

Medizinische Fakultät
der
Universität Duisburg-Essen

Aus der Klinik für Frauenheilkunde und Geburtshilfe

Die Hysterektomie aus benigner Indikation – Retrospektive Untersuchung von in den
Jahren 2002 bis 2020 an der Universitätsfrauenklinik Essen behandelten Patientinnen

Inauguraldissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades der Medizin
durch die Medizinische Fakultät
der Universität Duisburg-Essen

vorgelegt von
Lisa Dominowski
geb. Brencher

aus
Oberhausen
2023

Diese Dissertation wird via DuEPublico, dem Dokumenten- und Publikationsserver der Universität Duisburg-Essen, zur Verfügung gestellt und liegt auch als Print-Version vor.

DOI: 10.17185/duepublico/81856

URN: urn:nbn:de:hbz:465-20240419-102656-6

Alle Rechte vorbehalten.

Dekan: Herr Univ.-Prof. Dr. med. J Buer
1. Gutachter/in: Herr Priv.-Doz. Dr. med. P. Buderath
2. Gutachter/in: Herr Priv.-Doz. Dr. med. C. Oberhoff

Tag der mündlichen Prüfung: 07. März 2024

Publikationen

Buderath, P., Kimmig, R., Dominowski, L., & Mach, P. (2022). Hysterectomy in benign conditions: A 20-year single-center retrospective on the development of surgical techniques. *Archives of Gynecology and Obstetrics*, 1-6.

Buderath, P., Kimmig, R., Dominowski, L., & Mach, P. (2023). Hysterektomie im Wandel der Zeit. *Die Gynäkologie*, 56(2), 127-131.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Definition und Epidemiologie der Hysterektomie.....	5
1.2	Geschichte der Hysterektomie	7
1.3	Roboter-assistierte Chirurgie.....	8
1.3.1	<i>Entstehung der Roboter-assistierten Chirurgie</i>	8
1.3.2	<i>Das daVinci®-Surgical System</i>	9
1.4	Formen der Hysterektomie.....	10
1.4.1	<i>Abdominale Hysterektomie</i>	10
1.4.2	<i>Vaginale Hysterektomie</i>	12
1.4.3	<i>Laparoskopische Hysterektomie</i>	13
1.5	Benigne Indikationen der Hysterektomie	17
1.5.1	<i>Uterus myomatosus</i>	18
1.5.2	<i>Blutungsstörungen</i>	20
1.5.3	<i>Adenomyosis uteri und Endometriose</i>	20
1.5.4	<i>Präkanzerosen</i>	21
1.5.5	<i>Atypische Endometriumhyperplasie</i>	21
1.5.6	<i>Deszensus und Prolaps uteri</i>	22
1.6	Intraoperative und postoperative Komplikationen	23
2	Fragestellungen	24
3	Material und Methoden	25
3.1	Studiendesign	25
3.2	Erhebung der Daten	25
3.2.1	<i>Einschlusskriterien</i>	26
3.2.2	<i>Ausschlusskriterien</i>	26
3.3	Statistische Methoden.....	26
4	Ergebnisse	29
4.1	Beschreibung des Kollektivs	29
4.2	Indikationen	31
4.3	Operationsverfahren	32
4.4	Liegedauer	35
4.5	Adnexentnahme	38
4.6	Uterusgewicht.....	39
4.7	Schnitt-Naht-Zeit.....	40
4.8	Abfall der Hämoglobin-Konzentration	42
4.9	Komplikationen	42
4.9.1	<i>Intraoperative Komplikationen</i>	42
4.9.2	<i>Postoperative Komplikationen</i>	43
4.9.3	<i>Umstieg auf Laparotomie</i>	48
4.10	BMI und Alter.....	49
4.10.1	<i>Vergleich der BMI-Gruppen</i>	50
4.10.2	<i>Vergleich der Altersgruppen</i>	51
5	Diskussion.....	54
6	Zusammenfassung.....	65
7	Summary	66
8	Literaturverzeichnis	67
9	Tabellenverzeichnis.....	73
10	Abbildungsverzeichnis.....	73
11	Anhang	74

1 Einleitung

1.1 Definition und Epidemiologie der Hysterektomie

Bei der Hysterektomie handelt es sich um die operative Entfernung des Uterus, synonym dem Begriff der Uterusexstirpation. Unterschieden wird die totale Hysterektomie, bei welcher der Uterus vollständig entfernt wird, von der subtotalen Hysterektomie, bei welcher die Zervix belassen wird. Letztere wird daher auch suprazervikale Hysterektomie genannt. Zudem ist hiervon die radikale Hysterektomie abzugrenzen, die vor allem bei malignen Indikationen angewendet wird und bei der neben der eigentlichen Entfernung des Uterus auch Teile des Halteapparats, Lymphknoten, Eierstöcke, Eileiter sowie der obere Teil der Vagina entfernt werden (Robert-Koch-Institut, 2020).

Weltweit handelt es sich bei der Hysterektomie um einen der häufigsten durchgeführten gynäkologischen Eingriffe (Baracy et al., 2022; Carbonnel et al., 2021). In Deutschland wird nur die *Sectio caesarea* mit über 200.000 Fällen im Jahr 2020 häufiger vorgenommen (Neis et al., 2016). Dennoch zeigt die fallpauschalenbezogene Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) des Statistischen Bundesamtes rückläufige Zahlen in Deutschland von 155.680 im Jahr 2005 auf 87.948 im Jahr 2021 (DRG-Statistik PEPP-Statistik, 2022).

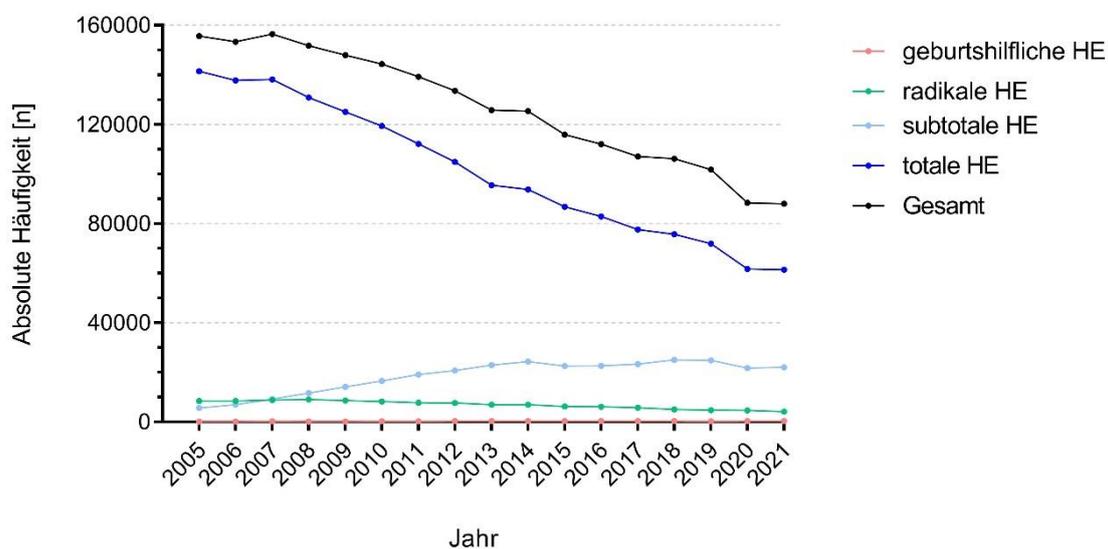


Abb. 1 Vollstationäre Hysterektomien in Deutschland Dargestellt sind absolute Häufigkeiten der vollstationär durchgeführten Hysterektomien (HE) in deutschen Krankenhäusern in den Jahren 2005 bis 2021. Erstellt nach Daten der fallpauschalenbezogenen Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) des Statistischen Bundesamtes. Stand: 2021; aus: Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern.

Hierbei ist ein deutliches Absinken der totalen Uterusexstirpationen zu beobachten, wobei die Anzahl der subtotalen Hysterektomien leicht zugenommen hat (Abb. 1). Vor der Pandemie-bedingten Einschränkung elektiver Operationen lag die Anzahl an vollstationären Hysterektomien im Jahr 2019 bei 101.757. Geburtshilflich bedingte Hysterektomien ausgeschlossen, unterzogen sich in 48% der Fälle vor allem Frauen im Alter von 40 bis 55 Jahren einer Hysterektomie (Abb. 2)(DRG-Statistik PEPP-Statistik, 2022).

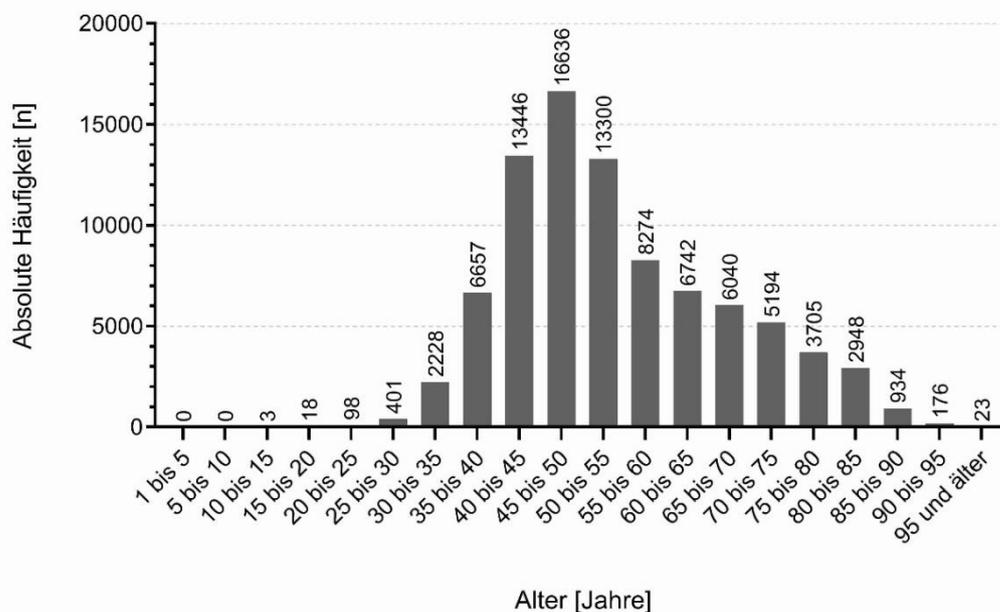


Abb. 2 Altersverteilung bei Hysterektomien in Deutschland Dargestellt sind absolute Häufigkeiten der vollstationär durchgeführten Hysterektomien in deutschen Krankenhäusern bezogen auf das Alter ohne geburtshilfliche Hysterektomien. Erstellt nach Daten der fallpauschalenbezogenen Krankenhausstatistik (DRG-Statistik) des Statistischen Bundesamtes. Stand: 2022; aus: Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern (DRG-Statistik PEPP-Statistik, 2022).

Auch weltweit kann eine stete Abnahme der Hysterektomierate beobachtet werden (Neis et al., 2016; Statistisches Bundesamt, 2022). Eine in den Jahren 2008 bis 2011 durchgeführte Befragung bei $n = 8152$ Frauen im Alter von 18 bis 79 Jahren ergab in Deutschland eine Prävalenz von 17,5% hysterektomierter Frauen. Dabei wurde bei den meisten Frauen die Hysterektomie im Alter von 40 bis 49 Jahren durchgeführt. Etwa bei 6% erfolgte die Hysterektomie aufgrund einer malignen Erkrankung des Uterus oder der Ovarien. Eine simultane Ovariektomie erfolgte bei insgesamt 19,7% (Prütz et al., 2013). In mehr als 90% der Fälle wird die Indikation aufgrund benigner Erkrankungen gestellt (Baracy et al., 2022; Carbonnel et al., 2021). Zu den Häufigsten zählten in Deutschland im Jahr 2012 der *Uterus myomatosus* (60,7%), ein *Descensus uteri* (27,9%), Blutungsstörungen

(25,2%), *Adenomyosis uteri* bzw. Endometriose (15,1%) sowie Präkanzerosen (2,9%) (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015; Robert-Koch-Institut, 2020) . Zudem spielen notfallmäßige Hysterektomien vor allem in der Geburtshilfe eine Rolle und kommen bei atonen Nachblutungen, Uterusruptur oder einer *Placenta percreta* nach Ausschöpfung alternativer Behandlungsmethoden als *Ultimo ratio* zum Einsatz. Seltener Indikationen sind zu finden in der Transsexualmedizin sowie in der Behandlung postpartaler Endometritis und bei nicht beherrschbarer Puerperalsepsis (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015). Durch die Tatsache, dass oft nicht nur eine Erkrankung allein Indikations-gebend ist, ergibt sich hierbei insgesamt eine Summe von mehr als 130 %. (Tab. 1). Bauer, Scholz et al. 2018, RKI 2020).

Tab. 1 Benigne Indikationen zur Hysterektomie im Jahr 2012 in Deutschland (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015)

Indikationsgebende Diagnose	Relativer Anteil
Uterus myomatosus	60,7%
Descensus uteri	27,9%
Blutungsstörungen	25,2%
Adenomyose Endometriose	15,1%
Präkanzerosen	2,9%
Summe Σ	131,8%

1.2 Geschichte der Hysterektomie

Die erste geplante vaginale Hysterektomie fand im Jahr 1813 durch Conrad Langenbeck aus Göttingen statt. Weitere Hysterektomien erfolgten in der Regel nur bei prolabiertem Uterus und über den vaginalen Zugangsweg. Im Jahre 1822 wurde durch Sauter von Baden die erste geplante vaginale Hysterektomie zur Therapie eines Zervixkarzinoms mit Eröffnung der Peritonealhöhle durchgeführt (Senn, 1895). Etwa 25 Jahre später führte John Bellinger in Charleston mit dem *Uterus myomatosus* eine weitere Indikation der Hysterektomie ein. Gleichzeitig entwickelte sich neben der vaginalen Hysterektomie die Methode der abdominalen Hysterektomie. Entscheidend hierfür war die im Jahre 1809 durch Ephraim McDowell erstmals durchgeführte Laparotomie zur Entfernung eines etwa 10 Kilogramm schweren Ovarialtumors (Sparic et al., 2016). Die ersten geplanten

abdominalen Hysterektomien erfolgten durch John Bellinger im Jahre 1846. Der Patient verstarb jedoch am fünften postoperativen Tag an einer Sepsis. Ende des 19. Jahrhunderts konnte mit Einführung der Anästhesie und der Entwicklung von Antibiotika sowie Antiseptika die damals sehr hohe Mortalität deutlich gesenkt werden. Durch die Weiterentwicklung der Technik entstand als weitere Möglichkeit der Hysterektomie der laparoskopische Zugangsweg. Hans Christian Jacobaeus aus Stockholm gelang im Jahr 1911 die erste Laparoskopie mit Pneumoperitoneum an einem Menschen (Sparić et al., 2011). Die bisher durchgeführten Hysterektomien waren allesamt subtotal unter Belassung der Zervix (Sutton, 2010). Mit dem Verständnis der Pathologie eines Zervix-Karzinoms führte Richardson 1929 in den USA die erste totale Hysterektomie durch. Dennoch blieb die subtotale Hysterektomie bis in die 1940er Standard unter anderem aus Angst vor Peritonitis, Blasen- und Ureterverletzungen. Mit der Entwicklung weiterer Antibiotika, Bluttransfusionen sowie der modernen Anästhesie rückte die totale Hysterektomie immer mehr in den Fokus (Baskett, 2005). Schließlich fand 1988 die erste totale laparoskopische Hysterektomie (TLH) in Pennsylvania durch Harry Reich statt. Die OP-Zeit betrug 180 Minuten, das Uterusgewicht 230 g (Reich et al., 1989). Die Patientin konnte am vierten postoperativen Tag entlassen werden (Sparić et al., 2011).

1.3 Roboter-assistierte Chirurgie

1.3.1 Entstehung der Roboter-assistierten Chirurgie

Die ursprüngliche Intention der Roboter-assistierten Chirurgie war der Gedanke, verwundete Soldaten per Telemedizin behandeln zu können. Der erste am Menschen eingesetzte Roboter entstand im Jahr 1985 unter dem Akronym PUMA 200 (*Programmable Universal Machine for Assembly*) und kam in der Neurochirurgie zum Einsatz (Kwoh et al., 1988; Morrell et al., 2021). Bereits im Jahr 1992 entwickelte man den sogenannten Robodoc®: ein chirurgischer Roboter, eingesetzt beim Hüftgelenksersatz (Paul et al., 1992). 1994 entwickelte man erstmals einen zur Endoskopie einsetzbaren Roboter, genannt AESOP (*Automated Endoscopic System for optimal Positioning*), welcher anfangs über Fußpedale, später mit der Stimme steuerbar war. Weitere Entwicklungen wie ZEUS, welcher nun über drei Arme verfügte, fanden zunächst Einsatz in der Urologie und Herzchirurgie und später Anwendung in der Viszeralchirurgie. Im Jahr 2001 gelang die erste

transkontinentale Cholezystektomie, bei welcher sich der Chirurg in New York und der Patient in Straßburg aufhielt (Himpens et al., 1998).

Der heute weltweit eingesetzte daVinci®-Roboter wurde erstmals 1997 in Belgien erfolgreich bei einer Operation eingesetzt. Einzug in die Gynäkologie erhielt die Roboter-assistierte Chirurgie unter anderem durch Diaz-Arrastia und Fiorentina, die Anfang des 21. Jahrhunderts erfolgreich erste Serien von Hysterektomien mittels da Vinci®-Roboter durchführten. Die Zulassung für gynäkologische Operationen erfolgte 2005 durch die US-amerikanische *Food and Drug Administration* (FDA). Im Jahr 2006 gelang es Reynolds und Advincola eine Serie von 16 Hysterektomien mit einer der TLH vergleichbaren Komplikationsrate durchzuführen. (Diaz-Arrastia et al., 2002; Kim et al., 2008). Im Laufe der Jahre hat die Anzahl der Roboter-assistierten Operationen deutlich an Zuwachs erfahren. So wurden im Jahr 2014 weltweit etwa 600.000 Eingriffe mittels daVinci®-Surgical System durchgeführt; davon etwa 50 Prozent in der Gynäkologie. Bis zum Jahr 2016 standen hierfür etwa 3500 daVinci®-Systeme weltweit zur Verfügung (Alkatout et al., 2016). In den Vereinigten Staaten hat sich der Anteil Roboter-assoziiierter Eingriffe von 1,8% im Jahr 2012 auf 15,1% im Jahr 2018 gesteigert. Dabei ist die Hysterektomie die am häufigsten durchgeführte gynäkologische Operation (Gitas et al., 2022).

1.3.2 Das daVinci®-Surgical System

Das daVinci®-Surgical System besteht im Wesentlichen aus drei Hauptbestandteilen: der Steuerkonsole, dem patientenseitigen Operationsroboter mit vier Roboter-Armen sowie der Computer-Einheit. Der Operateur sitzt dabei unsteril an der Konsole, eine ärztliche sowie eine pflegerische Assistenz befinden sich steril am Patienten. Der Zugangsweg erfolgt minimalinvasiv, analog zur konventionellen Laparoskopie. Ebenso wie bei der konventionellen Laparoskopie ist zunächst eine Luftinsufflation des Abdomens notwendig, um ein besseres Arbeiten zu ermöglichen.

Während die menschlichen Gelenke über zwei bis drei Freiheitsgrade verfügen, weisen die Roboter-Instrumente bis zu sieben Freiheitsgrade auf und ermöglichen dem Chirurgen somit ein präziseres Operieren. Im Vergleich zur rein laparoskopischen Operation bietet das daVinci®-Surgical System durch den Einsatz eines Doppelendoskops mit mehreren Kameras eine dreidimensionale Sicht in den Situs. Zudem bietet das System den Vorteil,

den natürlichen Tremor des Chirurgen auszugleichen und ermöglicht es diesem gleichzeitig, unter ergonomischen Bedingungen zu arbeiten (Kim et al., 2008). Einen Nachteil stellen jedoch die hohen Kosten der Anschaffung, Instandhaltung und Nutzung sowie der notwendigen Schulungen des Personals dar. Zudem fehlt im Vergleich zur herkömmlichen Laparoskopie das haptische Feedback, was den Operateur vor eine neue Herausforderung stellt (Alkatout et al., 2016).

1.4 Formen der Hysterektomie

Die Wahl des geeigneten Verfahrens zur Hysterektomie hängt zum einen von der individuellen Krankheitsgeschichte des Patienten (Voroperationen, Vorerkrankungen, Schwangerschaften, Körperkonstitution) ab, zum anderen spielen die Indikation, das Uterusgewicht sowie die Standards des behandelnden Krankenhauses und natürlich dessen Ausstattung eine Rolle (David-Montefiore et al., 2007).

1.4.1 Abdominale Hysterektomie

Die abdominale Hysterektomie ist die weltweit am häufigsten angewendete Operationsmethode, wobei jedoch deutliche regionale Unterschiede zu verzeichnen sind. So wurden in den Vereinigten Staaten im Jahr 2012 mehr als 56% der Hysterektomien im Rahmen einer Laparotomie durchgeführt. In Deutschland betrug der Anteil etwa 16%. In der Schweiz sowie in Österreich liegt der Anteil offener Hysterektomien mit 28% und 24% etwas höher. (Dubeshter et al., 2013; Neis et al., 2016).

Zumeist wird bei der abdominalen Hysterektomie der Zugangsweg über eine Querlaparotomie gewählt, aber auch eine Längslaparotomie ist, je nach Uterusgröße und Indikation, möglich. Hierbei kann die Hysterektomie sowohl suprazervikal als auch total erfolgen (Schindlbeck et al., 2008). Indiziert ist der offene Zugangsweg vor allem bei starken Verwachsungen, Malignomen und malignomsuspekten Befunden sowie hohem Uterusgewicht (Bauer et al., 2018).

In Studien gibt es Hinweise, dass die abdominale Hysterektomie im Vergleich zu minimalinvasiven sowie zur vaginalen Hysterektomie eine längere Liegedauer aufweist (Clarke-Pearson and Geller, 2013; Gala et al., 2014; Johnson et al., 2005). Zudem zeigten

sich im Vergleich zur minimalinvasiven Hysterektomie erhöhte Komplikationsraten, wie u.a. ein erhöhter Blutverlust. Schindlbeck *et al.* fanden zudem einen erhöhten postoperativen Schmerzmittelbedarf im Vergleich zur laparoskopischen Hysterektomie (Clarke-Pearson and Geller, 2013; David-Montefiore et al., 2007; Sarlos et al., 2010; Schindlbeck et al., 2008; Siedhoff et al., 2015).

Dennoch bietet der offene Zugangsweg Vorteile und nimmt vor allem bei Notfallhysterektomien eine zentrale Stellung ein (Bauer et al., 2018; Siedhoff et al., 2015). Johnson *et al.* konnten zudem in einer Studie mit $n = 3643$ Patientinnen zeigen, dass die Laparotomie eine kürzere Operationsdauer im Vergleich zu minimalinvasiven Hysterektomie-Verfahren aufweist und zudem eine geringere Anzahl an Harntraktverletzungen als bei der konventionellen Laparoskopie hervorbrachte (Johnson et al., 2005). Auch bei hohem Uterusgewicht und malignen oder malignomsuspekten Raumforderungen kann der offene Zugangsweg indiziert sein.

Dabei ist besonders die Gefahr eines übersehenen Leiomyosarkoms zu nennen, welches zwar selten ist, sich sonographisch aber nur schwer von einem Uterus myomatosus abgrenzen lässt. Hier würde ein u.U. notwendige Morcellament im Rahmen einer Laparoskopie eine Streuung der malignen Zellen bedingen, was durch eine offene Hysterektomie verhindert werden könnte. Studien aus dem Jahr 2015 zeigen eine Prävalenz von 1/2.000 Operationen. Die amerikanische FDA geht allerdings von einer deutlich höheren Prävalenz von 1/480 Operationen aus und spricht sich im Jahr 2014 warnend gegen die Verwendung eines Morcellators aus. Die könnte laut Bauer *et al.* eine Erklärung für die deutlich höhere Rate an abdominellen Hysterektomien in den Vereinigten Staaten darstellen. (Bauer et al., 2018; Neis et al., 2016).

Daher ist es Abwägungssache des Operateurs, das optimale Operationsverfahren anhand des sonographischen und klinischen Befundes zu empfehlen und mit der Patientin zu besprechen (David-Montefiore et al., 2007; Siedhoff et al., 2015). Wichtig ist hier vor allem eine sachgerechte Aufklärung der Patientinnen über möglichen Nutzen und Risiken (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015).

1.4.2 Vaginale Hysterektomie

Die vaginale Hysterektomie stellt den ältesten Zugangsweg in der Geschichte der Hysterektomie dar und ist zudem das kostengünstigste Verfahren (Bauer et al., 2018). Die Operation findet in Steinschnittlagerung statt. Der endgültige Verschluss des Scheidenstumpfes erfolgt im Unterscheid zur Laparoskopie von vaginal. Nach Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (DGGG) sollte bei Möglichkeit der vaginalen Hysterektomie gegenüber der abdominellen Hysterektomie der Vorzug gegeben werden (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015).

Voraussetzung für die vaginale Hysterektomie ist eine ausreichende Beweglichkeit des Uterus, welche unter anderem bei Nulliparität selten gegeben ist. Zudem spielt die Größe des Uterus eine limitierende Rolle. Die Durchführung der Methode kann zudem bei Patientinnen mit Voroperationen im Becken oder *Sectio caesarea* erschwert sein, sodass gelegentlich ein Umstieg auf eine laparoskopische Technik notwendig wird. Vorausgegangene Fisteln im Operationsgebiet oder pathologische Adnexbefunde stellen außerdem eine Kontraindikation dar. Auch bei Verdacht auf Endometriose sollte ein laparoskopisches Verfahren gewählt werden, um eine Inspektion der Peritonealhöhle zu ermöglichen (David-Montefiore et al., 2007; Mettler and Alkatout, 2016; Söhngen et al., 2012).

Insgesamt zeigen bisherige Studien, dass die vaginale Hysterektomie eine geringe Komplikationsrate aufweist und im Vergleich zu anderen Verfahren eine kürzere Operationszeit. Außerdem zeigt der vaginale Zugangsweg eine signifikant geringere Liegedauer der Patientinnen im Vergleich zum offenen Zugangsweg (Clarke-Pearson and Geller, 2013; Johnson et al., 2005; Söhngen et al., 2012).

Zusammen mit der laparoskopisch assistierten vaginalen Hysterektomie (LAVH) betrug der Anteil der vaginalen Hysterektomien in Deutschland 2010 etwa 60%. Ähnliche Werte liegen für Österreich vor mit einer Rate an rein vaginalen Hysterektomien von 46% (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015). In den Vereinigten Staaten lag der Anteil im Jahr 2010 mit 22% deutlich niedriger (Clarke-Pearson and Geller, 2013; David-Montefiore et al., 2007). Dubeshter *et al.* fanden im Jahr 2013 in einem Vergleich mehrerer Studien in New Yorker Krankenhäusern mit $n = 22.073$ Patientinnen eine noch geringere Rate an vaginal durchgeführten Hysterektomien von nur 12% (Dubeshter et al., 2013).

1.4.3 Laparoskopische Hysterektomie

Bei der laparoskopischen Hysterektomie erfolgt der Zugang minimalinvasiv über drei bis vier kleine Schnitte in der Bauchdecke. Zu besserer Sichtbarkeit ist wie bei jedem laparoskopischen Verfahren zunächst die Insufflation mit Gas notwendig. Im Vergleich zur abdominalen Hysterektomie zeigen bisherige Studien, dass laparoskopische Verfahren insgesamt zu einer kürzeren Liegedauer, weniger Schmerzmittelbedarf, einem geringeren Blutverlust, weniger Wundinfektionen sowie weniger Narbenhernien führen und zudem mit einem geringeren Risiko für Thromboembolien vergesellschaftet sind (Clarke-Pearson and Geller, 2013; David-Montefiore et al., 2007). Allerdings können eine höhere Rate an Scheidenstumpfdehiszenzen sowie ein möglicherweise höheres Risiko für Ureter- und Blasenläsionen im Vergleich zur abdominalen Hysterektomie beobachtet werden, wobei insbesondere Letzteres stark mit der Erfahrung des Operateurs variiert (Johnson et al., 2005; Siedhoff et al., 2015). Zudem ist bisher eine längere Operationszeit als die der vaginalen und abdominalen Hysterektomie beobachtet worden (Johnson et al., 2005). Limitationen der minimalinvasiven Verfahren können bei Notfall-Hysterektomien sowie bei besonders hohem Uterusgewicht sowie nicht auszuschließender Malignität gegeben sein. Durch eine Laparotomie kann ein möglicherweise notwendiges Morcellement des Uterus und somit eine Streuung von potentiell malignen Zellen verhindert werden.

Bei der laparoskopischen Form der Hysterektomie lassen sich unterschiedliche Verfahren unterscheiden, welche im Folgenden erläutert werden:

1.4.3.1 Laparoskopisch assistierte vaginale Hysterektomie (LAVH)

Bei diesem Verfahren erfolgt die Präparation des Uterus laparoskopisch. Die eigentliche Uterusentfernung sowie die Naht des Scheidenstumpfes erfolgen schließlich vaginal. Im Vergleich zur alleinigen vaginalen Hysterektomie kann die LAVH also auch bei bestehenden Pathologien wie Adnextumoren, Endometriose oder Adhäsionen angewendet werden. Durch die Kombination beider Verfahren entstehe jedoch laut Söhngen *et al.* ein höherer technischer Aufwand, was sich in einer verlängerten Operationszeit sowie in höheren Kosten widerspiegelte. (Söhngen et al., 2012).

1.4.3.2 Laparoskopische suprazervikale Hysterektomie (LASH)

Bei der LASH wird der Uterus oberhalb der Zervix abgesetzt, so dass diese bestehen bleibt und die Patientin über möglicherweise persistierende, geringgradige postoperative Periodenblutungen aufgeklärt werden muss (Söhngen et al., 2012). Die LASH wird ausschließlich bei benignen Erkrankungen des *Corpus uteri* angewendet und machte im Jahr 1950 mit etwa 95% noch den Hauptteil aller Hysterektomien in den USA aus. Im Jahr 2010 wurden in Deutschland etwa 13,5% der Hysterektomien in Form einer LASH durchgeführt. In den Vereinigten Staaten hingegen lag die Rate an suprazervikalen Hysterektomien bei nur 2% (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015). Voraussetzung für die Durchführung einer LASH ist derzeit ein unauffälliger zytologischer Abstrich der Zervix. Bei Wunsch der Patientin nach Zervixerhalt, sollte die Bereitschaft zur weiteren regelmäßigen Krebsfrüherkennungsuntersuchungen bestehen (Thill et al., 2010).

Befürworter dieser Methode postulieren eine besonders geringe Belastung für die Patientinnen. Zudem soll sie ein geringeres Risiko für Ureterläsion aufweisen, da nicht ureternah präpariert werden muss (Söhngen et al., 2012). Auch wird der LASH eine gewisse Deszensusprophylaxe zugesprochen. Kritisch betrachtet wird die Methode jedoch im Hinblick auf das bleibende Risiko eines Zervixstumpfkarcinoms (Neis et al., 2006).

1.4.3.3 Laparoskopische Totale Hysterektomie (TLH)

Im Vergleich zur LAVH werden bei der TLH alle Operationsschritte über den laparoskopischen Zugangsweg vorgenommen. Im Vergleich zur LASH wird der gesamte Uterus inklusive der Zervix abgesetzt.

Zur Vermeidung von Ureterläsionen und zur besseren Abgrenzung des Scheidengewölbes kann der Uterus bei der TLH über einen Uterusmanipulator in der Vagina bewegt und ins Abdomen vorgeschoben werden. Dieser dient dem Operateur so als dritter Arm. Der abgesetzte Uterus kann über die Vagina geborgen oder durch Morcellement laparoskopisch entfernt werden (Neis et al., 2006; Söhngen et al., 2012). Der Scheidenstumpf wird in der Regel endoskopisch verschlossen (Dian et al., 2008). Gegenüber der vaginalen Hysterektomie bietet sich der Vorteil der Inspektion der Peritonealhöhle, um diese hinsichtlich Endometriose oder Adhäsionen sowie möglicher Pathologien der Adnexe beurteilen und therapieren zu können (Bauer et al., 2018).

1.4.3.4 Roboter-assistierte Hysterektomie

Der Einsatz des daVinci®-Surgical Systems eignet sich in sowohl bei benignen als auch malignen Indikationen für eine Hysterektomie. Gerade auch bei schweren Adhäsionen, starker Adipositas oder komplexen Komorbiditäten stellt die Roboter-assistierte Chirurgie eine gute Option dar. So wurden im Jahr 2016 in den USA bereits bis zu 80% aller radikalen Hysterektomien Roboter-assistiert durchgeführt (Alkatout et al., 2016). Im Vergleich mehrerer Studien aus dem Jahr 2011 mit insgesamt $n = 22.073$ Hysterektomien in New York fanden Dubeshter *et al.*, dass insgesamt 13% der Hysterektomien Roboter-assistiert erfolgten (Tab. 2). Bei Betrachtung der 10 Kliniken mit der höchsten Hysterektomie-Rate ergab sich ein Anteil von etwa 30% (Dubeshter et al., 2013).

Tab. 2 Vergleich von Studien zur Hysterektomie Darstellung von Studien zum Vergleich unterschiedlicher Hysterektomie-Verfahren. HE = Hysterektomie; LSK = Konventionelle Laparoskopie. ¹(Dubeshter et al., 2013); ²(Smorgick et al., 2014); ³(Carbonnel et al., 2021); ⁴(Lim et al., 2016)

Autor	Jahr	Indikation	[n]	Roboter-assistierte HE	LSK-HE	vaginale HE	abdominale HE
Dubeshter <i>et al.</i> ¹	2011	benigne maligne	22.073	13%	18%	12%	58%
Smorgick <i>et al.</i> ²	2004 - 2007	benigne	311	23,8%	39,5	5,8%	17,7%
	2008 - 2010		312	64,1%	17,6	4,8%	5,5%
Carbonnel <i>et al.</i> ³	2010	benigne	900	26%	11		62%
	2011			51%	14		35%
	2012			45%	18		37%
	2013			57%	10		33%
	2014			62%	15		22%
	2015			52%	21		26%
	2016			58%	14		28%
	2017			61%	18		21%
	2018			59%	11		30%
	2019			61%	10		29%
Lim <i>et al.</i> ⁴	2010 - 2013	benigne	32.118	7,2%	37,2	25,%	30,3%

Im Vergleich dazu beobachteten Lim *et al.* in einer multizentrischen Studie aus den Jahren 2010 bis 2013 mit n = 32.118 Hysterektomien eine Rate an Roboter-assistierten Hysterektomien von 7% in den USA und etwa 30% an abdominalen Hysterektomien (Lim et al., 2016). Insgesamt konnten Smorgick *et al.* zeigen, dass der Anstieg der Roboter-assistierten durchgeführten Hysterektomien in einer deutlichen Abnahme der abdominalen Eingriffe resultiert (Tab. 2). So wurden in dem Beobachtungszeitraum der Jahre 2004 bis 2007 etwa 24% der Hysterektomien Roboter-assistiert und 18% abdominal durchgeführt. In den Jahren 2008 bis 2010 steigerte sich der Anteil der Roboter-assistierten Hysterektomien auf 64% wohingegen der Anteil der abdominalen Hysterektomien auf 5,5% sank (Smorgick et al., 2014). Auch Carbonnel *et al.* konnten in einer retrospektiven Kohortenstudie mit n = 900 Patientinnen über einen Zeitraum von 2010 bis 2019 eine Zunahme der Roboter-assistierten Hysterektomien von 26 auf 61% sowie eine retrograde Abnahme der abdominalen Hysterektomien von 62 auf 29% beobachten (Carbonnel et al., 2021).

Vorteile für die Patientinnen sollen sich bisher vor allem in einer niedrigeren postoperativen Komplikationsrate gegenüber anderen Methoden der Hysterektomie zeigen (Lim et al., 2016). So konnten Chiu *et al.* zeigen, dass die Roboter-assistierte Hysterektomie im Gegensatz zur TLH bei starken Adhäsionen mit einem signifikant geringeren Blutverlust einhergeht. Hinsichtlich der Gesamtkomplikationen ergab sich jedoch kein Unterschied (Chiu et al., 2015). Gegenüber der offenen Hysterektomie zeigte sich, wie auch bei anderen minimalinvasiven Verfahren, eine kürzere Liegedauer sowie ein geringerer Blutverlust (Dubeshter et al., 2013; Gala et al., 2014). Allerdings beobachteten mehrere Studien eine signifikant längere Operationszeit als bei anderen Operationsverfahren auf (Baracy et al., 2022; Karakaş et al., 2021; Rusch et al., 2020). Bei starken Adhäsionen hingegen konnten Chiu *et al.* hingegen zeigen, dass die Roboter-assistierte Hysterektomie eine signifikant geringe Operationszeit im Vergleich zur konventionell laparoskopischen Hysterektomie aufweist (Chiu et al., 2015).

Als nachteilig werden in der Literatur immer wieder die höheren Kosten der Roboter-assistierten Hysterektomie diskutiert. Hier beschreiben Sarlos *et al.* Kosten von 4067 € für eine Roboter-assistierte Hysterektomie im Vergleich zu 2152 € für die konventionelle Laparoskopie (Sarlos et al., 2010). Auch Scandola *et al.* fanden in einer Metaanalyse für die Jahr 2007 bis 2008 in den Vereinigten Staaten mit $n = 36.188$ Patientinnen für die Roboter-assistierte Hysterektomie mit 9640 € höhere Kosten als für die konventionelle Laparoskopie mit 6973 € (Scandola et al., 2011). Einbezogen in die Berechnung wurden Krankenhauskosten, Liegedauer sowie die Operationszeit.

1.5 Benigne Indikationen der Hysterektomie

Die folgende Darstellung der Indikationen für eine Hysterektomie orientiert sich an den aktuell geltenden Leitlinien der DGGG (Version 1,1 Stand April 2015). Insgesamt stellt jedoch oft nicht nur eine der genannten Diagnosen die Indikation zur Hysterektomie dar, sondern eine Kombination mehrerer.

1.5.1 Uterus myomatosus

Etwa 60% der Hysterektomien in Deutschland werden aufgrund eines Uterus myomatosus durchgeführt (Neis et al., 2016). Damit stellt der Uterus myomatosus eine der Hauptindikationen dar und ist gleichzeitig der am häufigsten vorkommende benigne Tumor der weiblichen Geschlechtsorgane der Frau im reproduktivem Alter (Giuliani et al., 2020). Besonders häufig betroffen sind schwarze Frauen afrikanischer Abstammung. Am seltensten betroffen sind Frauen asiatischer Herkunft (Okolo, 2008).

Von einem Uterus myomatosus spricht man bei multiplem Vorkommen von Myomen im Uterus einhergehend mit dessen Vergrößerung. Myome sind gutartige, monoklonale Neoplasien und entspringen den glatten Muskelzellen des Uterus, dem Myometrium (Giuliani et al., 2020). Sie werden daher zu den Leiomyomen gezählt. Neben glatten Muskelzellen enthalten Myome Bindegewebe und sind oft reich an Kollagen. Myome des Uterus zeichnen sich durch eine Hormonsensibilität aus. Östrogen sowie Progesteron stimulieren das Wachstum, führen zu Zellhypertrophie und Akkumulation von Extrazellulärmatrix (Bulun, 2013). Mit der Hormonabhängigkeit einhergehend stellen eine frühe Menarche sowie eine späte Menopause Risikofaktoren für die Entstehung dar. Das Risiko steigt zudem in der reproduktiven Phase. Das Wachstum von Myomen sistiert zumeist in der Menopause mit Sinken des Östrogenspiegels. Multiple Schwangerschaften stellen einen protektiven Faktor dar, wobei vor allem die natürliche Amenorrhoe während der Schwangerschaft dazu beitragen könnte (Stewart, 2001).

Zur Diagnosestellung wird normalerweise der vaginale Ultraschall herangezogen und hilft, Raumforderungen der Ovarien abzugrenzen. Zwar liefert die Magnetresonanztomographie eine bessere Visualisierung der Myome, allerdings ist bei sehr hohen Untersuchungskosten eine Indikation nur unter besonderen Umständen gegeben (Stewart 2001).

Myome lassen sich anhand ihrer Lokalisation in intramurale, submuköse und subseröse Tumore klassifizieren. Je nach Lokalisation variieren die vorherrschenden Symptome sowie die Therapiemöglichkeiten. Insgesamt sind jedoch etwa 70% der Myome asymptomatisch und häufig ein Zufallsbefund (Giuliani et al., 2020). Leitsymptome sind Dysmenorrhoe, Hypermenorrhoe und ein Druckgefühl bis hin zu azyklischen Unterbauchschmerzen.

Subseröse Myome liegen gestielt oder ungestielt an der Außenseite des Uterus. Durch ihr verdrängendes Wachstum können sie vor allem durch Druck auf Nachbarorgane wie Harnblase oder Darm sowie Unterbauchschmerzen symptomatisch werden. Die Fertilität der Frau beeinflussen sie kaum (Freytag et al., 2021).

Submuköse und intramurale, vor allem in das Cavum uteri ragende Myome, hingegen können die Fertilität der Frauen deutlich beeinträchtigen und haben Einfluss auf die Implantationsrate, die klinische Schwangerschaftsrate sowie die Anzahl an Fehlgeburten (Freytag et al., 2021). Durch die Verdrängung des Endometriums werden submuköse Myome früh symptomatisch durch Hypermenorrhoe bis hin zur mikrozytären Anämie sowie Dysmenorrhoe. Blutungen außerhalb der Periode sind eher untypisch und bedürfen einer weiteren Abklärung (Stewart, 2001).

1.5.1.1 Therapeutische Alternativen zur Hysterektomie

Jenseits der Hysterektomie, von der vor allem symptombelastete Frauen mit abgeschlossener Familienplanung und fehlendem Ansprechen auf konservative Therapien profitieren können, existieren weitere operative Methoden sowie konservative Therapiemöglichkeiten. Insbesondere bei submukösen Myomen kommt die Abtragung im Rahmen einer Hysteroskopie in Frage. Subseröse und intramurale Myome können zudem gezielt durch die so genannte Myomenukleation im Rahmen einer Laparoskopie (LSK) entfernt werden. Zudem besteht bei Frauen mit abgeschlossener Familienplanung und dem Wunsch nach Uteruserhalt die Möglichkeit der Myom-Embolisation mit Embolisation der *Arteriae uterinae* (Neis et al., 2016). Außerdem sind in Deutschland die medikamentöse Therapie mittels GnRH-Analoga (Gonadotropin-Rezeptor-Releasing-Hormon) sowie die Gabe des selektiven Progesteronrezeptor-Modulators Ulipristalacetat zugelassen. Beide Präparate dienen vor allem der präoperativen Verkleinerung der Myome und der Therapie von Blutungsstörungen. Ulipristalacetat kann zudem bei bestehender Kontraindikation für eine Operation zeitlich unbegrenzt im Intervall verabreicht werden. Beide Präparate sind jedoch mit erheblichen Nebenwirkungen verbunden und sind bei bestehendem Kinderwunsch nicht geeignet (Wallwiener, 2019).

1.5.2 Blutungsstörungen

Hypermenorrhoe, Menorrhagie oder Metrorrhagie können zu einer deutlichen Beeinträchtigung der Lebensqualität der Frau mit chronischen Anämien führen. Besonders betroffen können Frauen unter dauerhafter Antikoagulation sein. So waren Blutungsstörungen 2012 in Deutschland in 25,2% der Hysterektomien an der Indikationsstellung beteiligt. Bei häufig gepaartem Auftreten mit Endometriose sowie Myomen stellen sie jedoch oft nicht die alleinige Indikation zur Hysterektomie dar.

Therapeutisch kommt neben der Hysterektomie die medikamentöse Therapie in Betracht. Hier kann sich die Einnahme von nichtsteroidalen Antirheumatika durch Senkung des Prostaglandinspiegels positiv auswirken. Zudem kann ein Therapieversuch mittels oraler Kontrazeptiva unternommen werden. Bei Versagen der Hormontherapie empfiehlt die Leitlinie der DGGG den Therapieversuch mittels Endometriumablation. Diese erzielt jedoch keine definitive Verringerung der Blutungen wie es durch eine Hysterektomie erreicht werden kann. Zudem zeigt sich eine erhöhte Re-Interventionsrate. Versagt auch diese Option kann bei abgeschlossener Familienplanung leitliniengerecht eine Hysterektomie zur definitiven Therapie erfolgen (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015).

1.5.3 Adenomyosis uteri und Endometriose

Bei der Adenomyose, einer Form der Endometriose, finden sich endometriale Zellen im Myometrium des Uterus. Klinisch präsentiert sich die Erkrankung mit Dysmenorrhoe, Blutungsstörungen sowie reduzierter Fertilität u.a. durch veränderte Kontraktilität der Gebärmutter (Kissler et al., 2006). Zu den Risikofaktoren zählen eine frühe Menarche und kurze Menstruationszyklen im Sinne einer erhöhten Östrogenexposition. Zudem können gynäkologische Eingriffe und Erkrankungen wie Endometriose oder Myome das Risiko erhöhen. Vaginalsonographisch zeigt sich ein diffus vergrößerter Uterus mit asymmetrischer Verdickung des Myometriums. Zur medikamentösen Therapie kommen GnRH-Analoga, Ovulationshemmer oder reine Gestagene zum Einsatz (Neis et al., 2016). Operativ steht neben der Hysterektomie die chirurgische Exzision der Adenomyose zur Verfügung. Bei Kinderwunsch ist zu bedenken, dass die uteruserhaltende Exzision mit einer deutlich erhöhten Rate von Uterusrupturen einhergeht und die der Myomektomie

übersteigt. Frauen sollten also über die potentielle Notwendigkeit einer *Sectio caesarea* aufgeklärt werden (Kohl Schwartz and Mueller, 2021).

1.5.4 Präkanzerosen

Auch bei Präkanzerosen kann eine Hysterektomie indiziert sein. Als Vorläufer des Zervixkarzinoms ist hier die zervikale intraepitheliale Neoplasie (CIN) zu nennen, für deren Entstehung die *High-Risk*-Typen des Humanen Papillomavirus (HPV) den Hauptrisikofaktor darstellen. Je nach Grad der Dysplasie unterscheidet sich auch die Therapie. Bei leichter Dysplasie (CIN 1) wird zunächst aktiv zugewartet, da das Risiko einer höhergradigen Dysplasie (CIN 2 oder 3) innerhalb der nächsten Jahre nur 12% beträgt (Cox et al., 2003). Eine Hysterektomie als primäre Therapie bei niedrigem Dysplasiegrad ist daher nach Leitlinie der DGGG nicht indiziert. Bei höhergradigen Dysplasien (CIN 2 und 3) ist hingegen die Indikation für eine chirurgische Exzision gegeben. Hier steht an erster Stelle die Konisation. Im Falle eines Rezidivs oder bei nicht durchführbaren regelmäßigen Kontrollen kommt eine totale Hysterektomie als definitive Therapie in Frage (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015).

Beim histologisch nachgewiesenen *Adenocarcinoma in situ* empfiehlt die DGGG zunächst, ein invasives Adenokarzinom mittels Kürettage des hohen Zervikalkanals auszuschließen. Bei abgeschlossener Familienplanung stellt die Hysterektomie bei erfolgtem Nachweis im Konisat eine mögliche Therapie dar (Wright Jr, Massad et al. 2007).

1.5.5 Atypische Endometriumhyperplasie

Bei einer Endometriumhyperplasie handelt es sich um eine Größenzunahme des Endometriums, welche auf ein hormonelles Ungleichgewicht zurückzuführen ist und fokal oder generalisiert auftreten kann. Sie stellt einen wesentlichen Risikofaktor für das Endometriumkarzinom dar. Klinisch präsentiert sich eine Hyperplasie des Endometriums vor allem in Blutungsstörungen. Im Rahmen einer vaginalen Sonographie präsentiert sich das Endometrium meist verdickt und kann je nach Risikofaktoren mittels einer Hysteroskopie näher abgeklärt werden (Römer, 2013).

Bei einer Endometriumhyperplasie mit Atypien empfiehlt die DGGG die definitive Hysterektomie bei abgeschlossener Familienplanung. Sie beruft sich dabei auf eine Rate von 25%, mit der Patientinnen bei Endometriumhyperplasie mit Atypien ein Endometriumkarzinom innerhalb von vier Jahren entwickeln (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015).

1.5.6 Deszensus und Prolaps uteri

Von einem *Descensus uteri* spricht man bei Senkung der Gebärmutter, welche sich bis zu einem vollständigen Prolaps mit Übertreten über den Introitus hinaus entwickeln kann. Anzumerken ist, dass in der englischen Literatur jeglicher Deszensus als „*prolapse*“ bezeichnet wird. Neben einem Tieferreten des Uterus können sich auch Vagina, Rektum, Blase oder Dickdarm absenken. Insgesamt spricht man von einem *Descensus genitalis*. Er äußert sich u.a. durch ein Fremdkörpergefühl und ist häufig mit Inkontinenz assoziiert, wobei längst nicht alle Frauen Symptome angeben. Durch die steigende Lebenserwartung nimmt auch die Häufigkeit dieses Krankheitsbildes zu. Grundsätzlich soll nur ein symptomatischer Deszensus therapiert werden (Baeßler, 2018).

Für die Behandlung des *Descensus uteri* gibt es laut Leitlinien der DGGG derzeit keine Evidenz, die für die Durchführung einer Hysterektomie spricht. So wird eher davon ausgegangen, dass eine Hysterektomie nicht den eigentlichen Defekt behandelt und keinen Vorteil bringt (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015; Neis et al., 2016). Dennoch wurden im Jahr 2012 etwa 28% der Hysterektomien aufgrund eines Uterusprolaps durchgeführt. Methode der Wahl stellt hierbei die vaginale Hysterektomie dar. Anzumerken ist, dass sich bei dieser Angabe mehrere Indikationen überschneiden können, also ggf. nicht der Prolaps allein in 28% indikationsgebend gewesen ist. Als konservative Alternativen stehen der Gebrauch von Pessaren, Physiotherapie sowie die Reduktion von Risikofaktoren wie Adipositas zur Verfügung. Zudem kommen unterschiedliche operative Therapien mit Uteruserhalt zum Einsatz. Zu nennen sind hier die Kolposakropexie sowie die Hysterosakropexie. Wichtig ist jedoch bei Belassen des Uterus der Ausschluss eines Malignoms (Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe, 2015; Maher et al., 2001).

1.6 Intraoperative und postoperative Komplikationen

Art und Häufigkeit der eintretenden Komplikationen während oder nach einer Hysterektomie hängen zum einen mit der gesundheitlichen Konstitution der Patientin zusammen, zum anderen spielen Uterusgröße, Body Mass Index (BMI), Operationsverfahren, die Indikation, Voroperationen (vor allem stattgehabte Beckenchirurgie oder *Sectio caesarea*) sowie die Erfahrung des Operateurs eine entscheidende Rolle (David-Montefiore et al., 2007; Louie et al., 2018).

Intraoperativ sind als chirurgische Komplikationen vor allem intestinale Verletzungen, Blutungen, Beschädigung der Ureteren sowie der Harnblase zu nennen. Zudem kann es bei minimalinvasiven und vaginalen Verfahren zu einem Umstieg (Konversion) zur Laparotomie kommen. Die prospektive FINHYST-Studie aus dem Jahr 2006 erfasste Komplikationen bei n = 5.279 Patientinnen. Hierbei ergab sich eine Komplikationsrate von 19% bei der abdominalen, 15% bei der laparoskopischen und 12% bei der vaginalen Hysterektomie. Zu einem Umstieg kam es bei der vaginalen Hysterektomie in 0,6%, bei der laparoskopischen Hysterektomie in 5,2% (Brummer et al., 2011). Für Deutschland ergab sich in einer Bundesauswertung für das Jahr 2012 (n = 103.000) eine gesamte Komplikationsrate von 5,4%.

Postoperativ stehen vor allem Hämatome, Nachblutungen, Fieber, Infektionen, Wundheilungsstörungen, Darmverschluss und Thrombosen im Vordergrund mit der möglichen Notwendigkeit einer weiteren chirurgischen oder intensivmedizinischen Intervention (Clarke-Pearson and Geller, 2013). In Deutschland kam es im Jahr 2012 bei etwa 4% zum Auftreten mindestens einer postoperativen Komplikation.

2 Fragestellungen

Ziel der Arbeit war es zunächst, das vorliegende Patientenkollektiv aller im Jahr 2002 bis 2020 durchgeführten Hysterektomien hinsichtlich der Übertragbarkeit auf die Allgemeinheit zu überprüfen. Im Weiteren sollten die vaginale, die abdominale sowie die laparoskopische und Roboter-assistierte Hysterektomie unter Berücksichtigung unterschiedlicher Aspekte miteinander verglichen werden.

Hierbei lag das Augenmerk besonders auf der Beantwortung folgender Fragen:

- Wie hat sich die Häufigkeit, mit der die einzelnen Verfahren angewendet wurde im Wandel der Zeit entwickelt?
- Welchen Einfluss auf den Anteil minimalinvasiver Hysterektomien hatte die Einführung der Roboter-assistierten Chirurgie im genannten Zeitraum im Beobachtungszeitraum?
- Gibt es zwischen den einzelnen Hysterektomie-Verfahren Unterschiede hinsichtlich der bestehenden Indikation, Uterusgewicht, Alter und BMI der Patientinnen?
- Wie beeinflusst die Wahl des Hysterektomie-Verfahrens das Outcome der Patientinnen sowie die Operationszeit und Liegezeit? Welche Rolle spielen dabei Alter, BMI und Uterusgewicht?
- Welche Vor- oder Nachteile weist die Roboter-assistierte Hysterektomie gegenüber der laparoskopischen Hysterektomie auf?

3 Material und Methoden

3.1 Studiendesign

Bei der vorliegenden Studie handelt es sich um eine retrospektive Längsschnittstudie mit insgesamt 1939 eingeschlossenen Patientinnen im Alter von 14 bis 90 Jahren über einen Zeitraum von Januar 2002 bis Dezember 2020. Die Studie wurde durch die Ethikkommission der Universität Duisburg-Essen geprüft und genehmigt (Nr. 16-6813-BO).

3.2 Erhebung der Daten

Die Erhebung der Daten erfolgte mittels systematischer Suche in unserem internen Klinikinformationssystem (MEDICO® KIS) unter Eingabe des OPS-Codes 5-683 (Hysterektomie). Zunächst wurden die Daten aller Patientinnen erhoben, die sich in einem Zeitraum von 2002 bis 2020 einer Hysterektomie in der Frauenklinik des Universitätsklinikums Essens unterzogen. Anschließend wurden ausschließlich die Patientinnen mit benigner Indikation in die Studie einbezogen (n = 1939). Die Datensammlung sowie anschließende Auswertung erfolgte mittels SPSS Statistics® Version 27 (IBM). Die Erstellung der Abbildungen erfolgte mittels GraphPadPrism 9.0.

Anhand von Anamnesebögen, Anästhesie- und OP-Protokollen sowie -Berichten, Pathologieberichten, Krankenkurven, Laborergebnisse sowie stationären Entlassbriefen wurden die unten genannten prä- sowie peri- und postoperativen Daten erhoben.

Dabei wurden als präoperative Daten die Indikation zur Hysterektomie, Parität und Graviddität, Alter, Gewicht, Größe, BMI zum Zeitpunkt der Hysterektomie sowie der Hämoglobin-Gehalt (Hb-Gehalt) im Vollblut dokumentiert.

Zudem wurden intraoperative sowie postoperative Komplikationen, Operationszeit, Hospitalisierungsdauer, ein Umstieg von minimalinvasivem zu offenem Operationsverfahren, postoperativer Hb-Gehalt, Uterusgewicht und eine mögliche Salpingektomie oder Adnexektomie sowie ein post- oder intraoperativer Tod der Patientin dokumentiert.

Die postoperativen Komplikationen wurden zur besseren Vergleichbarkeit nach Clavien-Dindo klassifiziert. Die Klassifikation ist in folgender Tabelle (Tab. 3) dargestellt (Dindo et al., 2004):

Tab. 3: Einteilung postoperativer Komplikationen nach Clavien-Dindo *et al*, 2004.

Grad	Art der Komplikation
Grad I	Abweichung vom normalen postoperativen Verlauf ohne Notwendigkeit pharmakologischer Behandlung, chirurgischer, radiologischer oder endoskopischer Intervention. Ausgenommen sind Antiemetika, Antipyretika, Diuretika, Elektrolyte sowie Krankengymnastik
Grad II	Komplikationen, die einer pharmakologischen Behandlung, Bluttransfusionen oder einer parenteralen Ernährung bedürfen
Grad III	Komplikationen mit der Erforderlichkeit einer chirurgischen, endoskopischen oder radiologischen Intervention <ul style="list-style-type: none">– IIIa: in Lokalanästhesie– IIIb: in Allgemeinanästhesie
Grad IV	Lebensbedrohliche Komplikationen (Versagen eines oder mehrerer Organe) mit Erforderlichkeit einer intensivmedizinischen Behandlung
Grad V	Tod des Patienten

3.2.1 Einschlusskriterien

Eingeschlossen wurden alle Patientinnen, die sich einer totalen Hysterektomie im Zeitraum von 2002 bis 2020 in der Frauenklinik des Universitätsklinikums unterzogen und bei denen ausschließlich eine benigne Indikation zur Hysterektomie bestand.

3.2.2 Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen wurden Patientinnen, die eine maligne Indikation aufwiesen. Zudem wurden Patientinnen ausgeschlossen, welche eine suprazervikale Hysterektomie erhalten hatten. Hierunter fielen eine 47-jährige Patientin mit Ovarialzyste links sowie eine 39-jährige Patientin mit Uterus myomatosus aus dem Jahr 2018. Zudem wurde eine weitere Patientin ausgeschlossen, die zwar als hysterektomierte Patientin gelistet war (OPS-Codes 5-683), zu der jedoch sämtliche Arztbriefe und Protokolle nicht vorhanden waren, sodass eine weitere Datenerhebung retrospektiv nicht möglich war.

3.3 Statistische Methoden

Die Auswertung der Daten erfolgte in pseudonymisierter Form. Zur Analyse der erhobenen Daten erfolgte zunächst die Einteilung der Patientinnen (n = 1939) in vier Gruppen nach jeweiligem Operationsverfahren:

- Abdominale Hysterektomie
- Vaginale Hysterektomie
- Konventionelle laparoskopische Hysterektomie (TLH, LAVH)
- Roboter-assistierte Hysterektomie

Zudem erfolgte die Unterteilung in Subgruppen, um eine mögliche Korrelation oder Kausalität weiterer Parameter mit dem jeweilig verwendeten OP-Verfahrens zu untersuchen (Tab. 4). Hierbei wurde zum einen das Alter sowie der BMI zum Zeitpunkt der Hysterektomie, zum anderen die Indikation zur Hysterektomie als maßgebliche Parameter verwendet. Außerdem sollten die Ergebnisse hinsichtlich ihrer Veränderung im Wandel der Zeit untersucht werden. Hierzu erfolgte die Einteilung in Subgruppen nach dem jeweiligen Jahr (2002 bis 2020), in dem die Hysterektomie durchgeführt wurde.

Tab. 4 Untersuchte Subgruppen BMI = Body Mass Index

Alter zum Zeitpunkt der Hysterektomie	
a	unter 50 Jahre
b	50- 75 Jahre
c	über 75 Jahre
BMI zum Zeitpunkt der Hysterektomie	
a	unter 25 kg/m ²
b	25-35 kg/m ²
c	über 35 kg/m ²
Indikation zur Hysterektomie	
a	Uterus myomatosus
b	Blutungsstörungen
	<ul style="list-style-type: none"> – Hypermenorrhoe – Menometrorrhagie – Postmenopausalblutung
c	Prolaps und Descensus uteri
d	benigne Tumoren (Zyst- und Fibroadenome, Fibrome, Ovarialzyste, Brenner-Tumor)
e	weitere benigne Indikationen
	<ul style="list-style-type: none"> – Endometriumhyperplasie, CIN, CIS, persistierender PAP 3 oder 4 – Transsexualität – Geburtskomplikationen (Zervixriss, unstillbare Blutung, Placenta accreta) – Tuboovarialabszess – Zervixpolyp – Ovarialtorsion – angeborene Fehlbildungen
f	Endometriose und Adenomyose
Zeitpunkt der Hysterektomie (2002 bis 2020)	

Grundsätzlich lassen sich Daten hinsichtlich ihres Messniveaus unterscheiden, welches eine zentrale Bedeutung für die statistische Auswertung einnimmt. Man differenziert hier zwischen kategorialen Variablen (nominal und ordinal) und metrischen Variablen. Bei

nominalen Daten handelt es sich um rein qualitative Merkmalsausprägungen ohne eine natürliche Rangfolge. Beispiele sind das Geschlecht oder der Familienstand. Im Gegensatz dazu weisen ordinale Daten eine natürliche Rangfolge auf, informieren jedoch nicht über die Größe der Differenzen zwischen den Ausprägungen. Als Beispiel sind hier die visuelle Analogskala oder die Einteilung der postoperativen Komplikationen nach Clavien-Dindo zu nennen. Bei metrischen Variablen sind hingegen die Abstände definiert (Intervallskala) oder es ist zusätzlich ein Nullpunkt definiert (Verhältnisskala). Beispiele hierfür sind Hospitalisierungsdauer, Alter, Gewicht, der Blutverlust oder Schnitt-Naht-Zeit.

In der vorliegenden Arbeit wurde im Rahmen der deskriptiven Statistik die Verteilung der metrischen Daten hinsichtlich der Lagemaße (Mittelwert) sowie der Streumaße (Standardabweichung, Varianz) untersucht und die Mittelwerte miteinander verglichen. Zwischen den Gruppen unterschiedlicher Hysterektomie-Verfahren wurden die Mittelwerte der Grundgesamtheit mittels Kruskal-Wallis-Test für unabhängige Stichproben ermittelt. Das Konfidenzintervall lag bei 95%; Ergebnisse mit einem p-Wert $< 0,05$ wurden als signifikant angesehen.

Die nominal sowie ordinal verteilten Daten wurden hinsichtlich der Häufigkeit sowie Prozentwerte analysiert und Kreuztabellen erstellt. Die graphische Darstellung erfolgte als Balkendiagramme bzw. als gruppierte Balkendiagramme. Zur Überprüfung eines Zusammenhangs zwischen den kategorischen Variablen wurde der Chi-Quadrat-Test verwendet. Hierbei wird untersucht, ob die in der Stichprobe beobachtete Häufigkeit signifikant von der erwarteten Häufigkeit abweicht.

4 Ergebnisse

4.1 Beschreibung des Kollektivs

Insgesamt wurden über einen Zeitraum von Januar 2002 bis Dezember 2020 $n = 1939$ Patientinnen in die Studie eingeschlossen, die sich aufgrund einer benignen Indikation einer totalen Hysterektomie in der Frauenklinik der Universitätsmedizin Essen unterzogen.

Das durchschnittliche Alter der Patientinnen ($n = 1939$) zum Zeitpunkt der Hysterektomie lag bei $49,6 \pm 10,8$ Jahren mit einer Spannweite von 14 – 90 Jahren (Abb. 3). Der durchschnittliche BMI konnte aufgrund nicht vorhandener Dokumentation nur für eine Grundgesamtheit von $n = 1241$ Patientinnen bestimmt werden. Er lag mit einem Minimum von $14,7 \text{ kg/m}^2$ und einem Maximum von $66,4 \text{ kg/m}^2$ im Mittel bei $24,4 \pm 6,9 \text{ kg/m}^2$.

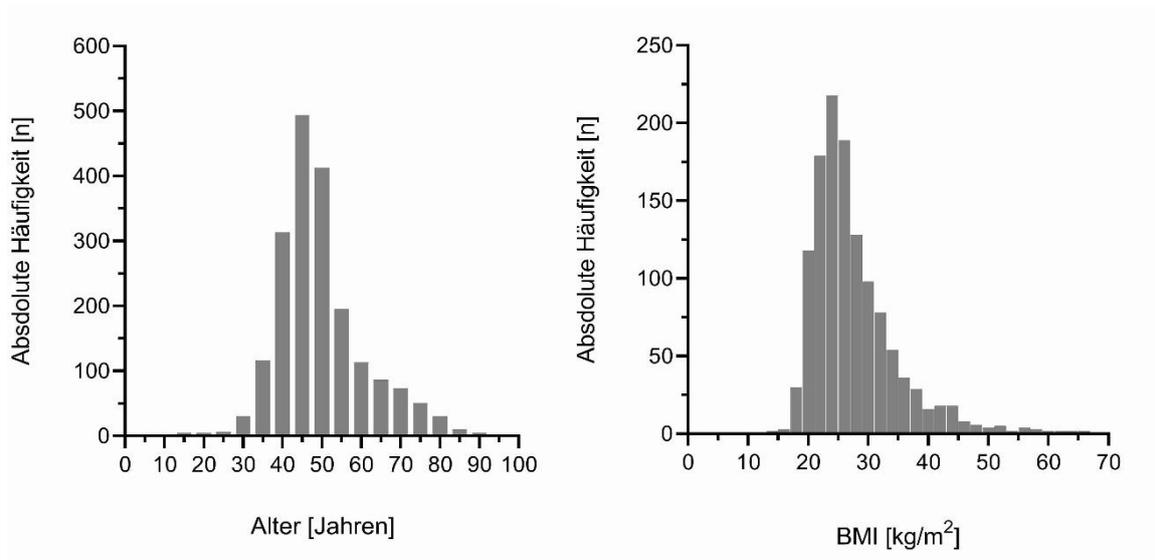


Abb. 3 Verteilung von Alter und BMI Histogramme zur Verteilung des Alters ($n = 1939$) sowie des Body-Mass-Index ($n = 1245$) im Gesamtkollektiv. BMI = Body Mass Index

Zur weiteren Betrachtung wurden die Patientinnen in drei Alters- sowie BMI-Gruppen eingeteilt. Die größte Altersgruppe machten dabei die unter 50-jährigen Patientinnen mit einem Anteil von 59,2% aus (Abb. 4). Die 50-75-Jährigen machten 38,0% des Gesamtkollektivs aus und die über 75-Jährigen waren mit 2,8% repräsentiert.

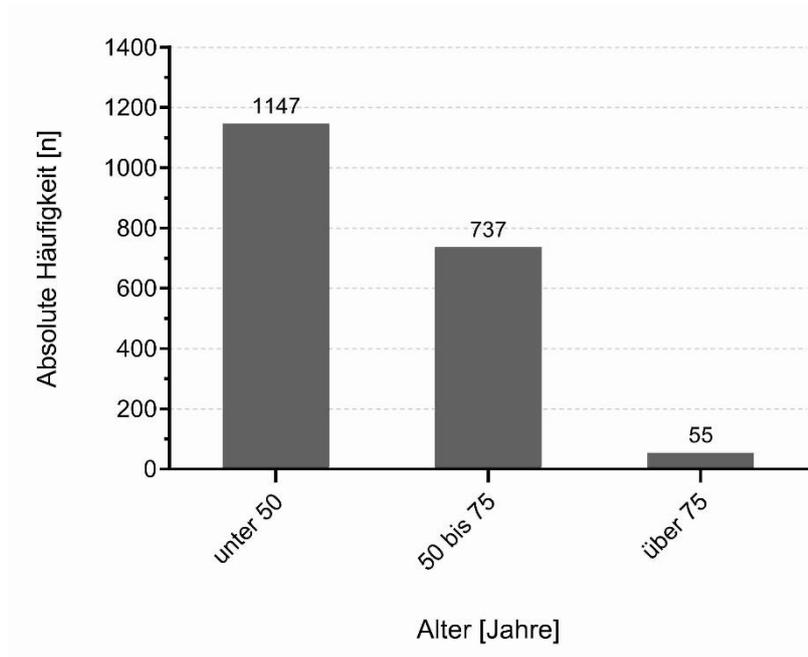


Abb. 4 Altersverteilung der Patientinnen des Gesamtkollektivs (n= 1939) nach Einteilung in drei Altersgruppen.

Die größte BMI-Gruppe machten die Patientinnen mit einem BMI von unter 25 kg/m² mit einem Anteil von 45% aus. Die kleinste Gruppe von 12% stellten die Patientinnen mit einem BMI über 35 kg/m² dar (Abb. 5).

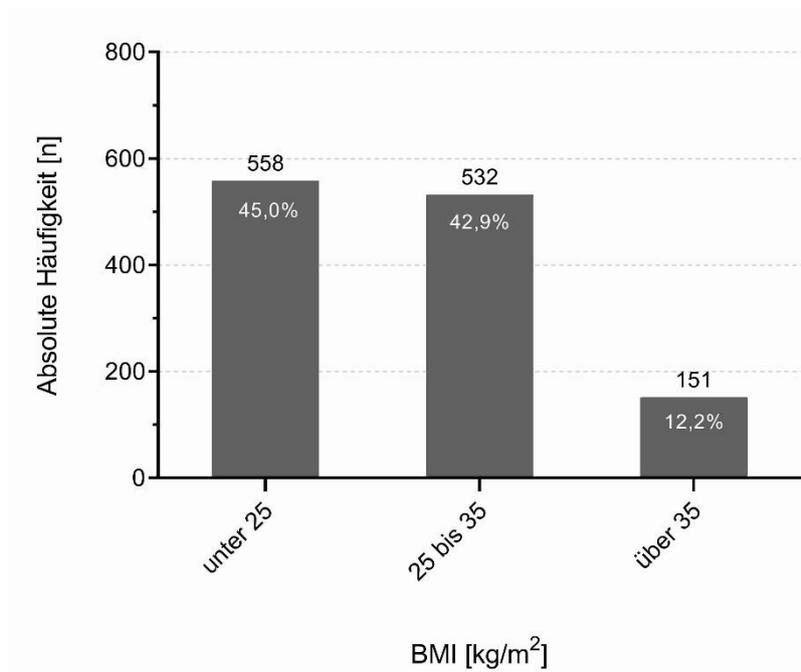


Abb. 5: Body Mass Index Häufigkeit des vorkommendes Body Mass Index in kg/m² für n = 1241 Patientinnen des Gesamtkollektivs nach in 3 Subgruppen. BMI = Body Mass Index

Zudem wurden die Patientinnen hinsichtlich der Parität sowie Gravidität untersucht. Im Gesamtkollektiv lag die Anzahl der Nulligravidae bei 20,4% (n = 266). Der Anteil der Nulliparae lag bei 24,9%. Mit 53,6% hat der Großteil der Patientinnen (n= 700) ein oder zwei Kinder zur Welt gebracht.

4.2 Indikationen

Häufigste Indikation insgesamt war mit 56,3% (n = 1092) der Uterus myomatosus gefolgt vom Uterusprolaps (12,3%). Seltener waren Blutungsstörungen (8,8%), Endometriose (4,6%) und benigne Tumoren (4,3%) indikationsgebend. Andere benigne Ursachen, wie Endometriumhyperplasie oder CIN machten 12,3% aus (Abb. 6).

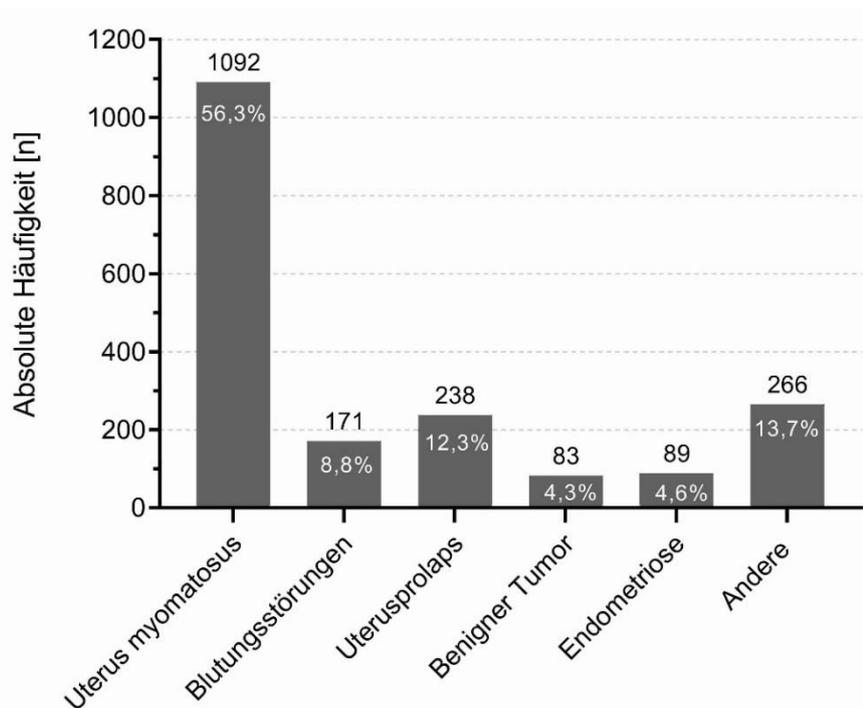


Abb. 6: Benigne Indikationen Absolute Häufigkeiten der benignen Indikationen (dargestellt auf der X-Achse) für eine totale Hysterektomie für n = 1939 Patientinnen. Innerhalb der Balken ist die relative Häufigkeit [%] in weißer Schrift dargestellt.

Betrachtet man die Indikationen hinsichtlich des durchgeführten OP-Verfahrens so ist zu erkennen, dass mit einem Anteil von 45,1% bei einem Uterus myomatosus sowie mit einem Anteil von 44,94% bei Endometriose vor allem die Roboter-assistierte Hysterektomie zur Anwendung kam (Tab. 5). Am seltensten wurde bei dieser Indikation die vagi-

nale Hysterektomie angewendet. Auch bei Blutungsstörungen wurde mit 40,35% vor allem die Roboter-assistierte Hysterektomie durchgeführt. Bei einem Deszensus hingegen wurde mit einem Anteil von 73,5% hauptsächlich der vaginale Zugangsweg gewählt. Bei gutartigen Tumoren wurde mit 66,3% am häufigsten eine abdominale Hysterektomie durchgeführt.

Tab. 5 Benigne Indikationen nach OP-Verfahren Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeiten der benignen Indikationen aufgetragen gegen das angewendete operative Hysterektomie-Verfahren. HE = Hysterektomie; LSK = konventionelle Laparoskopie

Indikation	Abdominale HE	Vaginale HE	LSK-HE	Roboter-assistierte HE
Uterus myomatosus	21,15% (231/1092)	10,90% (119/1092)	22,90% (250/1092)	45,05% (492/1092)
Blutungsstörung	13,45% (23/171)	16,37% (28/171)	29,82% (51/171)	40,35% (69/171)
Deszensus	5,46% (13/238)	73,53% (175/238)	5,88% (14/238)	15,13% (36/238)
gutartiger Tumor	66,27% (55/83)	2,41% (31/83)	12,05% (53/83)	19,28% (118/83)
andere gutartige Diagnosen	24,06% (17/266)	11,65% (12/266)	19,92% (20/266)	44,36% (118/266)
Endometriose	19,10% (17/89)	13,48% (12/89)	22,47% (20/89)	44,94% (40/89)

Bei Betrachtung des Alters zeigte sich, dass die Patientinnen mit einem Deszensus mit einem Alter von $63,2 \pm 12$ signifikant älter waren als Patientinnen mit anderen benignen Diagnosen ($p < 0,001$; Abb. 7). Am jüngsten waren die Patientinnen im Mittel bei Endometriose ($44,3 \pm 9$) sowie Blutungsstörungen ($44,8 \pm 7$). Auch im Vergleich zu Patientinnen mit gutartigen Tumoren sowie einem Uterus myomatosus war dieser Unterschied statistisch signifikant ($p < 0,001$).

4.3 Operationsverfahren

Die Gesamtzahl der Hysterektomien aufgrund einer benignen Indikation lag im Jahr 2002 bei $n = 74$ und erreichte im Jahr 2011 ein Maximum von $n = 152$ pro Jahr. Am Ende des Beobachtungszeitraums im Jahr 2020 lag die Anzahl bei 69 Hysterektomien pro Jahr (Abb. 8).

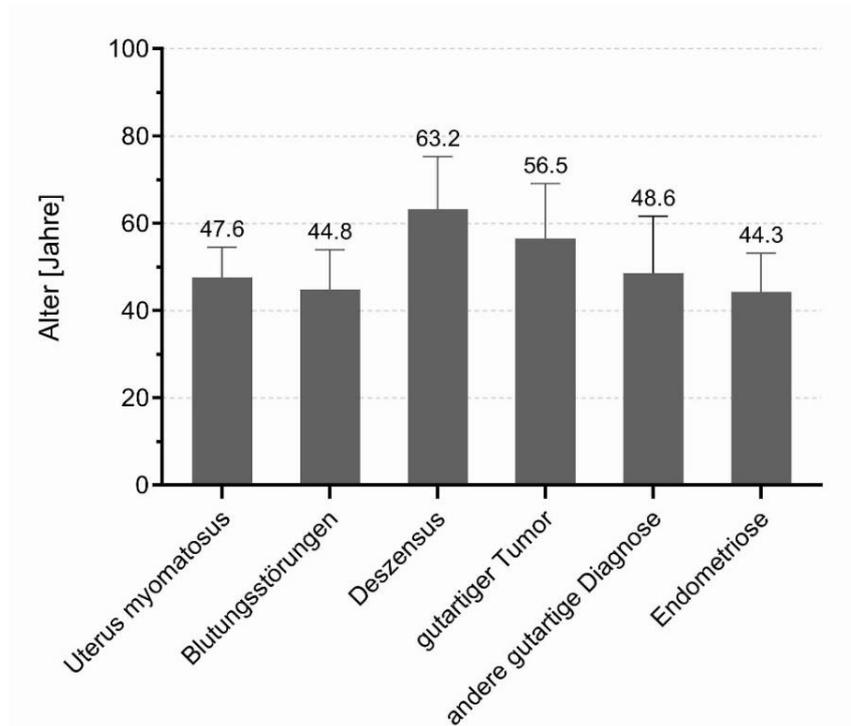


Abb. 7 Alter nach Indikation Durchschnittliches Alter für n = 1939 Patientinnen zum Zeitpunkt der Hysterektomie aufgrund der jeweiligen benigne Indikation (X-Achse). Aufgetragen sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

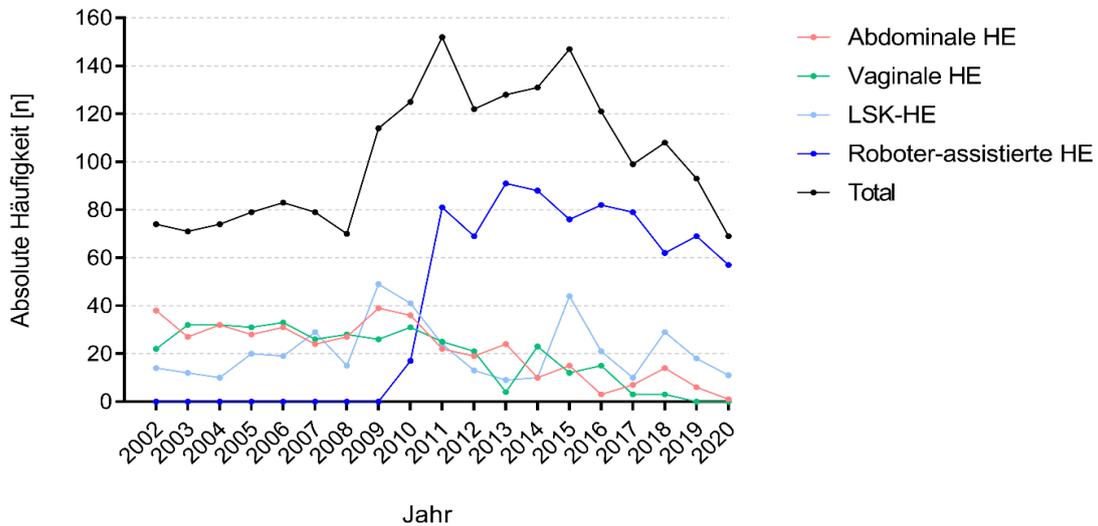


Abb. 8 Hysterektomie-Verfahren im Verlauf Absolute Häufigkeiten der Hysterektomie-Verfahren aufgetragen gegen den Beobachtungszeitraum 2002 bis 2020 auf der X-Achse für n = 1939 Patientinnen sowie die Gesamtzahl der durchgeführten Hysterektomien bei benigner Diagnose (Total). LSK = Konventionelle Laparoskopie. HE = Hysterektomie

Häufigstes operatives Verfahren insgesamt war die Roboter-assistierte Hysterektomie mit $n = 771$ Fällen (39,8%; Abb. 9). Abdominale (20,8%), vaginale (18,9%) sowie konventionelle Hysterektomie (20,5 %) zeigten hier über den gesamten Zeitraum gemittelt ähnliche Häufigkeiten. Insgesamt wurden also 60,3 % der Hysterektomien (1168 von 1938 Fällen) minimalinvasiv durchgeführt.

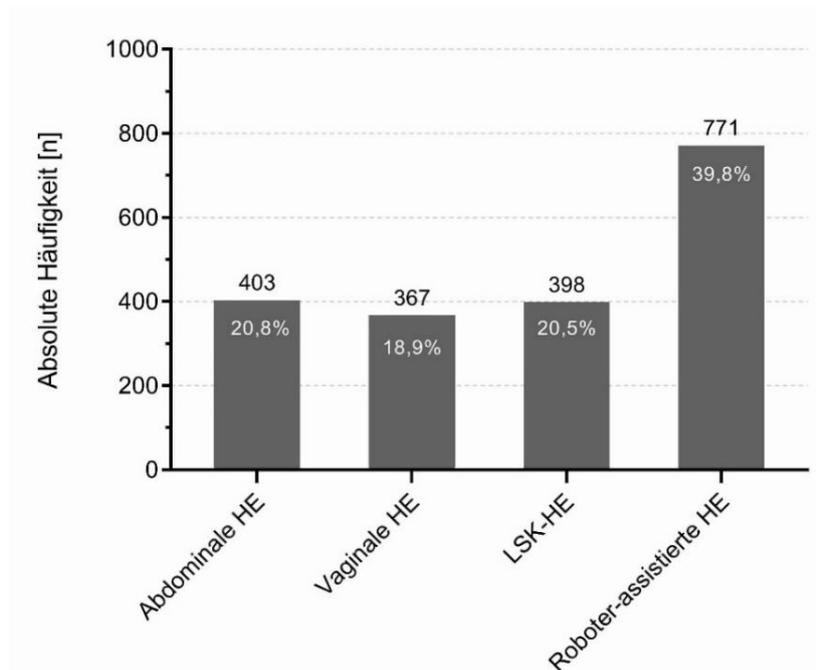


Abb. 9 Absolute Häufigkeiten der Hysterektomie-Verfahren für $n = 1939$ Patientinnen bei benigner Diagnose dargestellt nach dem jeweiligen angewendeten operativen Verfahren auf der X-Achse. Innerhalb der Balken ist die relative Häufigkeit [%] in weißer Schrift dargestellt. LSK = Konventionelle Laparoskopie. HE = Hysterektomie.

Im zeitlichen Verlauf betrachtet, zeigte sich von 2002 bis 2020 eine relative Abnahme der abdominalen Hysterektomie von 51,5% im Jahr 2002 bis auf 1,4% im Jahr 2020. Der Anteil der vaginalen Hysterektomien verringerte sich im Verlauf von 29,7% im Jahr 2002 auf 0% im Jahr 2020 (Abb. 10). Dahingegen nahm der Anteil der minimalinvasiv durchgeführten Hysterektomien von 18,9% im Jahr 2002 auf 98,6% im Jahr 2020 zu. Dabei ist zu beobachten, dass der Anteil der konventionell laparoskopischen Hysterektomie über den Beobachtungszeitraum nahezu stabil blieb und von 18,9% im Jahr 2002 bis zu 15,9% im Jahr 2020 reichte. Ein deutlicher Anstieg der prozentualen Häufigkeit war lediglich in den Jahren 2007 mit 36,7% sowie 2009 (43,0%) und 2010 (32,8%) zu verzeichnen. Im

Vergleich dazu konnte eine deutliche Zunahme der Roboter-assistierte Hysterektomien ab der Einführung des daVinci®-Systems im Jahr 2010 beobachtet werden. So lag der Anteil im Jahr 2010 bei 13,6%. Im Jahr 2011, in welchem das daVinci®-System zum ersten Mal über alle 12 Monate zur Verfügung stand, lag der Anteil bereits bei 53,3% und stieg bis 2020 auf ein Maximum von 82,6% an.

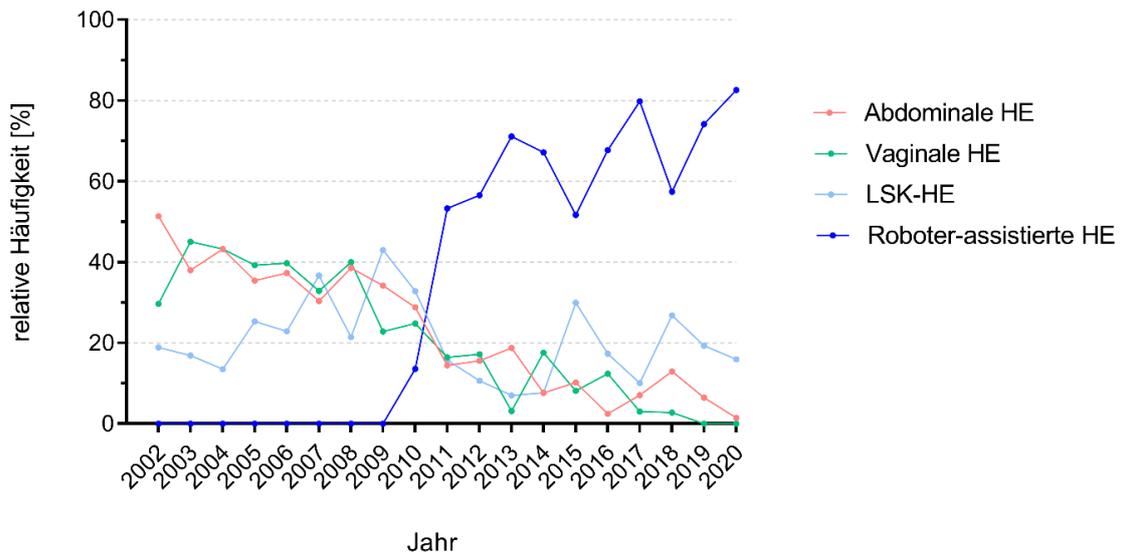


Abb. 10 Hysterektomie-Verfahren im Verlauf Relative Häufigkeiten der Hysterektomie-Verfahren dargestellt über den Beobachtungszeitraum 2002 bis 2020 auf der X-Achse für n = 1939 Patientinnen bei benigner Diagnose. LSK = Konventionelle Laparoskopie. HE = Hysterektomie

4.4 Liegedauer

Die Liegedauer betrug für n = 1939 Patientinnen im Mittel $6,7 \pm 4,7$ Tage mit einer Spannweite von 0 bis 65 Tagen. Ungeachtet des verwendeten Operationsverfahrens konnte eine signifikante Abnahme der Liegedauer über den Beobachtungszeitraum verzeichnen werden (Abb. 11). So befanden sich die Patientinnen im Jahr 2002 für 10,7 Tage unter stationärer Überwachung; im Jahr 2020 hingegen für 4,5 Tage ($p = 0,012$).

Hinsichtlich des operativen Verfahrens konnte eine signifikant geringere Liegedauer für sowohl die laparoskopische als auch die Roboter-assistierte Hysterektomie gegenüber der vaginalen sowie abdominalen Hysterektomie beobachtet werden (Abb. 12; $p < 0,001$). Zudem wies die vaginale Hysterektomie mit einer Liegedauer von 7,6 Tagen eine ebenfalls signifikant niedrigere Liegedauer als die abdominale Hysterektomie mit 10,6 Tagen auf ($p < 0,001$).

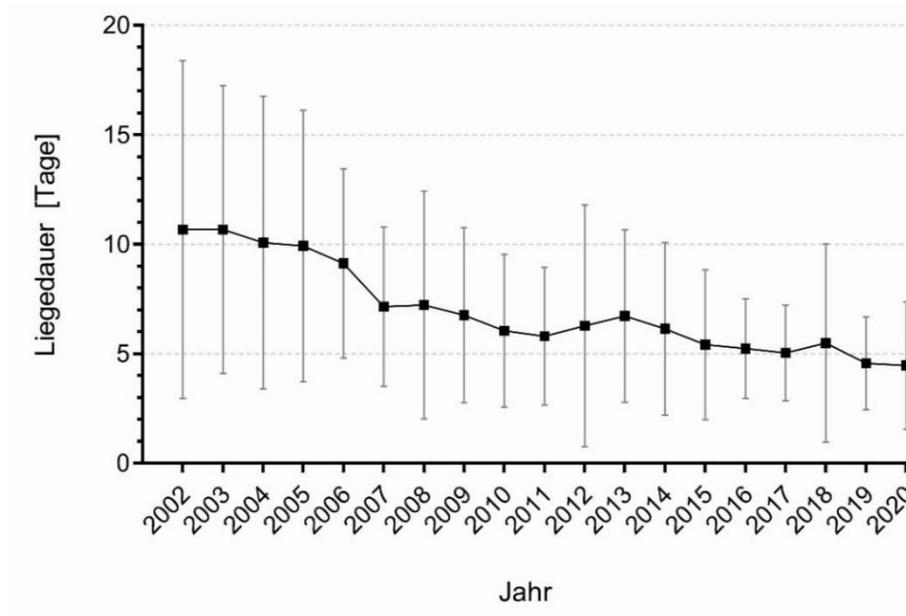


Abb. 11 Liegedauer im Verlauf Liegedauer in Tagen für n = 1939 hysterektomierte Patientinnen dargestellt über den Beobachtungszeitraum 2002 bis 2020 auf der X-Achse. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

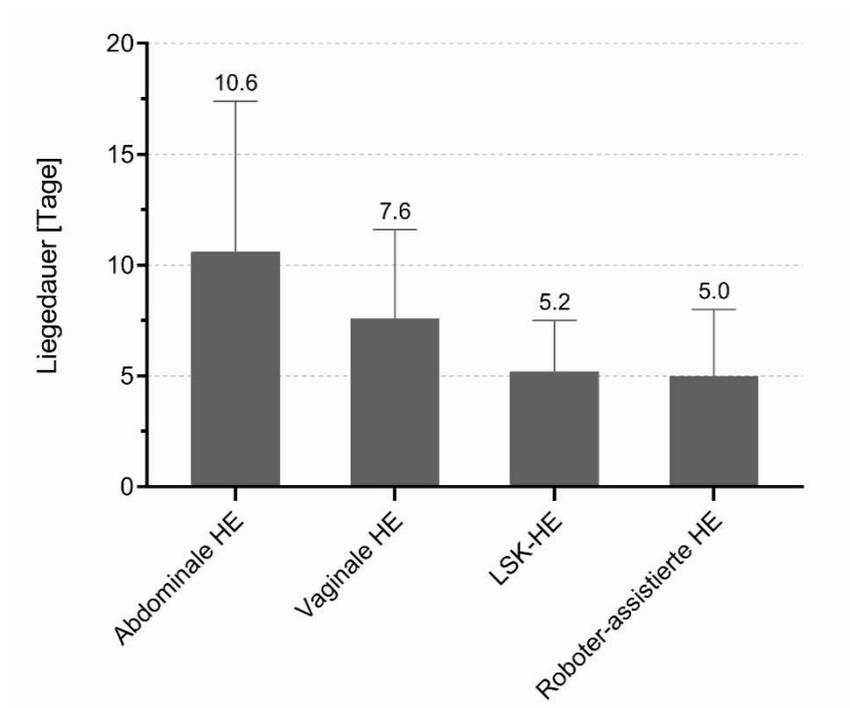


Abb. 12 Liegedauer nach OP-Verfahren Durchschnittliche Liegedauer in Tagen für n = 1939 hysterektomierte Patientinnen dargestellt nach dem jeweiligen angewendeten operativen Verfahren auf der X-Achse. HE = Hysterektomie, LSK = Konventionelle Laparoskopie. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

Über den Beobachtungszeitraum betrachtet ist zu erkennen, dass die Liegedauer für die abdominale Hysterektomie nahezu durchgehend oberhalb der Liegedauer für andere Hysterektomie-Verfahren lag (Abb. 13). So zeigt sich im Jahr 2002 eine durchschnittliche Liegedauer von $12,12 \pm 10$ Tagen im Vergleich zu $9,9 \pm 4$ Tagen bei der vaginalen sowie $7,9 \pm 3$ Tagen bei der laparoskopischen Hysterektomie. Auch mit Einführung der Roboter-assistierten Chirurgie im Jahr 2010 ist die Liegedauer für die abdominale Hysterektomie länger als für die anderen Verfahren. Zu beobachten ist außerdem, dass die Liegedauer für die vaginale Hysterektomie durchgängig über der Liegedauer für minimalinvasive Verfahren liegt.

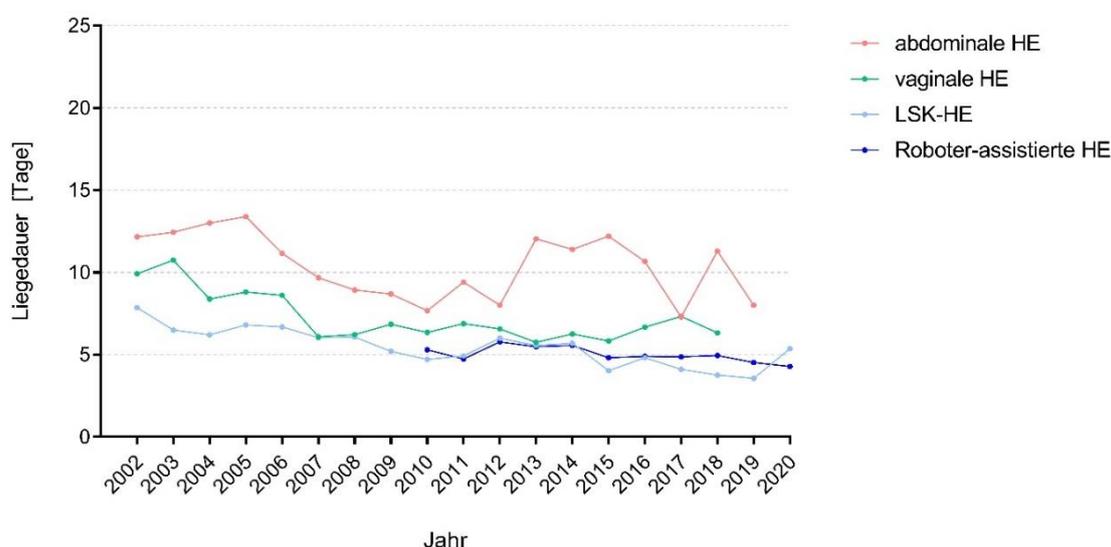


Abb. 13 Liegedauer im Zeitverlauf Durchschnittliche Liegedauer für $n = 1939$ hysterektomierte Patientinnen dargestellt im zeitlichen Verlauf auf der X-Achse. Die Roboter-assistierte Hysterektomie wurde erst mit dem Jahr 2010 eingeführt. Dargestellt sind zur besseren Übersicht lediglich die Mittelwerte. Für die vaginale sowie die abdominale Hysterektomie konnten aufgrund zu kleiner Fallzahlen ($n = 1$ oder $n = 0$) am Ende des Beobachtungszeitraums keine Mittelwerte berechnet werden. Genaue Werte und Standardabweichungen können der Tabelle im Anhang entnommen werden. HE = Hysterektomie; LSK = konventionelle Laparoskopie

Auch hinsichtlich der vorliegenden Indikation zeigten sich signifikante Unterschiede bezüglich der Liegedauer. So zeigte sich für die Endometriose ($6,8 \pm 5$ Tage) sowie den Uterus myomatosus ($6,0 \pm 3$ Tage) eine signifikant geringere Liegedauer gegenüber dem Deszensus ($8,1 \pm 6$) und anderen gutartigen Tumoren ($10,5 \pm 7$ Tage; $p < 0,001$; Abb. 14).

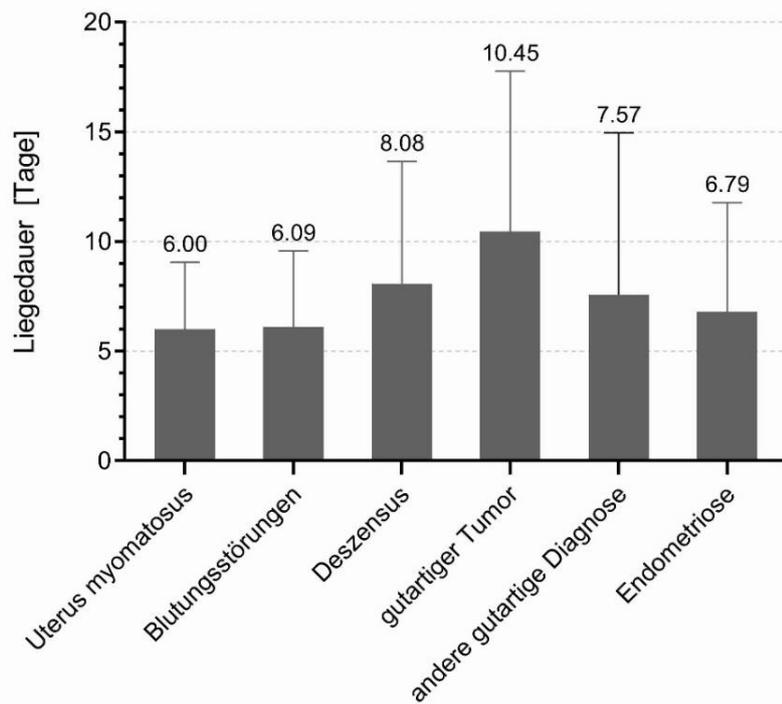


Abb. 14 Liegedauer nach Indikation Durchschnittliche Liegedauer für n = 1939 hysterektomierte Patientinnen dargestellt nach der jeweiligen benignen Indikation auf der X-Achse. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

4.5 Adnexentnahme

Bei 5,7% der Patientinnen wurde simultan zur Hysterektomie eine einseitige Adnexektomie vorgenommen. Eine beidseitige Adnexektomie erfolgte in 25,9% der Fälle (Tab. 6). Betrachtet man die einzelnen operativen Verfahren ergibt sich die höchste Rate an Adnexektomien sowohl einseitig (9,7%) als auch beidseitig (35,5%) für den abdominalen Zugangsweg. Die niedrigste Rate ist mit 3,4% und 13,4% jeweils bei der vaginalen Hysterektomie zu beobachten.

Tab. 6 Adnexektomierate Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeiten für eine Adnexektomie aufgetragen gegen das angewendete operative Verfahren. HE = Hysterektomie; LSK = konventionelle Laparoskopie

	Abdominale HE	Vaginale HE	LSK-HE	Roboter-assistierte HE
einseitig	9,7% (37/383)	3,4% (12/352)	4,9% (19/388)	5,3% (40/771)
beidseits	35,5% (136/383)	13,4% (47/352)	24,5% (95/388)	27,4% (211/771)
ohne	54,8% (210/383)	83,0% (292/352)	70,1% (272/388)	67,3% (519/771)

4.6 Uterusgewicht

Das mittlere Uterusgewicht wurde für $n = 1620$ Patientinnen dokumentiert und lag im Mittel bei $312,3 \pm 1409$ g. Dabei wog der schwerste Uterus 54.800 g, wohingegen der leichteste Uterus ein Gewicht von 10 g aufwies. Hinsichtlich des Operationsverfahrens zeigte sich mit $686,1 \pm 3129,0$ g das signifikant höchste Uterusgewicht bei den Patientinnen, die eine abdominelle Hysterektomie erhalten hatten ($p < 0,001$; Abb. 15). Hierunter fiel auch der mit 54.800 g schwerste Uterus einer 56-jährigen Patientin, die aufgrund eines Uterus myomatosus hysterektomiert wurde. Dieser stellt nach unserer Kenntnis den schwersten Uterus myomatosus dar, welcher in der wissenschaftlichen Literatur bei einer lebenden Patientin berichtet wurde. Das niedrigste mittlere Uterusgewicht fand sich mit $112,4 \pm 90$ g bei den vaginalen Hysterektomien. Auch dieser Unterschied war gegenüber den anderen OP-Verfahren mit einem p-Wert von $<0,001$ statistisch signifikant. Für die laparoskopische und Roboter-assistierte Hysterektomie fand sich ein mittleres Uterusgewicht von $198,5 \pm 188$ und $289,1 \pm 381$ g, wobei der Unterscheid mit einem p-Wert $< 0,001$ ebenfalls signifikant war.

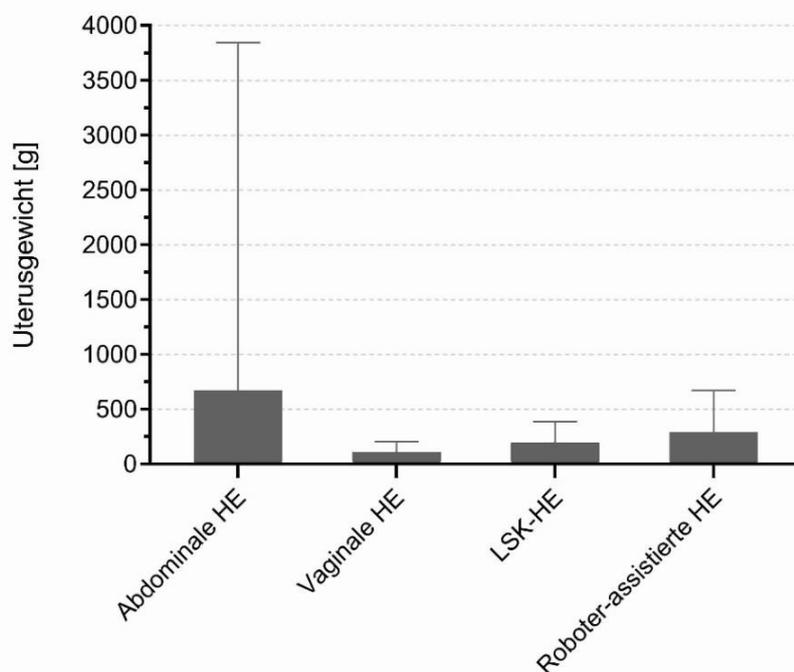


Abb. 15 Uterusgewicht nach OP-Verfahren Durchschnittliches Uterusgewicht für $n = 1620$ hysterektomierte Patientinnen dargestellt nach dem jeweiligen angewendeten operativen Verfahren auf der X-Achse. HE = Hysterektomie, LSK = Konventionelle Laparoskopie. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

Hinsichtlich der Indikation zeigte sich das höchste mittlere Uterusgewicht mit $435,0 \pm 1842$ g für den Uterus myomatosus (Abb. 16). Das niedrigste Gewicht fand sich mit $71,8 \pm 51$ g bei Patientinnen, die aufgrund eines Deszensus hysterektomiert wurden. Die Unterschiede waren jeweils mit einem p-Wert von $< 0,001$ signifikant.

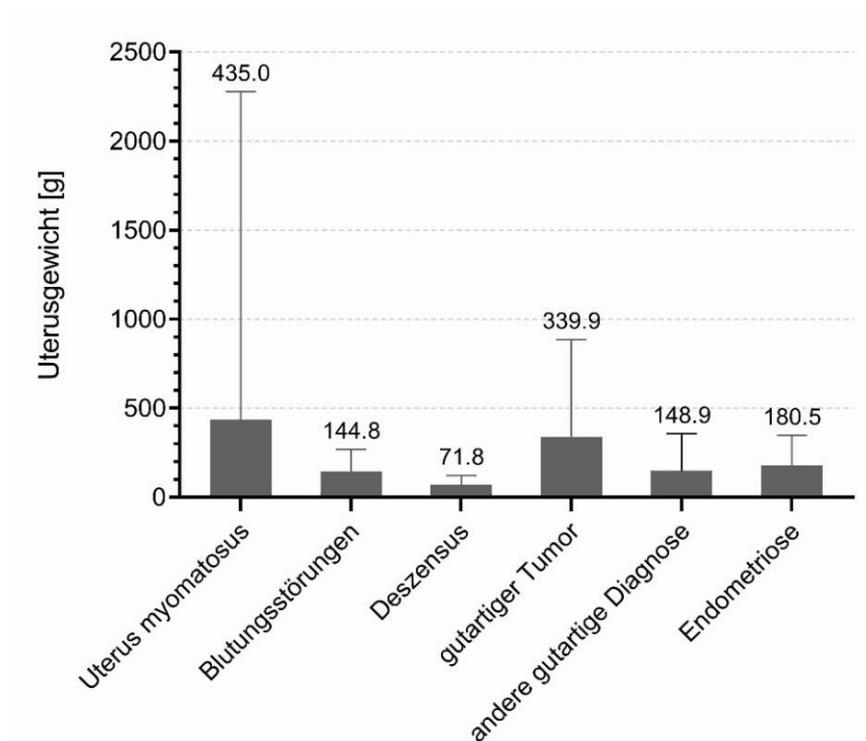


Abb. 16 Uterusgewicht nach Indikation Durchschnittliches Uterusgewicht für $n = 1620$ hysterektomierte Patientinnen dargestellt nach der jeweiligen Indikation zur Hysterektomie auf der X-Achse. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

4.7 Schnitt-Naht-Zeit

Die Schnitt-Naht-Zeit konnte für $n = 1809$ Fälle erhoben werden. Mit $134,2 \pm 67,8$ min war die Schnitt-Naht-Zeit bei der Roboter-assistierten Hysterektomie am längsten (Abb. 17). Der Unterschied war mit einem p-Wert von $< 0,001$ statistisch signifikant im Vergleich zur laparoskopischen ($117,2 \pm 54,4$ min) sowie vaginalen Hysterektomie ($96,2 \pm 53,8$ min) jedoch nicht im Vergleich zum abdominalen Zugangsweg ($123,5 \pm 56,6$ min). Die kürzeste Schnitt-Naht-Zeit ergab sich für die vaginale Hysterektomie. Der Unterschied war im Vergleich zu allen Operationsmethoden signifikant ($p < 0,001$).

Im Verlauf ergab sich insgesamt ein Anstieg der Schnitt-Naht-Zeit von $109,10 \pm 45,7$ min im Jahr 2002 bis hin zu $150,38 \pm 92,9$ min im Jahr 2020. Ein maximaler Wert ergab sich im Jahr 2017 mit $157,82 \pm 91,1$ min (Abb. 18).

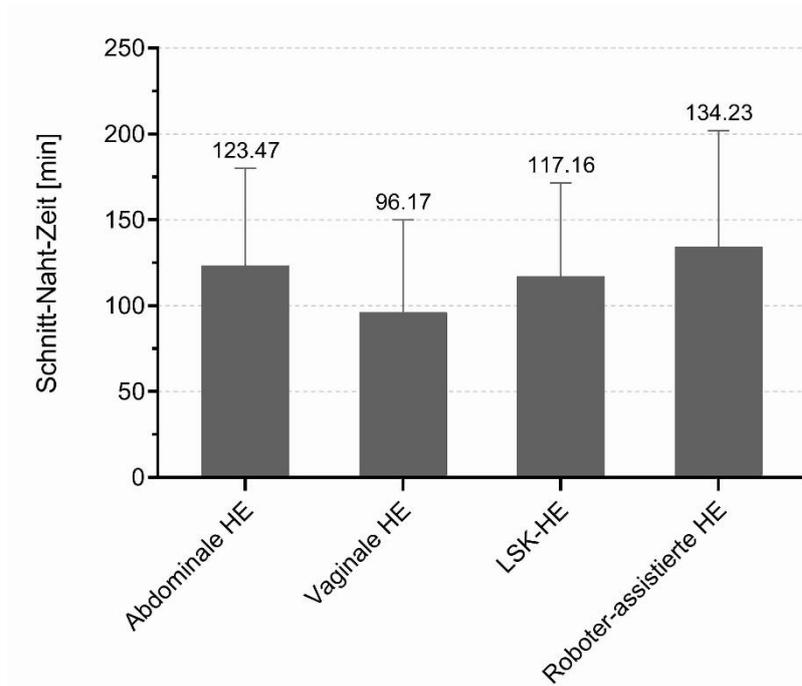


Abb. 17 Schnitt-Naht-Zeit nach OP-Verfahren Durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit in Minuten für n = 1809 hysterektomierte Patientinnen dargestellt nach dem jeweiligen angewendeten operativen Verfahren auf der X-Achse. HE = Hysterektomie; LSK = Konventionelle Laparoskopie. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

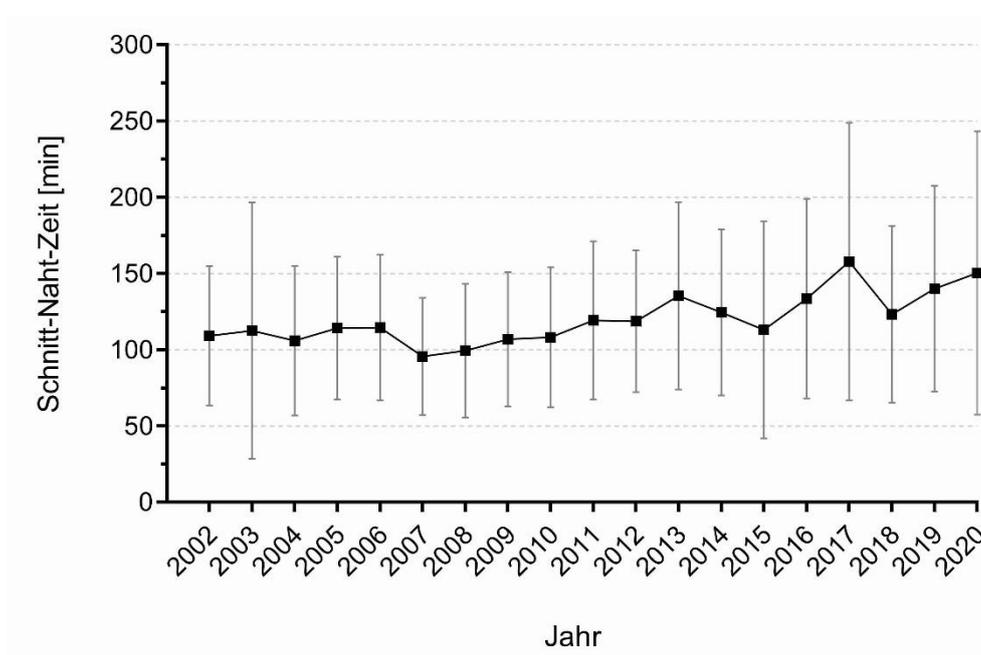


Abb. 18 Schnitt-Naht-Zeit im Verlauf Durchschnittliche Schnitt-Naht-Zeit in Minuten für n = 1809 hysterektomierte Patientinnen aufgetragen gegen den Beobachtungszeitraum von 2002 bis 2020 auf der X-Achse. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

4.8 Abfall der Hämoglobin-Konzentration

Der Abfall der Hb-Konzentration zwischen prä- und postoperativer Messung lag insgesamt bei 0,68 g/dL und war mit $1,57 \pm 1,9$ g/dL bei der abdominalen HE am höchsten. Im Vergleich zu einem Abfall der Hb-Konzentration um $1,35 \pm 1,8$ g/dL bei der vaginalen HE ergab sich hier kein signifikanter Unterschied.

Bei den minimalinvasiven Verfahren kam es hingegen zu einem Anstieg der Hb-Konzentration postoperativ. Der Unterschied war gegenüber der vaginalen sowie der abdominalen HE mit einem p-Wert von $< 0,001$ signifikant (Abb. 19).

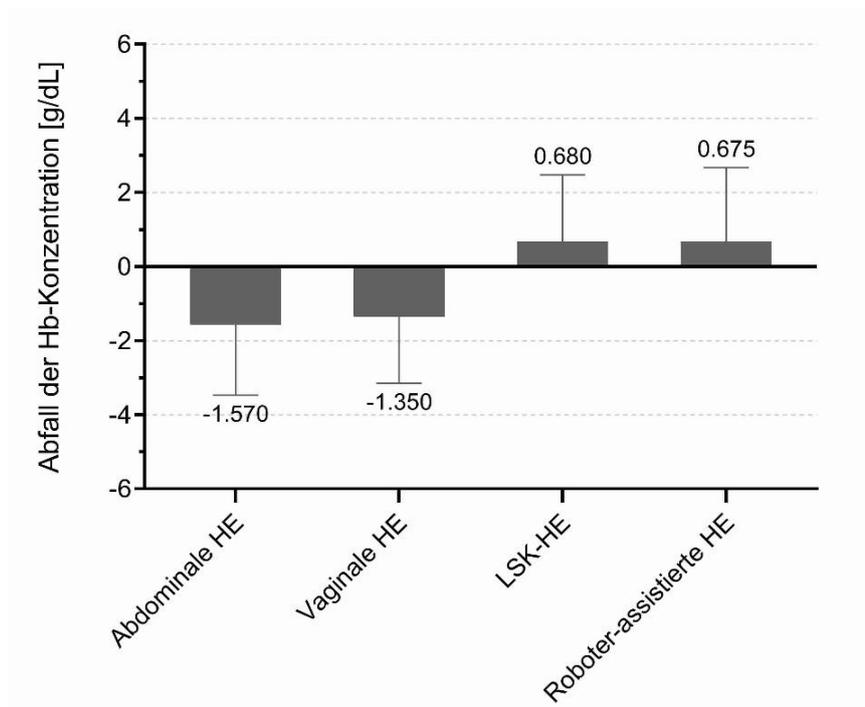


Abb. 19 Hämoglobin-Abfall Durchschnittlicher Abfall der Hämoglobin-Konzentration in g/dL nach prä- und postoperativer Blutentnahme für $n = 1939$ hysterektomierte Patientinnen dargestellt nach dem jeweiligen angewendeten operativen Verfahren auf der X-Achse. HE = Hysterektomie, LSK = Konventionelle Laparoskopie. Hb = Hämoglobin-Wert [g/dL]. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

4.9 Komplikationen

4.9.1 Intraoperative Komplikationen

Insgesamt kam es in 38 Fällen (2,0%) zu intraoperativen Komplikationen. Hinsichtlich des Operationsverfahrens ließ sich kein signifikanter Unterschied feststellen (Tab. 7).

Tab. 7 Komplikationsraten nach OP-Verfahren Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeiten für intra- und postoperative Komplikationen aufgetragen gegen das angewendete operative Verfahren. HE = Hysterektomie; LSK = konventionelle Laparoskopie; intraOP = intraoperative Komplikationen; postOP = postoperative Komplikationen

	Abdominale HE	Vaginale HE	LSK-HE	Roboter-assistierte HE	p
intraOP	2,5 % (10/393)	1,4% (5/362)	2,3% (9/389)	1,8% (14/757)	n.s.
postOP	24,1% (94/403)	13,1% (48/367)	8,8% (35/398)	8,6% (66/771)	< 0,001

4.9.2 Postoperative Komplikationen

Postoperative Komplikationen konnten in 246 Fällen (12,7%) beobachtet werden. Hierunter fielen am häufigsten Hämatome (21,4%) und Infektionen (19,5%). Am seltensten kam es mit 1,2% zu Thrombosen oder Embolien (Tab. 8). Hinsichtlich der unterschiedlichen Operationsverfahren kam es nach einer abdominalen Hysterektomie in 24,1% zu postoperativen Komplikationen (Tab. 7). Bei der konventionellen laparoskopischen Hysterektomie (8,8%) sowie Roboter-assistierte Chirurgie (8,6%) waren die Komplikationsraten mit einem p-Wert < 0,001 signifikant niedriger. Bei der vaginalen Hysterektomie war eine Komplikationsrate von 13,1% zu verzeichnen.

Tab. 8 Komplikationen nach OP-Verfahren Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeiten für postoperative Komplikationen aufgetragen gegen das angewendete operative Verfahren. HE = Hysterektomie; LSK = konventionelle Laparoskopie

Komplikation	Abdominale HE	Vaginale HE	LSK-HE	Roboter-assistierte HE	n
Hämatom	21,3% (20/94)	20,8% (10/48)	8,6% (3/35)	28,8% (19/66)	52
Nachblutung	11,7% (11/94)	10,4% (5/48)	17,1% (6/35)	6,1% (4/66)	26
Infektion	20,3% (19/94)	22,9% (11/48)	14,3% (5/35)	19,7% (13/66)	48
Wunddehiszenz	9,6% (9/94)	0% (0/48)	8,6% (3/35)	4,5% (3/66)	15
Nervenläsion	6,4% (6/94)	0% (0/48)	8,6% (3/35)	3,0% (2/66)	11
Hartrakt	7,4% (7/94)	17,1% (8/48)	8,6% (3/35)	6,1% (4/66)	22
Thrombose/ Embolie	2,1% (2/94)	2,1% (1/48)	0,0% (0/35)	0,0% (0/66)	3
andere	26,6% (25/94)	25,0% (12/48)	2,9% (10/35)	28,8% (19/66)	66

In 37,1% (93/246) handelte es sich bei den postoperativen Komplikationen um Grad I-Komplikationen nach Clavien-Dindo (vergleiche Tab. 3 in Material und Methoden) sowie in weiteren 34,7% (87/246) um Grad II-Komplikationen (Abb. 20). Insgesamt erfuhren 71 Patientinnen (3,7%) postoperative Komplikationen, die nach Clavien-Dindo in Grad III oder höher kategorisiert wurden. Zwei Patientinnen (0,8%) verstarben im postoperativen Verlauf. Hierunter eine 60-jährige Frau mit schwerer Leberinsuffizienz und großen serösen Zystadenomen des Ovars, welche nach einer abdominalen Hysterektomie mit beidseitiger Salpingoovarektomie unter intensivmedizinischer Überwachung ein akutes Leberversagen entwickelte. Bei der zweiten Patientin handelte es sich um eine 78-jährige Frau mit Adipositas und Multimorbidität, welche eine geplante Roboter-assistierte Hysterektomie bei Endometriumhyperplasie erhalten sollte. Intraoperativ wurde eine Konversion zu einer Laparotomie notwendig, da die Patientin die Lagerung sowie den erhöhten intraabdominellen Druck durch das Kapnoperitoneum nicht tolerierte. Im Verlauf entwickelte die Patientin einen komplizierten postoperativen Verlauf mit dreimaliger chirurgischer Revision bedingt durch Blutungen und eine mesenteriale Ischämie. Sie verstarb am 10. postoperativen Tag.

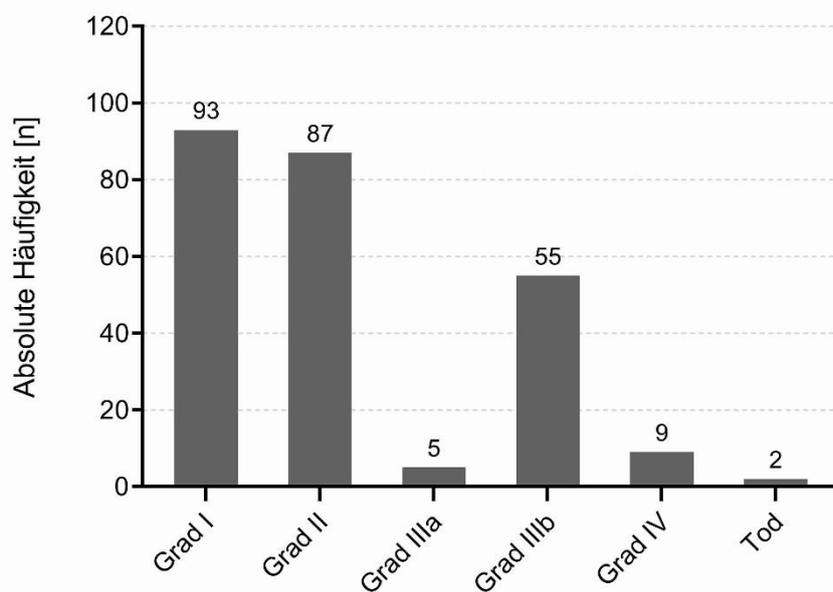


Abb. 20 Komplikationen nach Clavien-Dindo Absolute Häufigkeiten von postoperativen Komplikationen nach einer totalen Hysterektomie für $n = 1939$ Patientinnen. Auf der X-Achse ist die Grad-Einteilung der postoperativen Komplikationen nach Clavien-Dindo aufgetragen. Nähere Erläuterung können der Tab. Elle 2 in Material und Methoden entnommen werden (Dindo et al., 2004).

Im zeitlichen Verlauf zeigte sich eine recht konstante Rate an intraoperativen Komplikationen von 2,7 % im Jahr 2002 und 4,3% im Jahr 2020. (Abb. 21). Im Gegensatz dazu war eine deutliche Abnahme der Rate an postoperativen Komplikationen über den Beobachtungszeitraum zu erkennen. So lag im Jahr 2002 eine Rate von 21,6% (16/74) vor, im Jahr 2020 betrug diese noch 8,7% (6/69). Die geringste Komplikationsrate war im Jahr 2008 mit 5,7% (8/79) zu verzeichnen. Der Maximalwert lag mit 28.2% (20/71) im Jahr 2003.

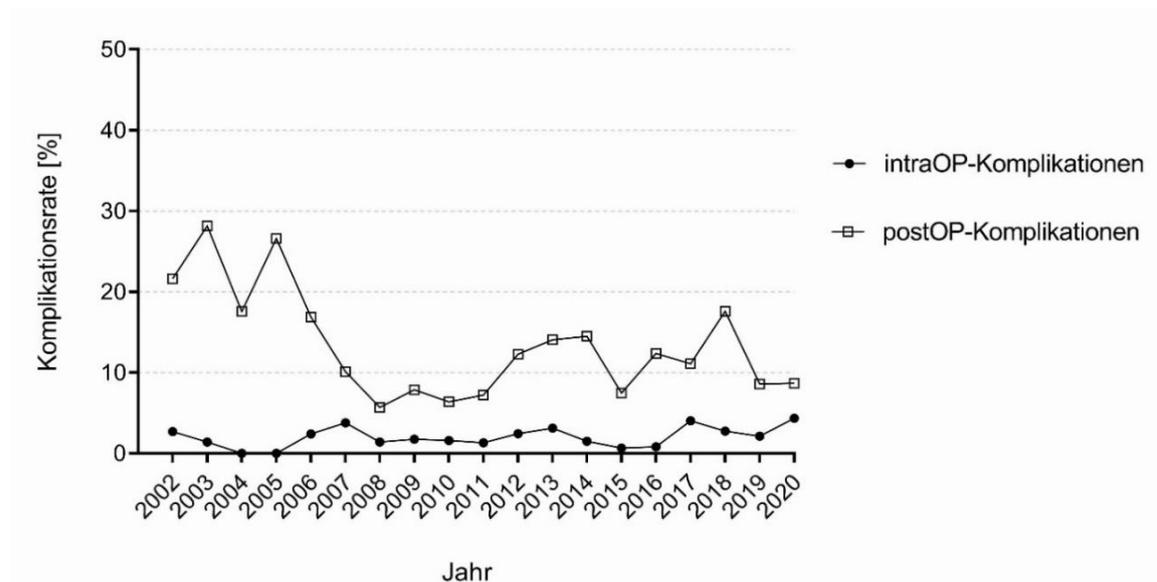


Abb. 21 Komplikationsrate im Verlauf Intra- und postoperative Komplikationsraten in Prozent für n = 1939 hysterektomierte Patientinnen aufgetragen gegen den Beobachtungszeitraum 2002 bis 2020 auf der X-Achse. intraOP = intraoperativ, postOP = postoperativ

Vergleicht man die postoperativen Komplikationsraten für die einzelnen Verfahren hinsichtlich einer vorliegenden Adipositas ($BMI > 30 \text{ mg/kg}^2$), ist zu erkennen, dass die Rate der Komplikationen bei der Roboter-assistierten Hysterektomie bei Patientinnen mit Adipositas (n = 165) bei 8,5% liegt und sich für Patientinnen ohne Adipositas (n = 448) mit 7,5% etwa auf dem gleichen Niveau befindet (Abb. 22; p-Wert = 0,896). Für die konventionell laparoskopische lag die Komplikationsrate bei adipösen Patientinnen bei 7,1% (n = 61) und bei Patientinnen ohne Adipositas bei 12,8% (n = 172). Der Unterscheid war statistisch nicht signifikant (p-Wert = 0,335). Für die vaginale Hysterektomie lag die Rate bei adipösen Patientinnen bei 24,1%, für die nicht-adipösen Patientinnen hingegen bei 15,9%. Bei einem p-Wert von 0,18 war auch dieser Unterscheid nicht signifikant. Auch

für die abdominale Hysterektomie ergab sich bei den Patientinnen mit Adipositas und ohne Adipositas kein signifikanter Unterschied (35,6% vs. 25,3%; p-Wert = 0,117).

Insgesamt war für die postoperativen Komplikationen zu beobachten, dass die Komplikationsrate sowohl bei adipösen als auch nicht-adipösen Patientinnen für die minimalinvasiven Verfahren niedriger waren als für die abdominale Hysterektomie.

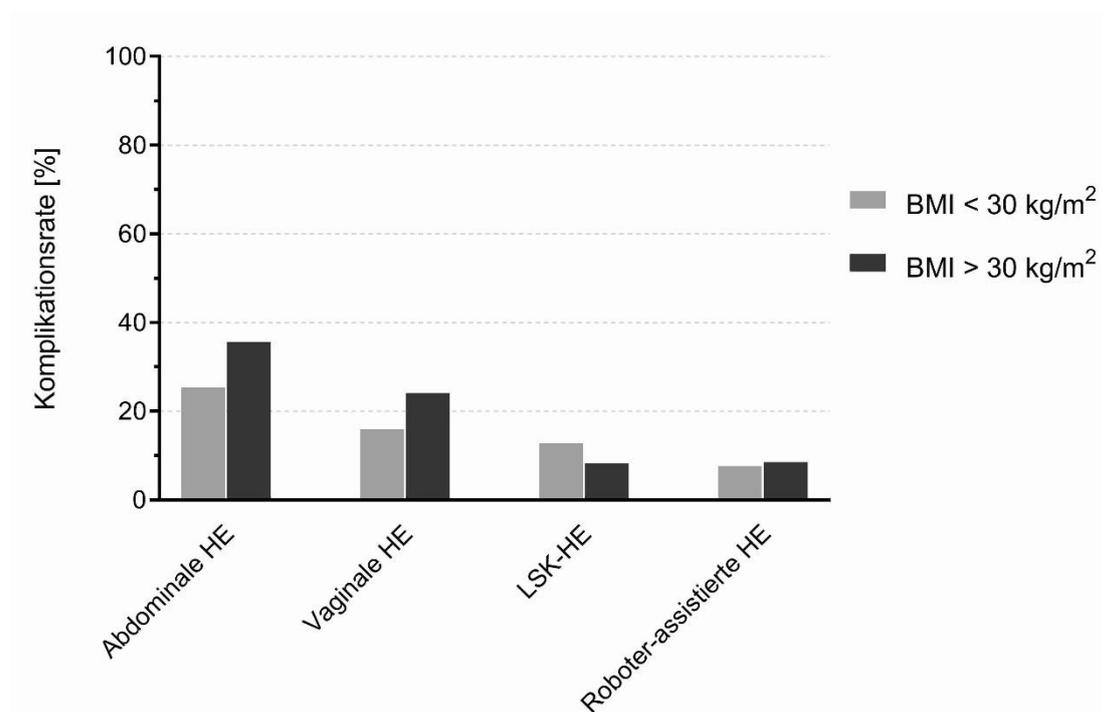


Abb. 22 Komplikationsrate bei Adipositas Dargestellt sind die Komplikationsraten für Patientinnen mit Adipositas (BMI > 30 mg/kg²; n = 354) und ohne Adipositas BMI < 30 mg/kg²; n = 916 aufgetragen gegen das jeweilige Hysterektomie-Verfahren. BMI = Body Mass Index; LSK = konventionelle Laparoskopie; HE = Hysterektomie

Für das Roboter-assistierte sowie das konventionell laparoskopische Verfahren zeigten sich keine signifikanten Unterschiede für die postoperativen Komplikationen bezogen auf die Altersgruppe (Abb. 23).

Für die vaginale Hysterektomie hingegen kam es mit 33,3% bei den über 75-jährigen Patientinnen zu signifikant mehr postoperativen Komplikationen gegenüber jüngeren Patientinnen mit etwa 11% (p < 0,001). Bei der abdominalen Hysterektomie kam es sowohl

bei den über 75-jährigen als auch den 50-75-jährigen Patientinnen mit etwa 30% zu signifikant mehr postoperativen Komplikationen als bei den jüngeren Patientinnen (p-Wert < 0,001).

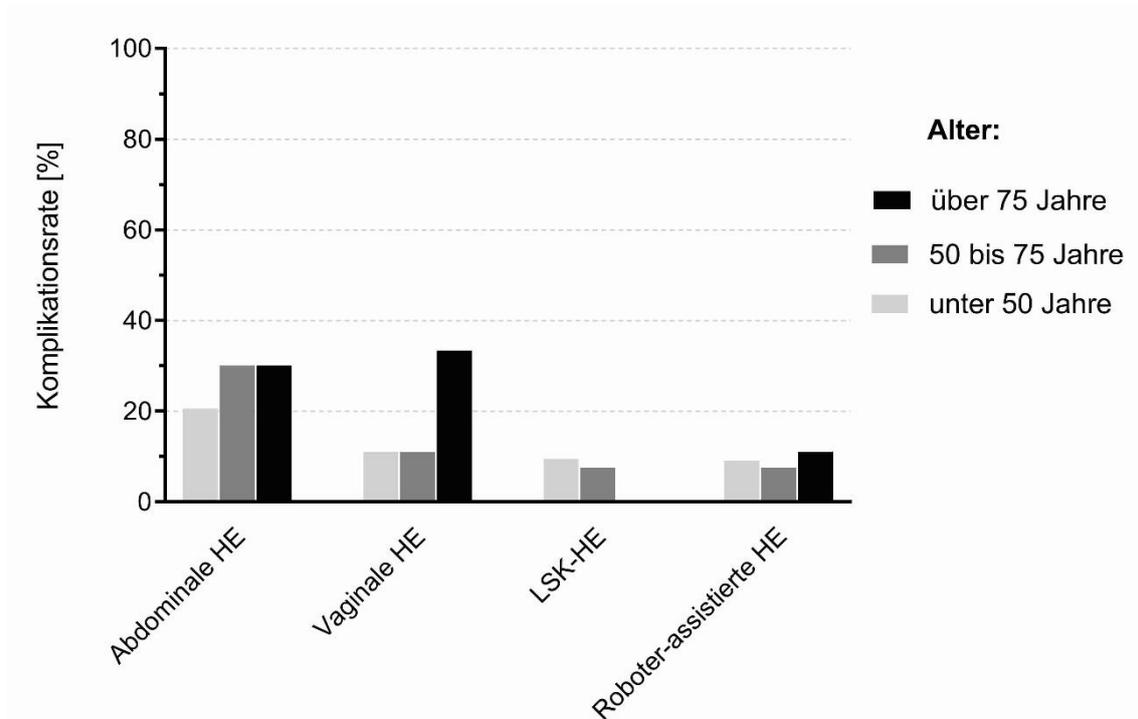


Abb. 23 Komplikationsrate nach Alter und OP-Verfahren Dargestellt sind die Komplikationsraten für Patientinnen der unterschiedlichen Altersgruppen (n = 1939) aufgetragen gegen das jeweilige Hysterektomie-Verfahren. LSK = konventionelle Laparoskopie; HE = Hysterektomie

Bei Betrachtung der postoperativen Komplikationen für die einzelnen Hysterektomieverfahren für ein Uterusgewicht über bzw. unter 500 g wird ersichtlich, dass die Komplikationsrate für ein Uterusgewicht über 500 g bei allen Verfahren außer der abdominalen Hysterektomie höher war (Abb. 24). Lediglich für die Roboter-assistierte Hysterektomie war dieser Unterscheid statistisch signifikant. Es ergab sich bei einem Uterusgewicht über 500 g eine Komplikationsrate von 14,4%; bei einem Uterusgewicht unter 500 g lag diese mit 7,0% signifikant darunter (p-Wert = 0,018).

Insgesamt lag bei einem Uterusgewicht von über 500 g die Komplikationsrate bei der vaginalen Hysterektomie mit 33,3% am höchsten, die der abdominalen Hysterektomie lag bei 22%. Die laparoskopische sowie Roboter-assistierte Hysterektomie wiesen mit 16,7% und 14,4% niedrigere Komplikationsraten auf, waren aber dennoch gegenüber der Komplikationsraten für ein Uterusgewicht unter 500 g mit 8,5% und 7,0% erhöht. Der Unterschied zwischen den einzelnen Verfahren war statistisch nicht signifikant (p-Wert = 0,499).

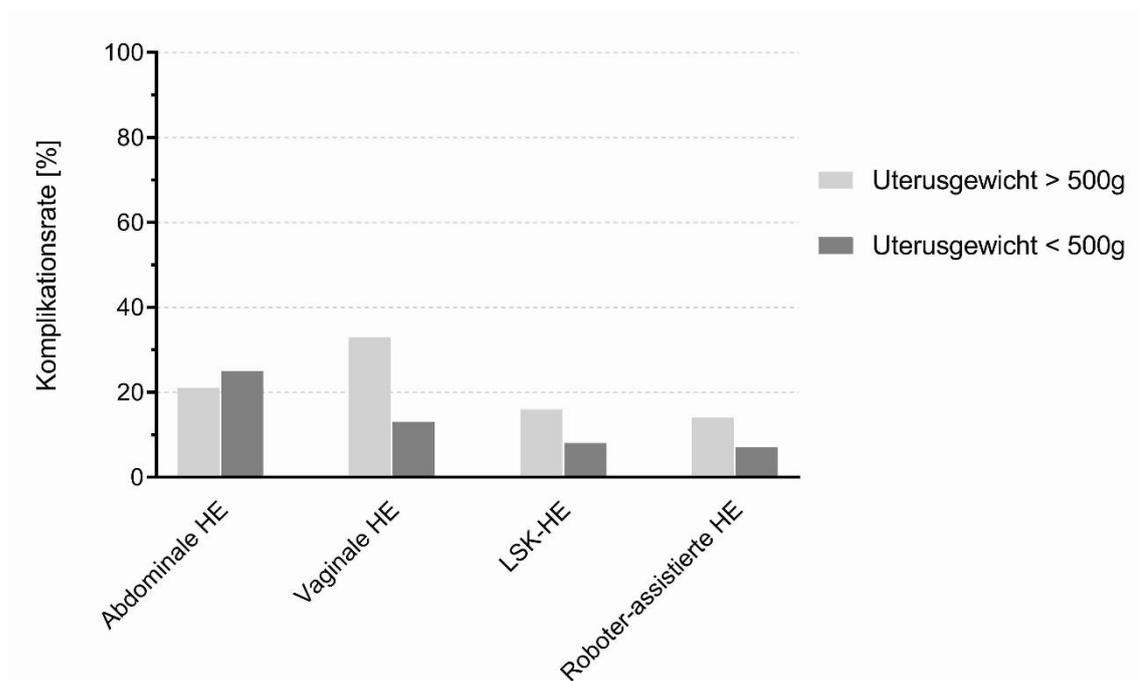


Abb. 24 Komplikationsrate nach Uterusgewicht und OP-Verfahren Dargestellt sind die Komplikationsraten für Patientinnen mit einem Uterusgewicht über sowie unter 500 g aufgetragen gegen das jeweilige Hysterektomie-Verfahren. LSK = konventionelle Laparoskopie; HE = Hysterektomie

4.9.3 Umstieg auf Laparotomie

Insgesamt kam es im Beobachtungszeitraum in 32 von 1500 Fällen (2,1 %) zu einem Umstieg auf eine Laparotomie. Davon war in 23 Fällen der Umstieg von einer Roboter-assistierten Hysterektomie notwendig, in 9 Fällen von einer laparoskopischen Hysterektomie (Tab. 9).

Tab. 9 Umstieg auf offenes Verfahren Darstellung der absoluten und relativen Häufigkeit eines Umstiegs auf eine abdominale Hysterektomie nach primär gewählttem operativen Verfahren. HE = Hysterektomie; LSK = konventionelle Laparoskopie

	Vaginale HE	LSK-HE	Roboter- assistierte HE
Umstieg	0	2,3% (9/389)	3,0% (23/744)

4.10 BMI und Alter

Betrachtet man den durchschnittlichen BMI für das jeweilig gewählte Operationsverfahren ergeben sich keine signifikanten Unterschiede (p -Wert = 0,450; Abb. 25).

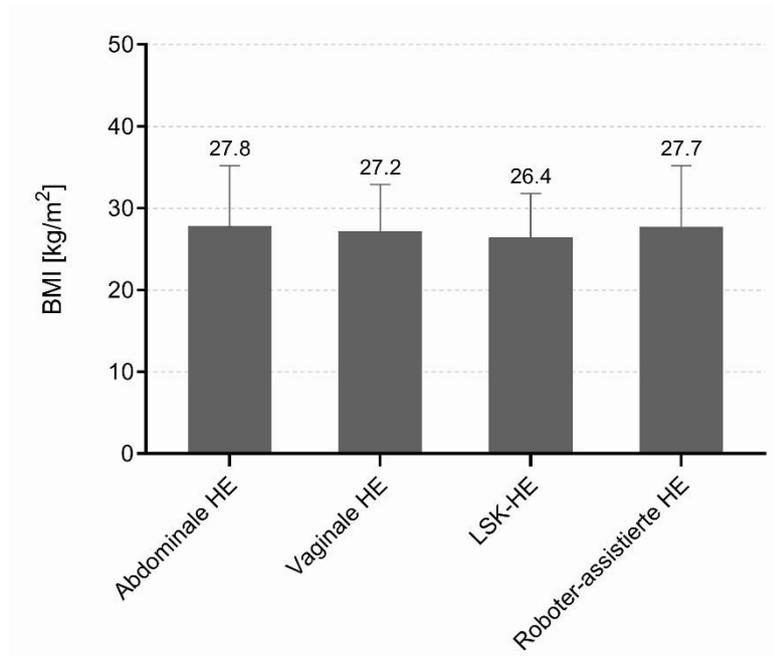


Abb. 25 Body Mass Index nach OP-Verfahren Durchschnittlicher Body Mass Index (BMI) in kg/m² für $n = 1241$ Patientinnen aufgetragen gegen das operative Verfahren auf der X-Achse. HE = Hysterektomie, LSK = Konventionelle Laparoskopie. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

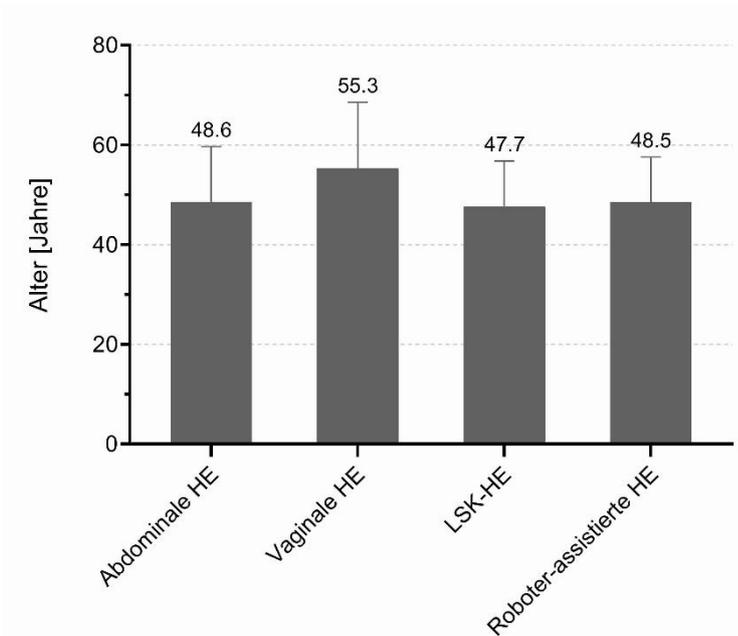


Abb. 26 Alter nach OP-Verfahren Durchschnittliches Alter in Jahren $n = 1939$ Patientinnen aufgetragen gegen das operative Verfahren auf der X-Achse. HE = Hysterektomie, LSK = Konventionelle Laparoskopie. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

Die Patientinnen, die sich einer vaginalen Hysterektomie unterzogen waren jedoch mit $55,3 \pm 13,3$ Jahren durchschnittlich älter als die Patientinnen, bei denen ein alternatives Operationsverfahren angewendet wurde (Abb. 26). Mit einem p-Wert von $< 0,001$ war dieser Unterschied gegenüber den anderen OP-Verfahren statistisch signifikant.

4.10.1 Vergleich der BMI-Gruppen

Im Rahmen der statistischen Untersuchung ergab sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Hb-Abfall sowie der Liegedauer der Patientinnen (Tab. 10).

Allerdings zeigte sich bei einem BMI von unter 25 kg/m^2 ($117,92 \pm 60,54 \text{ min}$) sowie von 25 bis 35 kg/m^2 ($126,37 \pm 70,37 \text{ min}$) eine kürzere Schnitt-Naht-Zeit im Vergleich zu einem BMI von über 35 kg/m^2 mit $144,18 \pm 70,12 \text{ min}$ (Tab. 10). Der Unterschied war mit einem p-Wert $< 0,001$ statistisch signifikant.

Tab. 10 Body Mass Index Darstellung des durchschnittlichen Hämoglobin-Abfalls, der Liegedauer sowie der Schnitt-Naht-Zeit innerhalb der BMI-Gruppen. BMI = Body Mass Index; Hb = Hämoglobin-Wert. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung.

BMI-Gruppe [kg/m^2]	Hb-Abfall [g/dL]	Liegedauer [Tage]	Schnitt-Naht-Zeit [min]
unter 25	$-0,14 \pm 2,01$	$6,2 \pm 4,0$	$117,92 \pm 60,54$
25 bis 35	$-0,18 \pm 2,15$	$6,4 \pm 3,8$	$126,37 \pm 70,37$
über 35	$-0,01 \pm 1,95$	$6,9 \pm 5,1$	$144,18 \pm 70,12$
p-Wert	0,607	0,364	0,001

Hinsichtlich der intraoperativen Komplikation zeigte sich für alle BMI-Gruppen eine ähnliche Komplikationsrate (Tab. 11).

Tab. 11 Body Mass Index und Komplikationsrate Darstellung der relativen und absoluten Häufigkeit von intra- und postoperativen Komplikationen innerhalb der BMI-Gruppen. BMI = Body Mass Index; intraOP = intraoperativ; postOP = postoperativ

BMI-Gruppe [kg/m^2]	intraOP Komplikationen	postOP Komplikationen
unter 25	1,8% (10/558)	11,8% (66/558)
25 bis 35	2,1% (11/532)	13,7% (73/532)
über 35	0,7% (1/151)	18,5% (28/151)
p-Wert	0,097	0,513

Für die postoperativen Komplikationen war hingegen eine mit dem BMI steigende Komplikationsrate zu beobachten. So lag die Rate bei den Patientinnen mit einem BMI unter 25 kg/m² bei 11,8%, bei einem BMI von 25 bis 35 kg/m² bei 13,7% und bei Patientinnen mit einem BMI über 35 kg/m² bei 18,5%. Der Unterschied war jedoch nicht signifikant (Tab. 11).

Den größten Anteil der postoperativen Komplikationen in der BMI-Gruppe unter 25 kg/m² machten Grad II- sowie Grad-IIIb-Komplikationen mit jeweils 30,9% aus. Im Vergleich dazu sind in der Gruppe mit einem BMI von 25-35 kg/m² Grad I-sowie Grad-II-Komplikationen nach Clavien-Dindo (35,6% und 42,5%) vorherrschend. Gleiches gilt für Patientinnen mit einem BMI über 35 kg/m², wobei Grad I- und II-Komplikationen jeweils 37,5% der postoperativen Komplikationen ausmachen (Abb. 27).

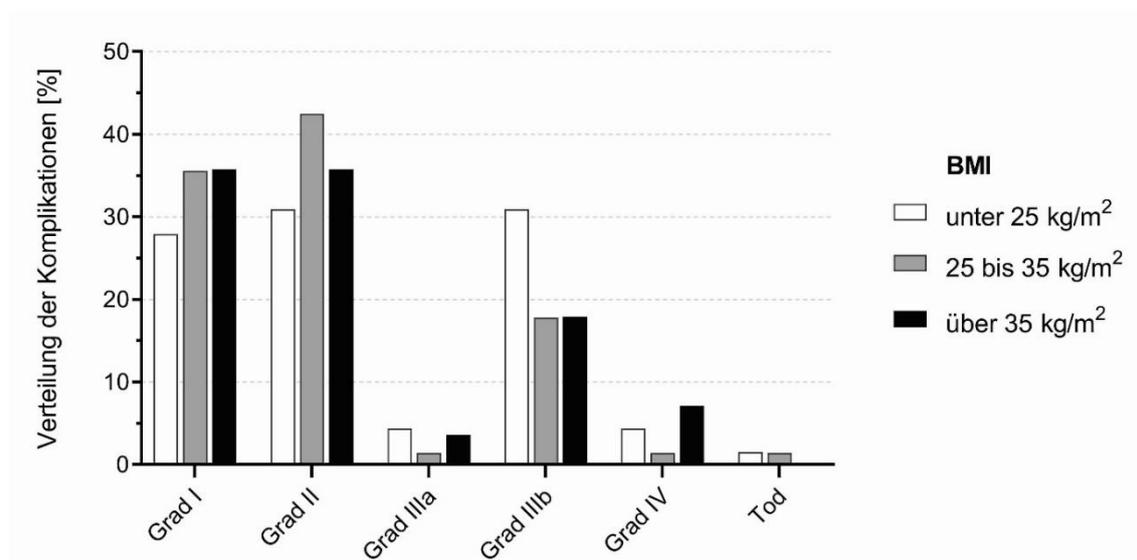


Abb. 27 Body Mass Index und Komplikationen nach Clavien-Dindo Vergleich der postoperativen Komplikationsraten nach einer Hysterektomie für n = 1939 Patientinnen für die einzelnen BMI-Subgruppen. Auf der X-Achse ist die Grad-Einteilung der postoperativen Komplikationen nach Clavien-Dindo aufgetragen. Nähere Erläuterung können der Tab. X in Material und Methoden entnommen werden (Dindo, Demartines et al. 2004). BMI = Body-Mass-Index

4.10.2 Vergleich der Altersgruppen

Bei Betrachtung der Altersgruppen ergab sich mit einem p-Wert von < 0,001 eine signifikant längere Liegedauer von 11,2 ± 6,8 Tagen für Patientinnen der Altersgruppe über 75 Jahren im Vergleich zu Patientinnen der anderen Altersgruppen (Tab. 12). Hinsichtlich

der Schnitt-Naht-Zeit sowie des Abfalls der Hb-Konzentration ergab sich kein signifikanter Unterschied.

Tab. 12 Altersgruppen Darstellung des durchschnittlichen Hämoglobin-Abfalls, der Liegedauer sowie der Schnitt-Naht-Zeit innerhalb der Alters-Gruppen. Hb = Hämoglobin-Wert. Dargestellt sind Mittelwerte \pm Standardabweichung

Alters-Gruppe [Jahre]	Hb-Abfall [g/dL]	Liegedauer [Tage]	Schnitt-Naht-Zeit [min]
Unter 50	-0,75 \pm 1,93	6,3 \pm 4,2	120,22 \pm 59,0
50 bis 75	-0,57 \pm 2,07	7,0 \pm 5,1	123,97 \pm 67,3
über 75	-0,558 \pm 2,17	11,2 \pm 6,8	121,90 \pm 62,5
p-Wert	0,182	< 0,001	0,279

Beim Vergleich der intraoperativen Komplikationsraten unter den einzelnen Altersgruppen ergab sich kein signifikanter Unterschied (Tab. 13). Bezüglich der postoperativen Komplikationen war jedoch in der Gruppe der über 75-Jährigen eine signifikant höhere Rate von 27,3 % gegenüber den anderen Altersgruppen zu beobachten ($p = 0,004$).

Tab. 13 Altersgruppen und Komplikationsraten Darstellung der relativen und absoluten Häufigkeit von intra- und postoperativen Komplikationen innerhalb der Alters-Gruppen.; intraOP = intraoperativ; postOP = postoperativ

Alter [Jahre]	intraOP Komplikationen	postOP Komplikationen
unter 50	1,8% (21/1147)	12,0% (138/1147)
50 bis 75	2,0% (15/737)	12,6% (93/737)
über 75	7,3% (2/55)	27,3% (15/55)
p-Wert	0,629	0,004

Beim Vergleich der Altersgruppen hinsichtlich der eingetreten postoperativen Komplikationen nach Clavien-Dindo ist zu erkennen, dass bei Patientinnen der Altersgruppe unter 50 sowie 50-75 Jahren vor allem Komplikationen nach Grad I und II auftraten (Abb. 28). So handelt es sich in der Altersgruppe unter 50 Jahren bei 40,1% der postoperativen Komplikationen um Grad I-Komplikationen nach Clavien-Dindo und bei 32,4% um Grad-II-Komplikationen. In der Altersgruppe der 50 bis 75-Jährigen machen die Grad-I-Komplikationen 35,1% aus und die Grad-II-Komplikationen 38,3%. Bei der Altersgruppe der über 75-Jährigen hingegen sind 20% der postoperativen Komplikationen den Grad I- zuzuordnen sowie 33,3% den Grad II-Komplikationen. Im Vergleich zu jüngeren Patientinnen sind mit 13,3% mehr Grad-IIIa-Komplikationen zu beobachten.

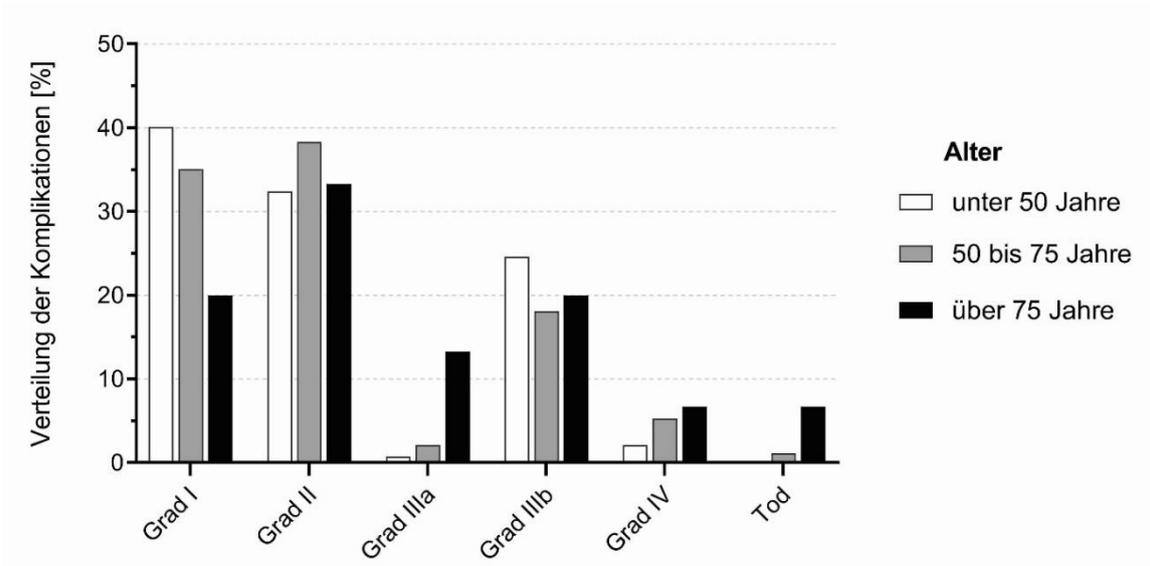


Abb. 28 Altersgruppen und Komplikationsraten nach Clavien-Dindo Vergleich der postoperativen Komplikationsraten nach einer Hysterektomie für n = 1939 Patientinnen für die einzelnen Alters-Subgruppen. Auf der X-Achse ist die Grad-Einteilung der postoperativen Komplikationen nach Clavien-Dindo aufgetragen. Nähere Erläuterung können der Tab. X in Material und Methoden entnommen werden (Dindo, Demartines et al. 2004).

5 Diskussion

In der vorliegenden Studie wurden Daten von $n = 1939$ Patientinnen hinsichtlich prä- intra- sowie postoperativer Parameter untersucht und verglichen, die sich in den Jahren 2002 bis 2020 einer totalen Hysterektomie bei benigner Indikation in der Frauenklinik der Universitätsmedizin Essen unterzogen. Betrachtet wurden dabei das Roboter-assistierte, das konventionell laparoskopische, das vaginale sowie das abdominale Hysterektomieverfahren.

Die häufigste benigne Indikation zur Hysterektomie stellte im vorliegenden Kollektiv der Uterus myomatosus mit 56,3% dar. Endometriose und benigne Tumoren waren mit 4,6% und 4,3% am seltensten vertreten. Der Deszensus machte einen Anteil von 12,3% aus. Hiermit im Einklang stehen Daten des Robert-Koch-Instituts aus dem Jahr 2017, welche zeigen, dass der Uterus myomatosus mit etwa 133 Fällen pro 100.000 ($n = 55.677$) Einwohnerinnen am häufigsten zu einer stationären Therapie geführt hat, die Endometriose hingegen mit etwa 67 Fällen pro 100.000 Einwohnerinnen ($n = 26.068$) deutlich seltener; ebenso der Deszensus mit 106 Fällen pro 100.000 Einwohnerinnen ($n = 44.305$).

Allerdings fließen in diese Statistik neben den hysterektomierten, auch alle Patientinnen ein, die eine alternative Operation bzw. Therapie erhalten haben (Robert-Koch-Institut, 2020).

Die Verteilung für die hysterektomierten Patientinnen dieser Studie ähnelt derer anderer Studien. So fand sich in dem Patientenkollektiv einer Studie von Dubeshter *et al.* mit 41% ebenfalls der Uterus myomatosus als häufigste Indikation für eine Hysterektomie (Dubeshter et al., 2013). Ebenso war die Endometriose mit 4% eine eher seltenere Indikation, aber dennoch unter den 5 häufigsten Indikationen vertreten. Auch bei Lim *et al.* war der Uterus myomatosus mit 30% eine häufige Indikation. Häufiger war jedoch die Diagnose von uterinen Blutungsstörungen mit etwa 37%. Endometriose war für 9% der Hysterektomie ursächlich (Lim et al., 2016). Zu beachten ist, dass die Hauptdiagnose nicht immer eindeutig gestellt werden kann, da sich eine Endometriose oder ein Uterus myomatosus beispielsweise in Blutungsstörungen äußern können. Unser Kollektiv kann damit als repräsentativ für hysterektomierte Patientinnen in Deutschland angesehen werden.

Der durchschnittliche BMI des vorliegenden Patientinnenkollektivs lag mit $24,4 \pm 6,9 \text{ kg/m}^2$ im normalgewichtigen Bereich. Etwa 12% der Patientinnen wiesen mit einem BMI über 35 kg/m^2 eine Adipositas Grad II auf. Einen ähnlichen Durchschnittswert fanden David-Montefiore *et al.* in einer Studie in Frankreich mit einem durchschnittlichen BMI von 25 kg/m^2 (David-Montefiore *et al.*, 2007). Auch der Bundesdurchschnitt deutscher Frauen lag laut Erstergebnissen aus dem Jahr 2021 bei einem BMI von $25,2 \text{ kg/m}^2$ (Statistisches Bundesamt, 2021). Das Patientenkollektiv von Gitas *et al.* in Deutschland sowie Baracy *et al.* in den Vereinigten Staaten wies hingegen einen deutlich höheren BMI von etwa 31 kg/m^2 auf wobei Gitas *et al.* auch Patientinnen mit einem Endometriumkarzinom FIGO I in die Studie eingeschlossen hatte (Baracy *et al.*, 2022; Gitas *et al.*, 2021).

Das durchschnittliche Alter der $n = 1939$ Patientinnen lag bei etwa 49,6 Jahren, wobei die unter 50-Jährigen mit 59,2% den größten Anteil ausmachten. Das beobachtete Durchschnittsalter ist mit dem ähnlich konzipierter Studien zu vergleichen. So beobachteten auch Karakas, Lim, Dubeshter sowie David-Montefiore *et al.* jeweils einen Altersdurchschnitt von etwa 50 Jahren (David-Montefiore *et al.*, 2007; Dubeshter *et al.*, 2013; Karakaş *et al.*, 2021; Lim *et al.*, 2016). Gitas *et al.* hingegen fanden in einer Studie in Lübeck ein durchschnittliches Alter von 55,4 Jahren (Gitas *et al.*, 2021). Wie oben erwähnt wurden neben benignen Indikationen in seiner Studie auch Patientinnen mit einem Endometriumkarzinom FIGO I eingeschlossen, was den höheren Altersdurchschnitt erklären könnte.

Betrachtet man im Vergleich die Altersverteilung der vollstationär durchgeführten Hysterektomien in Deutschland im Jahre 2021, ist zu erkennen, dass sich auch hier die meisten Frauen zum Zeitpunkt der Hysterektomie in einem Alter um die 50 Jahre befanden (Statistisches Bundesamt, 2022). Jedoch ist die höhere Altersklasse stärker vertreten, so dass bundesweit etwa 10% der hysterektomierten vollstationären Patientinnen über 75 Jahre alt waren. Im Vergleich hierzu waren in der vorliegenden Studie nur etwa 3% älter als 75 Jahre, was vermutlich auf die Tatsache zurückzuführen ist, dass bei den bundesweiten Daten auch Patientinnen mit malignen Indikationen eingeschlossen wurden.

Schaut man sich das durchschnittliche Alter für die einzelnen Hysterektomie-Verfahren an, zeigt sich, dass in der vorliegenden Studie solche Patientinnen signifikant älter waren, die eine vaginale Hysterektomie erhalten hatten. Ein möglicher Zusammenhang ist in der

Beobachtung zu sehen, dass vor allem Patientinnen mit einem Deszensus eine vaginale Hysterektomie erhalten haben und diese signifikant älter waren als Patientinnen mit anderer Diagnose. Auch in der deutschen Krankenhausdiagnosestatistik aus dem Jahr 2017 wird ersichtlich, dass Patientinnen mit einem Deszensus deutlich älter waren als Patientinnen mit einem Uterus myomatosus oder Endometriose, was einhergeht mit der Tatsache, dass sich beide letztgenannten Erkrankungen aufgrund ihrer Pathophysiologie vor allem bei Frauen im reproduktiven Alter manifestieren, ein Deszensus jedoch eher im höheren Alter auftritt (Giuliani et al., 2020; Robert-Koch-Institut, 2020; Smorgick et al., 2014).

Anders stellte sich dies in einer Studie von Lim *et al.* aus dem Jahre 2005 bis 2013 dar. Hier war mit 49,3 Jahren das Alter der Patientinnen am höchsten, die sich einer Roboter-assistierten Hysterektomie unterzogen hatten. Das durchschnittliche Alter der vaginal hysterektomierten Patientinnen lag, trotz höherer Rate an Patientinnen mit Deszensus, mit 48,7 Jahren signifikant darunter (Lim et al., 2016). Clarke-Pearson *et al.* fanden ebenfalls für die vaginale Hysterektomie das höchste Durchschnittsalter mit 49,3 Jahre (Clarke-Pearson and Geller, 2013). Allerdings wurde in dieser Studie lediglich der Vergleich mit einer konventionell laparoskopischen (45,2 Jahre) sowie abdominalen (45,2 Jahre) Hysterektomie vorgenommen. Auch in einer Studie von Dubeshter *et al.* fand sich bei der vaginalen Hysterektomie das höchste Alter mit 56,7 Jahren (Dubeshter et al., 2013). Auch hier wurden mit einem Anteil von 60% vor allem Patientinnen mit einem Deszensus vaginal hysterektomiert. Die in der vorliegenden Studie erhobenen Daten sind also konsistent mit den meisten Studien.

Hinsichtlich des Alters war zudem zu beobachten, dass Patientinnen mit über 75 Jahren eine signifikant längere Liegedauer aufwiesen als jüngere Patientinnen. Dies könnte erklären, warum für die vaginale Hysterektomie, welcher sich vor allem signifikant ältere Patientinnen mit einem Deszensus unterzogen, ebenfalls eine längere Liegedauer gegenüber den minimalinvasiven Verfahren beobachtet werden konnte. Am längsten war jedoch die Liegedauer bei der abdominalen Hysterektomie, bei welcher die Patientinnen mit 48,6 Jahren deutlich jünger waren.

Auch Dubeshter *et al.* konnten einen signifikanten Zusammenhang zwischen Alter und Liegedauer festmachen und fanden für Patientinnen über 75 Jahre die längste Liegedauer

(Dubeshter et al., 2013). Im Gegensatz zu der vorliegenden Studie zeigte sich jedoch für die vaginale Hysterektomie mit 1,7 Tagen keine deutlich verlängerte Liegedauer gegenüber der minimal-invasivem Verfahren mit 1,6 Tagen. Die Liegedauer bei der abdominalen Hysterektomie war jedoch ebenfalls am längsten und betrug im Mittel 3,9 Tage.

Insgesamt zeigt sich in der vorliegenden Studie unabhängig vom verwendeten OP-Verfahren eine deutliche Abnahme der Liegedauer über den Beobachtungszeitraum von 10,7 Tagen im Jahr 2002 auf 4,5 Tage im Jahr 2020. Zum einen könnte dies mit der politischen Entwicklung in Deutschland zusammenhängen. So beschreiben Valentowitsch *et al.* einen Zusammenhang zwischen der abnehmenden Krankenhausdichte und der gleichzeitig abnehmenden Verweildauer in deutschen Krankenhäusern (Valentowitsch and Burr, 2022). Ein anderer möglicher Zusammenhang wird bei Betrachtung der Häufigkeit der einzelnen Hysterektomieverfahren ersichtlich. Hier zeigt sich, dass sich der Anteil von abdominalen mit 51,5% sowie vaginalen Hysterektomien mit 29,7% im Jahr 2002 auf 1,4% sowie 0% deutlich verringert hat. Gleichzeitig nahm der Anteil an minimalinvasiven Hysterektomien, also der Verfahren mit signifikant geringerer Liegedauer, von 18,9% auf 98,6% zu. Mit 57 von 69 Hysterektomien machte dabei der Anteil der Roboter-assistierten Hysterektomien einen Anteil von 82,6% im Jahr 2020 aus. Diese Entwicklung könnte also zu der durchschnittlich verkürzten Liegedauer beigetragen haben.

Zum Vergleich mit dem deutschen Bundesdurchschnitt dienen vom Robert-Koch-Institut aufgeführte Daten aus dem Jahr 2012 (Robert-Koch-Institut, 2020). Demnach wurden im Jahr 2012 deutschlandweit 55,6% der Hysterektomien bei benigner Indikation auf vaginalem Zugangsweg inklusive LAVH durchgeführt. Der Anteil abdominaler Hysterektomien lag bei 15,7%.

Im Vergleich dazu lag der Anteil an vaginalen Hysterektomien in der vorliegenden Studie im Jahr 2012 nur bei 17,2%. Der Anteil der abdominalen Hysterektomien lag mit einer Rate von 15,6% hingegen auf einem ähnlichen Niveau.

Ähnliche Werte für die vaginale Hysterektomie zeigen sich auch in Studien aus den Vereinigten Staaten mit 22% im Jahr 2010 oder 12% im Jahr 2013 (Clarke-Pearson and Geller, 2013; David-Montefiore et al., 2007; Dubeshter et al., 2013). Im Vergleich zu Deutschland war hier jedoch die abdominale Hysterektomie mit etwa 56% vorherrschend (Neis et al., 2016).

Besonderes Augenmerk soll nun vor allem auf den in der vorliegenden Studie deutlich gewachsenen Anteil an Roboter-assistierten Hysterektomien gelegt werden. So kam es seit der Einführung im Jahr 2010 zu einer Zunahme von 13,6 auf 82,6%. Einen ähnlichen Zuwachs konnten Carbonnel *et al.* in einem Beobachtungszeitraum von 2010 bis 2019 finden (Carbonnel *et al.*, 2021). Hier kam es zu einer Zunahme der Roboter-assistierten Hysterektomien von 26% im Jahr 2010 auf 61% im Jahr 2019. Bei gleichzeitigem Absinken der abdominalen Hysterektomien von 62% auf 29% und einem stabilen Anteil an konventionell laparoskopischen Hysterektomien, postulierten Carbonnel *et al.* einen Ersatz der Laparotomie durch die Roboter-assistierte Hysterektomie bei benignen Indikationen (Carbonnel *et al.*, 2021). Bei in der vorliegenden Studie ebenfalls stabil bleibendem Anteil an konventionellen Laparoskopien, deutlichem Absinken der vaginalen und abdominalen Hysterektomien sowie einer markanten Zunahme der Roboter-assistierten Eingriffen, kann ähnliches auch für das Patientinnenkollektiv an der Universitätsmedizin Essen angenommen werden.

Im Folgenden soll nun näher betrachtet werden, wie sich die in den letzten Jahren entstandene Dominanz der Roboter-assistierten Hysterektomie auf das Outcome von hysterektomierten Patientinnen in der Frauenheilkunde der Universitätsmedizin Essen ausgewirkt hat und ob sich Hinweise für einen Vor- oder Nachteil für die Patientinnen im Vergleich zu einem anderen Verfahren ergaben.

Wie oben angeführt, führte die Zunahme der Roboter-assistierten Hysterektomie zu einer signifikant kürzere Liegedauer. So war die Liegedauer im Vergleich zur abdominalen sowie vaginalen Hysterektomie signifikant kürzer, hinsichtlich der laparoskopischen Hysterektomie zeigte sich jedoch kein signifikanter Unterschied.

Im Gegensatz zur Liegedauer zeigt sich für die Schnitt-Naht-Zeit eine deutliche Zunahme über den Beobachtungszeitraum. Eine mögliche Erklärung könnte ebenfalls in der starken Zunahme der durchgeführten Roboter-assistierten Hysterektomien, sowie in einer starken Abnahme der vaginalen Hysterektomien liegen. So konnte in der vorliegenden Studie für Letztere die kürzeste, für die Roboter-assistierte Hysterektomie hingegen die längste

Schnitt-Naht-Zeit beobachtet werden. Dabei war die Operationszeit für Letztere nur gegenüber der vaginalen sowie laparoskopischen Hysterektomie signifikant verlängert. Im Vergleich zur abdominalen Hysterektomie zeigte sich jedoch kein Nachteil.

Ähnliche Ergebnisse für die Liegedauer sowie Schnitt-Naht-Zeit fanden sich auch in anderen Studien. So beschreiben Gala., Matthew sowie Dubeshter *et al.* eine kürzere Liegedauer nach Roboter-assistierter Hysterektomie im Vergleich zur Laparotomie, jedoch keinen signifikanten Unterschied zur konventionellen Laparoskopie (Dubeshter *et al.*, 2013; Gala *et al.*, 2014; Matthews *et al.*, 2010). Landeen sowie Lim *et al.* beobachteten zusätzlich eine signifikant verkürzte Liegedauer im Vergleich zur konventionellen Laparoskopie (Landeem *et al.*, 2011; Lim *et al.*, 2016). Hinsichtlich der Schnitt-Naht-Zeit wurde jedoch kein Unterschied zwischen laparoskopischer und Roboter-assistierter Hysterektomie gefunden. Letzteres gilt auch für eine Studie von Albright *et al.* mit $n = 326$ Patientinnen aus dem Jahr 2012 (Albright *et al.*, 2016). Die Ergebnisse von Sarlos, Baracy sowie Karakas *et al.* hingegen stimmen mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie überein und zeigen eine signifikant längere Schnitt-Naht-Zeit für die Roboter-assistierte Hysterektomie auch im Vergleich zur konventionellen Laparoskopie (Karakas *et al.*, 2021; Sarlos *et al.*, 2010).

Unterschiede zwischen den Verfahren ergaben sich auch beim Abfall der Hb-Konzentration nach Hysterektomie. Hier zeigte sich durch die Wahl eines minimalinvasiven Verfahrens ein deutlich geringerer Abfall als bei der vaginalen sowie abdominalen Hysterektomie. Wie in der vorliegenden Studie beobachteten auch Landeen sowie Matthews *et al.* einen geringeren Blutverlust bei der Roboter-assistierten gegenüber der abdominalen Hysterektomie (Landeem *et al.*, 2011; Matthews *et al.*, 2010). Im Vergleich dazu konnten Chiu *et al.* auch einen reduzierten Blutverlust der Roboter-assistierten gegenüber der laparoskopischen Hysterektomie finden. Dieses Ergebnis beschränkte sich jedoch auf das Vorhandensein von schweren Adhäsionen (Chiu *et al.*, 2015).

Insgesamt muss jedoch angeführt werden, dass sich durch den Abfall der Hb-Konzentration nicht direkt auf den Blutverlust schließen lässt, sondern auch ein Zusammenhang mit dem prä- und postoperativen Volumenstatus gesehen werden muss. Zudem wird der Blutverlust in internationalen Studien häufig in Millilitern angegeben, so dass ein Vergleich

mit dem Abfall der Hämoglobinkonzentration in der vorliegenden Studie schwierig ist (Chiu et al., 2015).

Zur genauen Betrachtung des Outcomes der hysterektomierten Patientinnen sollten zudem die intra- sowie postoperative Komplikationsraten und deren Schweregrad genauer betrachtet werden. Hinsichtlich der intraoperativen Komplikationen konnte kein Unterschied zwischen den einzelnen Hysterektomie-Verfahren beobachtet werden und die Rate der intraoperativen Komplikationen insgesamt zeigte sich über den Beobachtungszeitraum recht stabil.

Bezüglich der postoperativen Komplikationen ergab sich allerdings mit 24,1% eine signifikant höhere Komplikationsrate nach der abdominalen Hysterektomie im Vergleich zu den anderen Hysterektomie-Verfahren. Dabei kam es meistens zu einem Hämatom oder einer Infektion. Zwischen der laparoskopischen und Roboter-assistierten Hysterektomie ergab sich mit 8,8% und 8,6% kein Unterschied. Die vaginale Hysterektomie nahm mit 13,1% eine Mittelstellung ein, war jedoch statistisch nicht signifikant höher als bei minimalinvasiven Verfahren.

Bei einem Vergleich von laparoskopischer und Roboter-assistierter Hysterektomie fanden auch Chiu sowie Albright und Baracy *et al.* keinen signifikanten Unterschied hinsichtlich der postoperativen Komplikationen (Albright et al., 2016; Baracy et al., 2022; Chiu et al., 2015). Lim *et al.* hingegen beobachteten für die Roboter-assistierte Hysterektomie eine verminderte Rate an postoperativen Komplikationen auch gegenüber der konventionellen Laparoskopie. Für die abdominale Hysterektomie zeigte sich jedoch in allen genannten Studien eine signifikant höhere postoperative Komplikationsrate im Vergleich zu den anderen Verfahren (Lim et al., 2016).

Hinsichtlich einer bestehenden Adipositas ($\text{BMI} > 30 \text{ kg/m}^2$) zeigte das Roboter-assistierte Verfahren keinen Nachteil im Vergleich zu Patientinnen mit einem niedrigeren BMI. So lag die postoperative Komplikationsrate in beiden Fällen bei etwa 8%. Auch im Vergleich zur konventionell-laparoskopischen Hysterektomie zeigte das Roboter-assistierte Verfahren bei hohem BMI keinen Nachteil und die Komplikationsrate war im Vergleich zur abdominalen Hysterektomie deutlich geringer (8,5% vs. 35,6%).

Im Einklang damit steht das Ergebnis einer Studie von Almeida *et al.* aus dem Jahr 2013 (Almeida, 2013). Hier wurde das Outcome von $n = 12$ Patientinnen mit einem durchschnittlichen BMI von 44 kg/m^2 nach Roboter-assistierter Hysterektomie untersucht. Es zeigte sich, dass das Verfahren bei 11 von 12 Patientinnen erfolgreich angewendet werden konnte und es innerhalb der nächsten 12 bis 26 Monate zu keinerlei Komplikationen gekommen war. Bei geringer Fallzahl wiesen die Autoren jedoch darauf hin, dass größere Studien notwendig seien.

Auch hinsichtlich eines höheren Alters zeigte sich bei den minimalinvasiven Verfahren kein Nachteil bezüglich der postoperativen Komplikationen. Für die vaginale sowie die abdominale Hysterektomie hingegen zeigte sich mit steigendem Alter eine signifikant höhere Rate an postoperativen Komplikationen.

Zur selben Beobachtung kamen Aloisi *et al.*, die in einer retrospektiven Studie mit $n = 982$ Patientinnen untersuchten, ob die Roboter-assistierte Chirurgie auch im Alter eine sichere Methode darstellt und konnten zeigen, dass trotz hohen Alters keine höhere Komplikationsrate zu verzeichnen war (Aloisi et al., 2019). Im Vergleich zu der vorliegenden Studie wies das Patientinnenkollektiv jedoch zu 73% eine maligne Diagnose auf.

Insgesamt liefern also die vorliegende sowie ähnlich konzipierte Studien Hinweise, dass die minimalinvasive Hysterektomie hinsichtlich der Komplikationsrate nicht durch einen hohen BMI oder ein hohes Alter limitiert zu sein scheint und einen deutlichen Vorteil gegenüber der abdominalen Hysterektomie bietet. Auch das Outcome der Roboter-assistierten Hysterektomie im Speziellen scheint nicht durch einen hohen BMI sowie ein hohes Alter beeinflusst zu werden.

Zu einem Umstieg auf eine offene Hysterektomie kam es in der vorliegenden Studie insgesamt in 2,1% der Fälle. Die Konversionsrate lag bei der laparoskopischen und Roboter-assistierten Hysterektomie auf einem ähnlichen Niveau mit 2,3 und 3,0%. Bei der vaginalen Hysterektomie kam es in keinem Fall zu einem Umstieg. Auch in der FINHYST-Studie aus dem Jahr 2011 mit $n = 5279$ Patientinnen lag die Konversionsrate für die vaginale Hysterektomie mit 0,6% niedriger als für die konventionelle Laparoskopie mit 5,2%.

Ein Vergleich mit der Roboter-assistierten Hysterektomie fand jedoch in diesem Rahmen nicht statt (Brummer et al., 2011).

Auf einem ähnlichen Niveau wie in der vorliegenden Studie lag die bundesweite Umstiegsrate von einer laparoskopischen oder vaginalen Hysterektomie zur Laparotomie in Deutschland mit 2,0% im Jahr 2012 (Neis et al., 2006). Die durchschnittlichen Umstiegsraten in der Literatur variieren von 0,1% bei Lim *et al.* bis zu 7,5% bei David-Montefiore *et al.* (David-Montefiore et al., 2007; Lim et al., 2016).

Als weiterer Punkt kann diskutiert werden, ob ein hohes Uterusgewicht eine Limitation für die Roboter-assistierte Hysterektomie darstellen könnte. In diesem Rahmen haben Silasi *et al.* in den Jahren 2006 bis 2011 einen Vergleich zwischen Roboter-assistierter (n = 30) und abdominaler (n = 30) Hysterektomie für Patientinnen mit einem Uterusgewicht über 1000 g vorgenommen (Silasi et al., 2013). Hierbei war es in keinem Fall notwendig, auf eine Laparotomie umzusteigen. Es zeigte sich jedoch ein signifikant höherer Blutverlust sowie eine längere Liegedauer für die abdominale Hysterektomie. Ein Zusammenhang zwischen Liegedauer oder Operationszeit mit dem Uterusgewicht konnte nicht beobachtet werden.

In der vorliegenden Studie wurden die postoperativen Komplikationen anstatt für 1000 g für ein Uterusgewicht über sowie unter 500 g miteinander verglichen, um eine statistisch auswertbare Fallzahl zu erhalten. Hierbei zeigte sich, dass die Komplikationsrate zwar in allen Verfahren, außer der abdominalen Hysterektomie bei einem Uterusgewicht von über 500 g höher, der Unterschied aber nur für die Roboter-assistierte Hysterektomie signifikant war. Dennoch war die Komplikationsrate der minimalinvasiven Verfahren auch bei einem Uterusgewicht über 500 g niedriger als bei der abdominalen Hysterektomie, sodass kein ein Nachteil im Einsatz der Roboter-assistierten Chirurgie gesehen werden kann. Der Fall des mit 54,8 kg schwersten in der wissenschaftlichen Literatur berichteten Myoms, welches mittels abdominaler Hysterektomie behandelt wurde, zeigt dennoch die Grenzen der minimalinvasiven Chirurgie auf.

Zusammenfassend konnte in der vorliegenden Studie ein Shift von der abdominalen Hysterektomie als vorherrschende Methode für benigne Indikationen hin zu den minimalinvasiven Verfahren, besonders der Roboter-assistierten Hysterektomie, gezeigt werden.

Auch die vaginale Hysterektomie scheint nahezu vollständig durch den Einsatz der minimalinvasiven Verfahren abgelöst worden zu sein. Es fällt auf, dass seit der Einführung des Roboters im Jahre 2010 der Anteil minimalinvasiver Hysterektomien deutlich zugenommen hat. Dies deutet darauf hin, dass die moderne Technologie ein minimalinvasives Verfahren auch bei Patientinnen ermöglicht, bei denen zuvor keine laparoskopische Hysterektomie möglich war. Die Durchführbarkeit auch komplexer Eingriffe auf minimalinvasivem Wege kann somit einen Vorteil der Roboter-assistierten Chirurgie darstellen.

Einen deutlichen Vorteil der minimalinvasiven Verfahren gegenüber der abdominalen Hysterektomie stellen die kürzere Liegedauer, der geringere Blutverlust sowie verminderte postoperative Komplikationen dar. Adipositas sowie ein höheres Alter und Uterusgewicht scheinen dabei keinen Nachteil bezüglich des Outcomes der Patientinnen darzustellen, wohingegen ein hohes Alter sowohl bei der vaginalen als auch der abdominalen Hysterektomie mit einer erhöhten Rate an postoperativen Komplikationen vergesellschaftet war. Auch die indikationsgebende Diagnose für eine Hysterektomie stellte in der vorliegenden Studie keine Limitation für die Wahl eines minimalinvasiven Verfahrens dar.

Zwischen den minimalinvasiven Verfahren zeigten sich in der vorliegenden Studie bezüglich Blutverlust, Liegedauer, Komplikationen und Umstiegsrate keine Unterschiede. Allerdings war die Schnitt-Naht-Zeit für die Roboter-assistierte Hysterektomie signifikant höher. Die in der Literatur immer wieder diskutierten höheren Kosten der Roboter-Chirurgie könnten zudem einen Nachteil gegenüber der konventionellen Laparoskopie darstellen (Sarlos et al., 2010; Scandola et al., 2011). Dies müsste allerdings in weiteren Kosten-Nutzen-Analysen näher untersucht werden, bei denen unter anderem auch die Liegedauer, Rekonvaleszenz und postoperative Komplikationen mit einbezogen werden sollten. Entgegen den vorliegenden Daten konnten andere Studien hinsichtlich des Blutverlustes, der postoperativen Komplikationen sowie der Liegedauer Vorteile der Roboter-assistierten Hysterektomie gegenüber der konventionellen laparoskopischen Hysterektomie finden. Zudem wurde vereinzelt keine verlängerte Schnitt-Naht-Zeit beobachtet (Albright et al., 2016; Landeen et al., 2011; Lim et al., 2016).

Insgesamt muss beim Vergleich der Studien beachtet werden, dass Abweichungen hinsichtlich der Erfahrung der Operateure, Komplexität der Eingriffe, Adhäsionen, unterschiedliche Alters- und Gewichtsklassen sowie Komorbiditäten zu einer Beeinflussung

des Patienten-Outcomes beitragen und daher zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können.

Zudem wurden die meisten, sowie auch die vorliegende Studie, retrospektiv angelegt, sodass die Ergebnisse von der Vollständigkeit der Datendokumentation abhängig sind. Außerdem wurden die Patientinnen nicht randomisiert auf die einzelnen Studiengruppen verteilt, sodass hier eine weitere Beeinflussung der Ergebnisse zu sehen ist. Als weiterer Kritikpunkt ist der Zeitraum der Nachbeobachtung zu sehen, da dieser sich meist nur auf die Dauer der Hospitalisierung beschränkt. Bei einer kürzeren Liegedauer nach minimalinvasiven Verfahren können gegenüber der längeren Liegedauer bei der offenen Hysterektomie postoperative Komplikationen entgehen.

Zusammenfassend zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass die minimalinvasiven Verfahren bei benigner Indikation vor allem gegenüber der abdominalen Hysterektomie zu einem deutlich besseren Outcome für die Patientinnen führen können. Die Einführung der Roboter-assistierten Chirurgie ermöglichte dabei zum Ende des Beobachtungszeitraums eine minimalinvasive Hysterektomie bei fast allen Patientinnen. Innerhalb der minimalinvasiven Verfahren bleibt im Einzelfall abzuwägen, inwieweit die möglicherweise höheren Kosten sowie die längere Schnitt-Naht-Zeit den Einsatz der Roboter-assistierten Chirurgie bei benignen Indikationen rechtfertigen oder sogar einen Vorteil gegenüber der konventionellen Laparoskopie darbieten können.

Zur näheren Betrachtung kann diesbezüglich im Rahmen weiterer Studien Anschluss genommen werden an die bereits erwähnten Ergebnisse von Chiu et al., welche einen Vorteil der Roboter-assistierten Chirurgie gegenüber der konventionell-laparoskopischen Hysterektomie bei starken Adhäsionen zeigen konnte (Chiu et al., 2015). Hierzu sollte eine prospektive Studie durchgeführt werden, um postoperativ Daten zum Grad der Adhäsionen erheben zu können.

6 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden die Daten aller an der Frauenklinik der Universitätsmedizin Essen in den Jahren 2002 bis 2020 bei benigner Indikation durchgeführten Hysterektomien analysiert. Hierbei wurden die abdominale, die vaginale, sowie die konventionell laparoskopische und Roboter-assistierte Hysterektomie miteinander verglichen.

Die retrospektive Datenerhebung erfolgte mittels systematischer Suche in unserem internen Klinikinformationssystem. Dabei wurden sowohl präoperative Daten wie Alter, Gewicht und Indikation als auch postoperative Daten, wie Komplikationen, Blutverlust und Liegedauer dokumentiert und analysiert.

Hierbei zeigte sich für die $n = 1093$ Patientinnen ein durchschnittliches Alter von $49,6 \pm 10,8$ Jahren und einem Body Mass Index von $24,4 \pm 6,9 \text{ kg/m}^2$. Die häufigste Indikation war mit 56,3% der Uterus myomatosus, bei welcher zu 45% eine Roboter-assistierte Hysterektomie durchgeführt wurde. Im zeitlichen Verlauf betrachtet, zeigte sich von 2002 bis 2020 eine relative Abnahme der abdominalen sowie vaginalen Hysterektomie. Die minimal-invasiven Verfahren hingegen zeigten eine deutliche Zunahme und machten im Jahr 2020 einen Anteil von über 98% aus. Hierbei nahm besonders der Anteil der Roboter-assistierten Hysterektomie zu und stieg mit Einführung der Technik im Jahr 2011 von 53,3% auf ein Maximum von 82% im Jahr 2020.

Hinsichtlich des Outcome sowie der klinischen Parameter zeigten die minimalinvasiven Verfahren gegenüber der abdominalen Hysterektomie eine signifikant kürzere Liegedauer, einen geringeren Blutverlust sowie postoperative Komplikationsrate. Zwischen den minimalinvasiven Verfahren hingegen zeigten sich für die genannten Parameter keine signifikanten Unterschiede. Jedoch war für die Roboter-assistierte Hysterektomie eine längere Operationszeit zu verzeichnen.

Letztlich zeigen die vorliegenden Ergebnisse, dass die minimalinvasiven Verfahren bei benigner Indikation vor allem gegenüber der abdominalen Hysterektomie zu einem deutlich besseren Outcome für die Patientinnen führen können. Innerhalb der minimalinvasiven Verfahren bleibt im Einzelfall abzuwägen, inwieweit die möglicherweise höheren Kosten sowie die längere Schnitt-Naht-Zeit den Einsatz der Roboter-assistierten Chirurgie bei benignen Indikationen rechtfertigen oder sogar einen Vorteil gegenüber der konventionellen Laparoskopie darbieten können.

7 Summary

In the present study, the data of all hysterectomies performed at the Women's Clinic of the University Medicine Essen between 2002 and 2020 for benign indications were analyzed. The abdominal, vaginal, as well as conventional laparoscopic and robot-assisted hysterectomy were compared.

Retrospective data collection was performed using a systematic search in our internal clinic information system. Both preoperative data such as age, weight, and indication as well as postoperative data such as complications, blood loss, and length of hospital stay were documented and analyzed.

For the $n = 1093$ patients, the average age was 49.6 ± 10.8 years and the body mass index was 24.4 ± 6.9 kg/m². The most common indication was uterine myomatosis, which accounted for 56.3% of cases, with robot-assisted hysterectomy being performed in 45% of cases. Over the observation period, there was a relative decrease in abdominal and vaginal hysterectomy. In contrast, the minimally invasive procedures showed a significant increase and accounted for over 98% in 2020. In particular, the proportion of robot-assisted hysterectomy increased significantly, rising from 53.3% in 2011 to a maximum of 82% in 2020. Regarding the outcome and clinical parameters, the minimally invasive procedures showed a significantly shorter length of hospital stay, lower blood loss, and lower postoperative complication rate than abdominal hysterectomy. However, there were no significant differences in these parameters between the two minimally invasive procedures. However, the robot-assisted hysterectomy resulted in a longer operating time.

Finally, the results of the study suggest that minimally invasive procedures for benign indications can lead to a significantly better outcome for patients, particularly compared to abdominal hysterectomy. Within the minimally invasive procedures, it is necessary to weigh the potential higher costs and longer incision-suture time against the use of robot-assisted surgery in benign indications or even if it offers an advantage over conventional laparoscopy.

8 Literaturverzeichnis

1. Albright, B.B., Witte, T., Tofte, A.N., Chou, J., Black, J.D., Desai, V.B., and Ereksan, E.A. (2016). Robotic versus laparoscopic hysterectomy for benign disease: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Journal of minimally invasive gynecology* 23, 18-27.
2. Alkatout, I., Maass, N., Egberts, J.-H., Jünemann, K.-P., Ackermann, J., and Kimmig, R. (2016). Roboterchirurgie in der Gynäkologie – Status quo. *Der Gynäkologe* 49, 470-476.
3. Almeida, O.D., Jr. (2013). Robotic hysterectomy strategies in the morbidly obese patient. *JSLs* 17, 418-422.
4. Aloisi, A., Tseng, J.H., Sandadi, S., Callery, R., Feinberg, J., Kuhn, T., Gardner, G.J., Sonoda, Y., Brown, C.L., Jewell, E.L., Barakat R.R., Leitao M.M. (2019). Is Robotic-Assisted Surgery Safe in the Elderly Population? An Analysis of Gynecologic Procedures in Patients ≥ 65 Years Old. *Annals of Surgical Oncology* 26, 244-251.
5. Baeßler, K. (2018). Leitlinie Diagnostik und Therapie des weiblichen Descensus genitalis. *Geburtshilfe und Frauenheilkunde* 78, A2.
6. Baracy, M.G., Martinez, M., Hagglund, K., Afzal, F., Kulkarni, S., Corey, L., and Aslam, M.F. (2022). Minimally invasive hysterectomy for benign indications—surgical volume matters: a retrospective cohort study comparing complications of robotic-assisted and conventional laparoscopic hysterectomies. *Journal of Robotic Surgery*, 1-9.
7. Baskett, T.F. (2005). Hysterectomy: evolution and trends. *Best Practice & Research Clinical Obstetrics & Gynaecology* 19, 295-305.
8. Bauer, E., Scholz, C., Schochter, F., De Gregoriod, N., Janni, W., and Widschwendter, P. (2018). Hysterektomie—operative Innovationen in der Gynäkologie am Beispiel einer „alten“ Operation. *Der Gynäkologe* 51, 755-763.
9. Brummer, T.H., Jalkanen, J., Fraser, J., Heikkinen, A.-M., Kauko, M., Mäkinen, J., Seppälä, T., Sjöberg, J., Tomás, E., and Härkki, P. (2011). FINHYST, a prospective study of 5279 hysterectomies: complications and their risk factors. *Human reproduction* 26, 1741-1751.
10. Bulun, S.E. (2013). Uterine fibroids. *New England Journal of Medicine* 369, 1344-1355.
11. Carbonnel, M., Moawad, G.N., Tarazi, M.M., Revaux, A., Kennel, T., Favre-Inhofer, A., and Ayoubi, J.M. (2021). Robotic hysterectomy for benign indications: what have we learned from a decade? *JSLs: Journal of the Society of Laparoscopic & Robotic Surgeons* 25.

12. Chiu, L.-H., Chen, C.-H., Tu, P.-C., Chang, C.-W., Yen, Y.-K., and Liu, W.-M. (2015). Comparison of robotic surgery and laparoscopy to perform total hysterectomy with pelvic adhesions or large uterus. *J Minim Access Surg* *11*, 87-93.
13. Clarke-Pearson, D.L., and Geller, E.J. (2013). Complications of Hysterectomy. *Obstetrics & Gynecology* *121*, 654-673.
14. Cox, J.T., Schiffman, M., and Solomon, D. (2003). Prospective follow-up suggests similar risk of subsequent cervical intraepithelial neoplasia grade 2 or 3 among women with cervical intraepithelial neoplasia grade 1 or negative colposcopy and directed biopsy. *American journal of obstetrics and gynecology* *188*, 1406-1412.
15. David-Montefiore, E., Rouzier, R., Chapron, C., and Daraï, E. (2007). Surgical routes and complications of hysterectomy for benign disorders: a prospective observational study in French university hospitals. *Human reproduction (Oxford, England)* *22*, 260-265.
16. Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe (2015). Indikation und Methodik der Hysterektomie bei benignen Erkrankungen Leitlinien
17. Dian, D., Rack, B., Schindlbeck, C., Janni, W., and Friese, K. (2008). Endoskopische Hysterektomie. *Der Gynäkologe* *41*, 343-348.
18. Diaz-Arrastia, C., Jurnalov, C., Gomez, G., and Townsend, C. (2002). Laparoscopic hysterectomy using a computer-enhanced surgical robot. *Surgical Endoscopy and Other Interventional Techniques* *16*, 1271-1273.
19. Dindo, D., Demartines, N., and Clavien, P.A. (2004). Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Annals of surgery* *240*, 205-213.
20. DRG-Statistik PEPP-Statistik, S.B., Zweigstelle Bonn (2022). Operationen und Prozeduren der vollstationären Patientinnen und Patienten in Krankenhäusern.
21. Dubeshter, B., Angel, C., Toy, E., Thomas, S., and Glantz, J.C. (2013). Current Role of Robotic Hysterectomy. *J Gynecol Surg* *29*, 174-178.
22. Freytag, D., Günther, V., Maass, N., and Alkatout, I. (2021). Uterine fibroids and infertility. *Diagnostics* *11*, 1455.
23. Gala, R.B., Margulies, R., Steinberg, A., Murphy, M., Lukban, J., Jeppson, P., Aschkenazi, S., Olivera, C., South, M., and Lowenstein, L. (2014). Systematic review of robotic surgery in gynecology: robotic techniques compared with laparoscopy and laparotomy. *Journal of minimally invasive gynecology* *21*, 353-361.

24. Gitas, G., Alkatout, I., Proppe, L., Hanker, L., Allahqoli, L., Grimbizis, G., Rody, A., Werner, N., Sommer, S., and Baum, S. (2022). Long-term satisfaction of patients after laparoscopic and robotic-assisted hysterectomy. *Archives of Gynecology and Obstetrics* 305, 1481-1490.
25. Gitas, G., Alkatout, I., Proppe, L., Werner, N., Rody, A., Hanker, L., Pados, G., Freytag, D., Sommer, S., and Baum, S. (2021). Surgical outcomes of conventional laparoscopic and robotic-assisted hysterectomy. *The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery* 17, e2225.
26. Giuliani, E., As-Sanie, S., and Marsh, E.E. (2020). Epidemiology and management of uterine fibroids. *International Journal of Gynecology & Obstetrics* 149, 3-9.
27. Himpens, J., Leman, G., and Cadiere, G. (1998). Telesurgical laparoscopic cholecystectomy. *Surgical endoscopy* 12, 1091.
28. Johnson, N., Barlow, D., Lethaby, A., Tavender, E., Curr, L., and Garry, R. (2005). Methods of hysterectomy: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Bmj* 330, 1478.
29. Karakaş, S., Demirayak, G., Erdoğan, Ş.V., Erdoğan, A., Önder, A.B., Özdemir, İ.A., Comba, C., ÇAYPINAR, S.S., Murat, E., and Yaşar, L. (2021). Robotic or laparoscopic approach for hysterectomy: comparison of operative outcomes and cost. *Cukurova Medical Journal* 46, 430-435.
30. Kim, Y.T., Kim, S.W., and Jung, Y.W. (2008). Robotic surgery in gynecologic field. *Yonsei medical journal* 49, 886-890.
31. Kissler, S., Hamscho, N., Zangos, S., Wiegratz, I., Schlichter, S., Menzel, C., Doebert, N., Gruenwald, F., Vogl, T., and Gaetje, R. (2006). Uterotubal transport disorder in adenomyosis and endometriosis—a cause for infertility. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 113, 902-908.
32. Kohl Schwartz, A.S., and Mueller, M.D. (2021). Herausforderung Adenomyose—operative, endokrine und reproduktionsmedizinische Therapieoptionen. *Gynäkologische Endokrinologie* 19, 53-62.
33. Kwoh, Y.S., Hou, J., Jonckheere, E.A., and Hayati, S. (1988). A robot with improved absolute positioning accuracy for CT guided stereotactic brain surgery. *IEEE transactions on biomedical engineering* 35, 153-160.
34. Landeen, L.B., Bell, M.C., Hubert, H.B., Bennis, L.Y., Knutsen-Larson, S.S., and Seshadri-Kreaden, U. (2011). Clinical and cost comparisons for hysterectomy via abdominal, standard laparoscopic, vaginal and robot-assisted approaches. *South Dakota Medicine*.

35. Lim, P.C., Crane, J.T., English, E.J., Farnam, R.W., Garza, D.M., Winter, M.L., and Rozeboom, J.L. (2016). Multicenter analysis comparing robotic, open, laparoscopic, and vaginal hysterectomies performed by high-volume surgeons for benign indications. *International journal of gynaecology and obstetrics: the official organ of the International Federation of Gynaecology and Obstetrics* 133, 359-364.
36. Louie, M., Strassle, P.D., Moulder, J.K., Dizon, A.M., Schiff, L.D., and Carey, E.T. (2018). Uterine weight and complications after abdominal, laparoscopic, and vaginal hysterectomy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology* 219, 480.e481-480.e488.
37. Maher, C., Cary, M., Slack, M., Murray, C., Milligan, M., and Schluter, P. (2001). Uterine preservation or hysterectomy at sacrospinous colpopexy for uterovaginal prolapse? *International urogynecology journal* 12, 381-385.
38. Matthews, C.A., Reid, N., Ramakrishnan, V., Hull, K., and Cohen, S. (2010). Evaluation of the introduction of robotic technology on route of hysterectomy and complications in the first year of use. *American journal of obstetrics and gynecology* 203, 499. e491-499. e495.
39. Mettler, L., and Alkatout, I. (2016). Hysterektomieverfahren bei gutartigen Gebärmuttererkrankungen. *gynäkologie+ geburtshilfe* 21, 31-39.
40. Morrell, A.L.G., Morrell-Junior, A.C., Morrell, A.G., MENDES, J., FREITAS, M., TUSTUMI, F., and Morrell, A. (2021). The history of robotic surgery and its evolution: when illusion becomes reality. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões* 48.
41. Neis, K., Brandner, P., and Wagner, S. (2006). Laparoskopische Operationsverfahren in der Gynäkologie. *Der Gynäkologe* 39, 87-104.
42. Neis, K.J., Zubke, W., Fehr, M., Römer, T., Tamussino, K., and Nothacker, M. (2016). Hysterectomy for Benign Uterine Disease. *Dtsch Arztebl Int* 113, 242-249.
43. Okolo, S. (2008). Incidence, aetiology and epidemiology of uterine fibroids. *Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology* 22, 571-588.
44. Paul, H.A., Bargar, W.L., Middlestadt, B., Musits, B., Taylor, R.H., Kazanzides, P., Zuhars, J., Williamson, B., and Hanson, W. (1992). Development of a surgical robot for cementless total hip arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and related research*, 57-66.
45. Prütz, F., Knopf, H., von der Lippe, E., Scheidt-Nave, C., Starker, A., and Fuchs, J. (2013). Prävalenz von Hysterektomien bei Frauen im Alter von 18 bis 79 Jahren. *Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz* 56, 716-722.

46. Reich, H., DeCAPRIO, J., and McGLYNN, F. (1989). Laparoscopic hysterectomy. *J Gynecol Surg* 5, 213-216.
47. Robert-Koch-Institut (2020). Gesundheitliche Lage der Frauen in Deutschland Kapitel 2
48. Römer, T. (2013). Endometriumhyperplasie und-karzinom. *Gynäkologische Endokrinologie* 11, 277-288.
49. Rusch, P., Kimmig, R., Mach, P., S, K., and Paul, B. (2020). Hysterectomy in Uterus Myomatosis - is the Robot the Jack-of-all-Trades? - A 15-Year Retrospective from a Tertiary Referral Center. *Advances in Laparoscopy* 3.
50. Sarlos, D., Kots, L., Stevanovic, N., and Schaer, G. (2010). Robotic hysterectomy versus conventional laparoscopic hysterectomy: outcome and cost analyses of a matched case-control study. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology* 150, 92-96.
51. Scandola, M., Grespan, L., Vicentini, M., and Fiorini, P. (2011). Robot-assisted laparoscopic hysterectomy vs traditional laparoscopic hysterectomy: five metaanalyses. *Journal of minimally invasive gynecology* 18, 705-715.
52. Schindlbeck, C., Klausner, K., Dian, D., Janni, W., and Friese, K. (2008). Comparison of total laparoscopic, vaginal and abdominal hysterectomy. *Archives of gynecology and obstetrics* 277, 331-337.
53. Senn, N. (1895). The early history of vaginal hysterectomy. *Journal of the American Medical Association* 25, 476-482.
54. Siedhoff, M.T., Wheeler, S.B., Rutstein, S.E., Geller, E.J., Doll, K.M., Wu, J.M., and Clarke-Pearson, D.L. (2015). Laparoscopic hysterectomy with morcellation vs abdominal hysterectomy for presumed fibroid tumors in premenopausal women: a decision analysis. *American journal of obstetrics and gynecology* 212, 591. e591-591. e598.
55. Silasi, D.-A., Gallo, T., Silasi, M., Menderes, G., and Azodi, M. (2013). Robotic versus abdominal hysterectomy for very large uteri. *JSLs* 17, 400-406.
56. Smorgick, N., Patzkowsky, K.E., Hoffman, M.R., Advincula, A.P., Song, A.H., and As-Sanie, S. (2014). The increasing use of robot-assisted approach for hysterectomy results in decreasing rates of abdominal hysterectomy and traditional laparoscopic hysterectomy. *Archives of gynecology and obstetrics* 289, 101-105.
57. Söhngen, L., Meinhold-Heerlein, I., Wölfler, M., and Maass, N. (2012). Hysterektomie: interventionelle Alternativen. *Der Gynäkologe* 45, 633-641.
58. Sparić, R., Hudelist, G., Berisava, M., Gudović, A., and Buzadzić, S. (2011). Hysterectomy throughout history. *Acta chirurgica Iugoslavica* 58, 9-14.

59. Sparic, R., Mirkovic, L., Malvasi, A., and Tinelli, A. (2016). Epidemiology of Uterine Myomas: A Review. *International journal of fertility & sterility* 9, 424-435.
60. Statistisches Bundesamt (2021). Körpermaße nach Altersgruppen: Frauen.
61. Statistisches Bundesamt (2022). Gesundheitsberichterstattung des Bundes.
62. Stewart, E.A. (2001). Uterine fibroids. *The Lancet* 357, 293-298.
63. Sutton, C. (2010). Past, present, and future of hysterectomy. *Journal of minimally invasive gynecology* 17, 421-435.
64. Thill, M., Kavallaris, A., Kelling, K., Diedrich, K., and Altgassen, C. (2010). Laparoskopische suprazervikale Hysterektomie. *Der Gynäkologe* 43, 124-131.
65. Valentowitsch, J., and Burr, W. (2022). Die Auswirkungen der Krankenhauskonzentration auf die Verweildauer und stationäre Sterblichkeit in Deutschland. *Gesundheitsökonomie & Qualitätsmanagement* 20.
66. Wallwiener, M. (2019). Medikamentöse konservative Therapie des Uterus myomatosis. *Der Gynäkologe* 52, 280-287.

9 Tabellenverzeichnis

Tab. 1	Benigne Indikationen zur Hysterektomie.....	7
Tab. 2	Vergleich von Studien zur Hysterektomie.....	16
Tab. 3:	Einteilung postoperativer Komplikationen	26
Tab. 4	Untersuchte Subgruppen.....	27
Tab. 5	Benigne Indikationen nach OP-Verfahren.....	32
Tab. 6	Adnexektomie rate	38
Tab. 7	Komplikationsraten nach OP-Verfahren.....	43
Tab. 8	Komplikationen nach OP-Verfahren.....	43
Tab. 9	Umstieg auf offenes Verfahren	48
Tab. 10	Body Mass Index.....	50
Tab. 11	Body Mass Index und Komplikationsrate	50
Tab. 12	Altersgruppen.....	52
Tab. 13	Altersgruppen und Komplikationsraten	52

10 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	absolute Häufigkeiten der Hysterektomien	5
Abb. 2	Altersverteilung bei Hysterektomien in Deutschland.....	6
Abb. 3	Verteilung von Alter und Body Mass Index.....	29
Abb. 4	Altersverteilung.....	30
Abb. 5	Body Mass Index.....	30
Abb. 6	Benigne Indikationen.....	31
Abb. 7	Alter nach Indikation.....	33
Abb. 8	Hysterektomie-Verfahren im Verlauf.....	33
Abb. 9	Absolute Häufigkeiten der Hysterektomie-Verfahren.....	34
Abb. 10	Hysterektomie-Verfahren im Verlauf	35
Abb. 11	Liegedauer im Verlauf – Gesamtkollektiv.....	36
Abb. 12	Liegedauer nach OP-Verfahren	36
Abb. 13	Liegedauer im Zeitverlauf nach OP-Verfahren.....	37
Abb. 14	Liegedauer nach Indikation.....	38
Abb. 15	Uterusgewicht nach OP-Verfahren.....	39
Abb. 16	Uterusgewicht nach Indikation.....	40
Abb. 17	Schnitt-Naht-Zeit nach OP-Verfahren.....	41
Abb. 18	Schnitt-Naht-Zeit im Verlauf.....	41
Abb. 19	Hämoglobin-Abfall.....	42
Abb. 20	Komplikationen nach Clavien-Dindo.....	44
Abb. 21	Komplikationsrate im Verlauf.....	45
Abb. 22	Komplikationsrate bei Adipositas.....	46
Abb. 23	Komplikationsrate nach Alter und OP-Verfahren.....	47
Abb. 24	Komplikationsrate nach Uterusgewicht und OP-Verfahren.....	48
Abb. 25	Body Mass Index nach OP-Verfahren.....	49
Abb. 26	Alter nach OP-Verfahren.....	49
Abb. 27	Body Mass Index und Komplikationen nach Clavien-Dindo.....	51
Abb. 28	Altersgruppen und Komplikationsraten nach Clavien-Dindo.....	53

11 Anhang

Abkürzungsverzeichnis

HE	Hysterektomie
TLH	Totale Laparoskopische Hysterektomie
FDA	Food and Drug Administration
LAVH	laparoskopisch assistierte vaginale Hysterektomie
LASH	Laparoskopische suprazervikale Hysterektomie
DGGG	Deutsche Gesellschaft für Gynäkologie und Geburtshilfe
LSK	Laparoskopie
CIN	zervikale intraepitheliale Neoplasie
BMI	Body Mass Index
Hb	Hämoglobin

"Der Lebenslauf ist in der Online-Version aus Gründen des Datenschutzes nicht enthalten."