



Win-Win-Situation im OP-Management

Wenn die Synergien zwischen menschlicher und künstlicher Intelligenz die Abläufe im OP verbessern.

Der Leistungsdruck im OP nimmt zu

Personalknappheit, schlechte Organisationsstrukturen und Defizite in der Unternehmenskultur bewirken laut OP-Barometer 2017 der Frankfurt University of Applied Sciences ein Sinken der Leistungsfähigkeit in deutschen OP-Sälen. Eine mangelhafte Planung der Prozesse rund um einen Eingriff verschärft die Situation und kostet die Gesundheitseinrichtungen bares Geld.

Das betont auch Matthias Diemer, nach dem die Organisation sämtlicher Abläufe im OP hochkomplex und kompliziert ist und somit modellhaft nahezu die gesamte Komplexität einer Krankenhausorganisation widerspiegelt. „Ihn [den OP] effizient zu führen, erfordert die Abstimmung aller Prozesse unter Beteiligung sämtlicher Berufsgruppen.“

Der Ressourceneinsatz beinhaltet neben der notwendigen Personalvorhaltung die Verfügbarkeit von Material, die Nutzbarkeit der durch hohe Investitionen vorgehaltenen baulichen Infrastruktur und die kostenintensive technisch-apparative Ausstattung.

Die betriebswirtschaftliche Bedeutung, die hohe Komplexität der Prozesse und die Notwendigkeit, den Ressourceneinsatz zu steuern, erfordern das OP-Management als einen festen Bestandteil eines modernen Krankenhausmanagements.“ [1]

Enlastung durch IT-Unterstützung

Eine entsprechende IT-gestützte Termin- und Ressourcenplanung kann all das verhindern helfen, besonders dann, wenn das System über Algorithmen der künstlichen Intelligenz verfügt und so die diversen Abhängigkeiten berücksichtigt



Dienstagvormittag, 10:20 Uhr im

Operationsaal eines mittelgroßen Krankenhauses, irgendwo in Deutschland. Der Routineeingriff bei der Patientin sollte 45 Minuten dauern, aufgrund verschiedener mehr oder weniger vorhersehbarer widriger Umstände sind es jetzt jedoch bereits 60 Minuten – und ein Ende ist nicht absehbar.

Chirurg Dr. Max sollte spätestens in fünf Minuten im Nachbar-OP für seine nächste Intervention am Tisch stehen, das wird er nicht schaffen. Am OP-Leitstand glühen bereits seit einiger Zeit, seit abzusehen ist, dass der Routineeingriff länger dauert als gedacht, die Telefondrähte. Operationen werden verschoben, andere vorgezogen, Stationen werden informiert, dass sie ihre Patienten nun früher vorbereiten oder sie weiter vertrösten.

Durch eine kleine Komplikation wird der gesamte OP-Plan über den Haufen geworfen und muss ad hoc neu aufgestellt werden. Dabei gilt es eine Vielzahl von Abhängigkeiten zu bedenken, die der OP-Manager alle im Kopf haben muss – sein Haus setzt noch nicht auf die Unterstützung künstlicher Intelligenz im Multi-Ressourcenmanagement.



Auch aufgrund dringender Notfälle fallen an diesem Dienstag drei Operationen aus, die am nächsten Tag nachgeholt werden. Das ist ärgerlich für die Patienten und womöglich teuer für das Krankenhaus.

Das ist ein Paradebeispiel für Gesundheitseinrichtungen, die sich nach Erfahrungen von Svenja Skrzypale mit der Einführung einer Planungssoftware mit Unterstützung von künstlicher Intelligenz beschäftigen. [2] Es ginge darum, aus der reaktiven, verwaltenden Rolle in eine aktive, strategisch steuernde zu kommen.

Das zöge dann wieder vielfältige Effekte nach sich – vom Abbau von Überstunden über die bessere Auslastung der Säle bis hin zur Patientenzufriedenheit und -sicherheit –, die den OP optimieren könnten.

Der OP als Ort der Wertschöpfung

Laut Statistischem Bundesamt fanden 2016 in Deutschland gut 16,75 Mio Operationen statt. Bei 38 Prozent (7,1 Millionen) der knapp 19 Millionen stationär in allgemeinen Krankenhäusern behandelten Patienten wurde eine Operation durchgeführt. [3] Der OP ist der kostenintensivste Bereich des Krankenhauses. Er gehört aber auch zur Haupterlösquelle eines Krankenhauses. Damit kommt der effizienten Steuerung dieses Bereichs eine zentrale Bedeutung zu. [4]

30%

der Kosten des Patientenaufenthaltes entfallen auf den OP-Eingriff

Die betriebswirtschaftliche Bedeutung ist also unumstritten. So geht etwa die Krankenhausberatung Lohfert&Lohfert davon aus, dass es in der vergleichsweise kurzen Zeit des operativen Eingriffs zu einer Kumulierung von mindestens 30 Prozent der Gesamtkosten des Behandlungsaufenthaltes kommt. [5]



Im Zeichen der verschärften ökonomischen Rahmenbedingungen – steigender Kostendruck, Personalabbau, mangelnde Überschüsse, Investitionsstau – hat somit das OP-Management eine zentrale Rolle im modernen Krankenhausmanagement eingenommen. [6] Das Bewusstsein, dass der OP-Bereich zu den personal- und kostenintensivsten Bereichen eines Krankenhauses gehört, der als Kostenfaktor bis zu 35 Prozent des Gesamtbudgets oder 25 bis 60 Prozent der Fallkosten ausmachen kann, ist inzwischen überall vorhanden. [7]

35%

der Gesamtkosten eines Krankenhauses fallen auf den OP

Im OP arbeiten verschiedene Disziplinen und unterschiedliche Professionen zusammen, bereits geringste Schwachstellen in den Abläufen stören den hochsensiblen und komplexen Funktionsbereich erheblich.

Dazu ist die wirtschaftliche Situation in deutschen Krankenhäusern allgemein angespannt. Laut Roland Berger Krankenhausstudie 2017 hat sich die wirtschaftliche Lage der Krankenhäuser im Jahr 2016 wieder verschlechtert. 40 Prozent der befragten Krankenhäuser konnten keinen Überschuss erwirtschaften. Die Krankenhäuser gingen für das Geschäftsjahr 2017 von einer Verschlechterung ihrer wirtschaftlichen Situation aus. Mittelfristig sehen mehr als 60 Prozent der Krankenhausmanager eine Eintrübung ihrer wirtschaftlichen Rahmenbedingungen. [8]

Das schreit förmlich nach differenzierten Steuerungsinstrumenten. Dazu gehören Kennzahlen wie OP-Dauer, Wechselzeiten, Anzahl der ausgefallenen Eingriffe, aber auch IT-Systeme zur Unterstützung. In vielen Häusern ist der OP hinsichtlich der Organisation von Arbeitsabläufen und der Gestaltung der berufsgruppenübergreifenden Zusammenarbeit – beispielsweise zwischen den Stationen und dem OP-Team oder zwischen OP-Pflege und Operateur – ein neuralgischer Punkt.



Zwei Zahlen verdeutlichen das Dilemma und die Notwendigkeit, Abhilfe zu schaffen: In Deutschland schlägt eine OP-Minute mit 40 bis 50 Euro zu Buche, was sich im Tagesverlauf schnell auf gut 21.000 Euro pro Schicht summiert – pro Operationssaal. Dem gegenüber steht, dass lediglich etwa 60 Prozent der OP-Kapazitäten wirklich genutzt werden. [9]

Eine OP-Minute in
Deutschland kostet das
Krankenhaus bis zu

50 €

Diese Zahlen zeigen, dass der OP als zentraler Bestandteil der (chirurgischen) Wertschöpfungskette noch ein hohes, ungenutztes Wertschöpfungspotential hat, das aber auch eine angemessene Organisation erfordert. Dazu gehört die Einsatzplanung des Personals aus unterschiedlichen Berufsgruppen genauso wie die Auslastung der Räume, die Verfügbarkeit spezieller Operationsausstattung, die Koordination der Patienten und die Bereitstellung von Betten.

Umso wichtiger wird dies, wenn man weiß, dass in der Zeit des operativen Eingriffs wenigstens 30 Prozent der Gesamtkosten des Behandlungsaufenthaltes entstehen. [1] Hinzu kommt ein weiterer wesentlicher Aspekt: Eine gute Organisation bedeutet bessere Arbeitsabläufe und weniger Stress für alle Beteiligten. Das führt am Ende dann zu einer verbesserten medizinischen Versorgungsqualität.

Die Koordination aller Prozesse rund um den OP obliegt in der Regel einem OP-Manager. Dieser ist für die möglichst optimale ökonomische Organisation der vier Ressourcen Raum, Zeit, Personal und Material verantwortlich. Das Ziel: höchstmögliche Auslastung der teuren Ressourcen und Vermeidung von Leerlaufzeiten. Die Herausforderung besteht darin, den Patienten stringent durch den OP zu führen.

Das beginnt bei den präoperativen Tätigkeiten wie der Patientenvorbereitung auf der Station oder dem Management der verfügbaren intensivmedizinischen Ressourcen und endet bei postoperativen Prozeduren wie der Betreuung im Aufwachraum und dem Verlegen in ein freies Bett.

Bessere Planung durch Multi-Ressourcenmanagement

Dafür reicht eine einfache Terminplanung nicht aus, es bedarf einer übergreifenden Multi-Ressourcenplanung. Schließlich gilt es, alle Faktoren so zu strukturieren, dass ein möglichst gewinnbringendes Ergebnis für das Krankenhaus entsteht. Betrachtet man die Situation des Patienten, der vor einem Eingriff – egal wie groß – angespannt ist, gewinnt auch er. Es entstehen wenn überhaupt geringere Wartezeiten und das OP-Personal agiert mit weniger Stress. Das resultiert in einer höheren Zufriedenheit und führt zu einer höheren Patientenbindung und -sicherheit – eine Win-Win-Situation für alle Beteiligten.

50 % der Pflegekräfte wünschen sich eine bessere OP-Organisation

In dieser Gemengelage ist der Mensch ein entscheidender Faktor. Ein paar Zahlen belegen das: Rund ein Drittel der Gesamtkosten in der operativen Versorgung entfallen gemäß Kalkulation des Instituts für das Entgeltsystem im Krankenhaus (InEK) auf Personal- und Sachkosten. [1]

In der Befragung „OP-Barometer 2015“ gaben knapp 50 Prozent der Pflegekräfte an, dass „eine bessere OP-Organisation“ ihren Beruf attraktiver machen würde und dies wichtiger war als zum Beispiel „mehr Aufstiegsmöglichkeiten“. [7] Hier schlummert also sehr großes Potenzial, das Gesundheitseinrichtungen durch eine effiziente Planung der Abläufe rund um einen Eingriff leicht schöpfen können.

93 % der OP-Kräfte sprechen von steigender Arbeitsbelastung

Unterstrichen wird das durch den großen JR OP-Personalstudie 2017/2018. [10] 93 Prozent der OP-Kräfte berichten, dass die Arbeitsbelastung in den vergangenen zwei Jahren zugenommen hat. Gar 98 Prozent haben in den vergangenen zwei Jahren Personalmangel an ihrem Arbeitsplatz erfahren. Zu den größten Produktivitätskillern und Stressfallen zählen laut der Personalstudie unplanmäßige Wartezeiten.

Sie führen zu Überstunden und Unzufriedenheit, da diese Leerlaufzeiten die Überlastung verschlimmern, häufig nicht produktiv genutzt werden können und somit Überstunden nach sich ziehen sowie einen pünktlichen Feierabend verhindern. Lediglich 19 Prozent der OPs sind so gut organisiert, dass die Wartezeiten weniger als 20 Minuten pro Tag betragen.

Mehr als die Hälfte der OP-Kräfte (55 Prozent) warten zwischen 20 und 40 Minuten pro Tag und die verbleibenden 26 Prozent sogar noch länger. Die Folge dieser Fehlentwicklungen sind regelmäßige Überstunden und hohe Krankenstände beim Pflegepersonal.

13 Prozent höhere OP-Auslastung

Das belegt eine Untersuchung von drei Studentinnen des Worcester Polytechnic Institute. [11] Sie haben die OP-Planung des UMass Memorial Medical Center in Worcester, Massachusetts, mit dem Ziel der Optimierung betrachtet. Die Einrichtung verfügt über 17 OP-Säle und führt Eingriffe an durchschnittlich 10.000 Patienten jährlich durch.

Das Ergebnis der Analyse – betrachtet wurden die Abteilungen Hals, Nasen, Ohren (HNO) und Kardiologie – ergab Optimierungspotenzial. Mit einem einfachen Excel-basierten Modell ist das den drei Studentinnen auch gelungen. HNO steigerte die OP-Auslastung von 77,79 Prozent auf 91,29 Prozent, eine Verbesserung um 13,5 Prozent.

Die Auslastung der Herzchirurgie verbesserte sich um 12,57 Prozent von 49,62 Prozent auf 62,19 Prozent. Die optimierte Planung führt zu einer erhöhten Auslastung von etwa 13 Prozent sowohl bei der HNO- wie auch bei der Kardiologieabteilung. Effekte, wie man sie in Deutschland auch erwarten darf.

Künstliche Intelligenz erobert die Medizin

Ein OP-Manager verfügt in der Regel über jahrelange Erfahrung, hat meist selber im OP gearbeitet oder ist gar noch in diesem Bereich aktiv tätig. Trotzdem muss er nicht zwangsläufig alle Eventualitäten und Abhängigkeiten eines Eingriffs bedenken können. Unterstützung steht in Form einer intelligenten Planungsassistenten zur Verfügung.

Diese Technologie bewegt momentan das Gesundheitswesen. Auch Krankenhäuser und Kliniken erkennen zunehmend das Potenzial zur Verbesserung der Patientenversorgung und der eigenen Abläufe. Was aber ist „Künstliche Intelligenz“, kurz KI? Dabei handelt es sich, vereinfacht gesagt, um Algorithmen oder Systeme, die bestimmte Muster selbstständig erkennen, analysieren und aus der Analyse lernen. Die Software ist lernfähig und autark. Erste Anwendungen finden sich in den diagnostischen Bereichen, etwa in der Radiologie, im Labor oder der Pathologie. Auch Screening-Programme und das weite Feld der sogenannten „seltenen Erkrankungen“ sind prädestiniert für KI-Algorithmen.

In zahlreichen Kliniken hat die künstliche Intelligenz auch längst einen festen Platz. Blut, Urin und andere Körperflüssigkeiten werden heute schon auf halbautomatischen Laborstraßen untersucht. Auch in der Radiologie haben die ersten Anwendungen mittlerweile eine gewisse Routine bekommen. Verschiedene Studien und Untersuchungen belegen den Wert von KI-Systemen für Ärzte.



Bessere Planung durch Multi- Ressourcenmanagement

Auch 31 Prozent der Befragten einer repräsentativen Umfrage durch Bitkom Research unter 1.008 Bundesbürgern ab 14 Jahren sehen in der Medizin das sinnvollste Einsatzgebiet für KI-Systeme. „Die Bevölkerung steht dem Einsatz künstlicher Intelligenz offen gegenüber und sieht die enormen Möglichkeiten, die sich durch die Technologie ergeben. So kann KI Ärzte bei der Diagnose unterstützen“, heißt es in der Studie aus dem Jahr 2017. [12]

31 %

der Befragten sehen in
Medizin das sinnvollste
Einsatzgebiet für KI

Mensch und Maschine planen gemeinsam intelligenter

Die grundsätzliche Akzeptanz der Bundesbürger gegenüber dem Einsatz künstlicher Intelligenz in der medizinischen Versorgung ist also gegeben. Eine gute Nachricht für alle Anbieter entsprechender Systeme. Imilia beispielsweise bietet mit Timerbee Clinic das einzige System, das KI im OP-Planungsprozess einsetzt.

Fakt ist, dass Algorithmen bestimmte Aufgaben besser, effektiver und auch effizienter erledigen können als der Mensch, etwa die Planung von Ressourcen unter Berücksichtigung komplexer Zusammenhänge. Allerdings wirkt die Technologie dabei ausschließlich unterstützend – sie macht Vorschläge, der OP-Koordinator fällt anhand von Erfahrung und eigenem Wissen die Entscheidung. So spielen beide ihre individuellen Stärken aus. dene Studien und Untersuchungen belegen den Wert von KI-Systemen für Ärzte.

Schon bei der Planung weist die künstliche Intelligenz in Abhängigkeit der Ressourcen, etwa der verfügbaren Operateure oder bestimmter Säle, und auf Basis definierter Kriterien auf die optimale Terminierung hin. Dabei behält die Software stets die bestmögliche Auslastung der OPs im Auge und vermeidet Risiken, etwa Überstunden für das Personal.

Das berührt im Endeffekt die Mitarbeiterzufriedenheit und den Arbeiterschutz genauso wie die Patientensicherheit, gibt Svenja Skrzipale zu bedenken. [2] Es beschleunigt aber auch die OP-Planung erheblich und entlastet den OP-Koordinator.

Die Grundlage für diese Optimierung legt die **webbasierte Termin- und Ressourcenplanung Timerbee Clinic**. Sie steuert die OP-Planung mit allen wichtigen Ressourcen: Räume, OP-Kräfte, Modalitäten, Betten und Reinigungskräfte.

Die Software weiß bei der Planung, für welchen Eingriff welche Ressourcen benötigt werden und schlägt nur die tatsächlich verfügbaren Ressourcen vor. Dabei unterstützt Timerbee den gesamten Planungsprozess in vier Phasen. Angefangen von der strategischen Vergabe der Kontingente über die langfristige und Tagesplanung bis zum aktuellen Ablauf werden Operationen sicher koordiniert.

OP-Management mit Timerbee Clinic

- 1 Flexible Operationsplanung mit allen verfügbaren Ressourcen
- 2 Unterstützung in jeder Planungssituation mit dem Phasenmodell
- 3 Optimierung des Ressourceneinsatzes durch KI-Unterstützung

Ohne entsprechende Planung beschreibt Dr. Sebastian Busse die OP-Planung als statisch. [2] Der OP-Manager schaut, welche Eingriffe anstehen, in welcher Priorität sie stehen, welches Personal dazu benötigt wird und ob ein spezieller Saal vonnöten ist. Das ist komplex und bedingt einige Abhängigkeiten – und ist damit ein optimales Feld für den Einsatz maschinellen Lernens. So könne dann beispielsweise besser und schneller auf kurzfristige Ereignisse wie Notfälle oder Ausfälle von Personal reagiert und das Zusammenspiel von Ressourcen optimiert werden.

Langfristige Planung

Die langfristige Planung bietet dem Planer eine zukunftsgerichtete Perspektive auf das OP-Management. Termine können über die kommenden Wochen und Monate hinweg koordiniert werden. Die Planung erfolgt in einem Kalender über die gewünschten OP-Säle. Hier kann die Planung schnell und ohne erzwungene Vergabe sämtlicher Ressourcen vorgenommen werden. Bereits in dieser Phase sorgt die Visualisierung wichtiger Patienteninformationen für eine sichere Planung. Noch einfacher und schneller wird diese durch die Unterstützung des digitalen Planungsassistenten Casper, der künstlichen Intelligenz in Timerbee Clinic.

Möchte der Planer einen OP-Termin vergeben, schlägt der Assistent selbstständig die nächsten freien Termine vor. Dabei plant Casper den Termin vollständig mit allen notwendigen Ressourcen und stellt deren Verfügbarkeit sicher. Der Planer erhält dabei meist mehrere Vorschläge, gewichtet nach dem jeweiligen Verspätungsrisiko. Auf dieser Basis fällt der OP-Planer dann seine Entscheidung.

Tagesplanung

Die Tagesplanung fokussiert in der OP-Planung auf den kommenden Tag. Hier wird sichergestellt, dass der Plan durchführbar ist

und freigegeben werden kann. Dafür müssen sämtliche Ressourcen an allen Terminen geplant und verfügbar sein.

Wird der Plan freigegeben, kann er nur noch von Personen mit entsprechenden Berechtigungen verändert werden. Fehlen noch Ressourcen bei Terminen, wird dies klar visualisiert. Der Planer sieht also auf einen Blick, welche Termine noch nicht vollständig geplant sind. Die Risikoerkennung wird in dieser Phase durch den digitalen Planungsassistenten deutlich verstärkt. Casper erkennt Risiken, wie die Infektiosität oder altersbedingte Risiken. Zudem erhält der OP-Planer eine Einschätzung zum Verspätungsrisiko für den jeweiligen OP-Saal beziehungsweise für die gesamte Planung.

Auf Wunsch werden vom Assistenten Planungsalternativen visualisiert. Das funktioniert folgendermaßen: Das System errechnet im Hintergrund sämtliche Zusammenhänge und Anhängigkeiten im OP-Plan und betrachtet dabei die Einhaltung möglichst vieler wichtiger Kriterien, die Vermeidung von Standzeiten sowie die Minimierung von Verspätungsrisiko und Überstunden. Die besten Alternativen werden dem Planer als Vorschläge mit unterschiedlicher Gewichtung präsentiert. Dieser wählt den aus seiner Sicht besten Plan aus, passt ihn final an und gibt ihn als allgemein verbindlich frei.

OP-Ablaufsteuerung

Die OP-Ablaufsteuerung visualisiert den tatsächlichen Tagesverlauf der Operationen nach OP-Saal und steuert ihn. Der Ablauf einer Operation teilt sich in fünf Phasen: Beginn, Schnittzeit, Nahtzeit, Wechselzeit, Ende. Werden Abweichungen bei einer Operation eingetragen, verschiebt sich der Beginn von Folgeoperationen automatisch entsprechend.



Auf PC, Tablet und Handy einsatzbereit

Da Timerbee Clinic auf einer mobilen Technologie beruht, kann das System über einen Browser von jedem beliebigen Endgerät aus eingesehen werden. Änderungen dürfen nur berechnete Personen vornehmen. Im Zusammenspiel mit dem integrierten Rollensystem haben alle Beteiligten so zu jeder Zeit, die für sie relevanten Informationen zur Hand.

Eine derart transparente Planung führt unter anderem dazu, dass die Stationen ihre Patienten zeitgerecht vorbereiten können – was für alle Beteiligten zu weniger Stress führt.

Über den Tellerrand schauen

Timerbee ist nicht nur vollständig webbasiert, es unterstützt auch alle gängigen Schnittstellen im Gesundheitswesen. So lässt sich Timerbee über die Rest API, HL7 und vergleichbaren Standards leicht in andere Systeme integrieren. Letzteres ermöglicht eine bidirektionale Kommunikation und den Informationsaustausch in Echtzeit. So können etwa Daten aus dem Krankenhausinformationssystem oder Dienstplanmodulen in die aktuelle

Planung einbezogen werden. Eine flexible Termin- und Ressourcenplanung in Echtzeit mit Unterstützung künstlicher Intelligenz kann also helfen, die Herausforderung der Prozessverbesserungen rund um den OP zu meistern. Damit stünde die Tür für geringe Wechselzeiten, wenig Leerläufe, eine optimale Auslastung der Säle und einen arbeitsrechtlichen Vorgaben entsprechenden Einsatz der Mitarbeiter im OP offen. Nicht zuletzt lässt sich die Patientenzufriedenheit durch reduzierte Wartezeiten erheblich steigern.

Kontaktieren Sie uns, um die ideale Lösung für Ihre Anforderungen zu finden!

Imilia Interactive Mobile Applications GmbH
Wichmannstraße 7 | 10787 Berlin
www.timerbee.de
info@imilia.com
+49 30 120 84 88 70



Nachweise

[1] „Kapazität schaffen“, Beitrag von Matthias Diemer in f&w Führen und wirtschaften im Krankenhaus 12/2016, S. 1109 ff.

[2] Telefonat mit Svenja Skrzipale, Senior Beraterin bei der UNITY AG, und Dr. Sebastian Busse, Co-Founder und Mitglied des Vorstands der NEXT Data Service AG, am 3. September 2018

[3] „38 % der vollstationären Krankenhauspatienten wurden im Jahr 2016 operiert“, Pressemitteilung Nr. 375 des Statistischen Bundesamtes vom 23.10.2017

[4] „Zeit für Erlöse“, Beitrag von Dr. Reiner M. Wäschle in KU Gesundheitsmanagement 04/2016, S. 20 ff.

[5] <http://lohfert.net/was-wir-tun/op-und-prozesssteuerung/>

[6] „Weiter gedacht“, Beitrag von Dr. Daniel Fallscheer und Dr. Elke Klein in KU Gesundheitsmanagement 03/2018, S. 17 ff.

[7] „Spannende Vielfalt“, Beitrag von Hans-Günther Henrich in Im OP 1/2018, S. 34 ff.

[8] https://www.rolandberger.com/...pdf/roland_berger_krankenhausstudie_2017.pdf

[9] „OP-Organisation: Erste Hilfe für das Herzstück“, Beitrag von Werner Fleischer in Deutsches Ärzteblatt 50/2012, S. 109 ff.

[10] Die große JR OP-Personalstudie 2017/2018 „So sind OP-Kräfte zu halten: Plädoyer für mehr Mitbestimmung im OP“, Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage unter OP-Fachkräften zur Arbeitssituation im OP, <https://www.jr-optimiert.de>

[11] „Improving the Scheduling of Operating Rooms at UMass Memorial Medical Center“, Courtney Carroll, Meredith Juers, Sonja Kent, Worcester Polytechnic Institute, https://web.wpi.edu/Pubs/E-project/Available/E-project-030614-144337/unrestricted/Final_OR_Paper.pdf

[12] <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Bundesbuerger-geben-Kuenstlicher-Intelligenz-grosse-Chancen.html>