Pflegepersonal zum jeweiligen Department der Leistungserbringung

Dieser Vorgehensweise wurde für jede medizinische Einzelleistung, die im Fokus dieses Modells steht, durchgeführt. Dies ermöglicht eine übersichtlichere Darstellung der Ergebnisse. Die Krankenanstalten selbst wurden zusätzlich nach Zugehörigkeit der Bundesländer aufgeschlüsselt, dies wird in der Modellierung eine Auswertung je Bundesland ermöglichen. Für das Modell wurden diese Daten in Microsoft® Excel erfasst.

Um für die Masterarbeit eine hinreichende Dokumentation zu gewährleisten, befindet sich eine komplette Übersicht der Strukturdatenrecherche in Abschnitt 8.2 dieses Dokuments. Die Ergebnisse werden dabei für jede verfügbare Eingriffsart, also Neu- und & Re-Implantation einer Hüftprothesen sowie einer Knieprothese, einzeln aufgeschlüsselt. Dabei wurden die Daten auf Krankenanstaltsebene erfasst und in Bundesländer gruppiert. Damit wurde für das Modell eine detaillierte Datenbasis erstellt, die den Namen der Anstalt, die Anzahl der Aufnahmen pro Jahr, die durchschnittliche Verweildauer für den entsprechenden Eingriff und die Bettenanzahl des leistungserbringenden Departments erfasst. Exemplarisch soll folgendes Beispiel angeführt werden. Die Auswertung der Strukturdaten für Neu-Implantationen von Hüftprothesen in Wien.

3.3. RECHERCHE-ERGEBNISSE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Orthopädisches Spital Speising GmbH Wien	1154	5	59
Herz-Jesu Krankenhaus	708	5	40
Evangelisches Kranken- haus Wien	584	8	20
Sozialmedizinisches Zen- trum Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezentrum	327	8	116
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizini- scher Universitätskampus	259	8	68
Sozialmedizinisches Zen- trum Ost der Stadt Wien - Donauspital	129	13	52
Sanatorium Hera	136	9	11
Traumazentrum Meidling, Lorenz Böhler	43	10	166
Hanusch Krankenhaus	80	14	39
Franziskus Spital	36	8	44
Durchschnittliche Verweildauer:		8,8	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:			2,2

Tabelle 3.2: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen
- Wien

Im Zuge dieser Aufschlüsselung wurde auch die Frage geklärt, welche Art(en) von Krankenanstalten vermerkt werden. Wie in Abschnitt 1.3.1 erwähnt, gibt es verschiedenste Möglichkeiten der Gliederung – auf Kliniksuche.at ist es nicht ersichtlich, ob es sich um private oder öffentliche Träger handelt. An dieser Stelle wurde entschieden sich bei der Betrachtung nur auf Krankenanstalten zu konzentrieren, die sich zum Großteil, nämlich 85% [21], in der Hand eines öffentlichen Trägers befinden. Dies wird durch Recherche aller Krankenanstalten auf deren jeweiligen Web-Auftritten sichergestellt. Diese Herangehensweise wurde gewählt, da während der Recherche nur für öffentliche Krankenanstalten belastbare Daten erfasst werden konnten. Als Maß dafür wurde die Anzahl der

3.3. RECHERCHE-ERGEBNISSE

systemisierten Betten herangezogen.

Auf Basis dieser Ergebnisse der Literatur- und Datenrecherche konnte im nächsten Schritt nun ein Modell entworfen werden.



4 — Modell

4.1 Einführung

Als Modell bezeichnet man eine strukturgleiche oder strukturähnliche Darstellung eines Teilzusammenhangs eines oder mehrerer Probleme. Dabei handelt es sich um Abstraktionen der Realität, die beobachtet und präzise gemessen werden können, um praktische und nutzbringende Problemlösungen zu finden. Modelle zeichnen sich vor allem durch komplexreduzierende Funktionen aus, um eine Beschränkung auf Realitätsausschnitte zu gewährleisten [22].

Modelle beziehungsweise Modellierungen von Echtzeitproblemen finden ein weites Anwendungsgebiet; das prominenteste heutzutage ist sicherlich die Epidemiologie (siehe Abschnitt 1.4). Aber auch volkswirtschaftlichen Maßnahmen in der Politik, bei der Planung und Realisierung von Verkehrsprojekten und Initiativen im Gesundheitswesen findet diese Methodik Anwendung. Dabei wird, wie schon erwähnt, die reale Problemstellung in ein Simulationsmodell überführt, um durch Variationen der Modellparameter Aussagen für die Lösungen von Echtzeitproblemen zu erarbeiten [23].



Abbildung 4.1: Darstellung eines Modellierungsproblems nach [23]

Ein wichtiges Unterscheidungskriterium ist dabei schon angesprochener Abstraktionsgrad. Dieser legt fest, welche und in welcher Detailtiefe, Abhängigkeiten und Zusammenhänge im Modell selbst abgebildet werden (siehe Abbildung 4.2). Aus Kapitel 2 geht hervor, dass sich der sogenannte **systemdynamische Ansatz** am besten dazu eignet. Nicht nur, weil alle anderen Modelle auch mit dieser Herangehensweise verarbeitet wurde, sondern weil die Verarbeitung mit den recherchierten Daten die validesten Ergebnisse damit erlangt. Unter diesem Ansatz versteht man geschlossene Analyse eines Systems.

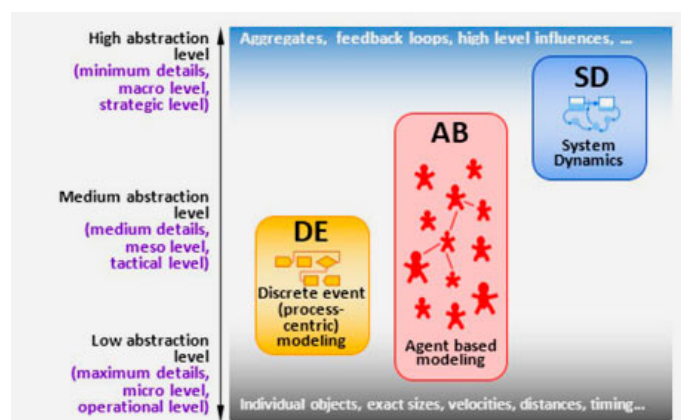


Abbildung 4.2: Modellierungsarten in Abhängigkeit des Abstraktionsgrades nach [23]

Elemente in systemdynamischen Modellen

Als **Stock** (deutsch: Bestand) und **Flows** (deutsch: Rate) bezeichne man die Hauptelemente in systemdynamischen Modellen. Dabei fungieren Stocks als Datenquellen und Flows als Veränderungsraten dieser Quellen. Als Beispiel seien hier die Anzahl der Krankenanstaltsbetten für Stocks genannt und die jährliche Veränderungsraten dieser Betten als Flows.

4.2 Simulationssoftware

Als Simulationssoftware wurde das Werkzeug **AnyLogic®** - Personal Learning Edition (PLE) verwendet, da sie die oben-erwähnten Methoden zur Modellbildung unterstützt. Als Grundlage wird dabei ein Derivat der Programmiersprache Java verwendet, nämlich Java SE, die vereint eine Sammlung von Standard APIs vereint - zum Beispiel zur Öffnung einer Microsoft Excel File. Da die Simulationssoftware auch über einen graphischen Editor verfügt, der die Entwicklung des Modells per bequemen Eingabefunktionen zulässt, entfällt die Notwendigkeit dies über einen Text-Editor durchzuführen.

Wie in Kapitel 2 beschrieben, soll das Ziel als ein eigenständiges Modell zur Lösung der Problemstellung entwickelt werden, welches aber auch in einfacher Art und Weise in das bestehende Modell des Institut für Health Care Engineering integriert werden kann. Aus diesem Grund war die Herangehensweise bei der Entwicklung die Implementation als Standalone Modell. Dies erleichtert einerseits die Entwicklung und andererseits das Troubleshooting. Die Notwendigkeit eines eigenen Modells besteht aber auch auf Grund des Vorhandenseins von verschiedenen Ausgaben des Simulationswerkzeugs AnyLogic®. Das bestehende Modell wurde mit einer Professional-Edition entwickelt, die sich – unter anderem – in ihrem erweiterten Funktionsumfang von der PLE unterscheidet. Vor allem das Vorliegen von komfortablen Zusatzfunktionen, (zum Beispiel einer sogenannten „File-Picker“ Methode), die den Implementationsaufwand erheblich mindern, zählen zu den größten Unterscheidungsmerkmalen. Da diese erweiterte Ausgabe nur durch eine Entgeltung erworben werden kann und diese Ausgabe nicht für diese Masterarbeit vorgesehen war, wurde die Implementation in der so genannten Personal Learning Edition durchgeführt. Dies bedingt aber auch, dass einige Software-Methoden selbst entwickelt werden musste und somit zu einem erheblichen Mehraufwand führte.

Die Neu-Entwicklung von Methoden führte aber zu erheblichen Performance-Verbesserungen, so konnten signifikante Leistungsverbesserung beim File-Picker-Modul erreicht werden.

4.3 Wirkungsgraph

Wird bei AnyLogic® ein neues Modell erstellt, so wird dabei auch ein sogenanntes „Experiment“ kreiert. Dieses Experiment ermöglicht die Steuerung der Eingabedaten für das eigentliche Modell und ermöglicht somit eine Parametrisierung für das Modell. Im Zuge dieses Abschnitts soll daher nicht nur auf den Wirkungsgraph des Modells selbst eingegangen werden, sondern auch auf die Software-Architektur und -Logik des Experiments. Diese beinhaltet neben dem Einlesen der Strukturdaten noch weitere Funktionen zur Datenaufbereitung, die einen Modelldurchlauf erst ermöglichen.

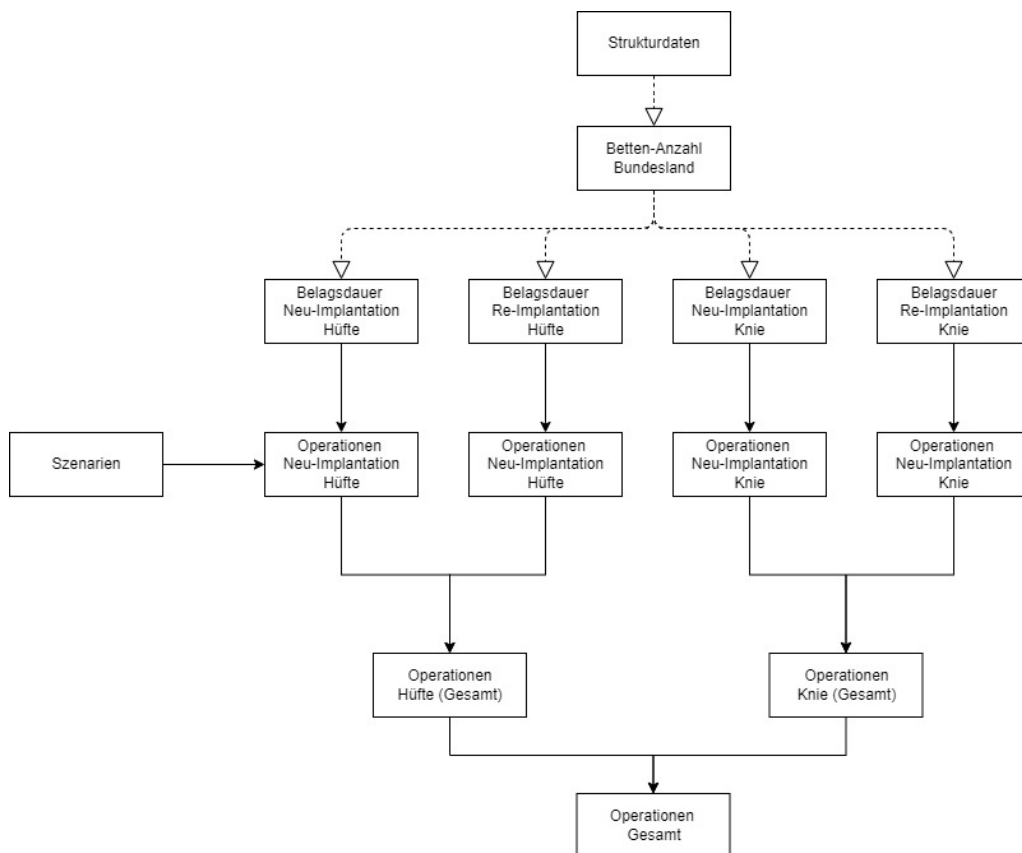


Abbildung 4.3: Wirkungsgraph des aktuellen Modells

Der Wirkungsgraph zeigt, dass die Bettenanzahl je Bundesland der Grundparameter für das Modell ist. Zusammen mit der ermittelnden durchschnittlichen Belagsdauer je Eingriff pro Bundesland ergibt sich eine theoretisch mögliche Anzahl an Operationen je medizinischer Einzelleistung.

Dabei wurden im Experiment verschiedene Szenarien implementiert, die eine Simulation mit unterschiedlicher Parametrisierung der Modell-Parameter erlauben. Am Ende und während eines Simulationsdurchlaufs des Modells werden die berechneten Daten automatisch in Tabellenformat exportiert, um so eine graphische Aufbereitung in Diagrammen zu erlauben.

4.4 Modellbeschreibung

Die Realisierung des Modells selbst soll in den folgenden Kapiteln anhand der Anwenderin / dem Anwender zur verfügbaren Eingabe- und Ausgabe-Screens dokumentiert werden. Diese Screens begleiten vom Beginn und Parametrisierung des Modells bis zum Ende zum Export eines Simulationsdurchganges. Dabei beinhaltet jeder Schritt eine Vielzahl von Funktionen, die im Hintergrund ausgeführt werden. Eine detaillierte Beschreibung dieser Software findet sich im Anhang dieser Masterarbeit.

4.4.1 Start-Bildschirm

Im Start-Bildschirm werden dem/der Benutzer_in verschiedene Möglichkeiten (oder Szenarien) für einen Simulationsdurchlauf zur Auswahl gegeben. Diese Szenarien beschränken sich in diesem – ersten – Schritt auf die Auswahl des Operationsortes (und damit der spezifischen Erbringung einer medizinischen Einzelleistung):

- Neu-Implantation einer Hüft-Endoprothese
- Neu-Implantation einer Knie-Endoprothese
- Re-Implantation einer Hüft-Endoprothese
- Re-Implantation einer Knie-Endoprothese
- Neu- und Re-Implantation einer Hüft-Endoprothese (Hüft-Gesamt)
- Neu- und Re-Implantation einer Knie-Endoprothese (Knie-Gesamt)



Abbildung 4.4: Start-Bildschirm des Modells zur Auswahl des gewünschten Simulationsszenarios

Durch Auswahl der gewünschten Funktion wird die entsprechende Datei mit den gewünschten Daten (siehe Abschnitt 8.2) geladen und die Daten in einer Struktur (mehrdimensionales Array) in AnyLogic® zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung gestellt.

4.4.2 Auswahl der Bundesländer und der Simulationsszenarien

Im nächsten Schritt können die gewünschten Bundesländer für einen Simulationsdurchlauf ausgewählt werden. Hierbei können beliebig viele Bundesländer ausgewählt werden.

Datenverarbeitung

Durch Auswahl eines Bundeslandes werden die im Array gespeicherten Daten verarbeitet, um sie für den eigentlich Simulationsvorgang vorzubereiten. Dies beinhaltet folgende Punkte:

- automatische, programm-unterstützte Ermittlung aller zur Verfügung stehenden Betten je Krankenanstalten und Bundesland für die Erbringung medizinischer Einzelleistungen
- automatische, programm-unterstützte Ermittlung der durchschnittlichen Belagsdauer je Krankenanstalt und Bundesland für die Erbringung medizinischer Einzelleistungen
- Sortierung der Belagsdauer je Bundesland nach unterschiedlichen Kriterien (zum Beispiel nach Anzahl der durchgeführten Operationen) für weitere Verwendung von Szenarien

Huefte Gesamt	Betten	Belagstagsdauer
<input type="checkbox"/> Wien	617	10.962
<input type="checkbox"/> Niederösterreich		
<input type="checkbox"/> Oberösterreich	540	15.545
<input type="checkbox"/> Burgenland	129	17.667
<input type="checkbox"/> Steiermark		
<input type="checkbox"/> Kärnten		
<input type="checkbox"/> Salzburg	159	4.938
<input type="checkbox"/> Tirol		
<input type="checkbox"/> Vorarlberg	118	5

Abbildung 4.5: Bildschirm des Modells zur Auswahl des/der gewünschte(n) Bundesland/Bundesländer für ein entsprechendes Szenario

Unter dem Begriff *dynamische Erfassung* der Parameter **Bettenanzahl** und **durchschnittliche Belagsdauer** ist zu verstehen, dass bei der Implementierung auf einen modularen Aufbau geachtet wurde. Damit kann gewährleistet werden, dass unabhängig von der Anzahl und Umfang der recherchierten Daten, immer der vollständige Erfassung durchgeführt wird und verarbeitet werden kann. Damit wird gewährleistet, dass – im Falle eine Änderung oder Erweiterung der Strukturdaten (z.B. durch eine erneute Recherche) – keine Änderung im Source-Code des Modells vorgenommen werden muss.

Wie in Abbildung 4.5 ersichtlich, können ein oder mehrere Bundesländer für einen Simulationsverlauf gewählt werden. Durch Auswahl des entsprechenden Buttons werden automatisch, die oben angesprochene Bettenanzahl und durchschnittliche Belagsdauer berechnet.

Die Sortierung der Belagsdauern wird für ein Simulationsszenario verwendet und schon zu diesem Zeitpunkt berechnet.

4.4.3 Auswahl der Simulationsszenarien

Nach der Auswahl eines oder mehrere Bundesländer zur Simulation, kann in der nächsten Anzeige die Art des Simulationsszenarios ausgewählt werden. Szenarios stellen dabei ganz generell eine Variante der Simulation dar, allerdings mit veränderten (aber nicht unterschiedlichen) Parametern. Dies dient zur Untersuchung des Modells und erlaubt gleichzeitig die Untersuchung verschiedener Ergebnisse bei sich veränderten Parametern. Dabei wird zwischen folgenden Szenarien unterschieden:

- Szenario „Standard“
- Szenario „Pareto“
- Szenario „Auslastung“
- Szenario „Patientenmanagement“
- Szenario „Bettenentwicklung OECD“

Simulationsszenarien

Auf diesem Bildschirm sind die verfügbaren Szenarien für eine Simulation verfügbar

Standard	In diesem Szenario werden die vorhandenen Daten nicht verändert und eine Simulation durchgeführt
80%	In diesem Szenario wird die durchschnittliche Belagsdauer jener Spitäler (pro Bundesland) errechnet, die für 80% aller Operationen verantwortlich sind.
Bettenentwicklung Österreich	In diesem Szenario wird die Anzahl der Betten alle 10 Jahre relativ erhöht. Die Basis der Erhöhung wird aus einem Datensatz von kliniksue.at eingelesen.
Bettenentwicklung OECD	In diesem Szenario wird die Anzahl der Betten alle 10 Jahre relativ erhöht. Die Basis der Erhöhung wird aus einem Datensatz von kliniksue.at eingelesen.
Auslastung	
Start Simulation	

Abbildung 4.6: Auswahl der gewünschten Szenarien

Nach dem Bildschirm zur Auswahl des Szenarios wird die Simulation mit dem Modell automatisch gestartet. Nur beim Szenario „Auslastung“ wird man zu einem zusätzlichen Bildschirm weitergeleitet, der es erlaubt die berechnete Auslastung aus den Strukturdaten einzusehen und bei Bedarf mit Schieberegler zu manipulieren.



Abbildung 4.7: Auslastungseinstellungen für die Simulation

Mit diesen Einstellungen ist es möglich einen Auslastungsgrad für den Simulationsdurchlaufs je Bundesland zu wählen. Dieser Auslastungsgrad bestimmt die Anzahl der Betten für Eingriffe. Dies bedeutet, dass bei einer hohen Auslastung auch eine hohe Anzahl der dokumentierten Betten (siehe Abschnitt 3.3.3) für Eingriffe in der Hüft- und Knie-Endoprothetik zur Verfügung stehen.

4.5 Annahmen der Programmierung

In diesem Abschnitt werden die mathematischen und programmiertechnischen Annahmen für die in Abschnitt 4.4.3 erwähnten Szenarien näher ausgeführt. Dies ist auch notwendig, um die Ergebnisse in Kapitel 5 in richtigem Licht zu sehen.

Beim Szenario **Standard** werden die Strukturdaten unverändert in das Modell eingespeist. Dabei muss bedacht werden, dass in diesem Szenario die komplette Anzahl der verfügbaren Betten für die Operationen verwendet werden können. Dies führt zu einer theoretischen Betrachtung der Versorgungsstruktur.

4.5. ANNAHMEN DER PROGRAMMIERUNG

Dabei ergibt sich die totale Anzahl der verfügbaren Betten aus folgendem Zusammenhang:

$$B_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^9 B_{\text{Bundesland}_{\text{verfügbar}}(i)} \quad (4.1)$$

wobei für

- B_{Total} ... verfügbare Betten in Österreich (gesamt)
- $B_{\text{Bundesland}_{\text{verfügbar}}(i)}$... verfügbare Anzahl der Betten je Bundesland

gilt.

Damit ergibt sich für die durchführbaren Operationen je Zeitraum O_{Total} in Abhängigkeit der verfügbaren Bettenanzahl B_{Total} :

$$O_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^9 \frac{B_{\text{Bundesland}_{\text{verfügbar}}(i)}}{t_{\text{Belagsdauer}}(i)} \cdot t_{\text{Zeitraum}} \quad (4.2)$$

wobei für

- O_{Total} ... Anzahl der durchführbaren Operationen
- $B_{\text{Bundesland}_{\text{verfügbar}}(i)}$... verfügbare Anzahl der Betten je Bundesland
- $t_{\text{Belagsdauer}}(i)$... durchschnittliche Belagsdauer für die entsprechende medizinische Leistung je Bundesland
- t_{Zeitraum} ... gewünschte Untersuchungszeitraum (z.B. Monat, Jahr, etc.)

gilt.

Das Szenario **Pareto** ermöglicht eine differenzierte Betrachtung der Versorgungsstruktur. Dabei werden die Krankenanstalten absteigend nach der Anzahl der durchgeführten Operationen (spezifisch für die vom Anwender am Beginn der Simulation ausgewählten Option (siehe Abschnitt 4.4.1). In weiterer Folge werden jene Krankenanstalten erfasst, die für mindestens 80% aller durchgeführten Operationen verantwortlich sind. Von diesen Krankenanstalten wird die durchschnittliche Belagsdauer erfasst und für die Simulation verwendet.

$$O_{\text{TotalPareto}} = \sum_{i=1}^9 \frac{B_{\text{Bundesland}_{\text{verfügbar}}(i)}}{t_{\text{BelagsdauerPareto}}(i)} \cdot t_{\text{Zeitraum}} \quad (4.3)$$

mit

$$t_{\text{BelagsdauerPareto}}(i) = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{Belagsdauer}}(i)}{n_{\text{Pareto}}} \quad (4.4)$$

wobei für

- $O_{\text{Totalpareto}}$... Anzahl der durchführbaren Operationen im Szenario „Pareto“
- $B_{\text{Bundeslandverfügbar}}(i)$... verfügbare Anzahl der Betten je Bundesland
- t_{Zeitraum} ... gewünschte Untersuchungszeitraum (z.B. Monat, Jahr, etc.)

gilt.

Außerdem gelten folgende Zusammenhänge:

- $t_{\text{Belagsdauerpareto}}(i)$... **korrigierte**, durchschnittliche Belagsdauer auf Basis jener Krankenanstalten die für $\geq 80\%$ aller Operationen für die entsprechende medizinische Leistung je Bundesland verantwortlich sind
- $t_{\text{Belagsdauer}}(i)$... durchschnittliche Belagsdauer für die entsprechende medizinische Leistung je Bundesland
- n_{Pareto} ... Anzahl der Krankenanstalten, die für mindestens 80% aller durchgeführten Operationen verantwortlich sind

gilt.

Das Szenario **Auslastung** versucht eine realitätsnähere Bettelverfügbarkeit zu skizzieren. Dabei wird unter Einbeziehung der tatsächlich erbrachten Operationen eine Auslastung der verfügbaren Betten errechnet. Damit können Ergebnisse erwartet werden, die die tatsächliche Versorgungsstruktur in der Hüft- und Knie-Endoprothetik widerspiegeln. Die Durchführung einer Simulation mit allen zur Verfügung stehenden Betten (wie im Standard-Szenario) vernachlässigt den Aspekt, dass nicht nur ein gewisser Anteil dieser Betten tatsächlich für Hüft- und Knie-Endoprothetik zur Verfügung stehen. Andere Operationsarten werden in diesem Szenario nicht erfasst.

$$B_{\text{Auslastung}} = B_{\text{Total}} \cdot a_{\text{Auslastung}} \quad (4.5)$$

- mit $B_{\text{Auslastung}}$... Anzahl der durchführbaren Operationen im Szenario „Auslastung“
- mit B_{Total} ... verfügbare Betten in Österreich (gesamt) (siehe Gleichung 4.1)
- mit $a_{\text{Auslastung}}$... Auslastungsfaktor (0 ... 1) der total verfügbaren Betten

Das beschriebene Szenario beinhaltet nicht nur die Möglichkeit eine Simulation auf Basis der ermittelnden Strukturdaten durchzuführen, sondern diese Daten für die Simulation auch zu variieren. Dabei kann die Auslastung für jedes Bundesland und in Kombination für einzelne und/oder kombinierte Einzelleistung eingestellt werden (siehe Abbildung 4.7)

Das Szenario **Patientenmanagement** wurde so designed, dass es zusätzlich zu einem anderen Szenario verwendet werden kann. Somit können Kombinationen von Parametrisierungen (zum Beispiel mit dem Szenario „Pareto“) durchgeführt werden. Dabei wurde

die Funktionalität so implementiert, dass sich die durchschnittliche Belagsdauer je Bundesland für den entsprechenden Simulationsvorgang verringert. Dies spiegelt auch das Ergebnis aus der Literaturrecherche wider (siehe Abschnitt 3.3.2 sowie [15], [16], [17]).

Das letzte Szenario, nämlich **Bettenentwicklung OECD**, inkludiert die zeitliche Veränderung der Bettenanzahl, die für die Leistungserbringung zur Verfügung stehen. Dies erlaubt eine Betrachtung der Versorgungsstruktur über fünf Jahre. Dabei wird, abhängig von den recherchierten Daten, die Veränderungsrate als *Flow Element* im Modell abgebildet und lässt eine erweiterte Aussage über die Versorgungsstruktur zu.

4.5.1 Übergabe der Simulationsparameter

Aufgrund hohen Variabilität des Modells, ist es notwendig dem Modell eine hohe Anzahl an Simulationsparameter zu übergeben, um die gewünschten Szenarien mit den entsprechenden Einstellungen zu erhalten. Die Anzahl dieser Parameter beläuft sich auf 94. Diese Parameter können, je nach Simulationsauswahl, bei der Modellberechnung einbezogen werden oder nicht.

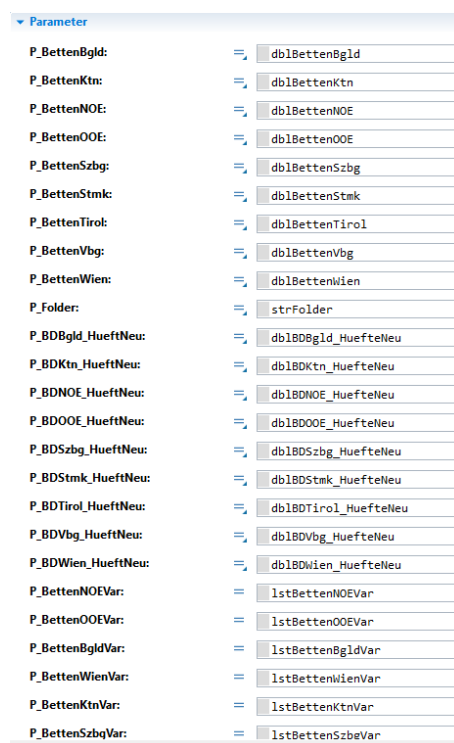


Abbildung 4.8: Ausschnitt der Simulationsparameter, die dem Modell in AnyLogic® übergeben werden.

4.5.2 Modellierung

Wie schon in Abschnitt 4.1 angedeutet, besteht ein systemdynamisches Modell aus sogenannten **Stocks** und **Flows**. Die im Simulationsszenario ermittelnden verfügbaren Betten stellen dabei den Stock dar. Der den Flow, der die durchschnittliche Belagsdauer je Bundesland miteinbezieht, wird eine Umrechnung in mögliche Operationen im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik ermöglicht.

Abhängig von dem gewählten Simulationsszenario, wird der Flow noch um eine Bettenveränderungsrate erweitert (im Standard-Szenario ist diese 1, also gleichbleibend). Dies ermöglicht eine automatische Berechnung aller Szenarien mit nur einem Modell und einem Experiment. Darunter versteht man den zeitlichen Verlauf der Bettenanzahl, die für die Leistungserbringung zur Verfügung stehen.

Wie in Abbildung 4.9 ersichtlich, wird für jedes Bundesland ein eigener Stock und Flow erstellt, der die Berechnungen für potenziell möglichen Operationen erstellt. Dies ist notwendig, um den hohen Detailgrad der Auswertung zu ermöglichen.

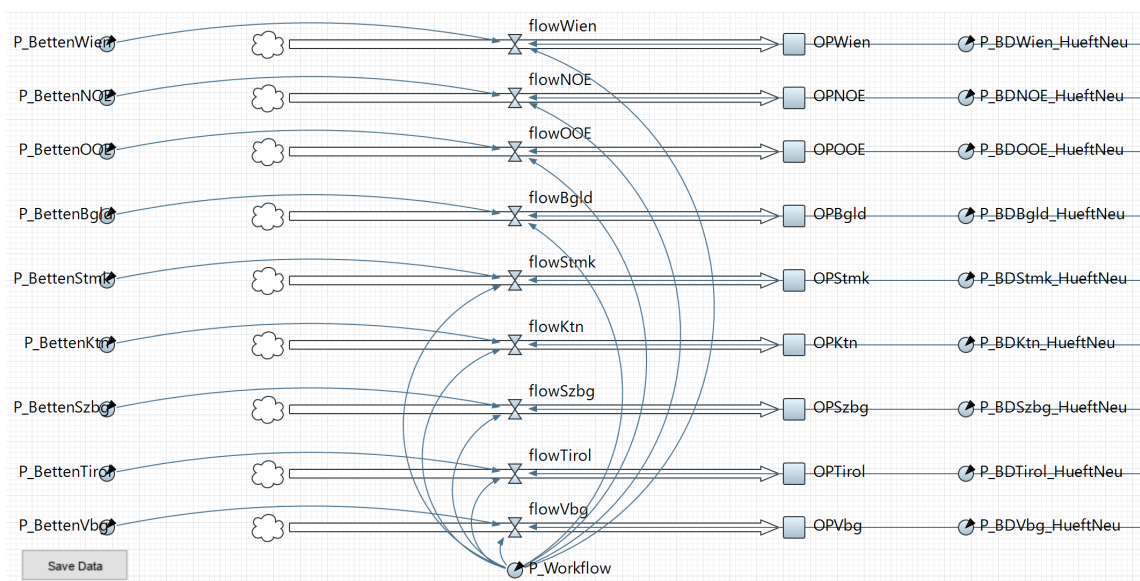


Abbildung 4.9: 1. Teil des Simulations-Modell

Die errechneten Parameter werden dabei in AnyLogic® selbst grafisch aufbereitet, wie auch gleichzeitig in tabellarischer Form in externen Dateien abgespeichert. Dazu wurde eine eigene Funktion entworfen, die in periodischen Abständen, die Ergebnisse in die erwähnten Files speichert.



5 — Ergebnisse

5.1 Export und Darstellung der Simulationsergebnisse

Die berechneten Parameter der durchführbaren Operationen je Szenario und medizinischer Einzelleistung werden für jedes Bundesland extra in ein tabellarisches Format exportiert. In diesen Dateien wird zusätzlich eine Nachberechnung zur übersichtlicheren Darstellung der Ergebnisse durchgeführt.

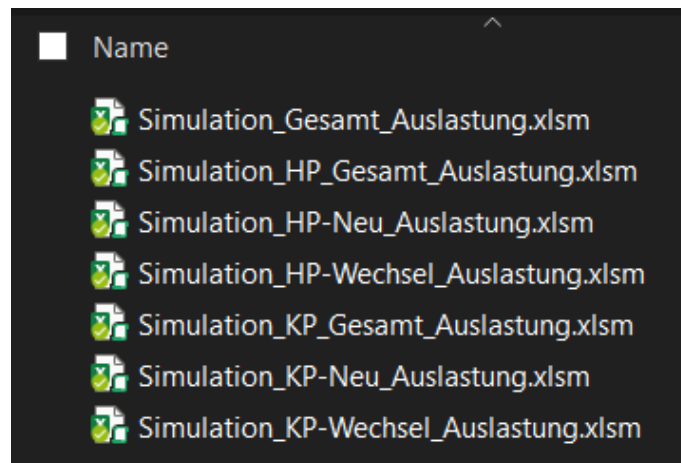


Abbildung 5.1: Struktur für den Datenexport eines Simulationsvorganges (Szenario: „Auslastung“).

In den einzelnen Dateien werden die Operationen je Bundesland gesondert aufgeschlüsselt. Dies wird durch entwickelte Funktionen in AnyLogic® sichergestellt. Nach Konfiguration der Simulationsparameter wird im Modell selbst das gewählte Simulationsszenario

überprüft. Dies geschieht durch die Funktion *eCheckSimSzen*: Diese prüft die übergebenen Parameter, mit denen die Simulation durchgeführt wird. Der folgende Code wurde aufgrund der Übersichtlichkeit auf das Bundesland Wien beschränkt.

```
switch(P_Sim) {
case 1:
    if (P_Szenario == 2) {
        P_BDWien_HueftNeu = P_BDParetoWien_HuefteNeu;
        ...
    }
    break;

case 2:
    if (P_Szenario == 2) {
        P_BDWien_HueftWechsel = P_BDParetoWien_
        HuefteWechsel;
        ...
    }
    break;

case 3:
    if (P_Szenario == 2) {
        P_BDWien_KnieNeu = P_BDParetoWien_KnieNeu;
        ...
    }
    break;

case 4:
    if (P_Szenario == 2) {
        P_BDWien_KnieWechsel = P_BDParetoWien_
        KnieWechsel;
        ...
    }
    break;

case 6:
    if (P_Szenario == 2) {
        P_BDWien_HueftNeu = P_BDParetoWien_
        HuefteNeu;
        ...

        P_BDWien_HueftWechsel = P_BDParetoWien_
        HuefteWechsel;
        ...
    }
}
```

```
    }
    break;

case 7:
    if (P_Szenario == 2) {
        P_BDWien_KnieNeu = P_BDParetoWien_
        KnieNeu;
        ...

        P_BDWien_KnieWechsel = P_BDParetoWien_KnieWechsel;
        ...
    }
    break;
}
```

Die tatsächliche Speicherung der errechneten Operationszahlen wird in der Funktion *writeData* durchgeführt. Diese zeichnet die über den Simulationsvorgang ermittelten Daten auf und schreibt sie am Ende in das entsprechende File. Der Speicherpfad wird aufgrund der Benutzereingaben automatisch ermittelt.

```
/* =====
void writeData(string strSheet)

Diese Funktion speichert simulierte Daten in ein Excel-File

@param string strSheet: Name des Tabellenblattes
===== */
int iRowIndex = 2;
//System.out.println(1stBundesland);

for (int i = 0; i < 1stTime.size(); i++) {
    // Jahres-Umrechnung
    int intJahr = 2019 + (int) Math.round(1stTime.get(i));

    // -----
    excelFile.setCellValue(1stBundesland.get(i), strSheet, iRowIndex, 1);
    excelFile.setCellValue(intJahr, strSheet, iRowIndex, 2);
    iRowIndex++;
}
```

5.1.1 Methodik der Ergebnisdarstellung

Wie in Abschnitt 5.1 erwähnt, erlaubt das entwickelte Modell den Datenexport bei jedem Simulationsdurchgang für jede medizinische Einzelleistung, oder deren Kombination im gewünschten Simulationsszenario für einzelne, mehrere oder alle Bundesländer. Dies ermöglicht eine granulare und vollständige Dokumentation. Für den Zweck einer vielseitigen Betrachtung der Ergebnisse, werden diese schematisch, wie folgt, dargestellt: Für jeden **Implantationsort** (Hüfte und Knie) werden die folgenden Szenarien „geblockt“ ausgewiesen:

- Szenario „Standard“
- Szenario „Pareto“
- Szenario „Auslastung“
- Szenario „Patientenmanagement.“

Des Weiteren werden im Szenario „OECD“ die Anzahl der möglichen Operationen über einen längeren Zeitraum (5 Jahre) dargestellt. Der Fokus dieser Repräsentation liegt auf der Analyse der möglichen Operationen in Abhängigkeit der Bettenveränderungsrate (siehe Abschnitt 4.5.2).

5.2 Hüft-Endoprothetik

Das Szenario „Standard“ reflektiert die Anzahl der theoretisch möglichen Operationen pro Jahr mit allen erfassten Betten je korrespondierender Fachabteilung. Das Ergebnis dieses Simulationsdurchganges beträgt 36.626 mögliche Operationen für Österreich pro Jahr. Dabei ist zu verstehen, dass hierbei alle zur Verfügung stehenden Betten je Fachabteilung für Operationen im Bereich der Hüft-Endoprothetik verwendet werden und dadurch keine anderen Arten von Operationen durchgeführt werden können. Damit stellt dieses Szenario eine Obergrenze dar.

Das Szenario „Pareto“ ist an das Prinzip des italienischen Ingenieurs Vilfredo Pareto angelehnt [24]. Wie in Abschnitt 4.4.3 beschrieben, werden die vorhandenen Strukturdaten im Modell so aufbereitet, dass die durchschnittliche Belagsdauer jener Häuser für die Simulation verwendet wird, die für mindestens 80% der Operationen pro Jahr verantwortlich sind. Die Absolutzahl der durchführbaren Operationen in diesem Szenario beträgt 38.712 und stellt daher eine relative Steigerung um +5,79% dar. In diesem Szenario wird die effizientere Nutzung der vorhandenen Ressourcen simuliert, welche sich in der Verminderung der Belagsdauer manifestiert. Diese Verkleinerung führt zu einer erhöhten Anzahl an durchführbaren Operationen. Bundesländerspezifisch weichen diese

5.2. HÜFT-ENDOPROTHETIK

Ergebnisse stark von jenem für Österreich ab. Diese variieren dabei von -5,71% (Steiermark) bis +33,60%(Kärnten).

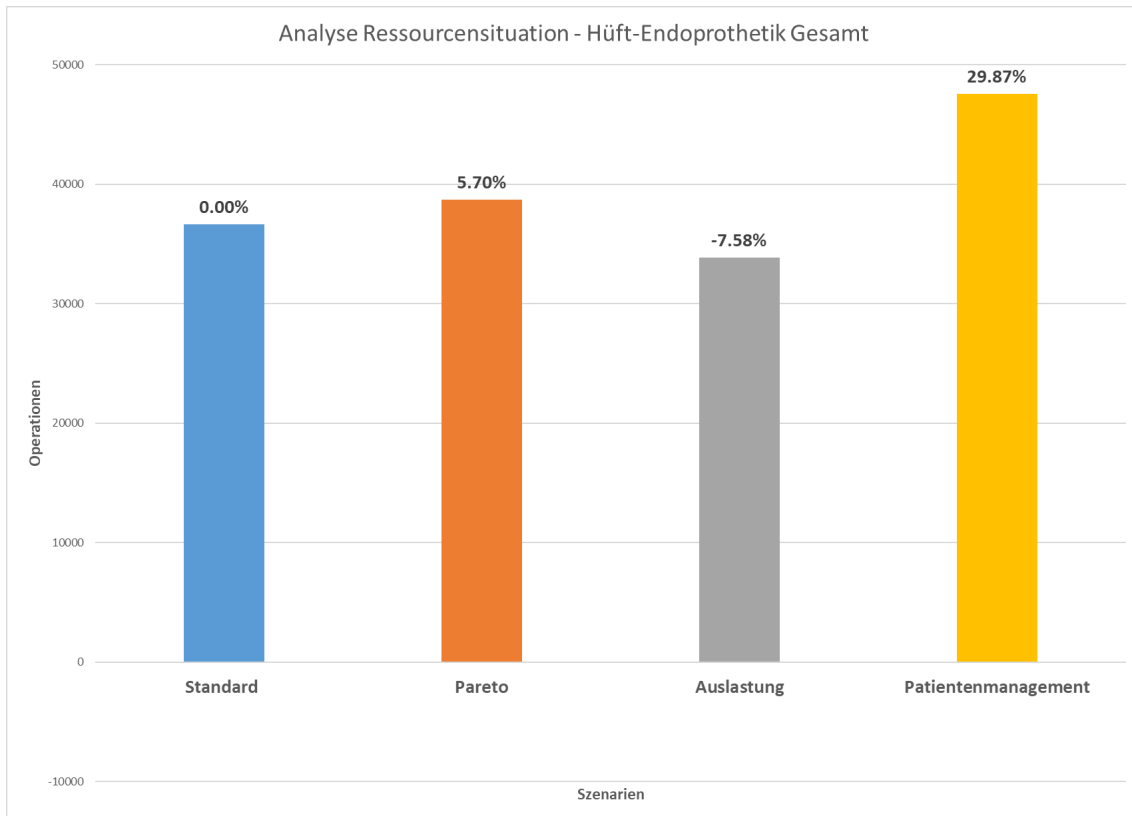


Abbildung 5.2: Vergleich der Gesamtzahl an Operationen für alle Szenarien.

Einen gegenteiligen Effekt, also eine Verminderung der durchführbaren Operationen, stellt das Szenario „Auslastung“ dar, dessen Anzahl der durchführbaren Operationen bei 33.848 für Österreich liegt. Bezogen auf das Szenario „Standard“ ist dies ein Unterschied von -7,58%. Im Bundesländervergleich liegt dieser Parameter zwischen -39,97% (Burgenland) und 0,00% (Wien, Oberösterreich, Salzburg, Tirol, Vorarlberg). Hierbei werden die verfügbaren Betten um einen relativen Anteil gekürzt und die Simulation mit diesem Parameter durchgeführt. Die Verringerung der verfügbaren Betten erfolgt dabei automatisiert durch eine Berechnung der Strukturdaten. Die Basis für diese Kürzung sind die dabei erhobenen Operationen je Department beziehungsweise Fachrichtung. Dabei werden die Operationen im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik in Verhältnis mit allen durchgeführten Operationen gesetzt und dieser Anteil zur Simulation verwendet.

Erwartungsgemäß führt eine Verbesserung im Patientenmanagement zu einer größeren Anzahl von durchführbaren Operationen, nämlich zu 60.607 und damit einem Anstieg

5.2. HÜFT-ENDOPROTHETIK

gegenüber dem Szenario „Standard“ um +29,87%. Dieser Effekt ist, wie in der Literatur beschrieben ([15], [16], [17]), unabhängig von der vorherrschenden Ressourcensituation in den Bundesländern. Das letzte im Modell ausgeführte Szenario „OECD“ bietet eine andere Ergebnisdarstellung als jene, die in Abbildung 5.2 ausgeführt wird. Hierbei wird eine Bettenveränderungsrate in die Simulation eingebettet, dies ermöglicht einen Blick in die Zukunft der Ressourcensituation der Hüft-Endoprothetik. Hierbei wurden alle verfügbaren Betten für Österreich gesamt betrachtet, um den Effekt der Bettenveränderungsrate aufzuzeigen. Wie in Abbildung 5.3 ersichtlich, verringert sich die absolute Bettenanzahl auf Basis der erhobenen Strukturdaten. Dies wirkt sich unmittelbar auf die tatsächlich möglichen Operationen aus. Ein Effekt, dem zum Beispiel mit einem verbesserten Patientenmanagement entgegengewirkt werden könnte (siehe Abschnitt 4.4.3 - Szenario „Patientenmanagement“).

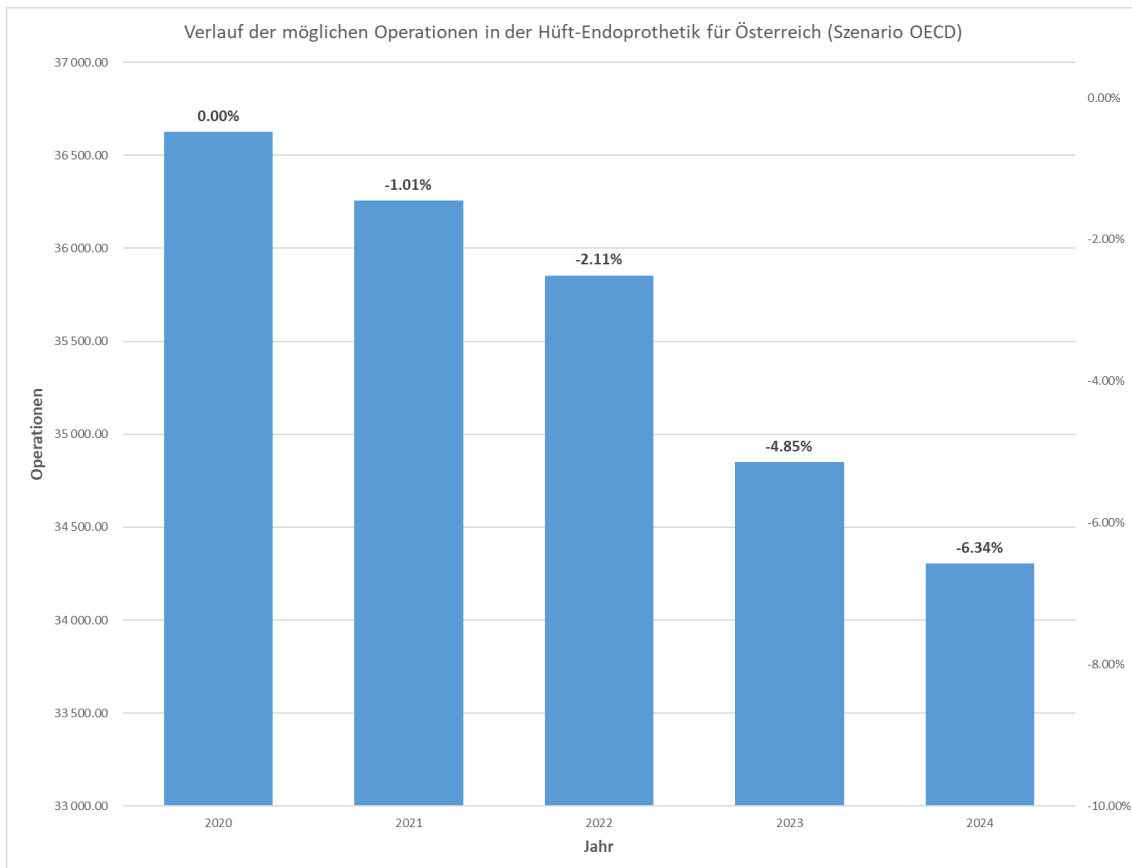


Abbildung 5.3: Verlauf der möglichen Operationen im Bereich der Hüft-Endoprothetik für Österreich mit einer Bettenveränderungsrate auf Basis von OECD Daten.

5.2.1 Hüft-Endoprothetik in den Bundesländern

In der Auswertung der Bundesländer ergeben sich signifikante Unterschiede im Vergleich zu Gesamt-Österreich. Abbildung 5.4 zeigt eine Übersicht der unterschiedlichen Verläufe bezogen auf die vier Simulationsszenarien für alle Bundesländer. Besonders im Burgenland und in der Steiermark zeigt sich der Effekt im Szenario „Auslastung“ verstärkt, nämlich mit -39,97% (Burgenland) und -22,99% (Steiermark) im Vergleich zu -7,58% für Gesamt-Österreich.

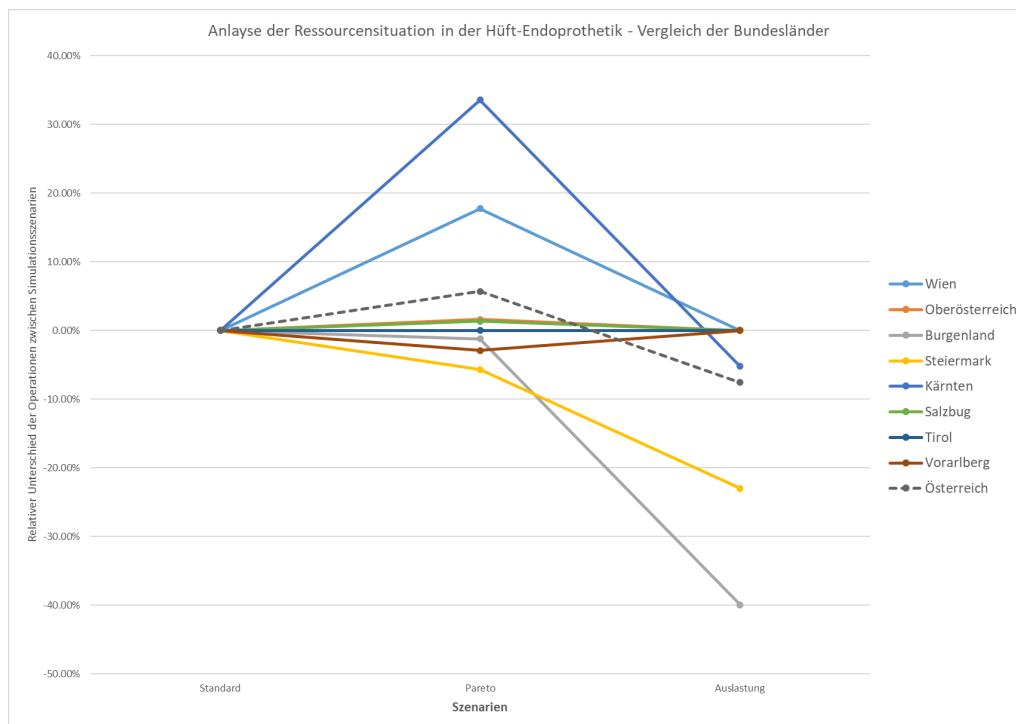


Abbildung 5.4: Übersicht der Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik.

5.2. HÜFT-ENDOPROTHETIK

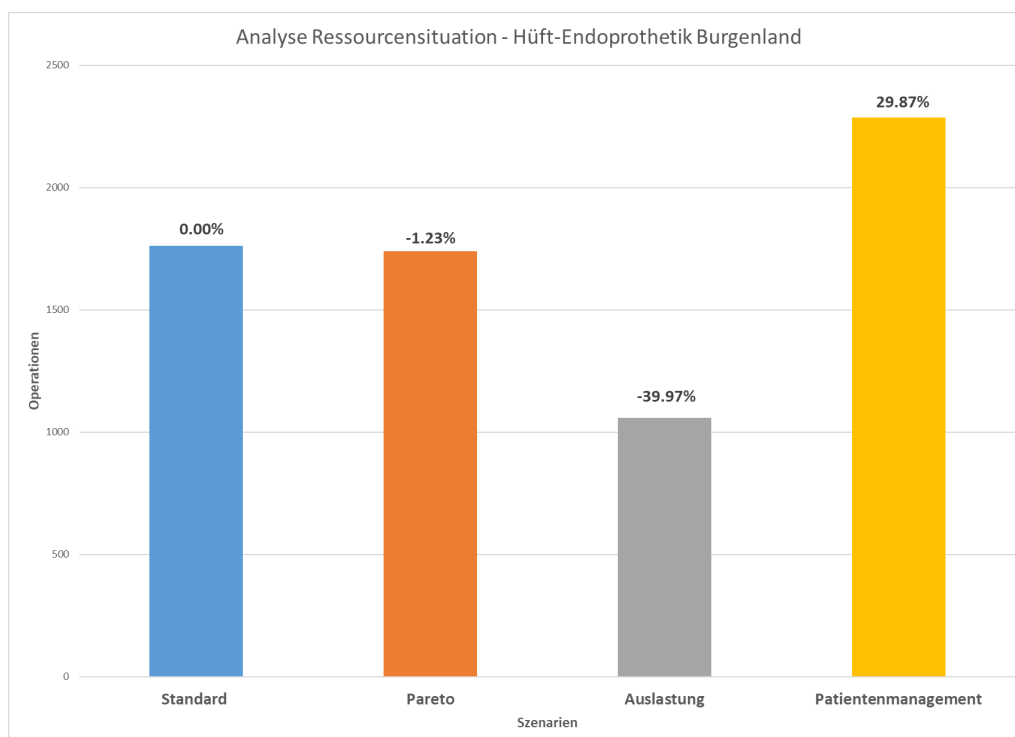


Abbildung 5.5: Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Burgenland).

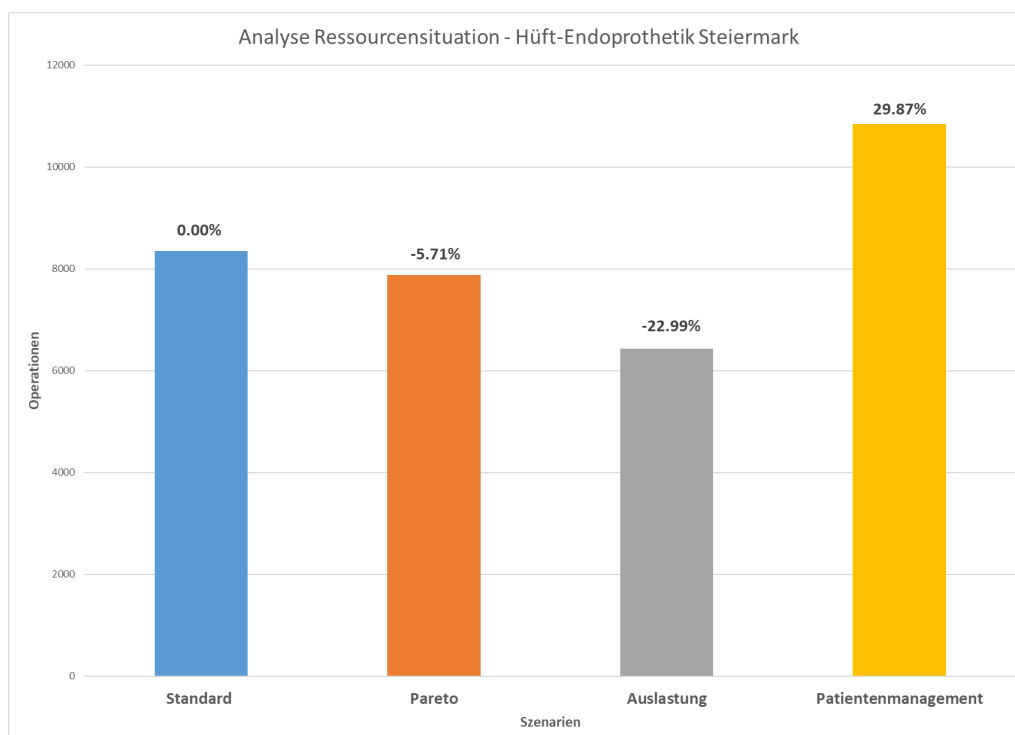


Abbildung 5.6: Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Steiermark).

5.2. HÜFT-ENDOPROTHETIK

Die Bundesländer Wien und Kärnten stechen durch einen größeren Effekt im Szenario „Pareto“ hervor. Während es österreichweit zu einer Steigerung der Operationen von +5,79% kommt, ist dieser Effekt mit +17,75% in Wien und +33,60% in Kärnten besonders hoch.

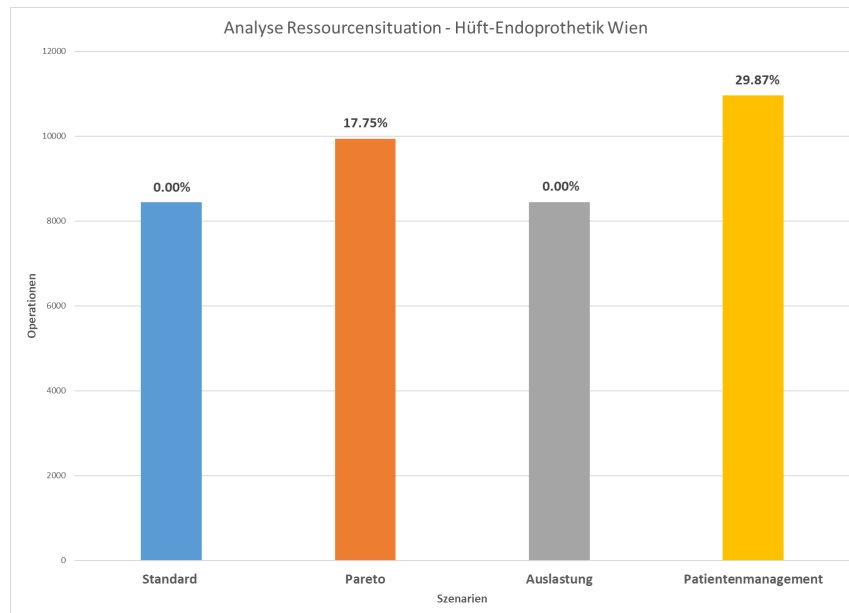


Abbildung 5.7: Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Wien).

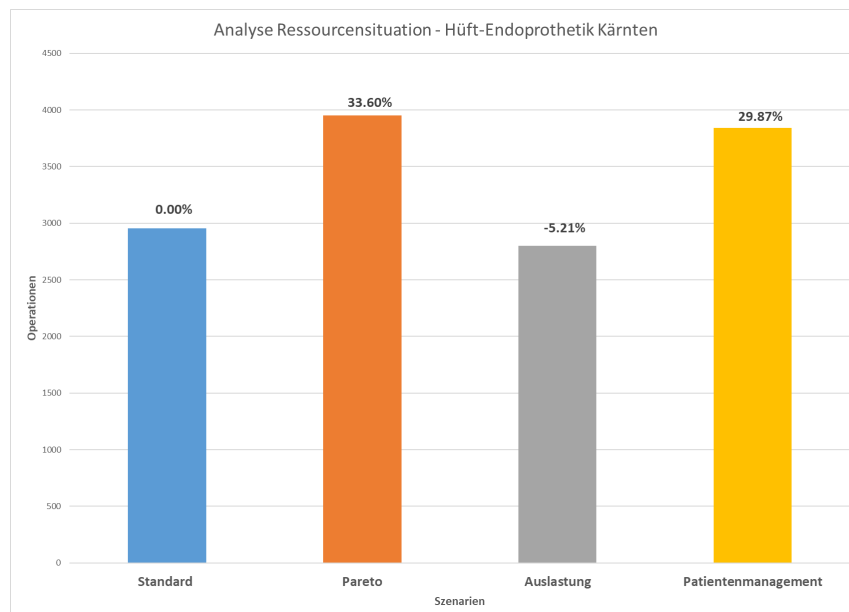


Abbildung 5.8: Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Kärnten).

5.2. HÜFT-ENDOPROTHETIK

Für die Bundesländer Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg ergibt sich ein ebenso interessanter Zusammenhang. Hier unterscheidet sich die Anzahl der Operationen für die Szenarien „Standard“, „Pareto“ und „Auslastung“ gar nicht oder nur marginal.

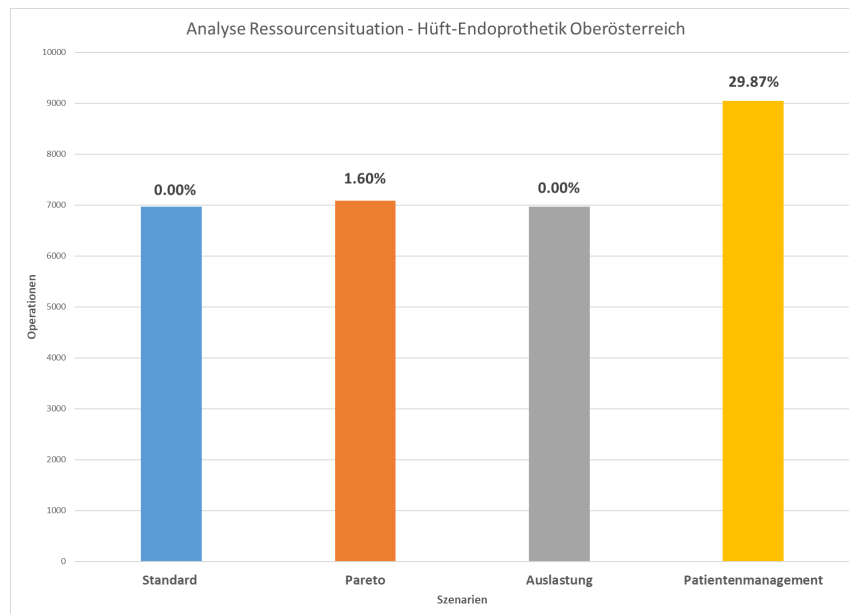


Abbildung 5.9: Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Oberösterreich).

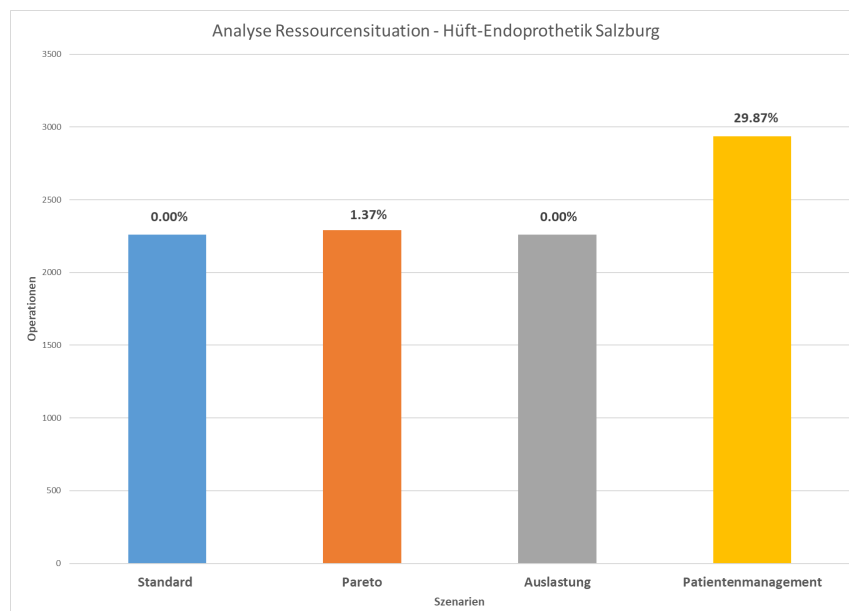


Abbildung 5.10: Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Salzburg).

5.2. HÜFT-ENDOPROTHETIK

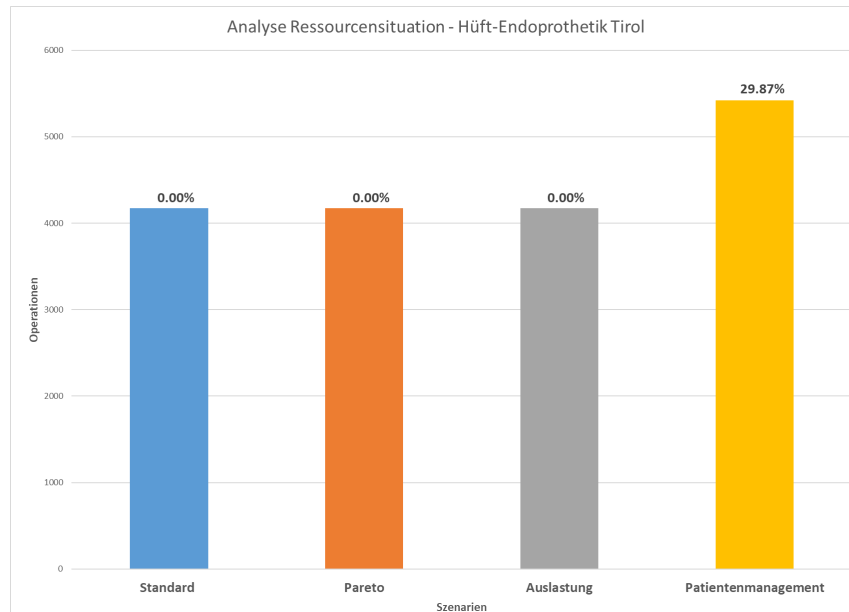


Abbildung 5.11: Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Tirol).

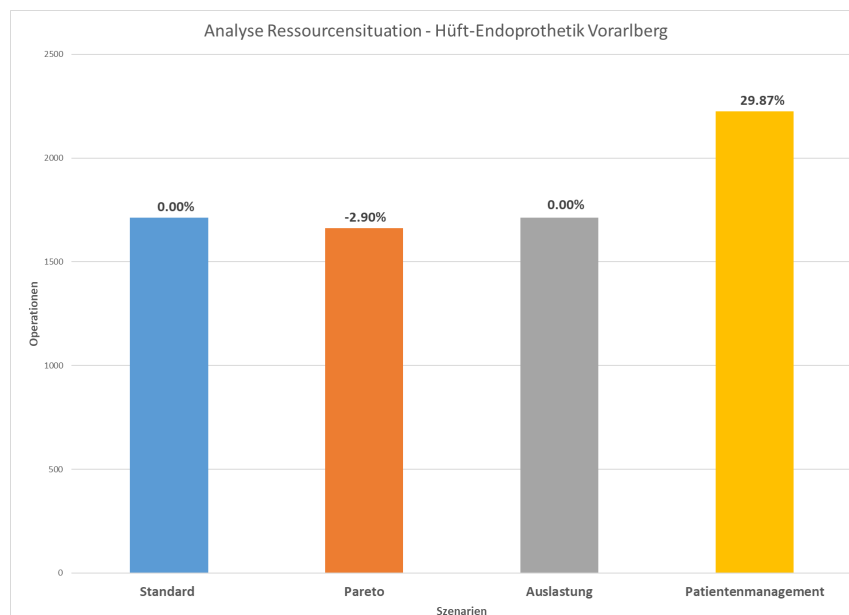


Abbildung 5.12: Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Vorarlberg).

5.3 Knie-Endoprothetik

Die Struktur der Ergebnisse für den Bereich der Knie-Endoprothetik ähnelt in ihrem Trend jener der Hüft-Endoprothetik. In weiterer Folge unterscheiden sich die Ergebnisse der einzelnen Szenarien jedoch merklich in ihren absoluten Beträgen. Dennoch erhält man ähnliche Ergebnisse, auf die bereits in Abschnitt 5.2 eingegangen wurde.

Das Szenario „Standard“ stellt dabei wieder die theoretisch möglichen Operationen mit allen erfassten Betten je korrespondierender Fachabteilung dar. Die Anzahl dieser durchführbaren Operationen liegt österreichweit bei 32.340 und ist damit nur wesentlich niedriger als jene Kennzahl im Bereich der Hüft-Endoprothetik. Dies deutet auf eine ähnliche durchschnittliche Belagsdauer hin, ein Effekt der durch die Erhebung der Strukturdaten bestätigt wird (siehe Abschnitt 8.2).

Im sogenannten „Pareto“ Szenario verhalten sich die Ergebnisse in derselben Art und Weise wie in der Hüft-Endoprothetik. Die Anzahl der durchführbaren Operationen beträgt in diesem Bereich 34.149. Dies ist eine Abweichung von +5,59% gegenüber dem Szenario „Standard“. Die Bandbreite in den Bundesländern dieser Kennzahl liegt zwischen 0,00% (Burgenland, Tirol) und 16,96% (Oberösterreich). Damit fällt dieser Effekt geringer aus als bei der Hüft-Endoprothetik. Für eine erhobene Auslastung der erbringenden Abteilungen ergibt sich eine Anzahl von 28.560 Operationen und damit eine Verringerung um -11,69% gegenüber dem Szenario „Standard“.

Das Szenario „Patientenmanagement“ stellt wiederum jene Simulationsart dar, bei der sich mit den vorhandenen Ressourcen der größte Effekt erzielen lässt. Wie schon in Abschnitt 4.4.3 beschrieben, ist der größte Hebel zur Verbesserung der aktuellen Ressourcensituation, die durchschnittliche Belagsdauer für Patienten zu verringern. Dieser Effekt konnte durch die entsprechende Simulation bestätigt werden.

5.3. KNIE-ENDOPROTHETIK

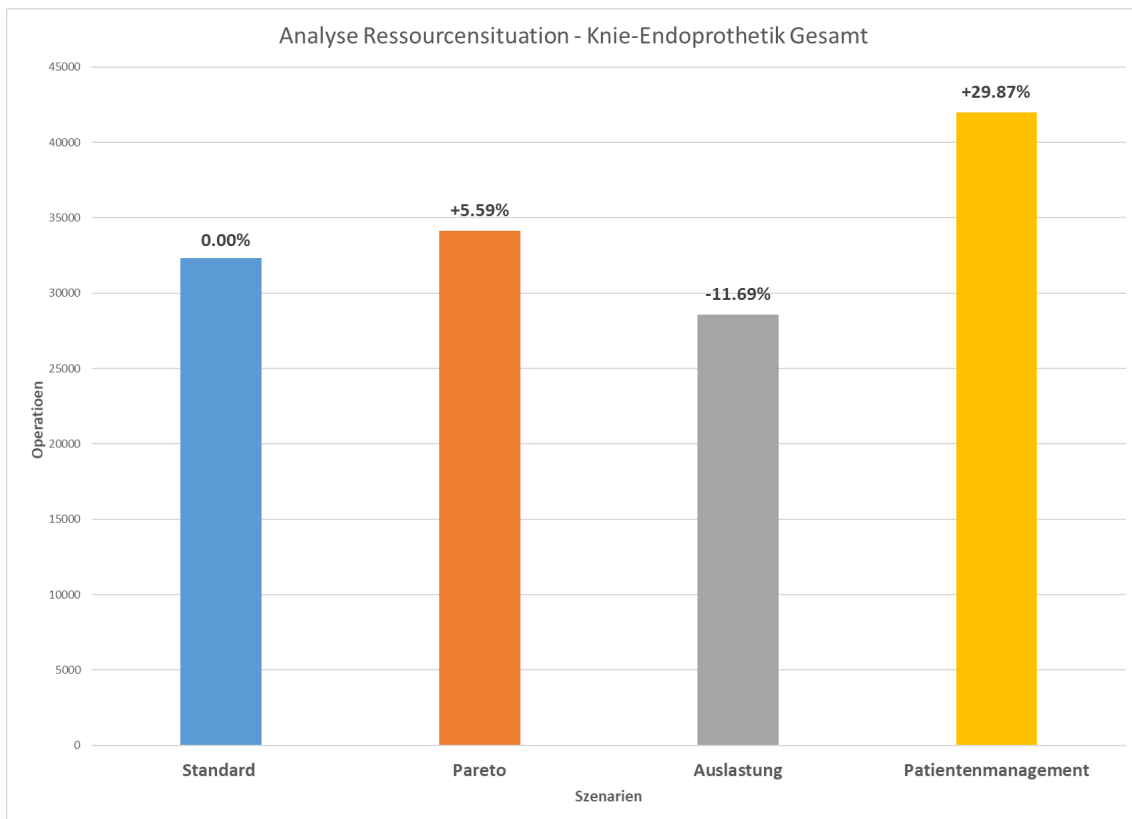


Abbildung 5.13: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Österreich).

Die Gegenüberstellung der möglichen durchführbaren Operationen mit dem Bedarf an Operationen ist in der Analyse besonders interessant. Das Modell von Ebner [12] errechnet dabei die Bedarfe für Hüft- und Knie-Endoprothetik in den zukünftigen Jahren. Hierbei werden die Ergebnisse der einzelnen Simulationen (Szenarien) aus dieser Masterarbeit mit dem Verlauf der Bedarfe verglichen. Besonders die Szenarien „Auslastung“ und „Pareto“ zeigen, dass mit steigender Nachfrage der Bedarf an Knie-Endoprothetik-Eingriffen wohl nur mehr unter großem Aufwand bedient werden kann. Zusätzlich planen politische Verantwortliche – trotz der aktuell herrschenden Pandemie – die Anzahl der Betten zu reduzieren [25]. Somit ist davon auszugehen, dass die Ressourcen die steigende Nachfragen in Zukunft nur ungenügend bedienen können.

5.3. KNIE-ENDOPROTHETIK

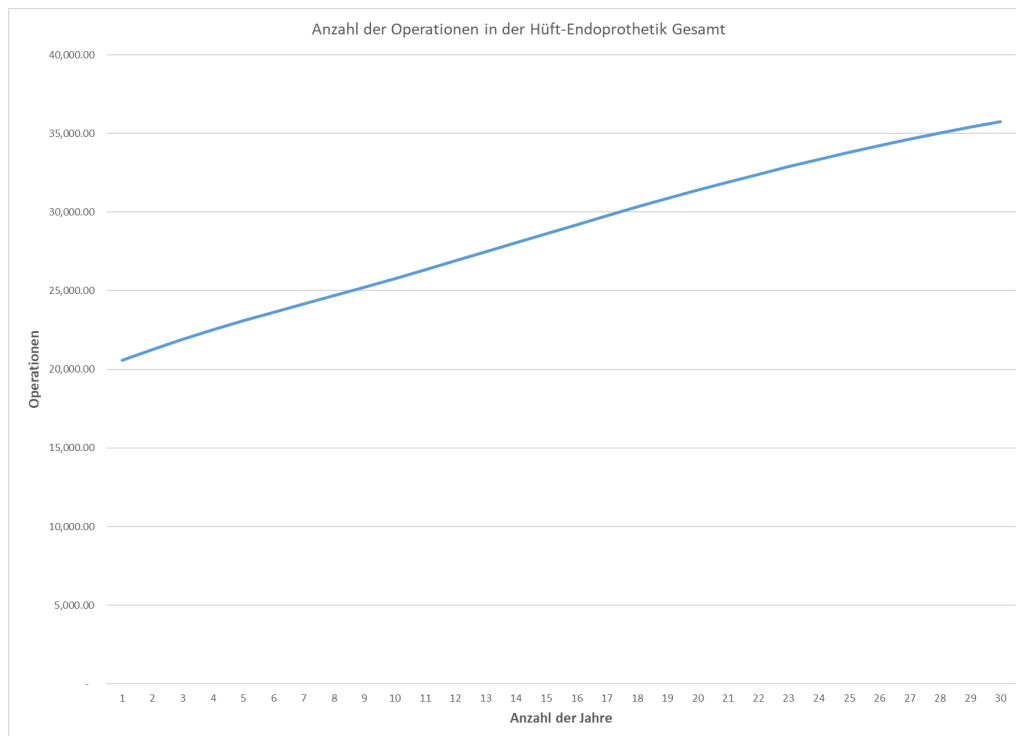


Abbildung 5.14: Bedarf an Operationen im Bereich der Knie-Endoprothetik nach Ebner [12].

Dass der Bedarf an Operationen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik mit fortschreiten-der Zeit nicht mehr bedient werden kann, wird zusätzlich durch die Ergebnisse aus dem Szenario „OECD“ untermauert. Das dabei angewandte systemdynamische Prinzip führt zur Veränderung der Bettenanzahl. Dieses Verfahren wird für die kommenden fünf Jahre mit ausgewiesenem Start in 2020 durchgeführt. Grundsätzlich wäre eine längere Vor-aussage modelltechnisch problemlos möglich, allerdings sind die erhobenen Struktur-daten nur in dem gezeigten Bereich (siehe Abbildung 5.15) aussagekräftig. Ein kritischer Schwellenwert ist dabei eine Reduktion der Bettenanzahl von -20,1%, da bei dieser Ver-ringerung die Anzahl der möglichen Operationen, die durchgeführt werden können, den Bedarf der Operationen aus dem Modell von Ebner unterschreiten.

Besonders bei der Betrachtung von Abbildung 5.15 wird ersichtlich, dass die Anzahl der zur Verfügung stehenden Betten abnimmt. Wird dieser Trend in Zukunft fortgesetzt, ist die Leistungserbringung in Gefahr.

5.3. KNIE-ENDOPROTHETIK



Abbildung 5.15: Verlauf der Ressourcensituation im Bereich der Knie-Endoprothetik mit einer Bettenveränderungsrate auf Basis von OECD Daten.

5.3.1 Knie-Endoprothetik in den Bundesländern

Wie auch schon in Abschnitt 5.2.1 angemerkt, unterscheiden sich die Auswertungen der Bundesländer im Vergleich zu Gesamt-Österreich auch im Bereich der Knie-Endoprothetik (siehe Abbildung 5.16). Während in Gesamt-Österreich eine Verringerung der tatsächlichen Operationen zwischen den Szenarien „Standard“ und „Auslastung“ ein Ausmaß von -11,69% einnimmt, ist diese Abweichung mit -17,69% (Steiermark), -33,56% (Burgenland) und -42,00% (Tirol) deutlich höher. Dem gegenüber steht nur eine geringe oder gar keine Abweichung zwischen den Szenarien „Standard“ und „Pareto“. Diese beträgt -2,84% (Steiermark) und 0,00% für Burgenland und Tirol.

5.3. KNIE-ENDOPROTHETIK

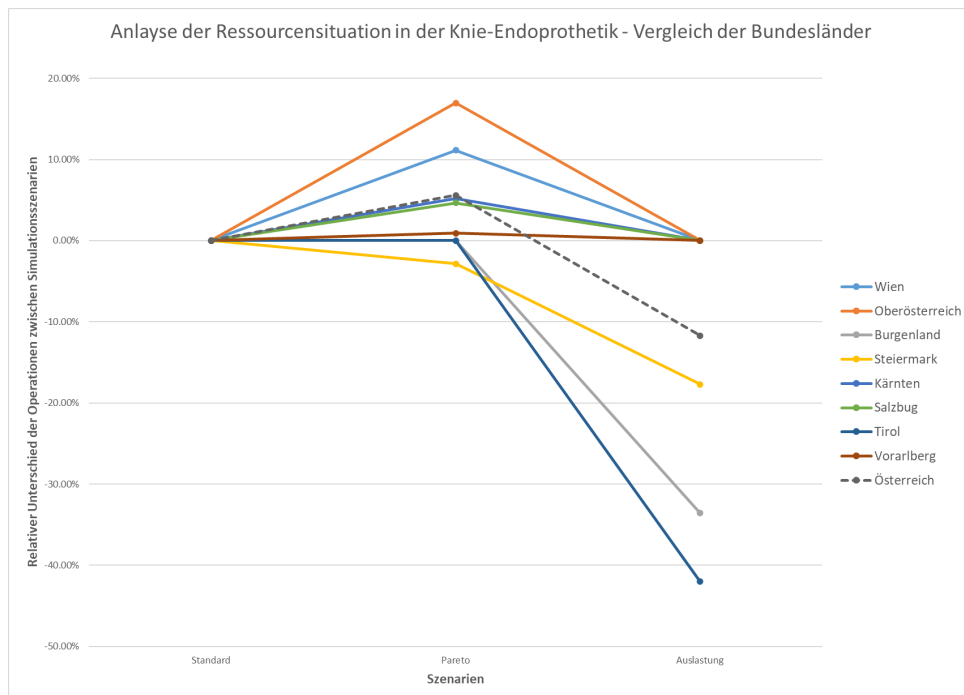


Abbildung 5.16: Übersicht der Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik.

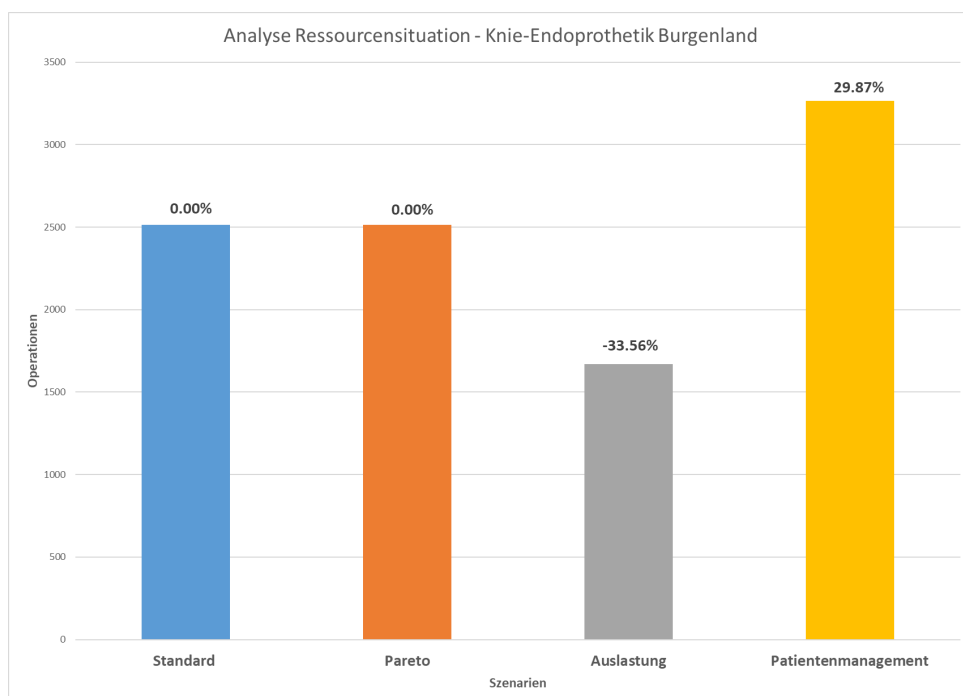


Abbildung 5.17: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Burgenland).

5.3. KNIE-ENDOPROTHETIK

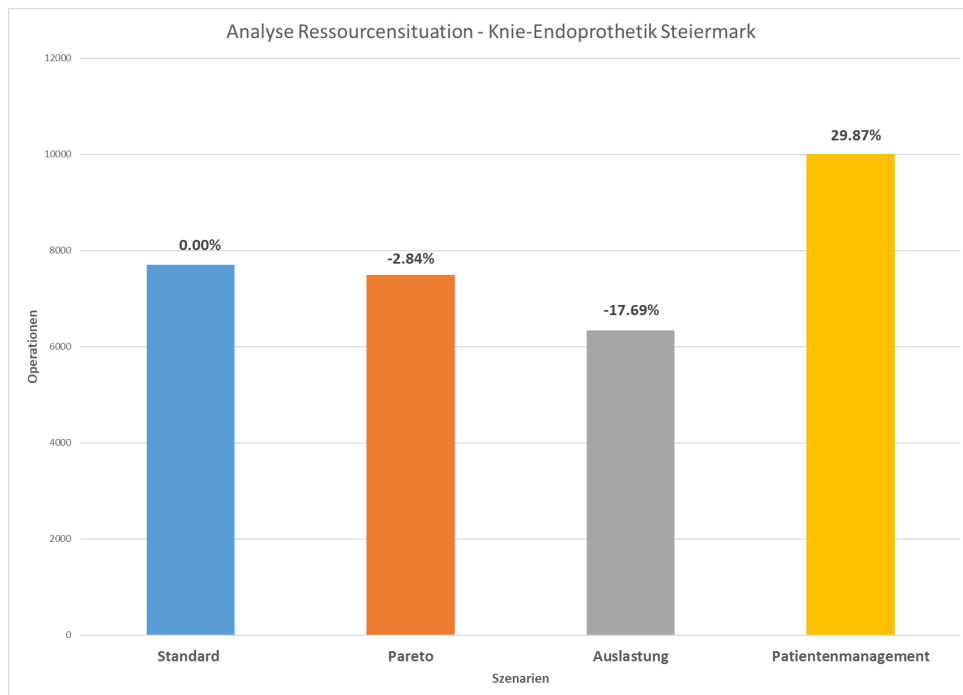


Abbildung 5.18: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Steiermark).



Abbildung 5.19: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Tirol).

5.3. KNIE-ENDOPROTHETIK

In den Bundesländern Wien, Oberösterreich, Kärnten, Salzburg und Vorarlberg gibt es zwischen den Szenarien „Standard“ und „Auslastung“ keinen Unterschied. Für das Pareto-Szenario gilt ein Unterschied von +11,14% (Wien), +16,96% (Oberösterreich), +5,17% (Kärnten), +4,66% (Salzburg) und +0,93% (Vorarlberg) zum Standard-Szenario.

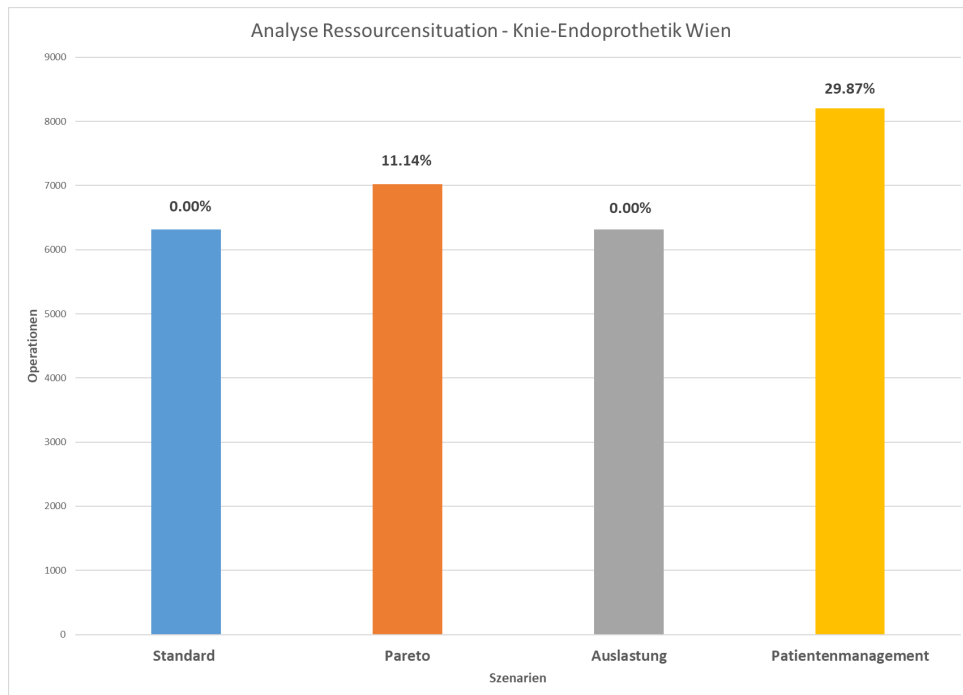


Abbildung 5.20: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Wien).

5.3. KNIE-ENDOPROTHETIK

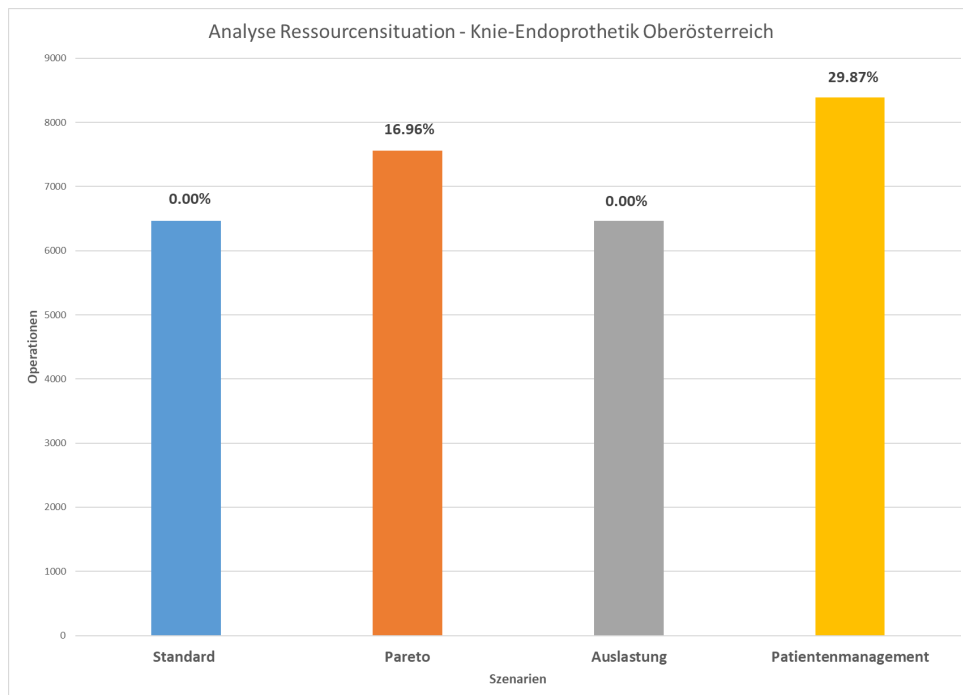


Abbildung 5.21: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Oberösterreich).

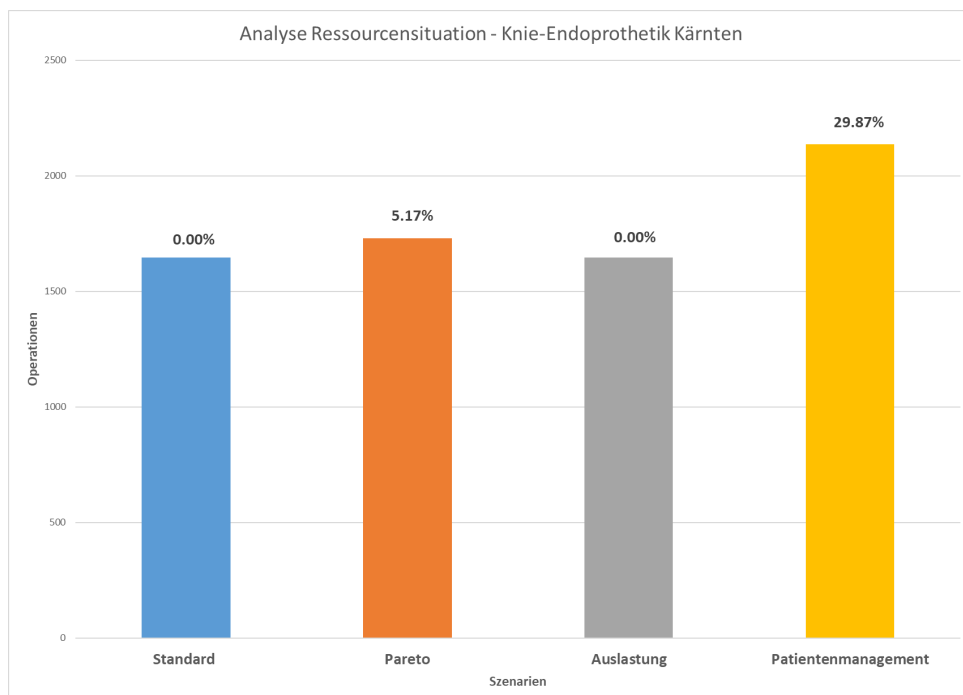


Abbildung 5.22: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Kärnten).

5.3. KNIE-ENDOPROTHETIK

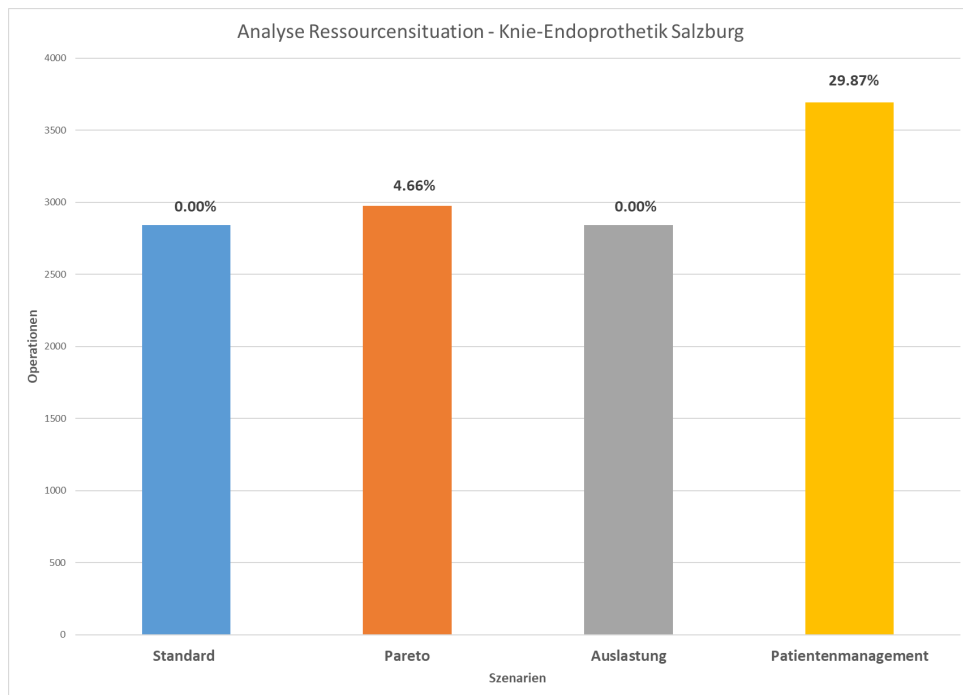


Abbildung 5.23: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Salzburg).

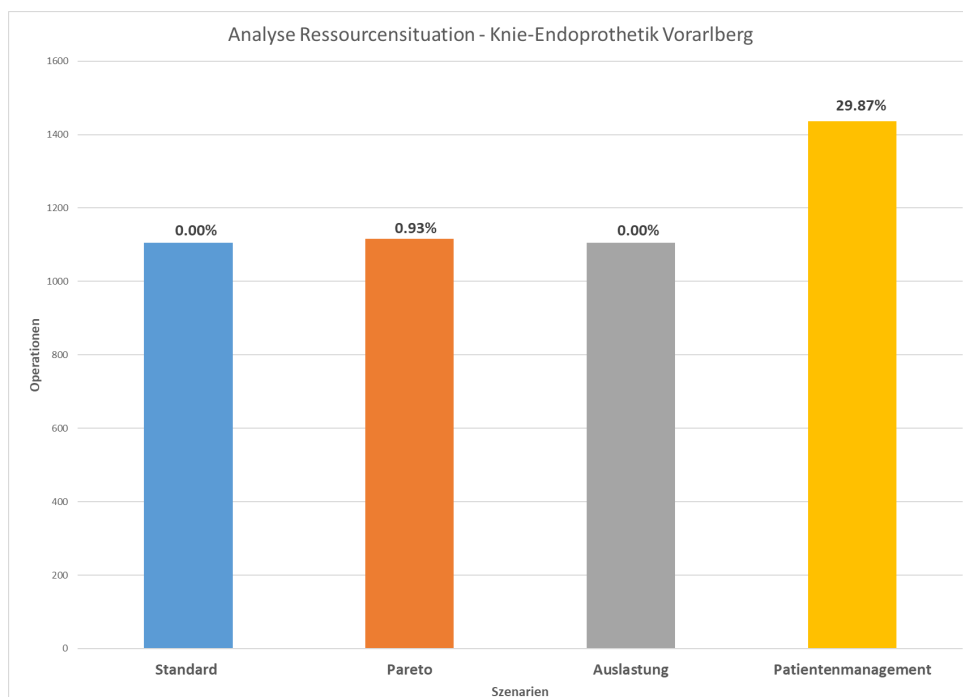


Abbildung 5.24: Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Vorarlberg).

5.4 Verifizierung der möglichen Operationen des Modells

Die Verifizierung des Modells wurde mit Hilfe eines Plausibilitätstests durchgeführt. Dieser wurde für die verschiedenen Szenarien durchlaufen. Auf Basis dieser Erkenntnisse kann nachvollzogen werden, ob die eingestellten Modell-Parameter auch den gewünschten Effekt bei den Ergebnissen der Simulationsdurchgänge hervorrufen.

Szenario	Veränderung des betroffenen Eingabeparameters	Veränderung des Ergebnisses
Standard	–	–
Pareto	kürzere Belagsdauer	steigende Anzahl von Operationen
Auslastung	geringere Bettenkapazität	fallende Anzahl von Operationen
OECD	veränderte Bettenanzahl	fallende Anzahl von Operationen im gleichen Ausmaß

Tabelle 5.1: Verhalten der Ausgabeparameter bei Veränderung der Eingabeparameter des Modells.

Im folgenden soll ein Nachweis für den Eingriff einer Neu-Implantation am Implantationsort „Hüfte“, für das Bundesland Wien zwischen den Szenarien „Standard“ und „Auslastung“ gezeigt werden:

	Eingabeparameter	Ergebnis
Standard	Bettenkapazität: 604	Operationen: 25.052
Auslastung	Bettenkapazität: 585 (-3%)	Operationen: 24.258 (-3%)

Tabelle 5.2: Verhalten der Ausgabeparameter bei Veränderung der Eingabeparameter des Modells Hüft-Neu-Implantationen in Wien.

5.4. VERIFIZIERUNG DER MÖGLICHEN OPERATIONEN DES MODELLS

Der Nachweis ist auch für den Vergleich der Szenarien „Standard“ und „Pareto“ durchführbar.

	Eingabeparameter	Ergebnis
Standard	Belagsdauer: 8.8	Operationen: 25.052
Pareto	Belagsdauer: 6.5 (-26%)	Operationen: 33.917 (+26%)

Tabelle 5.3: Verhalten der Ausgabeparameter bei Veränderung der Eingabeparameter des Modells für Hüft-Neu-Implantationen in Wien.

Auch für das Szenario „OECD“ lässt sich nachweisen, dass sich eine Bettenveränderungsrate auf die Operationen proportional auswirkt. Da die verfügbare Bettenanzahl der letzten 5 Jahre gemäß OECD in den letzten Jahren, um -1%, -2%, -5% und -6% gefallen ist, fallen die tatsächlich durchführbaren Operationen im selben Maßstab.

Ein auffälliges Phänomen im Zuge der Verifizierung des aktuellen Modells ist die hohe Abweichung zwischen errechneten und tatsächlichen Operationen der Krankenanstalten, die an das Ministerium gemeldet werden.

Da die Anzahl der durchgeführten Operationen im Wesentlichen von der Bettenanzahl und der durchschnittliche Belagsdauer abhängig ([13]) sind, wurden die Angaben auf www.kliniksuche.at einer genaueren Analyse unterzogen. Wie in Abschnitt 3.2.3 dokumentiert, wird eine große Anzahl von verschiedensten Daten (Bettenanzahl, Verweildauer, etc.) als Basis für die Modellberechnung genommen. Allerdings gibt es keine Aussage über die Qualitätskriterien dieser ausgewiesenen Daten auf der Website www.kliniksuche.at ([9]). Dieser Umstand erschwert die Bewertung über die tatsächlichen Fähigkeiten der Leistungserbringung zu.

Ein weiteres Phänomen, dass das Berichtswesen der Strukturdaten charakterisiert ist, das dieses nur eine einmalige Aufnahme pro Jahr darstellt. Die Anzahl der verwendeten Betten fluktuiert unterjährig aus verschiedensten Gründen. Schließung von Stationen, Wartung und Reparatur von Betten, Zuweisung von Betten zu anderen Stationen oder auch fehlendes Personal, dass die Pflege der Patienten in einem Bett erbringen kann, sind nur einige der Gründe davon. Allerdings gibt es zu diesen Bettenveränderungen keinerlei transparentes oder zeitnahes Berichtswesen, dass für die Öffentlichkeit bestimmt ist. Weder die Höhe der Veränderung, noch die Häufigkeit oder das zeitliche Auftreten werden ausgewiesen. An die Öffentlichkeit dringen diese Themen und Tatsachen nur, wenn es sehr großen Missständen auftreten [10].

5.4. VERIFIZIERUNG DER MÖGLICHEN OPERATIONEN DES MODELLS

Ein weiterer Grund, der zu hohen Abweichung beitragen kann, ist die Berechnungsmethodik, auf der das Modell basiert. Der Zusammenhang zwischen Bettenanzahl und durchgeführten Operationen (siehe Abschnitt 4.5) basiert hierbei:

$$O_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^9 \frac{B_{\text{Bundesland}_{\text{verfügbar}}}(i)}{t_{\text{Belagsdauer}}(i)} \cdot t_{\text{Zeitraum}} \quad (5.1)$$

wobei für

- O_{Total} ... Anzahl der durchführbaren Operationen
- $B_{\text{Bundesland}_{\text{verfügbar}}}(i)$... verfügbare Anzahl der Betten je Bundesland
- $t_{\text{Belagsdauer}}(i)$... durchschnittliche Belagsdauer für die entsprechende medizinische Leistung je Bundesland
- t_{Zeitraum} ... gewünschte Untersuchungszeitraum (z.B. Monat, Jahr, etc.)

gilt.

Aus diesem Grund wurde ein weiterer Plausibilitätstest durchgeführt, bei dem die Bettenanzahl auf Basis der gemeldeten Operationen aus der Strukturdatenrecherche zurückgerechnet wurde (siehe Abschnitt 8.2.5).

Zusammenfassend muss auch erwähnt werden, dass die Leistungserbringung in der Realität auch von weiteren Faktoren abhängt, die tatsächlich nicht in das Modell aufgenommen wurden. Vor allem der Punkt der leistungserbringenden Personals ist hier wichtig. Zwar ist die tatsächliche Leistungserbringung natürlich auch vom vorhandenen Personal abhängig (wie in Abschnitt 3.3.2 ersichtlich), über den systematischen Zusammenhang gibt es aber keinerlei belastbare Ergebnisse. Tatsächlich unterscheidet sich sogar der Einsatz und Aufwand nicht nur innerhalb eines (Bundes-)Landes, sondern sogar auch innerhalb von Krankenanstalten. Auch trägt die tatsächliche Verfügbarkeit von Personal direkt zu Bettenanzahl bei [26]. Daher ist keine vernünftige Modellierung auf Grund der Literaturrecherche möglich gewesen. Auch die Erhebung mittels Fragebogen konnte aus den in Abschnitt 3.3.2 Gründen nicht durchgeführt werden.

Die fragliche Datenqualität und die Abwesenheit von Modellvariablen haben daher auch einen Einfluss auf die Aussagekraft der absoluten Ergebnisse in der Verifizierung. Aus diesen Gründen können die hohen Abweichungen zwischen Modellergebnissen und Strukturdatenrecherche begründet werden.



6 — Diskussion

Gemäß der Aufgabenstellung (siehe Kapitel 2) wurde das bestehende Modell am Institut für Health Care Engineering für Hüft- und Knie-Endoprothetik analysiert, um einen Überblick über die Thematiken des Ressourcenbedarf und -verfügbarkeit auf diesem Gebiet der medizinischen Leistungserbringung zu bekommen. Diese Erkenntnisse wurden genutzt, um die Einflussgrößen der Bettenanzahl und Belagsdauer zu identifizieren (siehe Abschnitt 3.3.2). Die dafür erhobenen Strukturdaten werden als Eingangsparameter für das entworfene Modell benutzt (siehe Abschnitt 4.3), um in Kombination mit den entworfenen Simulationsszenarien eine Analyse der Ressourcensituation im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik zu ermöglichen.

Das Szenario „Standard“ weist den Zusammenhang zwischen Bettenanzahl und durchschnittlicher Belagsdauer und den daraus resultierenden Operationen aus. Wie schon in Abschnitt 5.2 und Abschnitt 5.3 erwähnt, sind die Absolutwerte keine Indikation für die Fähigkeit der vorhandenen Ressourcen die Bedarfe zu decken, sondern ein theoretisches Szenario, das aufzeigt, wie viele Operationen in den jeweiligen Bereichen möglich wären, würde, in den verantwortlichen leistungserbringenden Departments der Krankenanstalten, **nur** diese Art von Operation durchgeführt werden.

Dies ergibt sich aus dem Design des Modells, dass sich hauptsächlich auf die Parameter der **Belagsdauer** und **Bettenanzahl** beschränkt (siehe Abschnitt 4.5.2). Diese Herangehensweise des Modellentwurfs war vor allem den Ergebnissen der Literatur- und Strukturdatenrecherche geschuldet, bei denen diese Parameter im Mittelpunkt standen. Auch ein Zusammenhang der Ressourcensituation im Bezug auf das ärztliche Personal und das diplomierte Pflegepersonal ist im Fokus der Recherche gewesen, blieb aber erfolglos

(siehe Abschnitt 3.3.2). Aus diesem Grund wurde auch darauf verzichtet, den Parameter der Personalabhängigkeit in das Modell zu integrieren. Für eine evidenzbasierte Aussage zu den Absolutzahlen der Ressourcensituation ist dieser aber notwendig, da sonst ein wichtiger Einflussfaktor für die Ressourcenanalyse fehlt.

6.1 Diskussion der Simulationsergebnisse

Die Ergebnisse im Szenario „Pareto“ sind im Vergleich mit jenen aus dem Szenario „Auslastung“ ausdrücklich erwähnenswert. Letzteres errechnet eine Operationsanzahl auf Basis der Auslastung der leistungserbringenden Departments in den Krankenanstalten. Durch die Erhebung der tatsächlich durchgeführten Operationen in einem Jahr konnte so ein Auslastungsfaktor errechnet werden, der die tatsächlich verfügbare Anzahl an Betten gegenüber dem „Standard“ Szenario verringert. Dies führt in der absoluten Anzahl der durchführbaren Operationen zu einem realistischeren Wert für die Vorhersage der Ressourcensituation. Dieser Wert unterscheidet sich österreichweit gegenüber dem Szenario „Standard“ um -7,58% für die Hüft-Endoprothetik und -11,69% für die Knie-Endoprothetik. Diese Zahlen liegen für das Szenario „Pareto“ bei +5,79% (HEP) und +5,59% (KEP). Wie schon in Abschnitt 4.5 erwähnt, werden bei letzterem nur jene Belagsdauern für die Simulation berechnet, die für 80% der Operationen anfallen. Die Ergebnisse aus den „Pareto“ Simulationsdurchgängen zeigen, dass Krankenanstalten, die häufig die gleiche Art einer Operation durchführen, eine kürzere Belagsdauer aufweisen als Anstalten, die weniger Operationen durchführen. Die Ursachen dafür können vielfältig sein, sind in der Regel aber auf kürzere Abläufe im Patientenmanagement, schonendere Eingriffstechnologien oder frühere Rehabilitationsmaßnahmen zurückzuführen ([14], [27]). Eine Empfehlung auf Basis dieser Ergebnisse wäre eine Etablierung und Überwachung eines Krankenanstalten übergreifendem Wissenstransfers, um vorhandene Ressourcen noch besser nützen zu können.

Im Gegensatz zu den österreichweiten Zusammenhängen in der Hüft-Endoprothetik unterscheiden sich die oben erwähnten Zahlen in den Bundesländern sehr stark. In der Hüft-Endoprothetik divergiert der Unterschied zwischen den Szenarien „Standard“ und „Auslastung“ in besonders hohem Ausmaß. Der österreichweiten Abweichung von -7,58% steht in diesen Bundesländern ein Unterschied von -39,97% (Burgenland) bzw. -22,99% (Steiermark) gegenüber. Dies deutet auf eine **höhere Auslastung** der verfügbaren Betten für medizinische Eingriffe **außerhalb der Hüft-Endoprothetik** hin (siehe Abbildung 5.5 und Abbildung 5.6). Besonders der hohe Wert im Burgenland deutet auf einen Patientenstrom in die Bundesländer Wien, Niederösterreich und der Steiermark hin. Dies wird auch

in der Patientenstromanalyse des Gesundheitsberichtes des Burgenlandes wiedergegeben [28].

Die Bundesländer Kärnten und Wien stechen durch eine Abweichung im Szenario „Pareto“ in der weiteren Betrachtung hervor (siehe Abbildung 5.7 und Abbildung 5.8). Die starke Steigerung in diesen Gebieten zeigt, dass 80% aller Eingriffe in einem geringen Anteil aller Anstalten durchgeführt werden. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen aus der Recherche der Strukturdaten (siehe Tabelle 8.1 und Tabelle 8.6).

Die Bundesländer Oberösterreich, Salzburg, Tirol und Vorarlberg (siehe Abbildung 5.9, Abbildung 5.10, Abbildung 5.11 und Abbildung 5.12) zeigen nur geringe oder sogar fehlende Szenarien übergreifende Abweichungen. Dies bedeutet eine starke Spezialisierung der leistungserbringenden Departments auf Eingriffe in der Hüft-Endoprothetik. Dies erlaubt eine nahezu komplette Zurverfügungstellung der Betten für die erwähnten Eingriffe und eine kaum abweichende Belagsdauer zwischen den Krankenanstalten. Dies lässt den Rückschluss zu, dass Schwerpunktkrankenanstalten tatsächlich in ihrer Leistungserbringung effizienter agieren.

In der Knie-Endoprothetik ergeben sich, ebenso wie in der Hüft-Endoprothetik, durchwegs unterschiedliche Zusammenhänge im Vergleich zum Gesamtbild Österreich. Wie in der Hüft-Endoprothetik gibt es auch in den Bundesländern Burgenland und Steiermark zwischen den Szenarien „Auslastung“ und „Standard“ eine große Abweichung. Ergänzend tritt dieser Effekt auch in Tirol auf. In den drei erwähnten Bundesländern gibt es auch einen unterschiedlichen Effekt zwischen den Szenarien „Pareto“ und „Standard“. Während in Österreich gesamt mehr Operationen im Szenario „Pareto“ durchgeführt werden können als im „Standard“, gibt es für die Steiermark einen gegenteiligen Effekt mit -2,84% und 0% im Burgenland und Tirol. Diese Ergebnisse zeigen, dass es nur eine geringe mittlere Abweichung vom arithmetischen Mittelwert der Belagsdauer gibt, die für diese Leistungserbringung verantwortlich ist. Dieser Effekt wird durch die Ergebnisse der Strukturdatenrecherche bestätigt (siehe Tabelle 8.22, Tabelle 8.23, Tabelle 8.26, Tabelle 8.31, Tabelle 8.32 und Tabelle 8.35).

Ein verstärkter Effekt in der Abweichung zwischen Gesamt-Österreich und den Bundesländern Wien, Oberösterreich, Kärnten, Salzburg und Vorarlberg tritt auch im Szenario „Pareto“ auf. Im Gegensatz dazu lässt sich für das Szenario „Auslastung“ kein Unterschied zu „Standard“ erkennen. Dies ist, wie schon im Bereich der Hüft-Endoprothetik, auf eine Spezialisierung der leistungserbringenden Departments zurückzuführen (siehe Abbildung 5.20, Abbildung 5.21, Abbildung 5.22, Abbildung 5.23 und Abbildung 5.24).

Die Ergebnisse im Szenario „OECD“ sind als Zeitverlauf über eine Periode von fünf Jahren dargestellt. Da die vorhandenen Daten aus der Recherche von der OECD selbst stammen, handelt es sich bei der Bettenveränderungsrate um den Durchschnitt aller erfassten Daten der OECD-Staaten. Dieser Verlauf wird im Modell extrapoliert. Auch wenn er durch die aktuelle SARS-CoV-2 Pandemie wohl abflachen wird, sind fallende Bettenzahlen ein Phänomen, das sich in westlichen Gesundheitssystemen seit Beginn der 2000er Jahre durchaus etabliert hat ([10]). Die Ergebnisse der Simulation dieses Szenarios zeigen in den nächsten fünf Jahren eine abfallende Operationsanzahl. Besonders bei steigendem Bedarf an Operationen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik kann dies zu Problemen in der Leistungserbringung führen (zum Beispiel durch Verzögerungen von Operationen und damit einhergehenden höheren Kosten für das Gesundheitssystem).

Die Entwicklung des Modells erlaubte es insbesondere, diese mit den bestehenden Modellen am Institut für Health Care Engineering zu vergleichen [12]. Wie in Abbildung 5.14 zu erkennen, wird der Bedarf an der Knie-Endoprothetik bis 2050 stetig zunehmen. Eine kombinierte Betrachtung der Szenarien „Auslastung“, „Pareto“ und „OECD“ ist besonders aufschlussreich. Bei einer gleichbleibenden Bettenveränderungsrate im OECD Raum, wie sie in den letzten 5 Jahren aufgetreten ist, kann also davon ausgegangen werden, dass sich der Bedarf an Operationen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik an die dafür vorhanden Ressourcen, annähern wird. Somit ist es annehmbar, dass sich diese Situation in den darauffolgenden Jahren weiterhin verschärfen wird. Speziell, da es sich bei der Simulation aus [12] um ein Szenario handelt, welches eine mäßige Veränderung, in diesem Fall eine Steigerung, der Implantations- und Reimplantationsrate darstellt. Darüber hinaus gibt es Eigentümer, die selbst während der Pandemie die vorhandene Bettenanzahl verringern möchten [25].

Die hier diskutierten Phänomene und Zusammenhänge lassen besonders gut die Abhängigkeiten des Modells von dessen Parametern beschreiben. Anhand der Ergebnisse in den Szenarien „Standard“, „Auslastung“ und „Pareto“ geht hervor, dass eine verringerte Bettenanzahl als Eingangsparameter für das Modell auch unweigerlich zu einer geringeren Anzahl an möglichen Operationen führt. Dies wurde auch im Szenario „Auslastung“ realisiert (siehe Abbildung 5.2 und Abbildung 5.13).

Die Belagsdauer geht in das Modell umgekehrt proportional ein. Eine Erhöhung der Belagsdauer führt zu einer Verkleinerung der möglichen Operationen. Dieser lineare Effekt konnte auch im Szenario „Patientenmanagement“ verifiziert werden.

Wie schon in Abschnitt 5.4 ausgeführt, stellt die Herkunft und Unvollständigkeit der Strukturdaten ein weiteres Problem dar. Diese sind zwar öffentlich auf der Plattform kli-

niksuche.at einsehbar, die Datengrundlage wird aus den Krankenhausroutinedaten (LKF) und Daten der Plattform Qualitätsberichterstattung zusammengestellt [29]. Diese Daten lassen aber keinen Rückschluss über die Qualität der Erfassung auf Krankenanstaltenebene zu. Es ist üblich im unterjährigen Betrieb Stationen zu schließen und systematisierte Betten zu reduzieren oder auf andere Stationen aufzuteilen [25]. Ein weiterer Punkt der die Datenqualität in Frage stellt, ist, wie belastbar die gemeldeten Daten der Krankenanstalten und -verbände selbst sind. Ein öffentliches Instrumentarium, ähnlich dem Medizinischen Dienst in der Bundesrepublik Deutschland, wäre hier eine tatsächliche, unabhängige Qualitätskontrolle. Dies gewährleistet unter Anderem die gleichmäßige, korrekte und anstaltenübergreifende Erfassung von Strukturparametern, wie etwa jenem der Bettenanzahl. Auch vorhandene Strukturdaten von STATCube der Statistik Austria, beinhalten die gewünschten Informationen nicht.

In weiterer Folge wirken sich auch Annahmen auf die Ergebnisse der Simulationen aus, die in der Modellierung und Programmierung durchgeführt wurden. So wurde bei der Strukturdatenrecherche die Voraussetzung getroffen, dass die medizinische Leistungserbringung in der Hüft- und Knie-Endoprothetik in typischen Departments der Krankenanstalten (zum Beispiel „Orthopädie“ oder „Unfallchirurgie“) durchgeführt werden. Eine konkrete Aussage, wie hoch dieser Anteil ist, konnte mit wissenschaftlichen Mitteln nicht verifiziert werden. Die Anzahl der Betten, die die Plattform kliniksuche.at für diese Departments ausweist, wurden als Eingangsparameter des Modells gewählt (siehe Abschnitt 3.2 und Abbildung 3.2). Gemeinsam mit den schon erwähnten Ausführungen in der Berichterstattung, kann dies zu den präsentierten Offsets zwischen Berichtswesen und Modellierung führen. Auch die automatische Berechnung der Auslastung für das gleichnamige Szenario beinhaltet Einflusspotenzial für die errechneten Ergebnisse. Der Auslastungsfaktor wird als Verhältnis der durchgeführten Operationen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik und der gesamten Anzahl aller durchgeführten Eingriffe je Department ermittelt. Durch Kombination der oben beschriebenen Effekte, ist es auch hier möglich, dass es zu erheblichen Abweichungen in Bezug zur Realität kommt.

Das Modell und die damit möglichen Simulationen lassen dennoch einen umfassenden Blick in die Ressourcensituation der Hüft- und Knie-Endoprothetik in Österreich zu, in dem sie die relativen Unterschieden zwischen Simulationsszenarien ausweisen. Als treibende Variablen wurden in der Literaturrecherche dafür die Bettenanzahl und die durchschnittliche Belagsdauer identifiziert (siehe Abschnitt 3.2.2), welche auch als Eingabeparameter für das Modell verwendet wurden (siehe Abbildung 4.3). Durch eine geeignete Wahl von Simulationsszenarien wurde das Ziel verfolgt eine tiefergehende Analyse in Gesamt-Österreich und in den einzelnen Bundesländer zu erhalten.

6.2 Literaturrecherche

Wie schon in Abschnitt 3.2.2 erwähnt, diene die strukturierte Literaturrecherche vor allem dem Zweck eine Übersicht über bestehende Projekte mit dieser Aufgabenstellung zu finden. Die Ergebnisse in Abschnitt 3.3.2 zeigen, dass die OECD Mitgliedsstaaten durchaus unterschiedliche Methoden benutzen, um systemisierte Betten zu erheben [13]. Die vertiefende Fragestellung dieser Masterarbeit über die mögliche Leistungserbringung in Abhängigkeit von Bettenanzahl und Belagsdauer ist auch Gegenstand wissenschaftlicher Literatur [15], [16], [17], [27]. Allerdings weisen diese Modelle und Arbeiten dabei nicht die vorhandene Struktur als Eingabeparameter auf, sondern demographische Kennzahlen, wie die Bevölkerungsstruktur, als relevante Kenngröße. In keiner recherchierten Literatur hat es zudem Aussagen über Wartezeiten oder -listen für spezielle Operationen gegeben, oder wie die entworfenen Modelle in der Planung auf (über-) regionaler Ebene eingebunden wurden.

Mit den Ergebnissen aus Abschnitt 3.3.2 kann belegt werden, welche Strukturkenngößen auf die Leistungserbringung die größte Auswirkung haben. Die Anzahl der systemisierten Betten und die durchschnittliche Belagsdauer je Eingriff wurden dabei auch als Eingangsparameter in das vorliegende Modell integriert (siehe Abschnitt 4.3). In der Literatur sind allerdings noch weitere Faktoren angeführt, die Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit haben können [27]. Darunter fallen etwa demographische Änderungen und saisonale Effekte (sogenannte Bedarfsfaktoren) oder Wartezeiten und medizinischer beziehungsweise technologischer Fortschritt (sogenannte Versorgungsfaktoren). Auch weitere externe Faktoren, wie politischer Druck oder Policy-Änderungen sind Phänomene, die sich auswirken können.

Einige davon, wie „Fortschritte in der Operationstechnologie“, sind in dieses Modell nicht eingeflossen, da sie sich nicht als absoluter Faktor integrieren ließen und daher noch mehr zur Verwässerung der absoluten Ergebnisse beigetragen hätten. Dafür wurde die Auslastungsrate der verfügbaren Betten in das Modell integriert. Dazu wurde im Simulationsszenario „Auslastung“ versucht, einen Auslastungsfaktor mit den durchgeführten Operationen aus dem Vorjahr zu ermitteln. Diese Berechnungsmethode bringt aber auch Nachteile mit sich. In der klinischen Praxis kommt es zur Schließung von Stationen zu einer starken Fluktuation der Bettenanzahl [30]. Auf Grund der Datenlage konnte damit nicht verifiziert werden, mit welcher tatsächlichen Bettenanzahl die ausgewiesenen Operationen durchgeführt wurden.

Um die Bedienung und Aussagekraft eines Simulationsszenarios zu erhöhen, ist es je-

doch möglich, diese Auslastungsrate vor der Simulation mit Hilfe von Schiebereglern anzupassen. Dies ermöglicht es, belastbare Ergebnisse über Leistungserbringung in Abhängigkeit der Bettenauslastung zu tätigen. Vor allem im Vergleich zu dem Bedarf an Eigenschaften, die im aktuellen Modell am Institut für Health Care Engineering abgebildet wird, können konkrete Aussagen getroffen werden, inwiefern die gewünschten Leistungen noch erbracht werden können. Dies wird besonders bei der Betrachtung von Abbildung 5.14 und Abbildung 5.13 ersichtlich. Die erste Abbildung zeigt dabei die Steigung des Bedarfs an Eingriffen in der Knie-Endoprothetik in den kommenden Jahren auf Basis des Modells von Ebner [12]. Vergleicht man diese Absolutzahlen mit den Modellergebnissen in Abbildung 5.13, wird ersichtlich, dass – je nach Simulationsszenario – der Bedarf nicht mehr bedient werden kann, selbst ohne Änderung an Bettenanzahl oder Belagsdauer.

6.3 Modellentwicklung

Das Ziel dieser Masterarbeit war es, ein Modell zu entwerfen, das eine Ressourcenanalyse in der Hüft- und Knie-Endoprothetik zulässt. Mit der Simulationssoftware AnyLogic® konnten Zusammenhänge auf diesem Gebiet auf Basis der Ergebnisse der Literaturrecherche, visualisiert und implementiert werden. Durch eine Modellerstellung in dieser Software war es auch möglich, den automatischen Import der Strukturdaten und Export der Simulationsergebnisse einzubauen. So können in dieser, notwendige Vorberechnungen für die Durchführung der Simulationen durchgeführt werden. Dies wäre mit einer Umsetzung in einem reinen Tabellenkalkulationsprogramm, wie zum Beispiel Microsoft® Excel, nicht möglich gewesen.

6.3. MODELLENTWICKLUNG



Abbildung 6.1: Verwendete Variablen und Funktionen in AnyLogic® zur automatischen Datenverarbeitung.

Entwurf und Implementierung dieser Simulationsszenarien sind ein Vorteil gegenüber einer reinen Auswertung in Tabellenkalkulationsprogrammen. Des Weiteren erlaubt AnyLogic® auch den Export der Ergebnisse in ein Tabellenkalkulationsprogramm und kann somit den Vorteil der übersichtlicheren Darstellung nutzen. Die vollständige Beschreibung dieser automatischen Datenverarbeitung befindet sich in der Modellbeschreibung [31].

calculateData - Function

```
// Get me my beds, Bitchez
// -----
List<Double> lstBetten = new ArrayList<Double>();
lstBetten = readList(strSheet, lstBetten, 5);
dblBetten = getSumOfList(lstBetten);

// Get me my Belagsdauer, Bitchez
// -----
List<Double> lstBD = new ArrayList<Double>();
lstBD = readList(strSheet, lstBD, 3);
dblBD = getSumOfList(lstBD);

// Get me my OPs, Bitchez
// -----
List<Double> lstOPs = new ArrayList<Double>();
lstOPs = readList(strSheet, lstOPs, 2);
dblOPs = getSumOfList(lstOPs);
intLstSize = lstOPs.size();

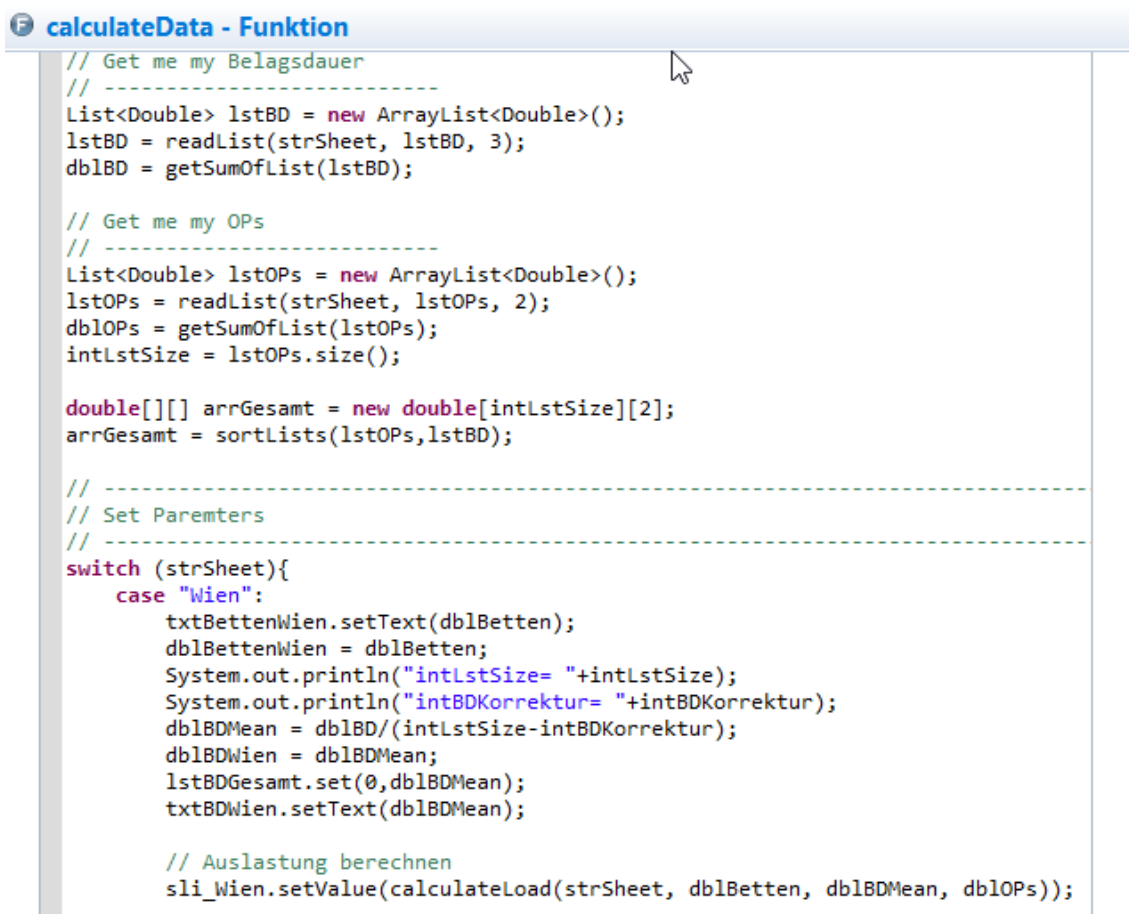
double[][] arrGesamt = new double[intLstSize][2];
arrGesamt = sortLists(lstOPs, lstBD);

// -----
// Set Parenters
// -----
switch (strSheet){
    case "Wien":
        txtBettenWien.setText(dblBetten);
        dblBettenWien = dblBetten;
        dblBDMean = dblBD/(intLstSize-intBDKorrektur);
        dblBDWien = dblBDMean;
        lstBDGesamt.set(0,dblBDMean);
        txtBDWien.setText(dblBDMean);

        // Auslastung berechnen
        sli_Wien.setValue(calculateLoad(strSheet, dblBetten, dblBDMean, dblOPs));
```

Abbildung 6.2: Softwarefunktion in AnyLogic® zur automatischen Datenverarbeitung.

Das Modell und die Simulationsszenarien besitzen durch ihr Design und ihre Implementierung (siehe Abschnitt 4.3) die Möglichkeit, die oben beschriebenen Verbesserungen ohne Anpassung an den bestehenden Code zu erweitern. Zudem wurden Import- und Exportfunktion so entwickelt, dass eine Änderung, wie eine Aktualisierung der Strukturdaten, keine Auswirkungen auf das Modell selbst hat. Durch diese Strukturierung (siehe Abschnitt 4.4) können auch sehr niedrige Simulationslaufzeiten von weniger als einer Minute je Vorgang erreicht werden.



```

calculateData - Funktion
// Get me my Belagsdauer
// -----
List<Double> lstBD = new ArrayList<Double>();
lstBD = readList(strSheet, lstBD, 3);
dblBD = getSumOfList(lstBD);

// Get me my OPs
// -----
List<Double> lstOPs = new ArrayList<Double>();
lstOPs = readList(strSheet, lstOPs, 2);
dblOPs = getSumOfList(lstOPs);
intLstSize = lstOPs.size();

double[][] arrGesamt = new double[intLstSize][2];
arrGesamt = sortLists(lstOPs, lstBD);

// -----
// Set Parameters
// -----
switch (strSheet){
    case "Wien":
        txtBettenWien.setText(dblBetten);
        dblBettenWien = dblBetten;
        System.out.println("intLstSize= "+intLstSize);
        System.out.println("intBDKorrektur= "+intBDKorrektur);
        dblBDMean = dblBD/(intLstSize-intBDKorrektur);
        dblBDWien = dblBDMean;
        lstBDGesamt.set(0,dblBDMean);
        txtBDWien.setText(dblBDMean);

        // Auslastung berechnen
        sli_Wien.setValue(calculateLoad(strSheet, dblBetten, dblBDMean, dblOPs));

```

Abbildung 6.3: Codeausschnitt der automatischen Datenverarbeitung.

Nicht nur der Entwurf und die Implementierung des Modelldesigns bringt große Vorteile gegenüber herkömmlichen Verarbeitungen in Tabellenformaten, auch das Modell selbst ist der erste Versuch, die strukturellen Zusammenhänge der Abläufe bei der Hüft- und Knie-Endoprothetik durch belastbare Methoden zu untersuchen (siehe Kapitel 5).

Eine Analysemöglichkeit, die dem Modell fehlt, ist das Miteinbeziehen von Personalressourcen zur Analyse der durchführbaren Operationen in Abhängigkeit der gebundenen Belegschaft. Dies dient dem Zweck, zu verstehen, in welchem Ausmaß und wie Personal im Zuge der Aufnahme, Behandlung, Operation und Entlassung gebunden wird. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurden auch Fragebögen ([19], [20]) zur Ermittlung dieser Daten erstellt. Dabei wurden Sachverhalte formuliert, um Parameter wie „gebundenes, diplomiertes Pflegepersonal während der Operation“ oder „gebundenes, ärztliches Personal während der Operation“ abzufragen, um ein Verständnis zu den Personalressourcen zu bekommen und zu dokumentieren. Auch die durchschnittliche Länge je Eingriff wurde erfragt. Wie schon in Abschnitt 3.3.2 erwähnt, war es jedoch aus per-

6.3. MODELLENTWICKLUNG

sonellen Gründen und der aktuellen Pandemie nicht möglich, die gewünschten Daten in den Krankenanstalten zu erheben und diese als Parameter in das Modell einfließen zu lassen.

Um die Analysemöglichkeiten des Modells zu vergrößern, sollte bei einer Weiterentwicklung die Integration dieser Daten implementiert werden. Eine Möglichkeit dies durchzuführen, wäre die Etablierung eines weiteren Szenarios, dass sich „Personal“ nennt und explizit die durchführbaren Operationen in Abhängigkeit der Personalressourcen berechnet. Ein interessanter Einblick in die generelle Ressourcenabhängigkeit der Krankenanstalten wäre es, das angesprochene Szenario mit einem Betten-Szenario zu kombinieren. Die Implementierung kann durch eine Logik zur Feststellung des Primär-Parameters, also jener Kenngröße die den größten limitierenden Faktor besitzt, erfolgen. Diese Logik errechnet, ob die Personal- oder Betten-Ressourcen die am meisten limitierenden Eigenschaften in einer Krankenanstalt sind und korrigiert so die Berechnung des Modells dahingehend (siehe Abbildung 6.4). Würden sogar zeitliche Informationen zu Aufnahme, Operation und Entlassung vorliegen, könnte sogar ein agenten-basiertes Modell in dieses integriert werden, um auf Krankenanstalten-Ebene die komplette Ablaufkontrolle zu erhalten.

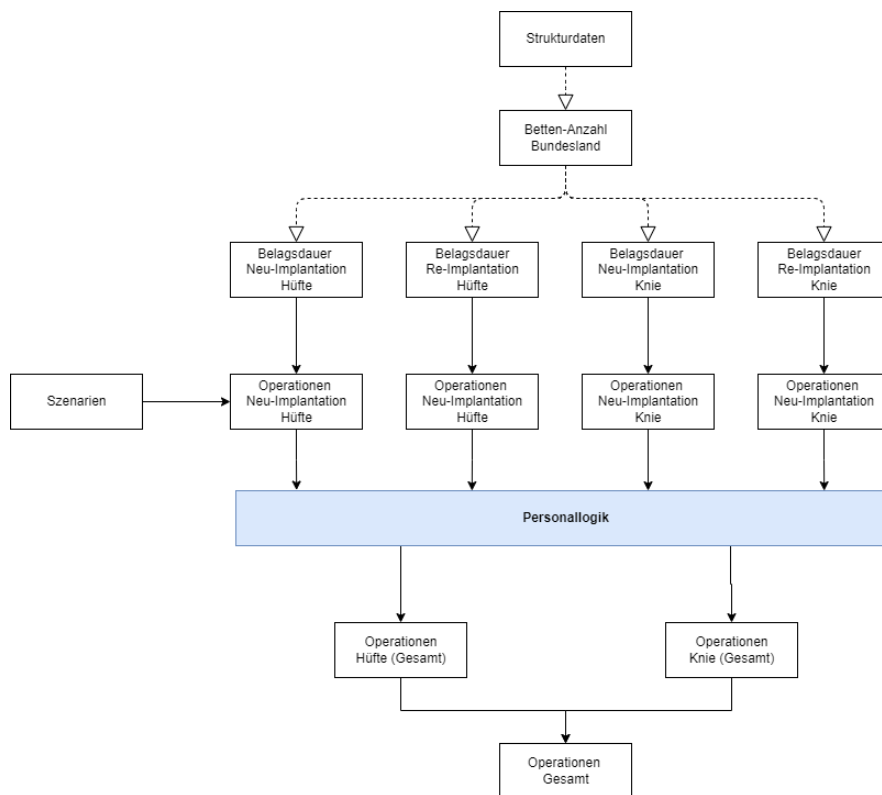


Abbildung 6.4: Wirkungsgraph mit der erweiterten Funktion der Integration der Personalressourcen.

Neben der Erweiterung des Modells zur Steigerung der Analysemöglichkeiten gilt auch die Erhebung von qualitativ besseren Strukturdaten als Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen. Unter diesem Begriff verstehen sich Daten, die sich in ihrer Integrität als vollständig erweisen und Krankenanstalten übergreifend erhoben, dokumentiert und transparent veröffentlicht werden. Dabei gilt es, nicht nur Rohdaten, wie die Bettenanzahl einer Station an sich zu erheben, sondern diese Kennzahlen mit sinnvollen Informationen über Auslastung und Liegezeiten je Eingriffsart oder dem Belagsverhältnis je medizinischer Pflegekraft zu verknüpfen. Dieser ganzheitliche Ansatz der Datendokumentation und -aufbereitung würde auch signifikante Vorteile für die Hauptakteure im Gesundheitssystem selbst bringen, da so Prozesse und Behandlungsvorgänge qualitativ besser untersucht werden könnten.

6.4 Konsequenzen während der SARS-CoV-2 Pandemie

Wie in Abschnitt 1.4 erwähnt, zeigt die vorherrschende SARS-CoV-2 Pandemie Auswirkungen auf die Ressourcenverfügbarkeit in Bezug auf die Durchführung von Eingriffen in der Hüft- und Knie-Endoprothetik. Laut den Medien sind in der Steiermark allein zwischen 20 und 25 Prozent der gesamten Operationen im Herbst 2020 verschoben worden [32]. Diese Zahlen können allerdings nicht für ganz Österreich skaliert werden. Grund dafür sind fehlende einheitliche Kriterien und Vorgaben, welche Eingriffe, unter welchen Umständen aufschiebbar sind. Während in Tirol jede Anstalt selbst entscheiden darf, welche Eingriffe abgesagt werden, ist dies in anderen Bundesländern wiederum von den Betreibern geregelt.

In der Studie von Bedard et al [33] wurde versucht nachzuweisen, wie groß der Anteil an nicht durchgeführten Eingriffen in 2020 im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik in den USA war. Dazu wurden Daten aus Studien analysiert, die eine Vorhersage über die Anzahl von bevorstehenden Eingriffen auf diesem Gebiet erlauben. Dabei wurden die Eingriffe in sogenannte essenzielle und nicht-essenzielle Operationen eingeteilt. Als essenziell werden Neu-Implantationen von Totalhüftendoprothesen aufgrund von Hüftfrakturen, periprothetische frakturbedingte Revisionen einer Totalhüftendoprothese sowie Totalknieendoprothesen und infektionsbedingte Re-Implantationen einer Totalhüftendoprothese und Totalknieendoprothesen bezeichnet. Die Studie kommt zu dem Ergebnis, dass 2019 Neu-Implantationen von Hüft-Totalendoprothesen (HTEP) aufgrund von Frakturen 2,7% aller primären HTEP-Eingriffe ausgemacht hatten. Im selben Zeitraum wurden HTEP-Revisionen in 13,3% der Fälle wegen einer Infektion, in 5,4% der Fälle wegen einer periprothetischen Fraktur und in 4,3% wegen einer Fraktur oder frakturbedingten Folgen durchgeführt. In ähnlicher Weise wurden TKA-Revisionen in 20,5% der

6.4. KONSEQUENZEN WÄHREND DER SARS-COV-2 PANDEMIE

Fälle wegen einer Infektion und in 2,3% wegen einer Fraktur oder frakturbedingten Folgeerscheinungen durchgeführt. Somit ergibt sich ein Anteil von 25,7% an essenziellen Operationen in der Hüft-Endoprothetik und 22,8% im Bereich der Knie-Endoprothetik.

Die Ergebnisse der Analyse der Auslastung in Abschnitt 5.3 und Abschnitt 5.2 des Szenarios „Auslastung“ zeigen, dass es pro Jahr 33.848 Operationen in der Hüft-Endoprothetik gab, im Vergleich zu 36.636 Operationen in "Nicht-SARS-CoV-2-Jahren". In Bezug auf die Knie-Endoprothetik wurden 28.560 Operationen im Vergleich zu 32.340 Operationen in "Nicht-SARS-CoV-2-Jahren" verzeichnet.

6.5 Zusammenfassung

Diese Masterarbeit und das zugehörige Modell ermöglichen zum einen, den Blick auf einen Teil der Ressourcen des Gesundheitssystems im Bereich der Hüft- und Knie- Endoprothetik sowie deren Einsatz in Abhängigkeit der entsprechenden Bedarfe und eine Analyse dieser Ressourcen in verschiedensten Fragestellungen (Simulationsszenarien). Das Modell lässt die Untersuchung dabei in einem ganzheitlichen, österreichweiten oder einen bundesländerspezifischen Blick durchführen (siehe Abschnitt 5.2 und Abschnitt 5.3). Besonders auf dem Gebiet der Hüft- und Knie-Endoprothetik stellt das Modell eine Ergänzung zu schon bestehenden Arbeiten am Institut für Health Care Engineering der TU Graz dar.

Durch die Gegenüberstellung der Ressourcensituation in den einzelnen Bundesländern lässt sich auch erkennen, wie unterschiedlich die Herangehensweise und der Umgang bei der Leistungserbringung für ein und dieselbe medizinische Einzelleistung sind. Dies äußert sich vor allem in unterschiedlichen Belagsdauern für diese Leistungen und führt damit de facto zu einer unterschiedlichen Anzahl an Operationen, die durchgeführt werden können. Wie schon in Kapitel 5 dargestellt und in Kapitel 6 ausgeführt, ist ersichtlich, dass durch bundesländerübergreifendes Handeln eine höhere Effizienz der Ressourcennutzung erreicht werden kann.

Die Einbindung verschiedener Szenarien zeigt bei der Analyse der Simulationsergebnisse, dass auch innerhalb eines Bundeslandes oder Krankenanstaltenverbandes die Prozesse und Abläufe optimiert werden können, um eine größere Anzahl von durchführbaren Operationen zu erreichen. Besonders die Ergebnisse aus dem Szenario „Pareto“ (siehe Abschnitt 5.2.1 und Abschnitt 5.3.1) zeigen, dass es ein mögliches Verbesserungspotenzial bei der Leistungserbringung gibt und weisen auf krankenanstaltenübergreifende Prozessoptimierungen hin.

Ergänzend sei noch erwähnt, dass die Struktur und die Implementierung der Software nicht nur die Verwendung im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik zulassen, sondern auch für die Analyse von anderen medizinischen Leistungserbringungen verwendet werden können. Für den Fall, dass nur lückenhafte Strukturdaten existieren, können auch ein oder mehrere Bundesländer in verschiedenen Simulationsszenarien untersucht werden.



7 — Schlussfolgerung

Jenes in dieser Masterarbeit beschriebene Modell ermöglicht eine Analyse der Ressourcen im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik in Abhängigkeit der vorhandenen Bettenanzahl und vorherrschenden Belagsdauer je Krankenanstalt. Hinzu kommt die Möglichkeit dahingehend einzelne Bundesländer unter- oder miteinander zu vergleichen. Diese Analysen werden durch vier verschiedene Simulationsszenarien ergänzt, welche es erlauben, die Parameter der Bettenanzahl (Szenario „Auslastung“) und Belagsdauer (Szenario „Pareto“) anzupassen. Das Modell erlaubt ebenso eine übersichtliche Darstellung der Simulationsergebnisse im Tabellenformat, wodurch die Visualisierung der Ergebnisse transparenter und einheitlicher wird.

Das Szenario „Pareto“ zeigt, dass Schwerpunktkrankenanstalten die Leistungserbringung schneller durchführen können als allgemeine Krankenhäuser. Durch eine Etablierung und Überwachung eines Prozesses für einen krankenanstaltenübergreifenden Wissenstransfer können die Abläufe und Operationstechniken auch bei anderen Krankenhäusern verbessert werden. Dies wiederum leistet einen Beitrag zur Verringerung der Gesundheitslast im Bereich der Hüft- und Knie- Endoprothetik. Vor allem in Bundesländern, wo dieser Effekt nur verringert auftritt, gibt es Optimierungspotenzial in der Ressourcennutzung, welche durch diesen Prozess realisiert werden kann.

Das Szenario „Auslastung“ erlaubt eine realistische Betrachtung der Ressourcensituation. Hier geht hervor, dass in der gegenwärtigen Situation die notwendigen Operationen im Bereich der Hüft- und Knie-Endoprothetik zwar durchgeführt werden können, es aber bei steigender Nachfrage in naher Zukunft nicht mehr möglich sein wird, dies zu gewährleisten. Vor allem der Rückstau an Eingriffen bedingt durch die SARS-CoV-2-Pandemie

stellt eine immense Last für das Gesundheitssystem dar, die mit bestehender Technologie und gegenwärtigen Abläufen nicht bewältigbar ist. Gerade im Hinblick auf eine Bettenreduktion, wie sie im Szenario „Auslastung“ und „OECD“ aufbereitet werden, ist die Bedienung des Bedarfs nicht möglich.

Diese Betrachtung der Modellergebnisse erlaubt es, die Versorgungssituation in Österreich in Abhängigkeit der Ressourcen, der Bettenanzahl und der Belagsdauer zu messen und folglich Potenziale für eine nachhaltigere Entwicklung festzustellen.



8 — Anhang

8.1 Auszug aus der Literaturrecherche

Pubmed Ergebnisse	Verknüpfung	Suchfeld	Zeitraum	Gesamt	Relevant	Weiterführende Dokumentation		
Keywords(s) health system; review	AND	Title / Abstract	2010 - 2020	238	Australia Health System Review Belgium Health System Review Brazil Health System Review Canada Health System Review Croatia Health System Review Cyprus Health System Review Denmark Health System Review Estonia Health System Review Finland Health System Review France Health System Review Germany Health System Review Greece Health System Review Hungary Health System Review Ireland Health System Review Italy Health System Review Japan Health System Review Korea Health System Review Latvia Health System Review Lithuania Health System Review Malta Health System Review Netherlands Health System Review Poland Health System Review Portugal Health System Review Romania Health System Review Slovakia Health System Review Slovenia Health System Review Spain Health System Review Sweden Health System Review Switzerland Health System Review			
health system; plan	AND	Title / Abstract	2010 - 2020	101	A Model of Care for Osteoarthritis of the Hip and Knee			
health system; capacity	AND	Title	2010 - 2020	33	Principles for Health System Planning			
capacity planning	-	Title	2010 - 2020	30	Tactical Capacity Planning in Hospital Departments Demand and Capacity Planning in Emergency Departments Hospital Capacity Planning: From measuring stocks to modelling flows Annual Bed Statistics give misleading picture of hospital surge capacity			
beds	-	Title	2010 - 2020	703	Models and Methods for determining the optimal number of beds in Hospital and Regions	MSc Generic Bed Planning Model	Simple Method to optimize Hospital Beds	An Objective Method for Bed Capacity Planning in a Hospital Department: A Comparison With Target Ratio Methods
model; beds	AND	Title	2010 - 2020	14	Reallocation of Staff Hospital Beds in German using goal programming model			
hospital; beds	AND	Title	2010 - 2020	67	How many beds? Capacity implications of hospital care demand projections in the Irish Hospital System Barber and Johnson Diagram and Jensen Reserve as Tools to Optimise the Management of Hospital Beds Simulation and Comparison of Two Modelling Techniques for Hospital Bed Management Beds Simulator 1.0: A Software for the Modelling of the Number of Beds Required for a Hospital Department			
needs assessment; bed	AND	Title / Abstract	-	26	-			
needs assessment; hospital	AND	Title / Abstract	2010 - 2020	620	-			
needs assessment; capacity planning	AND	Title / Abstract	2010 - 2020	158	-			
bed; knee	AND	Title	-	11	-			
bed; knee	AND	Title / Abstract	2010 - 2020	278	Early Mobilization of Patients Who Have Had a Hip or Knee Joint Replacement Reduces Length of Stay in Hospital: A Systematic Review Enhanced Recovery in Lower Limb Arthroplasty in the Irish Setting			
bed; hip	AND	Title / Abstract	2010 - 2020	386	-			
bed; endoprosthesis	AND	Title / Abstract	-	8	-			

Abbildung 8.1: Auszug aus den Ergebnisse den Literaturrecherche

8.2 Übersicht der Ergebnisse der Strukturdatenrecherche

In diesem Kapitel soll eine übersichtliche Darstellung aller Recherche-Ergebnisse dokumentiert werden. Dazu wird pro medizinischer Einzelleistung entschieden.

8.2.1 Neu-Implantation einer Hüft-Prothese

Eine strukturierte Aufbereitung der recherchierten Daten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen findet sich auf den folgenden Seiten:

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Orthopädisches Spital Speising GmbH Wien	1154	5	59
Herz-Jesu Krankenhaus	708	5	40
Evangelisches Kranken- haus Wien	584	8	20
Sozialmedizinisches Zen- trum Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezentrum	327	8	116
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizini- scher Universitätskampus	259	8	68
Sozialmedizinisches Zen- trum Ost der Stadt Wien - Donauspital	129	13	52
Sanatorium Hera	136	9	11
Traumazentrum Meidling, Lorenz Böhler	43	10	166
Hanusch Krankenhaus	80	14	39
Franziskus Spital	36	8	44
Durchschnittliche Verweildauer:		8,8	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		2,2	

Tabelle 8.1: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Wien

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrlinikum Zwettl/G-münd/Waidhofen	732	7,5	N / A
Landeskrlinikum Neunkirchen	438	7	N / A
Universitätskrlinikum Krems	288	7	N / A
Landeskrlinikum Amstetten	252	9	N / A
Landeskrlinikum Baden-Mödling	153	9	N / A
Landeskrlinikum Scheibbs	215	5	N / A
Landeskrlinikum St. Pölten-Lilienfeld	246	6	N / A
Landeskrlinikum Mistelbach-Gänserndorf	156	8	N / A
Landeskrlinikum Korneuburg-Stockerau	147	7	N / A
Landeskrlinikum Wiener Neustadt	60	6	N / A
Landeskrlinikum Horn-Allensteig	31	11	N / A
Landeskrlinikum Tulln	14	7,5	N / A
Landeskrlinikum Waidhofen an der Ybbs	69	5	N / A
Landeskrlinikum Hainburg	44	9	N / A
Durchschnittliche Verweildauer:		7,43	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,3	

Tabelle 8.2: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen
- Niederösterreich

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Salzkammergut-Klinikum Vöcklabruck	52	8,5	51
Salzkammergut-Klinikum Bad Ischl	23	8,5	30
Salzkammergut-Klinikum Gmunden	521	8,5	15
Kepler Universitätsklini- kum GmbH	421	7	60
Ordensklinikum Linz - Barmherzige Schwestern	477	7	66
Klinikum Wels- Grieskirchen	386	9	107
Landeskrankenhaus Kirchdorf an der Krems	213	6	N / A
Landeskrankenhaus Steyr Krankenhaus „St. Josef“ Braunau	262	7	41
	242	11	60
Krankenhaus der Barm- herzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul Ried	234	6	42
Landeskrankenhaus Frei- stadt	141	9	34
Landeskrankenhaus Rohr- bach	116	9	34
Unfallkrankenhaus Linz	11	9	153
Landeskrankenhaus Schärding	37	22	15
<hr/>			
Durchschnittliche Verweildauer:	9,11		
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:	2,1		

Tabelle 8.3: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen
- Oberösterreich

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Güssing	160	7	20
Barmherzige Brüder Eisenstadt	139	6	55
Landeskrankenhaus Oberwart	92	8	54
Durchschnittliche Verweildauer:		7	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		0,7	

Tabelle 8.4: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Burgenland

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Wagna - Bad Radkersburg	521	9,5	67
Landeskrankenhaus Murtal	489	10	199
Universitätsklinikum Graz	418	7	96
Unfallkrankenhaus Kalwang, Graz der AUVA	266	11	145
LKH Hochsteiermark	160	8	N / A
Krankenanstaltenverbund Feldbach-Fürstenfeld	156	8	36
Landeskrankenhaus Weiz	80	7	40
Diakonissen Schladming	37	8	32
Krankenanstaltenverbund Rottenmann - Bad Aussee	44	8	50
Durchschnittliche Verweildauer:		8,5	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,1	

Tabelle 8.5: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Steiermark

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Vil- lach	272	13	13
Landeskrankenhaus Kla- genfurt	123	10	72
Krankenhaus der Elisa- bethinen Klagenfurt	305	8	35
UKH Klagenfurt	76	6,5	100
Krankenhaus Spittal/Drau	33	10	40
Krankenhaus des Deut- schen Ordens Friesach	52	20,5	35
Landeskrankenhaus Wolfsberg	39	13	38
Durchschnittliche Verweildauer:		11,57	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		3,4	

Tabelle 8.6: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen
- Kärnten

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH	420	9	31
a.ö. Krankenhaus Obern- dorf	283	11	30
Landeskrankenhaus Salz- burg - Universitätsklini- kum der PMU	189	9	98
Tauernklinikum, Mittersill	101	10	57
Landesklinikum Tamsweg	103	8	20
Klinik Bad Vigaun	51	13	57
Unfallkrankenhaus Salz- burg	10	13	126

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Durchschnittliche Verweildauer: 10,43
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer: 1,6

Tabelle 8.7: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen
- Salzburg

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol	389	8	49
Krankenhaus St. Vinzenz Zams	276	8	12
Landeskrankenhaus Universitätskliniken Innsbruck	324	7	70
Bezirkskrankenhaus Schwaz	203	9	55
Bezirkskrankenhaus Reutte	100	9	32
Landeskrankenhaus Hall in Tirol	68	9	31
Bezirkskrankenhaus Lienz	100	10	14
Bezirkskrankenhaus Kufstein	36	13	50
<hr/>			
Durchschnittliche Verweildauer:		9,22	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,2	

Tabelle 8.8: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen
- Tirol

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus der Stadt Dornbirn	207	8	30
Landeskrankenhaus Feld- kirch	136	11	52
Landeskrankenhaus Bre- genz	96	9	36
Landeskrankenhaus Blu- denz	26	11	20
Durchschnittliche Verweildauer:		1,25	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,3	

Tabelle 8.9: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Hüftprothesen
- Vorarlberg

8.2.2 Re-Implantation einer Hüft-Prothese

Eine strukturierte Aufbereitung der recherchierten Daten für die Re-Implantation von Hüftprothesen findet sich auf den folgenden Seiten:

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Orthopädisches Spital Speising GmbH Wien	161	16	59
Herz-Jesu Krankenhaus	88	13,5	40
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizini- scher Universitätskampus	78	14	68
Evangelisches Kranken- haus Wien	53	11	20
Sozialmedizinisches Zen- trum Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezentrum	28	12	116
Sozialmedizinisches Zen- trum Ost der Stadt Wien - Donauspital	41	26	52
Wilhelminenspital	27	23	96
Traumazentrum Meidling, Lorenz Böhler	15	27	166
Durchschnittliche Verweildauer:		17,81	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		5,6	

Tabelle 8.10: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Wien

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrlinikum Neunkirchen	90	21	N / A
Landeskrlinikum Zwettl/Gmünd/Waidhofen	84	12	N / A
Universitätskrlinikum Krems	37	17	N / A
Landeskrlinikum Mistelbach-Gänserndorf	21	21	N / A
Landeskrlinikum Amstetten	32	14	N / A
Landeskrlinikum Baden-Mödling	39	18,5	N / A
Landeskrlinikum Scheibbs	16	7	N / A
Landeskrlinikum St. Pölten-Lilienfeld	30	19	N / A
Landeskrlinikum Korneuburg-Stockerau	15	19	N / A
Landeskrlinikum Horn	19	25	N / A
Landeskrlinikum Wiener Neustadt	13	20	N / A
Durchschnittliche Verweildauer:		17,59	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		3,7	

Tabelle 8.11: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Niederösterreich

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Ordensklinikum Linz - Barmherzige Schwestern Klinikum Wels- Grieskirchen	72	15	66
Kepler Universitätsklini- kum GmbH	66	15,5	107
Salzkammergut-Klinikum	54	22	60
Landeskrankenhaus	91	18	96
Kirchdorf an der Krems	35	12	N / A
Landeskrankenhaus Steyr	44	14,5	41
Krankenhaus „St. Josef“ Braunau	25	19	60
Krankenhaus der Barm- herzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul Ried	35	22	42
Landeskrankenhaus Frei- stadt	17	16	34
Landeskrankenhaus Rohr- bach	13	17	34
Durchschnittliche Verweildauer:		17,1	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		2,52	

Tabelle 8.12: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Oberösterreich

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Barmherzige Brüder Eisenstadt	32	19	55
Landeskrankenhaus Oberwart	29	17	54
Landeskrankenhaus Güssing	12	17	20
Durchschnittliche Verweildauer:		7	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		0,9	

Tabelle 8.13: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Burgenland

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Universitätsklinikum Graz	66	11	96
Landeskrankenhaus Wagana - Bad Radkersburg	44	15	67
Landeskrankenhaus Murtal	40	16	199
Unfallkrankenhaus Kalwang, Graz der AUVA	54	14	145
LKH Hochsteiermark	25	12	N / A
Krankenanstaltenverbund Födbach-Fürstenföld	21	11	36
Durchschnittliche Verweildauer:		13,16	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,8	

Tabelle 8.14: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Steiermark

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Klagenfurt	50	150	72
Krankenhaus der Elisabethinen Klagenfurt	42	15	35
Landeskrankenhaus Villach	41	20	13
UKH Klagenfurt	26	12,5	100
Krankenhaus des Deutschen Ordens Friesach	10	29	35
Landeskrankenhaus Wolfsberg	10	43,5	38
Durchschnittliche Verweildauer:		22,5	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		9,2	

Tabelle 8.15: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Kärnten

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Salzburg - Universitätsklinikum der PMU	88	15	98
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH	44	13	31
a.ö. Krankenhaus Oberndorf	12	11,5	30
Durchschnittliche Verweildauer:		13,16	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,2	

Tabelle 8.16: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Salzburg

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Universitätskliniken Inns- bruck	176	14	70
Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol	62	15	49
Bezirkskrankenhaus Lienz	38	11	14
Bezirkskrankenhaus Schwaz	31	14	55
Krankenhaus St. Vinzenz Zams	21	13	12
Landeskrankenhaus Hall in Tirol	14	22	31
Bezirkskrankenhaus Reutte	14	9,5	32
Bezirkskrankenhaus Kuf- stein	10	30	50
Durchschnittliche Verweildauer:		16,06	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		4,9	

Tabelle 8.17: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Tirol

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Feld- kirch	61	14	52
Landeskrankenhaus der Stadt Dornbirn	61	15	30
Landeskrankenhaus Bre- genz	14	11	36
Durchschnittliche Verweildauer:		13,33	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,6	

Tabelle 8.18: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Vorarlberg

8.2.3 Neu-Implantation einer Knie-Prothese

Name		Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Orthopädisches Spital	Speising GmbH Wien	1294	6	59
Herz-Jesu Krankenhaus		1014	5	40
Evangelisches Krankenhaus Wien		519	9	20
Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezentrum		348	9	116
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizinischer Universitätskampus		246	8	68
Sozialmedizinisches Zentrum Ost der Stadt Wien - Donauspital		224	13	52
Sanatorium Herangeheimsweise		199	9	11
Traumazentrum Meidling, Lorenz Böhler		156	8,5	166
Hanusch Krankenhaus		92	13	39
Franziskus Spital		53	9	44
Durchschnittliche Verweildauer:		8,95		
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,7		

Tabelle 8.19: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Wien

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrlinikum Zwettl/G-münd/Waidhofen	747	8	N / A
Landeskrlinikum Neunkirchen	541	8	N / A
Universitätskrlinikum Krems	333	8	N / A
Landeskrlinikum Amstetten	269	9	N / A
Landeskrlinikum Baden-Mödling	265	8	N / A
Landeskrlinikum Scheibbs	242	5	N / A
Landeskrlinikum St. Pölten-Lilienfeld	222	6	N / A
Landeskrlinikum Mistelbach-Gänserndorf	183	8	N / A
Landeskrlinikum Korneuburg-Stockerau	164	7	N / A
Landeskrlinikum Wiener Neustadt	68	7	N / A
Landeskrlinikum Horn-Allensteig	59	11	N / A
Landeskrlinikum Tulln	18	7,5	N / A
Durchschnittliche Verweildauer:		7,71	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,0	

Tabelle 8.20: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen
- Niederösterreich

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Salzkammergut-Klinikum Vöcklabruck	95	9	51
Salzkammergut-Klinikum Bad Ischl	54	11	30
Salzkammergut-Klinikum Gmunden	479	8	15
Kepler Universitätsklini- kum GmbH	576	8	60
Ordensklinikum Linz - Barmherzige Schwestern	427	10	66
Klinikum Wels- Grieskirchen	416	12	107
Landeskrankenhaus Kirchdorf an der Krems	256	8	N / A
Landeskrankenhaus Steyr Krankenhaus „St. Josef“ Braunau	411	8	41
	241	11	60
Krankenhaus der Barm- herzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul Ried	198	8	42
Landeskrankenhaus Frei- stadt	125	10	34
Landeskrankenhaus Rohr- bach	173	10	34
Unfallkrankenhaus Linz	61	10	153
Landeskrankenhaus Schärding	59	21	15
<hr/>			
Durchschnittliche Verweildauer:		10,29	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:			1,9

Tabelle 8.21: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen
- Oberösterreich

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Güssing	223	7	20
Barmherzige Brüder Eisenstadt	213	6	55
Landeskrankenhaus Oberwart	129	7	54
Durchschnittliche Verweildauer:		6,66	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		0,4	

Tabelle 8.22: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen
- Burgenland

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Wagna - Bad Radkersburg	428	9,5	67
Landeskrankenhaus Murtal	420	10	199
Universitätsklinikum Graz	386	8	96
Unfallkrankenhaus Kalwang, Graz der AUVA	317	11,5	145
LKH Hochsteiermark	205	8	N / A
Krankenanstaltenverbund Feldbach-Fürstenfeld	134	9	36
Diakonissen Schladming	69	9	32
Krankenanstaltenverbund Rottenmann - Bad Aussee	63	9	50
Durchschnittliche Verweildauer:		9,25	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		0,8	

Tabelle 8.23: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen
- Steiermark

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Villedach	278	13	13
Landeskrankenhaus Klagenfurt	154	13	72
Krankenhaus der Elisabethinen Klagenfurt	245	9	35
UKH Klagenfurt	129	8	100
Krankenhaus Spittal/Drau	110	10	40
Krankenhaus des Deutschen Ordens Friesach	84	20	35
Landeskrankenhaus Wolfsberg	56	13	38
Durchschnittliche Verweildauer:		12,29	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		2,8	

Tabelle 8.24: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Kärnten

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH	350	9	31
a.ö. Krankenhaus Oberndorf	324	11	30
Landeskrankenhaus Salzburg - Universitätsklinikum der PMU	162	9	98
Tauernklinikum, Mittersill	126	10	57
Landesklinikum Tamsweg	92	7	20
Klinik Bad Vigaun	12	13	57
Unfallkrankenhaus Salzburg	36	12	126

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Durchschnittliche Verweildauer: 10,14
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer: 1,6

Tabelle 8.25: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen
- Salzburg

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol	38	11,5	49
Krankenhaus St. Vinzenz Zams	32	12	12
Landeskrankenhaus Universitätskliniken Innsbruck	117	12	70
Bezirkskrankenhaus Schwaz	14	12,5	55
Bezirkskrankenhaus Reutte	12	11,5	32
Landeskrankenhaus Hall in Tirol	88	10	31
Bezirkskrankenhaus Lienz	87	11	14
Bezirkskrankenhaus Kufstein	22	13	50
<hr/>			
Durchschnittliche Verweildauer:		11,83	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		0,7	

Tabelle 8.26: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen
- Tirol

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus der Stadt Dornbirn	201	8	30
Landeskrankenhaus Feldkirch	136	11	52
Landeskrankenhaus Brengenz	67	8	36
Landeskrankenhaus Bludenz	32	10	20
Durchschnittliche Verweildauer:		9,25	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,3	

Tabelle 8.27: Auswertung der Strukturdaten für die Neu-Implantation von Knieprothesen
- Vorarlberg

8.2.4 Re-Implantation einer Knie-Prothese

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Orthopädisches Spital Speising GmbH Wien	172	14	59
Herz-Jesu Krankenhaus	122	9	40
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizinischer Universitätskampus	72	13	68
Evangelisches Krankenhaus Wien	55	8	20
Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezentrum	34	12	116
Sozialmedizinisches Zentrum Ost der Stadt Wien - Donauspital	24	13	52

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Durchschnittliche Verweildauer: 11,5

mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer: 2,0

Tabelle 8.28: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Wien

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrlinikum Neunkirchen	81	15	N / A
Landeskrlinikum Zwettl/Gmünd/Waidhofen	43	11	N / A
Universitätskrlinikum Krems	29	12	N / A
Landeskrlinikum Mistelbach-Gänserndorf	24	11	N / A
Landeskrlinikum Amstetten	22	10,5	N / A
Landeskrlinikum Baden-Mödling	17	10	N / A
Landeskrlinikum Scheibbs	13	6	N / A
Landeskrlinikum St. Pölten-Lilienfeld	13	14	N / A
Landeskrlinikum Korneuburg-Stockerau	11	15	N / A

Durchschnittliche Verweildauer: 11,61

mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer: 2,1

Tabelle 8.29: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Niederösterreich

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Ordensklinikum Linz - Barmherzige Schwestern Klinikum Wels- Grieskirchen	79	17	66
Kepler Universitätsklini- kum GmbH	60	14	107
Salzkammergut-Klinikum	47	15	60
Landeskrankenhaus	38	10,5	96
Kirchdorf an der Krems	37	14	N / A
Landeskrankenhaus Steyr	28	9	41
Krankenhaus „St. Josef“ Braunau	24	15,5	60
Krankenhaus der Barm- herzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul Ried	26	22	42
Landeskrankenhaus Frei- stadt	14	25	34
Durchschnittliche Verweildauer:		16,2	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		4,3	

Tabelle 8.30: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Oberösterreich

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Güssing	24	8,5	20
Barmherzige Brüder Eisenstadt	23	11	55
Landeskrankenhaus Oberwart	22	10,5	54
Durchschnittliche Verweildauer:		10	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,0	

Tabelle 8.31: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Burgenland

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Universitätsklinikum Graz	70	14	96
Landeskrankenhaus Wagana - Bad Radkersburg	65	12	67
Landeskrankenhaus Murtal	51	12	199
Unfallkrankenhaus Kalwang, Graz der AUVA	30	15	145
LKH Hochsteiermark	20	10,5	N / A
Durchschnittliche Verweildauer:		12,7	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		1,4	

Tabelle 8.32: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Steiermark

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Villedach	23	24	13
Landeskrankenhaus Klagenfurt	21	20	72
Krankenhaus der Elisabethinen Klagenfurt	17	12	35
Krankenhaus des Deutschen Ordens Friesach	16	24	35
Durchschnittliche Verweildauer:		20	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:			4,0

Tabelle 8.33: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Kärnten

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Salzburg - Universitätsklinikum der PMU	64	12	98
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH	29	10	31
Klinik Bad Vigaun	12	13	57
Durchschnittliche Verweildauer:		11,66	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:			1,1

Tabelle 8.34: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Salzburg

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Universitätskliniken Inns- bruck	117	12	70
Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol	38	11,5	49
Krankenhaus St. Vinzenz Zams	32	12	12
Bezirkskrankenhaus Kuf- stein	22	13	50
Bezirkskrankenhaus Schwaz	14	12,5	55
Bezirkskrankenhaus Reutte	12	11,5	32
Durchschnittliche Verweildauer:		12,21	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		0,5	

Tabelle 8.35: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Tirol

Name	Aufnahmen	durchschnittliche Verweildauer	Bettenanzahl
Landeskrankenhaus Feld- kirch	25	15	52
Landeskrankenhaus der Stadt Dornbirn	20	16,5	30
Durchschnittliche Verweildauer:		15,75	
mittlere, absolute Abweichung der durchschnittlichen Verweildauer:		0,8	

Tabelle 8.36: Auswertung der Strukturdaten für die Re-Implantation von Knieprothesen - Vorarlberg

Auszug aus den kumulierten Ergebnisse der Simulationen für die Hüft- und Knie-Endoprothetik. Diese setzen sich aus Simulationsdurchgängen, die je Simulationsszenario und Implantationsort einzeln gespeichert werden, zusammen. Für diese numerischen Ergebnisse

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

werden dann die in Kapitel 5 gezeigten Diagramme erstellt.

Absolut										
	Wien	Niederösterreich	Oberösterreich	Burgenland	Steiermark	Kärnten	Salzburg	Tirol	Vorarlberg	Gesamt
Standard	8439	0	6968	1761	8351	2957	2261	4176	1712	36626
Pareto	9938	0	7080	1772	7875	3950	2292	4176	1663	38745
Auslastung	8439	0	6968	1057	6432	2803	2261	4176	1712	33848
Patientenm	10960	0	9050	2287	10846	3840	2937	5423	2224	47566
Relativ										
	Wien	Niederösterreich	Oberösterreich	Burgenland	Steiermark	Kärnten	Salzburg	Tirol	Vorarlberg	Gesamt
Standard	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pareto	17.75%	0.00%	1.60%	0.63%	-5.71%	33.60%	1.37%	0.00%	-2.90%	+5.79%
Auslastung	0.00%	0.00%	0.00%	-39.97%	-22.99%	-5.21%	0.00%	0.00%	0.00%	-7.58%
Patientenm	29.87%	0.00%	29.87%	29.87%	29.87%	29.87%	29.87%	29.87%	29.87%	+29.87%

Abbildung 8.2: Auszug aus den Ergebnisse Simulationsdurchgängen für die Hüft-Endoprothetik

Absolut										
	Wien	Niederösterreich	Oberösterreich	Burgenland	Steiermark	Kärnten	Salzburg	Tirol	Vorarlberg	Gesamt
Standard	6319	0	6461	2516	7706	1646	2844	3745	1105	32340
Pareto	7023	0	7556	2516	7487	1731	2976	3745	1116	34149
Auslastung	6319	0	6461	1671	6343	1646	2844	2172	1105	28560
Patientenm	8206	0	8391	3267	10007	2137	3693	4864	1436	42001
Relativ										
	Wien	Niederösterreich	Oberösterreich	Burgenland	Steiermark	Kärnten	Salzburg	Tirol	Vorarlberg	Gesamt
Standard	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Pareto	11.14%	0.00%	16.96%	0.00%	-2.84%	5.17%	4.66%	0.00%	0.93%	+5.59%
Auslastung	0.00%	0.00%	0.00%	-33.56%	-17.69%	0.00%	0.00%	-42.00%	0.00%	-11.69%
Patientenm	29.87%	0.00%	29.87%	29.87%	29.87%	29.87%	29.87%	29.87%	29.87%	+29.87%

Abbildung 8.3: Auszug aus den Ergebnisse Simulationsdurchgängen für die Knie-Endoprothetik

8.2.5 Angepasste Bettenzahl für Neu-Implantationen einer Hüft-Prothese

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Orthopädisches Spital Speising GmbH Wien	59	231
Herz-Jesu Krankenhaus	40	142
Evangelisches Krankenhaus Wien	20	73
Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner	116	41
Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezen- trum		
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizinischer Universitätskampus	68	32
Sozialmedizinisches Zentrom Ost der Stadt Wien - Donauspital	52	10
Sanatorium Hera	11	15
Traumazentrum Meidling, Lorenz Böhler	166	4
Hanusch Krankenhaus	39	6
Franziskus Spital	44	5

Tabelle 8.37: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Wien

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Salzkammergut-Klinikum Vöcklabruck	51	6
Salzkammergut-Klinikum Bad Ischl	30	3
Salzkammergut-Klinikum Gmunden	15	61
Kepler Universitätsklinikum GmbH	60	60
Ordensklinikum Linz - Barmherzige Schwestern	66	68
Klinikum Wels-Grieskirchen	107	43
Landeskrankenhaus Kirchdorf an der Krems	N / A	36
Landeskrankenhaus Steyr	41	37
Krankenhaus „St. Josef“ Braunau	60	22
Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul Ried	42	39
Landeskrankenhaus Freistadt	34	16
Landeskrankenhaus Rohrbach	34	13
Unfallkrankenhaus Linz	153	1
Landeskrankenhaus Schärding	15	2

Tabelle 8.38: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Oberösterreich

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Güssing	20	23
Barmherzige Brüder Eisenstadt	55	23
Landeskrankenhaus Oberwart	54	12

Tabelle 8.39: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Burgenland

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Wagna - Bad Radkers- burg	67	55
Landeskrankenhaus Murtal	199	49
Universitätsklinikum Graz	96	60
Unfallkrankenhaus Kalwang, Graz der AUVA	145	24
LKH Hochsteiermark	N / A	20
Krankenanstaltenverbund Feldbach- Fürstenfeld	36	20
LKH Weiz	40	11
Diakonissen Schladming	32	5
Krankenanstaltenverbund Rottenmann - Bad Aussee	50	6

Tabelle 8.40: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Steiermark

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Villach	13	21
Landeskrankenhaus Klagenfurt	72	12
Krankenhaus der Elisabethinen Klagenfurt	35	38
UKH Klagenfurt	100	12
Krankenhaus Spittal/Drau	40	3
Krankenhaus des Deutschen Ordens Frie- sach	35	3
Landeskrankenhaus Wolfsberg	38	3

Tabelle 8.41: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Kärnten

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH	31	47
a.ö. Krankenhaus Oberndorf	30	26
Landeskrankenhaus Salzburg - Universitätsklinikum der PMU	98	21
Tauernklinikum, Mittersill	57	10
Landesklinikum Tamsweg	20	13
Klinik Bad Vigaun	57	4
Unfallkrankenhaus Salzburg	126	1

Tabelle 8.42: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Salzburg

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol	49	48
Krankenhaus St. Vinzenz Zams	12	35
Landeskrankenhaus Universitätskliniken Innsbruck	70	46
Bezirkskrankenhaus Schwaz	55	23
Bezirkskrankenhaus Reutte	32	11
Landeskrankenhaus Hall in Tirol	31	8
Bezirkskrankenhaus Lienz	14	10
Bezirkskrankenhaus Kufstein	50	3

Tabelle 8.43: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Tirol

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus der Stadt Dornbirn	30	26
Landeskrankenhaus Feldkirch	52	12
Landeskrankenhaus Bregenz	36	11
Landeskrankenhaus Bludenz	20	2

Tabelle 8.44: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Hüftprothesen - Vorarlberg

8.2.6 Angepasste Bettenzahl für Re-Implantationen einer Hüft-Prothese

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Orthopädisches Spital Speising GmbH Wien	59	10
Herz-Jesu Krankenhaus	40	7
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizinischer Universitätskampus	68	6
Evangelisches Krankenhaus Wien	20	5
Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezen- trum	116	2
Sozialmedizinisches Zentrom Ost der Stadt Wien - Donauspital	52	2
Wilhelminenspital	39	1
Traumazentrum Meidling, Lorenz Böhler	166	1

Tabelle 8.45: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Wien

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Ordensklinikum Linz - Barmherzige Schwestern	66	5
Kepler Universitätsklinikum GmbH	107	4
Klinikum Wels-Grieskirchen	60	2
Salzkammergut-Klinikum	96	5
Landeskrankenhaus Kirchdorf an der Krems	N / A	3
Landeskrankenhaus Steyr	41	3
Landeskrankenhaus „St. Josef“ Braunau am Inn	60	1
Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul Ried	42	2
Landeskrankenhaus Freistadt	34	1
Landeskrankenhaus Rohrbach	34	1

Tabelle 8.46: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Oberösterreich

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Barmherzige Brüder Eisenstadt	55	2
Landeskrankenhaus Oberwart	54	2
Landeskrankenhaus Güssing	20	1

Tabelle 8.47: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Burgenland

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- recherche)	Bettenanzahl (angepasst)
Universitätsklinikum Graz	96	6
Landeskrankenhaus Wagna - Bad Radkers- burg	67	3
LKH Murtal	199	3
Unfallkrankenhaus Kalwang, Graz der AUVA	145	4
LKH Hochsteiermark	N / A	2
Krankenanstaltenverbund Feldbach- Fürstenfeld	36	2

Tabelle 8.48: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Steiermark

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- recherche)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Klagenfurt	72	3
Krankenhaus der Elisabethinen Klagenfurt	35	3
Landeskrankenhaus Villach	13	2
UKH Klagenfurt	100	1
Krankenhaus des Deutschen Ordens Frie- sach	35	1
Landeskrankenhaus Wolfsberg	38	1

Tabelle 8.49: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Kärnten

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Salzburg - Universitätsklinikum der PMU	98	6
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH	31	3
a.ö. Krankenhaus Oberndorf	30	1

Tabelle 8.50: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Salzburg

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Universitätskliniken Innsbruck	70	13
Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol	49	4
Bezirkskrankenhaus Lienz	14	3
Bezirkskrankenhaus Schwaz	55	2
Krankenhaus St. Vinzenz Zams	12	2
Landeskrankenhaus Hall in Tirol	31	1
Bezirkskrankenhaus Reutte	32	1
Bezirkskrankenhaus Kufstein	50	1

Tabelle 8.51: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Tirol

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Feldkirch	52	4
Landeskrankenhaus der Stadt Dornbirn	30	4
Landeskrankenhaus Bregenz	36	1

Tabelle 8.52: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Hüftprothesen - Vorarlberg

8.2.7 Angepasste Bettenzahl für Neu-Implantationen einer Knie-Prothese

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- recherche)	Bettenanzahl (angepasst)
Orthopädisches Spital Speising GmbH Wien	59	216
Herz-Jesu Krankenhaus	40	203
Evangelisches Krankenhaus Wien	20	58
Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner	116	39
Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezen- trum		
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizinischer Universitätskampus	68	31
Sozialmedizinisches Zentrom Ost der Stadt Wien - Donauspital	52	17
Sanatorium Hera	11	22
Traumazentrum Meidling, Lorenz Böhler	166	18
Hanusch Krankenhaus	39	7
Franziskus Spital	44	6

Tabelle 8.53: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Wien

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Salzkammergut-Klinikum Vöcklabruck	51	11
Salzkammergut-Klinikum Bad Ischl	30	5
Salzkammergut-Klinikum Gmunden	15	60
Kepler Universitätsklinikum GmbH	60	72
Ordensklinikum Linz - Barmherzige Schwestern	66	43
Klinikum Wels-Grieskirchen	107	35
Landeskrankenhaus Kirchdorf an der Krems	N / A	32
Landeskrankenhaus Steyr	41	51
Krankenhaus „St. Josef“ Braunau	60	22
Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul Ried	42	25
Landeskrankenhaus Freistadt	34	13
Landeskrankenhaus Rohrbach	34	17
Unfallkrankenhaus Linz	153	6
Landeskrankenhaus Schärding	15	3

Tabelle 8.54: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Oberösterreich

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Güssing	20	32
Barmherzige Brüder Eisenstadt	55	36
Landeskrankenhaus Oberwart	54	18

Tabelle 8.55: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Burgenland

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Wagna - Bad Radkers- burg	67	45
Landeskrankenhaus Murtal	199	42
Universitätsklinikum Graz	96	48
Unfallkrankenhaus Kalwang, Graz der AUVA	145	28
LKH Hochsteiermark	N / A	26
Krankenanstaltenverbund Feldbach- Fürstenfeld	36	15
Diakonissen Schladming	32	8
Krankenanstaltenverbund Rottenmann - Bad Aussee	50	7

Tabelle 8.56: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Steiermark

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Villach	13	21
Landeskrankenhaus Klagenfurt	72	12
Krankenhaus der Elisabethinen Klagenfurt	35	27
UKH Klagenfurt	100	16
Krankenhaus Spittal/Drau	40	11
Krankenhaus des Deutschen Ordens Frie- sach	35	4
Landeskrankenhaus Wolfsberg	38	4

Tabelle 8.57: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Kärnten

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- recherche)	Bettenanzahl (angepasst)
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH	31	29
a.ö. Krankenhaus Oberndorf	30	29
Landeskrankenhaus Salzburg - Universitätsklinikum der PMU	98	18
Tauernklinikum, Mittersill	57	13
Landesklinikum Tamsweg	20	13
Klinik Bad Vigaun	57	1
Unfallkrankenhaus Salzburg	126	3

Tabelle 8.58: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Salzburg

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- recherche)	Bettenanzahl (angepasst)
Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol	49	3
Krankenhaus St. Vinzenz Zams	12	3
Landeskrankenhaus Universitätskliniken Innsbruck	70	10
Bezirkskrankenhaus Schwaz	55	1
Bezirkskrankenhaus Reutte	32	1
Landeskrankenhaus Hall in Tirol	31	9
Bezirkskrankenhaus Lienz	14	8
Bezirkskrankenhaus Kufstein	50	2

Tabelle 8.59: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Tirol

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus der Stadt Dornbirn	30	25
Landeskrankenhaus Feldkirch	52	12
Landeskrankenhaus Bregenz	36	8
Landeskrankenhaus Bludenz	20	3

Tabelle 8.60: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Neu-Implantation von Knieprothesen - Vorarlberg

8.2.8 Angepasste Bettenzahl für Re-Implantationen einer Knie-Prothese

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Orthopädisches Spital Speising GmbH Wien	59	12
Herz-Jesu Krankenhaus	40	14
Allgemeines Krankenhaus der Stadt Wien - Medizinischer Universitätskampus	68	6
Evangelisches Krankenhaus Wien	20	7
Sozialmedizinisches Zentrum Baumgartner	116	3
Höhe - Otto Wagner Spital und Pflegezen- trum		
Sozialmedizinisches Zentrom Ost der Stadt Wien - Donaupital	52	2

Tabelle 8.61: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Knieprothesen - Wien

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Ordensklinikum Linz - Barmherzige Schwestern	66	5
Klinikum Wels-Grieskirchen	107	4
Kepler Universitätsklinikum GmbH	60	3
Salzkammergut-Klinikum	96	4
Landeskrankenhaus Kirchdorf an der Krems	N / A	3
Landeskrankenhaus Steyr	41	3
Landeskrankenhaus „St. Josef“ Braunau am Inn	60	2
Krankenhaus der Barmherzigen Schwestern vom Hl. Vinzenz von Paul Ried	42	1
Landeskrankenhaus Freistadt	34	1

Tabelle 8.62: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Knieprothesen - Oberösterreich

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Güssing	20	3
Barmherzige Brüder Eisenstadt	55	2
Landeskrankenhaus Oberwart	54	2

Tabelle 8.63: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Knieprothesen - Burgenland

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Universitätsklinikum Graz	96	5
Landeskrankenhaus Wagna - Bad Radkers- burg	67	5
LKH Murtal	199	4
Unfallkrankenhaus Kalwang, Graz der AUVA	145	2
LKH Hochsteiermark	N / A	2

Tabelle 8.64: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Knieprothesen - Steiermark

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Villach	13	1
Landeskrankenhaus Klagenfurt	72	1
Krankenhaus der Elisabethinen Klagenfurt	35	1
Krankenhaus des Deutschen Ordens Frie- sach	35	1

Tabelle 8.65: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Knieprothesen - Kärnten

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Salzburg - Universitätsklinikum der PMU	98	5
Kardinal Schwarzenberg Klinikum GmbH	31	3
Klinik Bad Vigaun	57	1

Tabelle 8.66: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Knieprothesen - Salzburg

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Universitätskliniken Innsbruck	70	10
Bezirkskrankenhaus St. Johann in Tirol	49	3
Krankenhaus St. Vinzenz Zams	12	3
Bezirkskrankenhaus Kufstein	50	2
Sanatorium Kettenbrücke der Barmherzigen Schwestern GmbH		1
Bezirkskrankenhaus Schwaz	55	1
Bezirkskrankenhaus Reutte	32	1

Tabelle 8.67: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Knieprothesen - Tirol

8.2. ÜBERSICHT DER ERGEBNISSE DER STRUKTURDATENRECHERCHE

Name	Bettenanzahl (Strukturdaten- rechere)	Bettenanzahl (angepasst)
Landeskrankenhaus Feldkirch	52	2
Landeskrankenhaus der Stadt Dornbirn	30	1

Tabelle 8.68: Gegenüberstellung für die angegebene (kliniksuche.at) und angepasste Bettenanzahl für die Re-Implantation von Knieprothesen - Vorarlberg



Abbildungsverzeichnis

1.1	Bevölkerungspyramide 2017, 2030, 2060	2
1.2	Hüft- und Knieprothesenmodell, Technische Universität Graz	3
1.3	Warteliste für Implantationen einer Totalendoprothese am Knie und an der Hüfte, Oktober 2020, Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft (KAGes)	4
3.1	Vorgehensweise zur Identifizierung von relevanten Publikationen für die Erstellung des Modells	11
3.2	Suchmaske des Online-Portals Kliniksuche.at [9].	13
3.3	Wirkungsgraph des Modells Ebner [12]	14
4.1	Darstellung eines Modellierungsproblems nach [23]	22
4.2	Modellierungsarten in Abhängigkeit des Abstraktionsgrades nach [23]	22
4.3	Wirkungsgraph des aktuellen Modells	24
4.4	Start-Bildschirm des Modells zur Auswahl des gewünschten Simulationss- zenarios	26
4.5	Bildschirm des Modells zur Auswahl des/der gewünschte(n) Bundesland/- Bundesländer für ein entsprechendes Szenario	27
4.6	Auswahl der gewünschten Szenarien	28
4.7	Auslastungseinstellungen für die Simulation	29
4.8	Ausschnitt der Simulationsparameter, die dem Modell in AnyLogic® über- geben werden.	32
4.9	1. Teil des Simulations-Modell	33

5.1	Struktur für den Datenexport eines Simulationsvorganges (Szenario: „Auslastung“).	35
5.2	Vergleich der Gesamtzahl an Operationen für alle Szenarien.	39
5.3	Verlauf der möglichen Operationen im Bereich der Hüft-Endoprothetik für Österreich mit einer Bettenveränderungsrate auf Basis von OECD Daten.	40
5.4	Übersicht der Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik.	41
5.5	Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Burgenland).	42
5.6	Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Steiermark).	42
5.7	Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Wien).	43
5.8	Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Kärnten).	43
5.9	Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Oberösterreich).	44
5.10	Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Salzburg).	44
5.11	Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Tirol).	45
5.12	Analyse der Ressourcensituation in der Hüft-Endoprothetik (Vorarlberg).	45
5.13	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Österreich).	47
5.14	Bedarf an Operationen im Bereich der Knie-Endoprothetik nach Ebner [12].	48
5.15	Verlauf der Ressourcensituation im Bereich der Knie-Endoprothetik mit einer Bettenveränderungsrate auf Basis von OECD Daten.	49
5.16	Übersicht der Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik.	50
5.17	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Burgenland).	50
5.18	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Steiermark).	51
5.19	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Tirol).	51
5.20	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Wien).	52
5.21	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Oberösterreich).	53
5.22	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Kärnten).	53
5.23	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Salzburg).	54
5.24	Analyse der Ressourcensituation in der Knie-Endoprothetik (Vorarlberg).	54
6.1	Verwendete Variablen und Funktionen in AnyLogic® zur automatischen Datenverarbeitung.	66
6.2	Softwarefunktion in AnyLogic® zur automatischen Datenverarbeitung.	67
6.3	Codeausschnitt der automatischen Datenverarbeitung.	68
6.4	Wirkungsgraph mit der erweiterten Funktion der Integration der Personalressourcen.	69
8.1	Auszug aus den Ergebnisse den Literaturrecherche	75
8.2	Auszug aus den Ergebnisse Simulationsdurchgängen für die Hüft-Endoprothetik	101
8.3	Auszug aus den Ergebnisse Simulationsdurchgängen für die Knie-Endoprothetik	101



Literaturverzeichnis

- [1] Statistik Austria. Bevölkerung im jahresdurchschnitt. Online, May 2019.
- [2] STATISTIK Austria. Vorausberechnete bevölkerungsstruktur: Hauptvariante 2017-2100, November 2018.
- [3] STATISTIK AUSTRIA. *Jahrbuch der Gesundheitsstatistik 2017*. STATISTIK Austria, 2017.
- [4] STATISTIK AUSTRIA. Bevölkerungspyramide 2017, 2030 und 2060. online, November 2018.
- [5] Steiermärkische Krankenanstaltengesellschaft. Op-wartezeiten. November 2020.
- [6] Dr. Edgar Hagenbichler Bundesministerium für Gesundheit. Das österreichische lkf system. online, July 2010.
- [7] Gesundheit und Konsumentenschutz Bundesministerium für Arbeit, Soziales. Leistungsorientierte krankenanstaltenfinanzierung - lkf - leistungskatalog bmasgk 2020. online, Stubenring 1 1010 Wien, January 2020.
- [8] Gesundheit und Konsumentenschutz Bundesministerium für Arbeit, Soziales. Das österreichische gesundheitssystem. Online, January 2019.
- [9] Pflege und Kosumentenschutz Bundesministerium für Soziales, Gesundheit. Kliniksuche.at. online, 2020.
- [10] ZackZack.at c/o Bildungsverein Offene Gesellschaft. Steiermark hält an spitalabbau fest. Online, November 2020.

- [11] Jay W. Forrester. The beginning of system dynamics. July 1989.
- [12] Felix Ebner. Simulationsmodell zur abschätzung der implantationenvon hüft- und knieendoprothesen. mathesis, University of Technology Graz, November 2017.
- [13] Maria M. Hofmacher. Health systems in transition - austria. *European Observatory on Health Systems and Policies*, Vol. 15 No 7.:313, 2013.
- [14] ANDREW M. BRIGGS. A model of care for osteoarthritis of the hip andknee: Development of a system-wide plan forthe health sector in victoria, australia. *HEALTHCARE POLICY*, Vol. 18(No. 2):12, 2018.
- [15] J.M. Nguyen, P. Six, D. Antonioli, P. Glemain, G. Potel, P. Lombrail, and P. Le Beux. A simple method to optimize hospital beds capacity. *International Journal of Medical Informatics*, 74(1):39 – 49, 2005.
- [16] Tian Mu Liu. A generic bed planning model. Master's thesis, University of Toronto, 2012.
- [17] Lene Berge Holm, Hilde Lurås, and Fredrik A. Dahl. Improving hospital bed utilisation through simulation and optimisation: With application to a 40norwegian general hospital. *International Journal of Medical Informatics*, 82(2):80 – 89, 2013.
- [18] Linda V. Green. How many hospital beds? *INQUIRY: The Journal of Health Care Organization, Provision, and Financing*, 39(4):400–412, 2002. PMID: 12638714.
- [19] Gerald Fruhmnn. Fragebogen zur hüft-endoprothetik, November 2018.
- [20] Gerald Fruhmnn. Fragebogen zur knie-endoprothetik, November 2018.
- [21] Austrian Institute of Technology (AIT). Gesundheitssystem Österreich 2020, 2020. Zugriff am: 15.05.2021.
- [22] Maike Jockisch and Jens Rosendahl. *Klassifikation von Modellen*, pages 23–52. Gabler, Wiesbaden, 2009.
- [23] Ilya Grigoryev. *AnyLogic 7 in Three Days: A Quick Course in Simulation Modeling*. Ilya Grigoryev, 2015.
- [24] Andreas Haufler. Das pareto prinzip. Online, 10/2007 2007.
- [25] Jörg Schwaiger. Weniger steirische spitalsbetten trotz corona. Online, May 2021.
- [26] Ruth Watson, Mark Harris, Francine Cheater, and Paul Aylin. The impact of staffing levels on bed occupancy and the length of stay in hospital: a cross-sectional study. *Journal of Advanced Nursing*, 30(3):474–484, 2006.

- [27] Alidoost S. Mannion R. et al Ravaghi, H. Models and methods for determining the optimal number of beds in hospitals and regions: a systematic scoping review. *BMC Health Serv Res*, 20(186), 2020.
- [28] Katharina Hauer Barbara Csar Erwin Gollner¹ Florian Schnabel Barbara Szabo, Julia Stöller. *Burgenländischer Gesundheitsbericht 2017 Kurzfassung*. Amt der Burgenländischen Landesregierung, Abteilung 6 – Soziales und Gesundheit, 2018.
- [29] Gesundheit und Konsumentenschutz Bundesministerium für Arbeit, Soziales. *Kliniksuche.at - Über uns*. online, February 2022.
- [30] Dieter Hubmann. Alarmierende lage in kärnten. zu wenig pflegepersonal: Klinik muss betten sperren. Online, July 2021.
- [31] Gerald Fruhmann. *Modellbeschreibung - Modellierung der Versorgungsstrukturen im Bereich der Endoprothetik*, November 2021.
- [32] Redaktion orf.at/steiermark. Spitäler holen verschobene operationen nach. online, February 2021.
- [33] Nicholas A. Bedard, Jacob M. Elkins, and Timothy S. Brown. Effect of covid-19 on hip and knee arthroplasty surgical volume in the united states. *The Journal of Arthroplasty*, 35(7, Supplement):S45–S48, 2020. Special COVID-19 Supplement.