
Jahresbericht 2022 des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator- Registers

Teil 1: Herzschrittmacher

Heiko Burger¹, Bernd Nowak², Uwe Wiegand³, Carsten Israel⁴, Bernd Lemke⁵,
Christof Kolb⁶, Andreas Hain⁷, Andreas Markewitz⁸

¹ Abteilung für Herzchirurgie, Herzzentrum Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim, Deutschland

² Cardioangiologisches Centrum Bethanien, Frankfurt / Main, Deutschland

³ Klinik für Kardiologie, Sana-Klinikum, Remscheid, Deutschland

⁴ Klinik für Kardiologie, Evangelisches Klinikum Bethel, Bielefeld, Deutschland

⁵ Klinik für Kardiologie, Elektrophysiologie und Angiologie, Lüdenscheid, Deutschland

⁶ Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen, Deutsches Herzzentrum, München, Deutschland

⁷ Abteilung für Kardiologie, Herzzentrum Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim, Deutschland

⁸ Bendorf, Deutschland

Anschrift des Verfassers:

PD Dr. Heiko Burger

Kerckhoff-Klinik

Benekestrasse 2-8

61231 Bad Nauheim

E-mail: h.burger@kerckhoff-klinik.de

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| 1. Einleitung | 3 |
| 2. Datenbasis | 4 |
| 2.1. Datenvolumen..... | 4 |
| 2.2. Demografische Daten | 7 |
| 3. Implantationen..... | 9 |
| 3.1. EKG-Indikation zur Schrittmacherimplantation | 9 |
| 3.2. Auswahl der Schrittmachersysteme | 10 |
| 3.3. Operationsdaten | 12 |
| 4. Aggregatwechsel..... | 18 |
| 5. Revisionen/Systemwechsel/Explantationen..... | 22 |
| 6. Kommentar mit internationalem Vergleich | 27 |
| 6.1. Datenbasis | 27 |
| 6.2. EKG-Indikationen zur Schrittmachertherapie | 29 |
| 6.3. Schrittmachersystemauswahl | 30 |
| 6.4. Operationsdaten | 31 |
| 7. Zusammenfassung und Ausblick | 35 |
| Literatur..... | 36 |
| Tabellenverzeichnis | 36 |
| Abbildungsverzeichnis | 40 |

1. Einleitung

Der 22. Jahresbericht des „Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator-Registers“ bietet erneut einen umfassenden Überblick über die operativen Leistungszahlen, Entwicklungen und Trends der stationär erbrachten Herzschrittmacher (Teil 1) und Defibrillator (Teil 2) Operationen in Deutschland. In diesem Bericht werden detaillierte Informationen zu Neuimplantationen, Aggregatwechsel- und Revisionseingriffen sowie zu Patientengruppen, Gerätetypen und der Versorgungsqualität dargestellt. Die präsentierten Ergebnisse basieren auf den Datenerhebungen des „Institutes für Qualität und Transparent im Gesundheitswesen (IQTIG)“ (3-6), früheren Berichten des „Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator-Registers“ (7) und der Jahresstatistik der „Deutschen Gesellschaft für Herz-, Thorax- und Gefäßchirurgie (DGTHG)“ (8). Weiterhin wurden die Herzschrittmacher und Defibrillator Qualitätsregister der Schweiz (9, 10), Schweden (11) und Dänemark (12) herangezogen, um die aktuelle Versorgungsqualität Deutschlands im internationalen Vergleich der kardiovaskulären elektronischen Implantattherapien besser einordnen zu können.

Das Jahr 2022 repräsentierte zudem das dritte Folgejahr der COVID-19-Pandemie mit teils einschneidenden Auswirkungen auf klinische Abläufe und die Patientenversorgung (18). Angesichts der sich hierbei dramatisch reduzierten stationären Kapazitäten verstärkte die COVID-19-Pandemie zudem den, von Kostenträgern und Gesundheitspolitiker gewünschten Trend einer effizienteren Gesundheitsversorgung durch eine zunehmende Verlagerung von stationären Operationen in ein „Ressourcen-schonenderes“ ambulantes Setting (19, 20).

Leider werden bis heute keine Qualitätsdaten im ambulanten Leistungsbereich erhoben und daher sind weder der Versorgungsumfang noch ihre Qualität bekannt. So wurde in früheren Jahren davon ausgegangen, dass nur ein geringer Anteil an isolierten Aggregatwechseln im ambulanten Sektor erbracht wurden. Mit der Einführung des neuen ambulanten Operationskatalogs (AOP-Katalog) 2022 deuten sich aber wesentliche Auswirkungen für die Herzschrittmacher- und Defibrillatorversorgung in Deutschland an. Propagiert werden durch eine zunehmende Ambulantisierung eine höhere Kosteneffizienz, die finanzielle Anreize für Krankenhäuser versprechen und stationäre Kapazitäten und Patientenwartelisten reduzieren sollen (21).

In wie weit die Jahreszahlen 2022 Aufschluss darüber geben können, welchen Einfluss die Pandemie tatsächlich auf die stationäre Herzschrittmacher- und Defibrillator-Versorgung in Deutschland hatte und ob gar planbare oder dringende Eingriffe in einem relevantem Umfang ausgesetzt wurden, müssten die dargebotenen Zahlen aufzeigen und ggf. auch darlegen, ob sich bereits ein Effekt durch eine forciertere ambulante Versorgung nachweisen lässt.

2. Datenbasis

2.1. Datenvolumen

Die Anzahl der Institutionen, die Herzschrittmacher-Operationen durchführten, ist nach einem kontinuierlichen Rückgang der vergangenen Jahre 2022 erstmals wieder minimal angestiegen (Tabelle 1). Da sich die Datengrundlage aber seit dem Erfassungsjahr 2020 nicht mehr, wie zuvor, auf den entlassenden Standort, sondern auf die Ebene der Krankenhäuser bezieht, ist ein Vergleich mit den Vorjahren nur bedingt zulässig (3-7).

Die Zahl der Neuimplantationen konnte sich nach einem mehrjährigen Rückgang innerhalb der letzten drei Jahre auf einem Niveau von über 73.000 Eingriffen stabilisieren wenngleich sich formal die Anzahl im Vergleich zum Vorjahr um 0,16% reduzierte (Abbildung 1). Im Gegensatz hierzu setzte sich auch im Jahr 2022 die bekannte kontinuierliche Reduktion der Eingriffszahlen für stationäre Aggregatwechsel (-1%) und Revisionen (-2,6%) fort. Somit bleibt auch die rückläufige Entwicklung der Gesamteingriffszahlen aller Schrittmacheroperationen ungebrochen und es ergibt sich eine erneute Reduktion um insgesamt 519 Eingriffe (0,5%) im Vergleich zum Vorjahr (Tabelle 1). Ob es sich hierbei um Effekte der COVID-19 Pandemie, oder eher um eine politisch gewollte Verschiebung stationärer Eingriffe in ambulante Versorgungskonzepte handelte, ist unklar. Somit können, bis valide Zahlen aus dem ambulanten Sektor vorliegen, leider nur Mutmaßungen erfolgen.

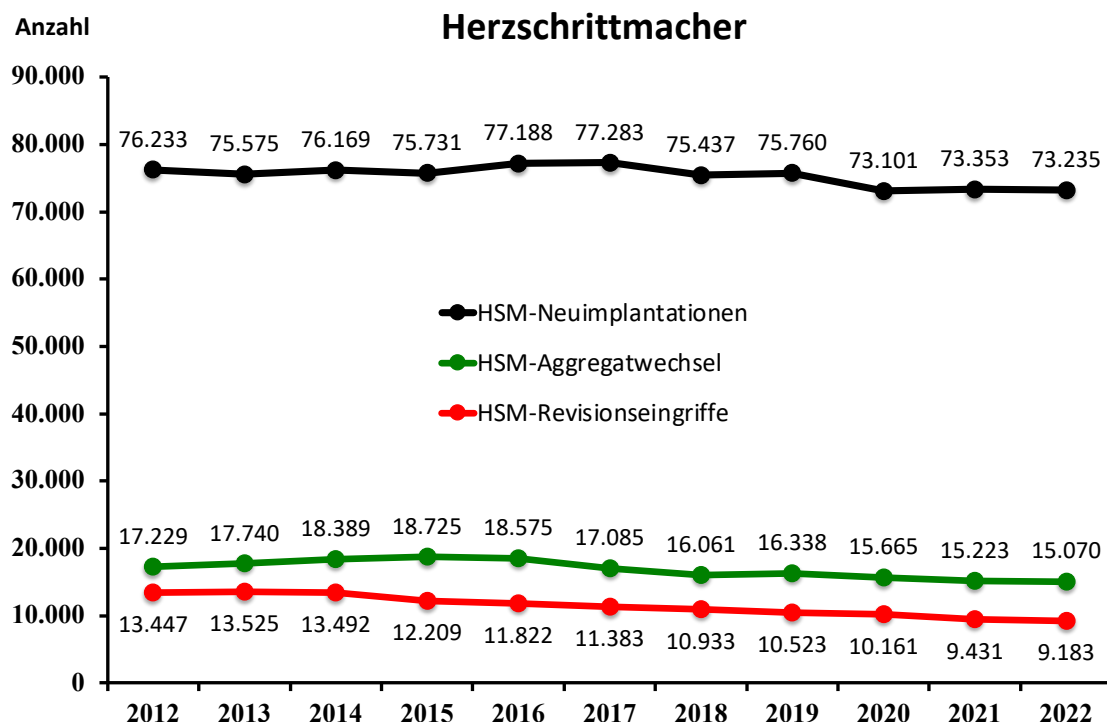


Abbildung 1: Herzschrittmachereingriffe in Deutschland im 10-Jahres-Vergleich 2012 bis 2022

Tabelle 1: Übersicht ausgewerteter Datensätze im Vergleich zu den Vorjahren

| Datenbasis | 2020 | 2021 | 2022 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Krankenhäuser | | | |
| 09/1: Implantationen | 868 | 840 | 847 |
| 09/2: Aggregatwechsel | 801 | 791 | 769 |
| 09/3: Revisionen/Systemwechsel/Explantationen | 770 | 752 | 738 |
| Eingriffe | | | |
| 09/1: Implantationen | 73.101 | 73.353 | 73.235 |
| 09/2: Aggregatwechsel | 15.665 | 15.223 | 15.070 |
| 09/3: Revisionen/Systemwechsel/Explantationen | 10.161 | 9.431 | 9.183 |
| Alle 3 Leistungsbereiche (Summe) | 98.927 | 98.007 | 97.488 |

Die Datenvollständigkeit ist weiterhin nahezu perfekt (Tabelle 2). Bei den Zahlen über 100 % handelt es sich am ehesten um Kodierfehler oder Doppelerfassungen.

Tabelle 2: Vollständigkeit der ausgewerteten Datensätze bzw. Krankenhäuser im Jahre 2022

| Datenbasis 2022 | Soll | Ist (1) | Vollständigkeit |
|--|--------|---------|-----------------|
| Krankenhäuser | | | |
| 09/1 Implantationen | 1.032 | 1.029 | 99,7% |
| 09/2 Aggregatwechsel | 840 | 841 | 100,1% |
| 09/3 Revisionen/Systemwechsel/Explantationen | 812 | 814 | 100,2% |
| Eingriffe | | | |
| 09/1 Implantationen | 72.836 | 73.235 | 100,5% |
| 09/2 Aggregatwechsel | 14.779 | 15.070 | 102,0% |
| 09/3 Revisionen/Systemwechsel/Explantationen | 9.115 | 9.183 | 100,7% |

(1) Die Angaben zur Anzahl der meldenden Krankenhäuser und zur Menge der Datensätze in Tabelle 2 weichen von den Einträgen in Tabelle 1 ab, da auch Minimaldatensätze mitgezählt wurden.

Die Angaben zur Anzahl der meldenden Krankenhäuser/Leistungserbringer sowie die Grundlage der Sollstatistik wird seit dem Erfassungsjahr 2020 auf die Standortebene (entlassende Standorte) bezogen. Eine Umstellung der Sollstatistik vom entlassenden Standort auf den behandelnden Standort ist nicht möglich, da letzterer im Unterschied zum entlassenden Standort nicht immer der abrechnende oder der die QS-Dokumentation abschließende Standort ist.

Von den insgesamt 97.488 Eingriffen wurden im Jahre 2022 12.695 Eingriffe in 74 herzchirurgischen Zentren durchgeführt. Betrachtet man diese Leistung, so zeigt sich einerseits, dass die wenigen herzchirurgischen Leistungserbringer im 10-Jahresvergleich einen nahezu konstanten Anteil an Herzschrittmacher Neuimplantationen, Wechsel- und Revisionseingriffen mit einem Gesamtanteil von aktuell 13% durchführten. Bemerkenswert ist einerseits der seit vier Jahren stetig steigende Anteil an Aggregatwechseleingriffen und andererseits der seit Jahren überproportional hohe Anteil an durchgeführten Revisionseingriffen. Dieser betrug im Jahr 2022 23,4% aller deutschlandweit erfolgten Revisionseingriffe während die Revisionseingriffe insgesamt aber nur 9,4% aller HSM-Eingriffe repräsentierten. (Abbildung 2) (8).

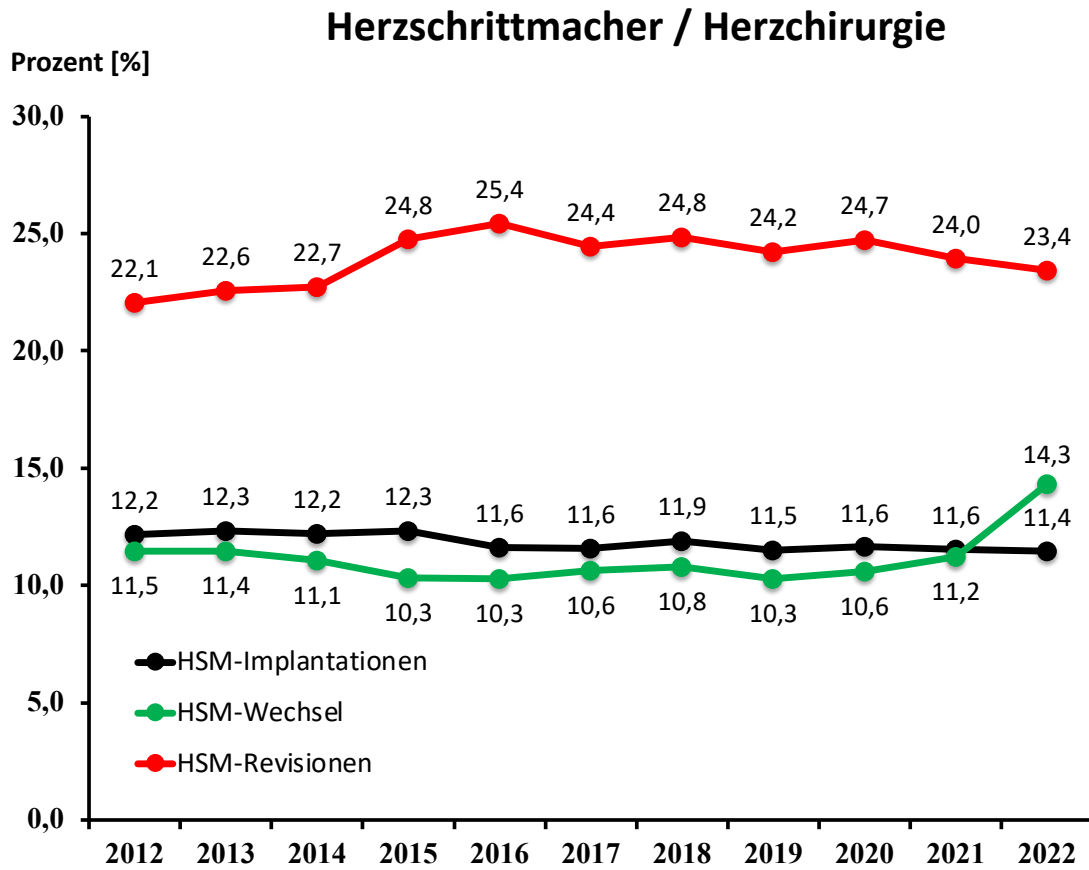


Abbildung 2: Anteil der Herzschrittmachereingriffe, die in Deutschland in herzchirurgischen Fachabteilungen durchgeführt wurden, im 10-Jahres-Vergleich

2.2. Demografische Daten

Die Anzahl der Eingriffe pro Institution hat 2021 und 2022 v. a. aufgrund der oben beschriebenen, geänderten Erfassungsvorgaben nach 2020 bei den Neuimplantationen zugenommen. 2022 zeigte sich jedoch eine geringe Reduktion im Vergleich zum Vorjahr. Hingegen erfolgten 2022 erneut weniger Aggregatwechsel und Revisionseingriffe als 2020 und auch die Anzahl der Eingriffe pro Institution lag unter dem Niveau von 2020. So ergaben sich für das Erfassungsjahr 2022 rechnerisch im Schnitt 1,7 Herzschrittmacher-Neuimplantationen, 0,4 Aggregatwechsel und 0,2 Revisionseingriffe pro Klinik und Kalenderwoche, was der Frequenz der Vorjahre entspricht.

Die mittlere postoperative Verweildauer der Patienten für Neuimplantationen, Aggregatwechsel und Revisionseingriffe verblieb ebenfalls auf bekannten Niveau stabil.

Die Rate an permanent stimulationsbedürftigen, d.h. schrittmacher-abhängigen Patienten wird nur noch bei den Aggregatwechseln ermittelt und betrug 2022 26%.

Der Anteil an jungen Patienten (< 60 Jahre) die eine Neuimplantation (5,2%), einen Aggregatwechsel- (5,1%) bzw. einen Revisionseingriff (9%) erhielten verblieb in etwa auf Vorjahresniveau. Hingegen zeigte der Anteil an betagten Patienten (> 90 Jahre) einen Rückgang um 1% bei Aggregatwechseln (15,3%) und eine leichte Zunahme von 0,5% bei Revisionseingriffen während sich bei den Neuimplantationen keine Veränderungen zum Vorjahr ergaben (Tabelle 3) (3-7).

Tabelle 3: Demografische Daten der letzten drei Jahre zu Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen / Systemwechsel / Explantationen

| | | 2020 | 2021 | 2022 |
|---------------------------------|--|--------|--------|--------|
| 09/1 Implantationen | Anzahl Eingriffe | 73.044 | 73.293 | 73.235 |
| | - im Mittel je Institution | 84,2 | 87,3 | 86,5 |
| | männliche Patienten | 57,7% | 58,1% | 59,0% |
| | weibliche Patienten | 42,3% | 41,9% | 41,0% |
| | Patienten < 60 Jahre | 5,4% | 5,4% | 5,2% |
| | Patienten 90 Jahre und älter | 5,9% | 6,0% | 6,0% |
| | Mittlere postoperative Verweildauer (Tage) | 4,4 | 4,1 | 4,2 |
| 09/2 Aggregatwechsel | Anzahl Eingriffe | 16.858 | 15.218 | 15.070 |
| | - im Mittel je Institution | 21,0 | 19,2 | 19,6 |
| | männliche Patienten | 54,5% | 53,7% | 54,1% |
| | weibliche Patienten | 45,5% | 46,3% | 46,0% |
| | Patienten < 60 Jahre | 4,3% | 4,9% | 5,1% |
| | Patienten 90 Jahre und älter | 15,7% | 16,3% | 15,3% |
| | Mittlere postoperative Verweildauer (Tage) | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| kein Eigenrhythmus | 24,0% | 25,6% | 26,0% | |

| | | | | |
|---|--|--------|-------|-------|
| 09/3 Revisionen, Systemwechsel, Explantationen | Anzahl Eingriffe | 10.142 | 9.407 | 9.183 |
| | - im Mittel je Institution | 13,2 | 12,5 | 12,4 |
| | männliche Patienten | 55,6% | 55,4% | 57,1% |
| | weibliche Patienten | 44,4% | 44,6% | 42,9% |
| | Patienten < 60 Jahre | 8,6% | 9,3% | 9,0% |
| | Patienten 90 Jahre und älter | 6,1% | 6,1% | 6,6% |
| | Mittlere postoperative Verweildauer (Tage) | 4,9 | 4,6 | 4,8 |

3. Implantationen

3.1. EKG-Indikation zur Schrittmacherimplantation

Bei den Indikationen zur Schrittmacherimplantation kam es im Erfassungsjahr 2022 in den Indikationsgruppen AV-Block, CRT, Schenkelblöcke und Sonstiges prozentual und in Absolutzahlen zu einem Anstieg. Alle anderen Indikationsgruppen wiesen hingegen eine Reduktion im Vergleich zum Vorjahr auf (Tabelle 4) (4,7).

Tabelle 4: Führende EKG-Indikationen der letzten drei Jahre zur HSM-Implantation in Absolutzahlen sowie in Prozent im Vergleich zu den Vorjahren (*=inklusive Bradykardie-Tachykardie-Syndrom (BTS bei paroxysmale/persistierendem Vorhofflimmern); **= Sonstiges, Karotis-Sinus-Syndrom (CSS) und Vasovagales Syndrom (VVS))

| EKG-Befunde | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|---------------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| AV-Block | 36.419 | 49,9 | 36.982 | 50,5 | 37.733 | 51,5 |
| Sick-Sinus-Syndrom (SSS)* | 23.711 | 32,5 | 22.909 | 31,3 | 22.081 | 30,1 |
| Vorhofflimmern | 9.282 | 12,7 | 9.336 | 12,7 | 8.942 | 12,2 |
| Schenkelblöcke | 1.017 | 1,4 | 919 | 1,3 | 1.085 | 1,5 |
| Indikation zu CRT | 1.815 | 2,5 | 2.231 | 3,0 | 2.416 | 3,3 |
| Sonstiges ** | 800 | 1,1 | 656 | 0,9 | 883 | 1,2 |
| fehlende Angaben | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0 | 0,0 |
| Summe | 73.044 | 100 | 73.293 | 100 | 73.140 | 100 |

Die leitlinienkonformen Indikationsstellungen aller Patienten zeigten in den letzten Jahren einen stabilen Anteil von über 96% (2020: 96,6%; 2021: 96,4%; 2022: 96,3%). Eine 100%ige Konformität ergab sich, wie im Vorjahr, in den Indikationsklassen AV-Block 2° Typ Mobitz (Mobitz 2), AV-Block 3° und positivem Adenosin-Triphosphat-Test. Weiterhin wurden zu über 97% leitlinienkonforme Indikationen beim Sinusknotensyndrom (SSS) und der Bradykardie bei permanentem Vorhofflimmern erzielt. Die Leitlinienkonformität fiel hingegen beim AV-Block 2° Typ Wenckebach (Mobitz 1) von über 97% (2021) auf jetzt 96,3% (2022) ab und alle anderen Indikationsbereiche zeigten weniger als 90% Übereinstimmung (4). Hierzu zählt auch die Indikation zur kardialen Resynchronisationstherapie (CRT), die aktuell eine nur 72,6%ige Leitlinienkonformität aufwies (2020: 70,3%; 2021: 73,1%). Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund unbefriedigend, da es sich hierbei um die komplexesten und komplikationsträchtigsten aber auch kostenintensivsten HSM-Eingriffe handelt. Zwar repräsentierten die CRT-Implantationen mit 3,3% eine nur kleine Indikationsgruppe aber ein strukturierter Dialog mit den Leistungserbringern könnte bereits eine positive Lenkungswirkung entfalten. Auch sollte die aktuelle Auswertungssystematik für die leitlinienkonforme CRT-Indikationsstellung nochmals kritisch hinterfragt werden, um mögliche statistische Unschärfen zu reduzieren.

Zur Auswertung des Indikators leitlinienkonforme Indikationsstellung sind allerdings zwei Punkte anzumerken. Zum einen wurde mit der Veröffentlichung der ESC-Leitlinien 2021 (17) eine Anpassung der Rechenregeln notwendig die zu einer Liberalisierung der Patientengruppen führte und zum anderen, dass - abgesehen von der CRT als Repräsentant der Herzinsuffizienztherapie und der Indikation Schenkelblock - sich die geringere Leitlinienkonformität auf vergleichsweise seltene Rhythmusstörungen bezieht (Abbildung 3).

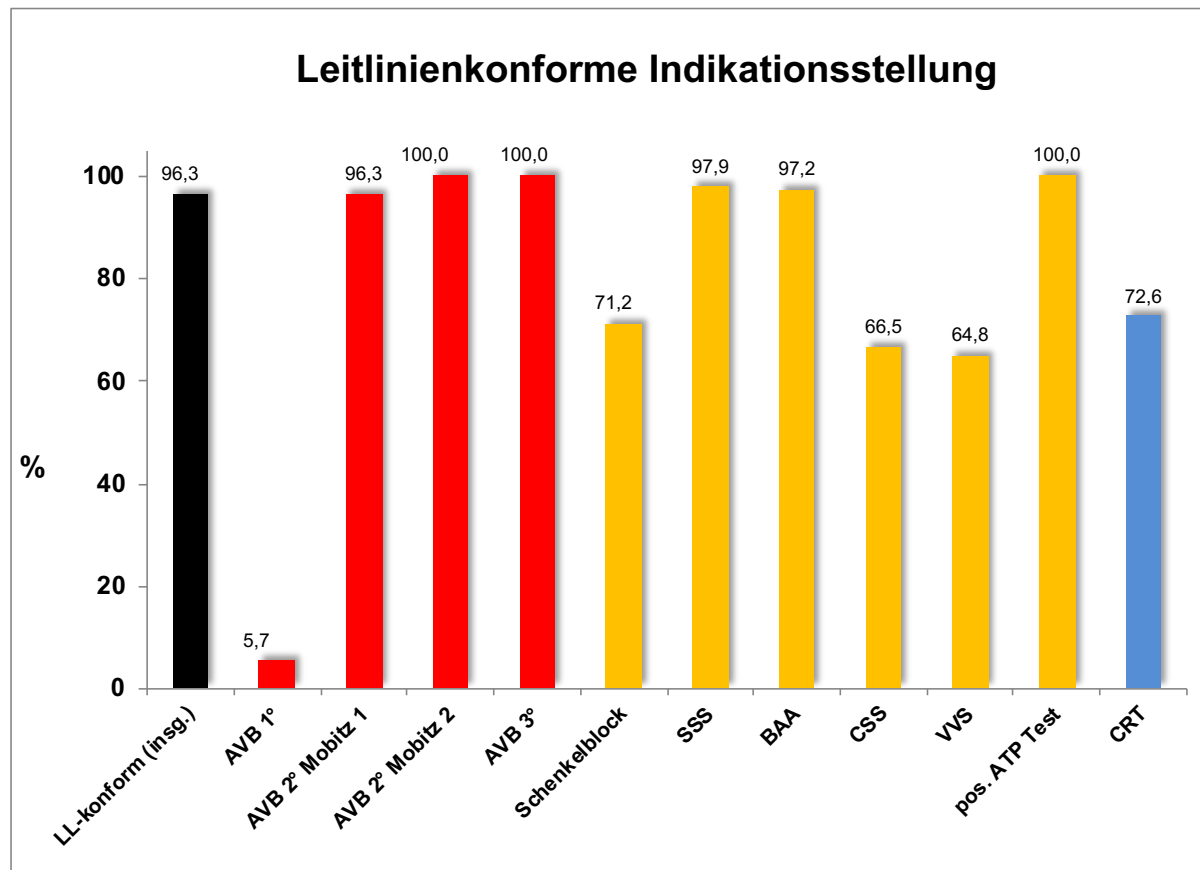


Abbildung 3: Details zu Leitlinienkonformer Indikationsstellung 2022; LL = Leitlinien, SSS = Sick-Sinus-Syndrom, BAA = Bradykardia absoluta, CSS = Carotis-Sinus-Syndrom, VVS = vasovagale Synkope, ATP = Adenosin-Triphosphat, CRT = kardiale Resynchronisationstherapie

3.2. Auswahl der Schrittmachersysteme

Die Auswahl der Schrittmachersysteme zeigte weiterhin, dass in der täglichen Praxis überwiegend DDD-Systeme (2022: 75,4%) implantiert wurden (Abbildung 4). Allerdings reduzierte sich ihr Anteil in den letzten Jahren stetig und betrug 2018 noch 77,4%. Umgekehrt nahm der Anteil an CRT-Systemen und Leadless Pacemaker kontinuierlich zu (Tabelle 5). Die Leitlinienkonformität zur Systemauswahl lag im Erfassungsjahr 2022 mit 99,6% auf Vorjahresniveau (2021: 99,5%). Herstellerangaben zu Aggregaten und Sonden sowie technische Details wie Fixationsmechanismen werden seit 2017 nicht mehr erfasst. Somit sind diese essentiellen Angaben zur Implantatüberwachung nicht mehr verfügbar und scheinen auch zukünftig nicht

durch andere Quellen (bspw. dem seit Jahren geplanten Implantateregister Deutschland) erfassbar zu werden.

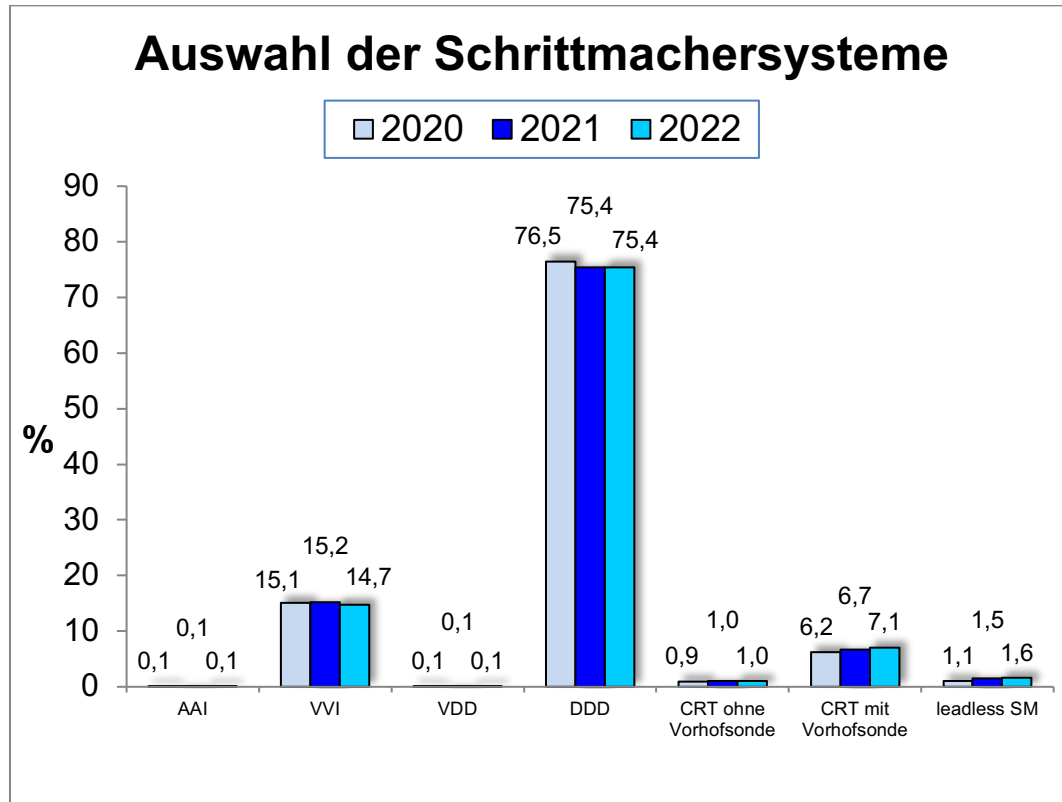


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Schrittmachersysteme bei Implantationen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren (Prozentangaben schließen die Gruppe „Sonstiges“ aus)

Tabelle 5: Anzahl und prozentuelle Verteilung der implantierten Schrittmacher im Vergleich zu den Vorjahren (* Die Angaben HIS-Bündel beziehen sich auf die Position der Stimulationselektrode ohne Zuordnung zu einem speziellen Schrittmachersystem)

| Schrittmachersystem | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|----------------------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| VVI | 11.007 | 15,1 | 11.102 | 15,1 | 10.719 | 14,7 |
| AAI | 80 | 0,1 | 87 | 0,1 | 87 | 0,1 |
| DDD | 55.656 | 76,2 | 55.103 | 75,2 | 54.914 | 75,1 |
| VDD | 81 | 0,1 | 94 | 0,1 | 46 | 0,1 |
| CRT-System mit einer Vorhofsonde | 4.517 | 6,2 | 4.887 | 6,7 | 5.155 | 7,0 |
| CRT-System ohne Vorhofsonde | 679 | 0,9 | 763 | 1,0 | 753 | 1,0 |
| Leadless PM (VVI) | 765 | 1,0 | 1.085 | 1,5 | 1.142 | 1,6 |
| Sonstiges | 259 | 0,4 | 172 | 0,2 | 324 | 0,4 |
| Summe | 73.044 | 100 | 73.293 | 100 | 73.140 | 100 |
| HIS-Bündel * | | | 1.343 | 1,8% | 1.144 | 1,6 |

3.3. Operationsdaten

Nachdem die Vena subclavia als venöser Sondenzugang bis zum Erfassungsjahr 2015 mit einem Anteil von 61,9% überproportional häufig genutzt wurde, konnte die Lenkungswirkung der Qualitätssicherung diesen Trend erfreulicherweise umkehren.

So nahm die Verwendung der V. cephalica als venöser Zugang seit 2016 kontinuierlich wieder zu (Tabelle 6) und zeigte auch im Erfassungsjahr 2022 einen weiterhin geringen Zuwachs von 0,6%. Umgekehrt wiesen die Jahresvergleiche der Jahre 2020 bis 2022 eine absolute (von 43.622 auf 40.184) als auch relative Reduktion (von 59,7% auf 54,9%) der V. subclavia als favorisierten Zugangsweg auf.

Tabelle 6: Venöser Zugang bei Schrittmacher-Implantationen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren

| Venöser Zugang | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|----------------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Vena cephalica | 29.986 | 41,1 | 30.184 | 41,2 | 30.562 | 41,8 |
| Vena subclavia | 43.622 | 59,7 | 42.338 | 57,8 | 40.184 | 54,9 |
| Andere | 3.490 | 4,8 | 4.828 | 6,6 | 6.269 | 8,6 |

Die Operationszeiten 2022 wurden für die klassischen Systeme vergleichend zu den Vorjahren in Tabelle 7 im Median und im Vergleich der Mittelwerte in Abbildung 5 dargestellt. Hierbei fanden sich keine nennenswerten Veränderungen, wenngleich die zunehmende Routine die Leadless Pacemaker Implantationen zumindest im Mittelwert offensichtlich noch zu beschleunigen vermochte.

Tabelle 7: Operationszeiten in Minuten bei Implantationen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren (bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe zur OP-Dauer > 0; HSM = Herzschrittmacher; CRT = Kardiale Resynchronisationstherapie; PM = Pacemaker)

| HSM-System | 2020 | 2021 | 2022 | |
|---------------|-----------|-----------|---------------|-----------|
| | Median | Median | n | Median |
| 1-Kammer | 37 | 37 | 10.806 | 37 |
| 2-Kammer | 51 | 51 | 54.960 | 50 |
| CRT | 88 | 90 | 5.908 | 90 |
| Leadless PM | 40 | 38 | 1.142 | 39 |
| Gesamt | 50 | 50 | 73.140 | 50 |

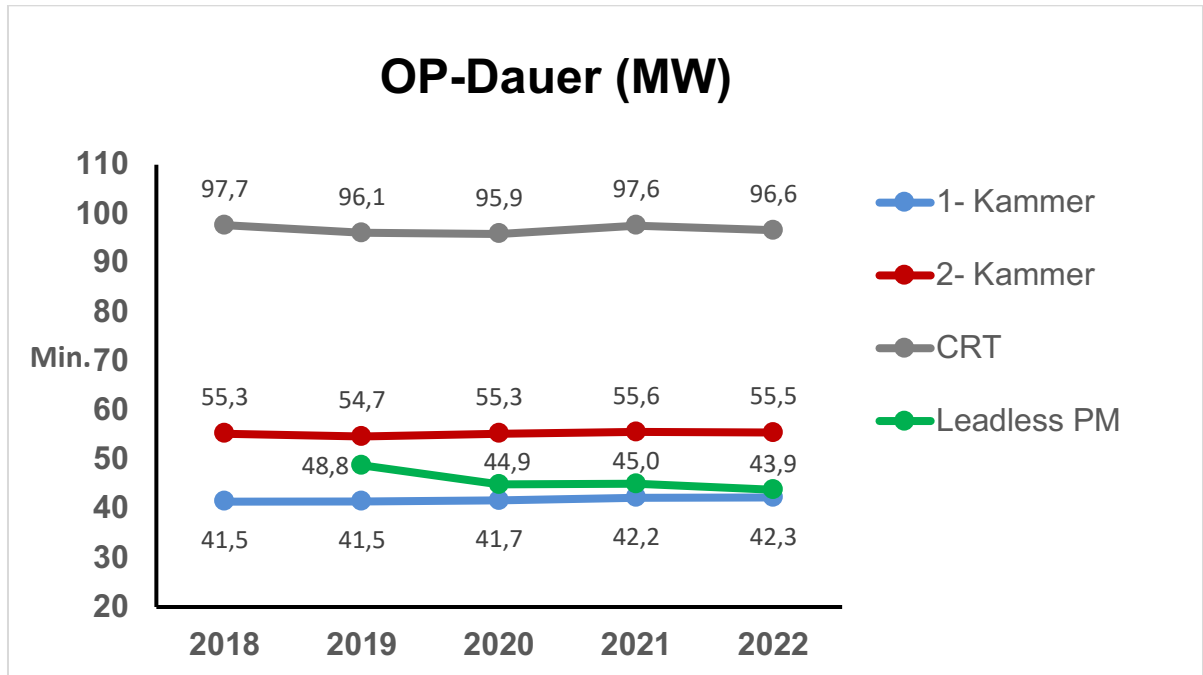


Abbildung 5: Operationszeiten als Mittelwerte (MW) im Fünf-Jahresvergleich; CRT = kardiale Resynchronisationstherapie; PM = Pacemaker; Min. Minuten

Die Beobachtungen der Operationszeiten spiegeln sich auch in der Ergebnisbetrachtung der einzelnen Perzentilen des Jahres 2022 wider (siehe Abbildung 6). Hierbei bestätigten sich die Resultate der vorausgegangenen Jahre ohne nennenswerte Veränderungen.

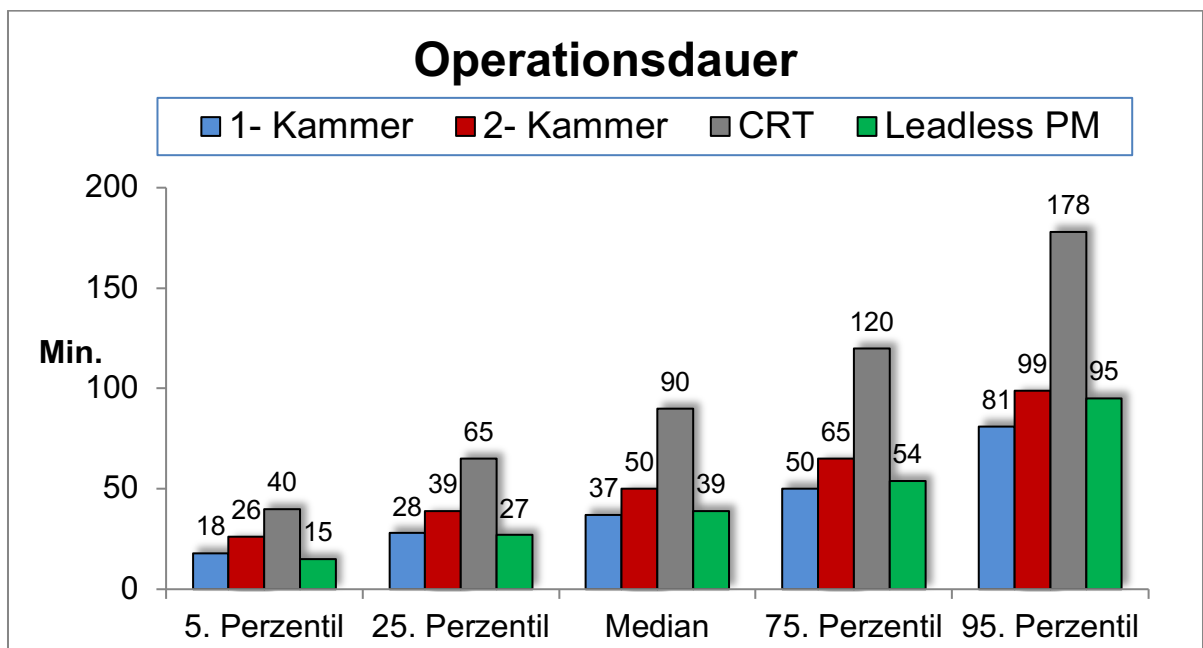


Abbildung 6: Perzentile der Operationszeiten im Jahre 2022; Beispiel: Im Jahre 2022 waren 5% aller 1-Kammer Implantationen nach 18 Minuten beendet; CRT = kardiale Resynchronisationstherapie; PM = Pacemaker; Min. = Minuten

Die Auswertung des Dosisflächenprodukts ist in Tabelle 8 zu ersehen. Nachdem bedauerlicherweise 2015 die Erfassung der Durchleuchtungszeiten der Eingriffe beendet wurde, wird aktuell ausschließlich das Dosisflächenprodukt als Mittelwert aller Eingriffe veröffentlicht. Diese Ergebnisse wiesen erfreulicherweise eine weitere Reduktion der Strahlenbelastung für Patienten und Operateure im Vergleich zu den Vorjahren auf – ohne allerdings differenziertere Angaben für einzelne Eingriffsarten zu beziffern.

Tabelle 8: Dosisflächenprodukt 2022 im Vergleich zu den Vorjahren; MW = Mittelwert

| Dosisflächenprodukt (cGy*cm²) | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|
| | 2020 | 2021 | 2022 |
| MW | 680 | 646 | 590 |
| Median | 311 | 291 | 263 |
| 75. Perzentil | 707 | 666 | 612 |

Die Messergebnisse der Elektroden zeigen seit Jahren eine erstaunliche Konstanz der Ergebnisse für die Reizschwellenbestimmung und intrakardialen Signalamplituden und verblieben auch im Jahre 2022 auf unverändert exzellentem Niveau (siehe Tabelle 9). Amplitudenwerte für die linksventrikuläre Sonde werden seit 2017 nicht mehr erhoben.

Tabelle 9: Ergebnisse der Reizschwellenmessung (Impulsbreite 0,5ms) und Bestimmung der intrakardialen Signalamplitude bei HSM-Implantationen 2022 im Drei-Jahresvergleich (jeweils bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe; LV = linksventrikulär; MW = Mittelwert, V = Volt, mV = Millivolt, n = Anzahl)

| Sonde/Messung | | 2020 | 2021 | 2022 | | |
|----------------------|-------------------------|---------------|---------------|-------------|-----------|---------------|
| | | Median | Median | n | MW | Median |
| Vorhofsonde | Reizschwelle (V) | 0,8 | 0,8 | 52.996 | 0,9 | 0,8 |
| | P-Wellen-Amplitude (mV) | 2,8 | 2,8 | 58.479 | 3,1 | 2,8 |
| Ventrikel | Reizschwelle (V) | 0,6 | 0,6 | 72.736 | 0,7 | 0,6 |
| | R-Wellen-Amplitude (mV) | 11,2 | 11,1 | 69.250 | 11,9 | 11,0 |
| LV-Sonde | Reizschwelle (V) | 1,0 | 1,0 | 5.557 | 1,2 | 1,0 |

Die Anzahl der Patienten schließt VDD-Systeme bei der Vorhofsonde aus und bezieht sich bei der rechtsventrikulären und aktiver linksventrikulärer Sonde auf Systeme mit einer Angabe von Messwerten

Die Auswertung der perioperativen Komplikationen zeigte auch im Jahr 2022 für Herzschrittmacher Implantationen weitere, marginale Verbesserungen, die sich insbesondere auf die

Sondendislokation und -dysfunktion und die kardiopulmonale Reanimation bezogen (siehe Tabelle 10 und Abbildung 7). Bei letztgenanntem Indikator „kardiopulmonale Reanimation“ handelt es sich aber genau genommen nicht um eine Komplikationsart, sondern um die Folgemaßnahme einer solchen ohne eine Ursache zu beschreiben. Komplikationen wie Asystolie oder Kammerflimmern werden seit 2018 nicht mehr erfasst.

Tabelle 10: Perioperative Komplikationen bei Implantationen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren

| perioperative Komplikationen | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|---|--------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| kardiopulmonale Reanimation | 102 | 0,1 | 108 | 0,2 | 90 | 0,1 |
| Pneumothorax | 335 | 0,5 | 303 | 0,4 | 288 | 0,4 |
| Perikarderguss | 156 | 0,2 | 165 | 0,2 | 172 | 0,2 |
| Taschenhämatom | 82 | 0,1 | 62 | 0,1 | 50 | 0,1 |
| Hämatothorax | 35 | 0,1 | 24 | 0,0 | 25 | 0,0 |
| Wundinfektion (KISS) | 13 | 0,0 | 12 | 0,0 | 8 | 0,0 |
| Sondendislokation | 967 | 1,3 | 842 | 1,2 | 772 | 1,1 |
| Sondendysfunktion | 200 | 0,3 | 212 | 0,3 | 174 | 0,2 |
| sonst. Interventionspflichtige Komplikation | 83 | 0,0 | 63 | 0,1 | 59 | 0,1 |
| mindestens eine perioperative Komplikation | 1.890 | 2,6 | 1.689 | 2,3 | 1.570 | 2,2 |

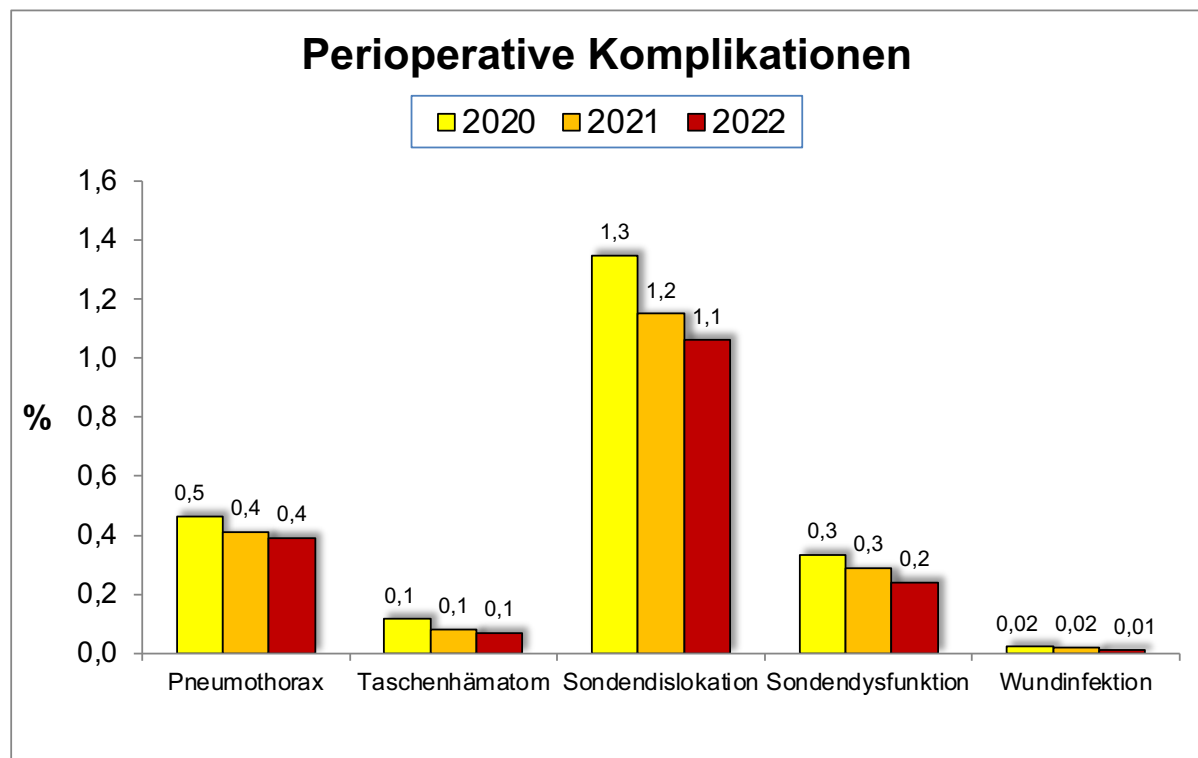


Abbildung 7: Überblick über die perioperativen Komplikationen nach HSM-Implantation im Vergleich der letzten Jahre

Die selektive Betrachtung der Sondenprobleme zeigt eine stete numerische Reduktion der Sondendislokationen und -dysfunktionen von Vorhof- und RV-Sonden (Tabelle 11). Aufgrund der geringen Fallzahlen an LV-Sonden-Dislokationen und Dysfunktionen sind die gering steigenden Vorkommnisse aber nur unter Vorbehalt zu betrachten. Konstant zeigte sich hingegen in allen Erfassungsjahren, dass die Vorhof-Sondendislokation deutlich überwog und die Sondendysfunktion in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle bei der rechts-ventrikulären Sonde auftrat.

Tabelle 11: Perioperative Komplikationen bei Sonden in den Jahren 2020, 2021 und 2022 (jeweils bezogen auf alle Fälle mit dem jeweiligen Sondenproblem, z.B. im Jahre 2020 ereigneten sich 631 bzw. 65,3% aller Sondendislokationen im Vorhof; RV-Sonde inklusive HIS-Bündel; RV = rechtsventrikulär; LV = linksventrikulär, n = Anzahl)

| Sondenprobleme | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|-----------------------|------|------|------|------|------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Dislokationen | | | | | | |
| Vorhofsonde | 631 | 65,3 | 559 | 66,4 | 536 | 69,4 |
| RV-Sonde | 356 | 36,8 | 299 | 35,5 | 242 | 31,4 |
| LV-Sonde | 10 | 1,0 | 7 | 0,8 | 13 | 1,7 |
| Beide Ventrikelsonden | 0 | | 0 | | 0 | |
| Dysfunktionen | | | | | | |
| Vorhofsonde | 71 | 35,5 | 75 | 35,4 | 50 | 28,7 |
| RV-Sonde | 140 | 70,0 | 144 | 67,9 | 129 | 74,1 |
| LV-Sonde | ≤3 | 1,0 | 4 | 1,9 | 5 | 2,9 |
| Beide Ventrikelsonden | 0 | | ≤3 | | 0 | |

Komplikationsraten in Bezug zum Sondenzugangsweg wurden seit der letzten Sonderauswertung im Jahr 2020 nicht mehr detailliert veröffentlicht. Somit konnten differenzierte Angaben lediglich zu Pneumo- und Hämatothorax dargestellt werden. Hierbei zeigte sich eine Zunahme der Komplikation Hämatothorax nach Vena subclavia Punktion und unverständlicherweise auch die des Pneumothorax bei Verwendung der Vena cephalica. Dies lässt sich eigentlich nur so erklären, dass die Vena cephalica erst nach frustranen Punktionsversuchen der V. subclavia aufgesucht und verwendet wurde (Tabelle 12).

Tabelle 12: Perioperative Komplikationen in Abhängigkeit vom venösen Zugangsweg für den Sondenvorschub der Jahre 2020, 2021 und 2022

| Perioperative Komplikationen [%] | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | V.cephalica | V.subclavia | V.cephalica | V.subclavia | V.cephalica | V.subclavia |
| Grundgesamtheit [n] | 29.986 | 43.622 | 30.184 | 42.338 | 30.184 | 42.338 |
| kardiopulmonale Reanimation | 0,04 | 0,16 | 0,15 | | 0,12 | |
| Pneumothorax | 0,20 | 0,69 | 0,19 | 0,58 | 0,23 | 0,52 |
| Hämatothorax | 0,03 | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,02 | 0,04 |
| Perikarderguss | 0,08 | 0,22 | 0,23 | | 0,24 | |
| Taschenhämatom | 0,05 | 0,12 | 0,09 | | 0,07 | |
| Sondendislokation | 0,55 | 1,35 | 1,16 | | 1,06 | |
| Sondendysfunktion | 0,12 | 0,28 | 0,29 | | 0,24 | |
| Wundinfektion (KISS) | 0,01 | 0,02 | 0,02 | | 0,01 | |
| sonst. interventionspflichtige Komplikation | 0,08 | 0,12 | 0,09 | | 0,08 | |
| mindestens eine perioperative Komplikation | 0,94 | 2,90 | 2,33 | | 2,16 | |

4. Aggregatwechsel

Die Anzahl der durchgeführten Aggregatwechsel sank im Jahr 2022 im Vergleich zum Vorjahr um über 150 Operationen (entsprechend -1%). Insgesamt wurden 15.063 Aggregatwechsel in 841 Institutionen durchgeführt und so ergaben sich im Schnitt 17,9 Eingriffe pro Leistungserbringer im Kalenderjahr bzw. 0,3 pro Woche (Tabelle 1 und Abbildung 1) (5,7).

In wie weit sich hierbei einerseits die Auswirkungen der COVID-19 Pandemie mit der Reduktion verfügbarer operativer Kapazitäten und dem Verlegen planbarer Operationen oder andererseits der Verschiebung von Aggregatwechseleingriffen aus der stationären in die ambulante Versorgung bemerkbar machte, kann aufgrund der fehlenden Qualitätserfassung mit den verfügbaren Daten nicht belegt und somit nur spekuliert werden.

Unverändert war die überwiegende Rechtfertigung zum operativen Vorgehen die Batterieerschöpfung. Auffallend stiegen jedoch die Aggregat-Fehlfunktionen bzw. Rückruf-Eingriffe um fast 300 Fälle auf einen Anteil von 3,1% aller Wechseleingriffe (2021: 0,4%). Bedauerlicherweise werden detailliertere Angaben wie Hersteller- oder Produktdaten nicht mehr erfasst und so lässt sich nur vermuten, dass es sich hierbei um die Auswirkungen eines Sicherheitshinweises einer namhaften Herstellerfirma handelte (Tabelle 13).

Tabelle 13: Indikation zum Aggregatwechsel der letzten drei Jahre

| Indikation zum Aggregatwechsel | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|--------------------------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Batterieerschöpfung | 15.540 | 99,3 | 15.099 | 99,2 | 14.518 | 96,4 |
| Fehlfunktion/Rückruf | 54 | 0,3 | 64 | 0,4 | 462 | 3,1 |
| Sonstige aggregatbezogene Indikation | 64 | 0,4 | 55 | 0,4 | 83 | 0,6 |
| Alle Eingriffe | 15.658 | 100 | 15.218 | 100 | 15.063 | 100 |

Für einen notwendigen Aggregatwechsel verblieb der überwiegende Patientenanteil (>60%) in der eigenen Institution. Unverändert stabil stellten sich auch die Wechsel der Institution und die ambulanten Voreingriffe dar. (Tabelle 14).

Tabelle 14: Ort des letzten Eingriffs der letzten drei Jahre

| Ort des letzten Eingriffs vor der aktuellen Operation | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|---|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Eigene Institution, stationär | 9.660 | 61,7 | 9.202 | 60,5 | 9.097 | 60,4 |
| Eigene Institution, ambulant | 78 | 0,5 | 89 | 0,6 | 94 | 0,6 |
| Andere Institution, stationär | 5.832 | 37,3 | 5.850 | 38,4 | 5.785 | 38,4 |
| Andere Institution, ambulant | 88 | 0,6 | 77 | 0,5 | 87 | 0,6 |
| Alle Eingriffe | 15.658 | 100 | 15.218 | 100 | 15.063 | 100 |

Ein Aggregatwechsel dauerte im Jahr 2022 durchschnittlich 25 Minuten (Tabelle 15), was den Ergebnissen der Vorjahre entsprach. Eine differenziertere Betrachtung ist zwischenzeitlich nicht mehr möglich, da die Eingriffslängen der unterschiedlichen Schrittmachersysteme nicht mehr separat veröffentlicht werden.

Tabelle 15: Eingriffsdauer eines Aggregatwechsels der letzten drei Jahre; min = Minuten, MW = Mittelwert

| Eingriffsdauer [min] | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------------------|------|------|------|
| Mittelwert (MW) | 25,1 | 25,4 | 25,0 |
| Median | 22,0 | 22,0 | 22,0 |

Vergleichbar den Herzschrittmacher Erstimplantationen wurden überwiegend DDD-Systeme beim Aggregatwechsel ausgetauscht – gefolgt von VVI- und CRT-Aggregaten. Weiterhin ist zu erkennen, dass sich der Anteil der VVI-Systeme über die Jahre stetig reduzierte (Tabelle 16).

Tabelle 16: Anzahl und prozentueller Anteil der gewechselten Aggregate der letzten drei Jahre

| Gewechselte Schrittmachersysteme | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|----------------------------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| VVI | 3.480 | 22,2 | 2.906 | 19,1 | 2.391 | 15,9 |
| AAI | 130 | 0,8 | 120 | 0,8 | 84 | 0,6 |
| DDD | 11.217 | 71,6 | 11.397 | 74,9 | 11.664 | 77,4 |
| VDD | 124 | 0,8 | 85 | 0,6 | 73 | 0,5 |
| CRT-System mit Vorhofsonde | 652 | 4,2 | 647 | 4,3 | 770 | 5,1 |
| CRT-System ohne Vorhofsonde | 33 | 0,2 | 48 | 0,3 | 51 | 0,3 |
| sonstiges | 22 | 0,1 | 15 | 0,1 | 30 | 0,2 |
| Alle Eingriffe | 15.658 | 100 | 15.218 | 100 | 15.063 | 100 |

Während der Aggregatwechsel erfolgten – wie gefordert – in der überwiegenden Mehrzahl Kontrollmessungen (Tabelle 17) der implantierten Elektroden. Hierbei ergaben sich gute Langzeit-Sondenqualitäten (Tabelle 18).

Tabelle 17: Anzahl der perioperativ durchgeführten Kontrollmessungen der letzten drei Jahre (Die Prozentangabe bezieht sich auf die Gesamtanzahl der jeweils einliegenden Sonden)

| Perioperative Sondenmessung | | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|-----------------------------|--------------------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | | n | % | n | % | n | % |
| Vorhofsonde | Reizschwelle | 8.879 | 98,0 | 8.966 | 98,4 | 9.161 | 98,2 |
| | P-Wellen Amplitude | 10.493 | 98,9 | 10.697 | 98,8 | 11.020 | 98,7 |
| Rechter Ventrikel | Reizschwelle | 16.028 | 98,9 | 15.650 | 99,2 | 14.827 | 99,0 |
| | R-Wellen Amplitude | 11.670 | 98,9 | 11.139 | 99,2 | 10.951 | 98,8 |
| Linker Ventrikel | Reizschwelle | 675 | 95,5 | 684 | 96,3 | 809 | 95,1 |

Tabelle 18: Messergebnisse der perioperativ durchgeführten Kontrollmessungen im Drei-Jahresvergleich (Reizschwelle bei einer Impulsbreite von 0,5ms bestimmt); LV = linksventrikulär; MW = Mittelwert; V = Volt, mV = Millivolt

| Sonde/Messung | | 2020 | 2021 | 2022 | | |
|---------------|-------------------------|--------|--------|--------|------|--------|
| | | Median | Median | n | MW | Median |
| Vorhofsonde | Reizschwelle (V) | 0,7 | 0,7 | 9.161 | 0,8 | 0,7 |
| | P-Wellen-Amplitude (mV) | 2,4 | 2,4 | 11.020 | 2,7 | 2,3 |
| Ventrikel | Reizschwelle (V) | 0,8 | 0,8 | 14.827 | 0,9 | 0,8 |
| | R-Wellen-Amplitude (mV) | 10,8 | 11,0 | 10.951 | 11,2 | 10,9 |
| LV-Sonde | Reizschwelle (V) | 1,2 | 1,3 | 809 | 1,5 | 1,2 |

Selten geschahen Komplikationen während der Aggregatwechsel. Die absoluten und relativen Häufigkeiten stellten sich 2022 nahezu unverändert im Hinblick auf die Vorjahre dar (Tabelle 19).

Tabelle 19: Perioperative Komplikationen bei Aggregatwechseln im Vergleich der letzten Jahre

| perioperative Komplikationen | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|---|-----------|-------------|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| kardiopulmonale Reanimation | 4 | 0,03 | 5 | 0,03 | 5 | 0,03 |
| Interventionspflichtiges Taschenhämatom | 21 | 0,13 | 15 | 0,10 | 11 | 0,07 |
| Wundinfektion (KISS) | 4 | 0,03 | ≤ 3 | 0,02 | ≤ 3 | 0,02 |
| sonst. Interventionspflichtige Komplikation | 10 | 0,06 | 5 | 0,03 | 9 | 0,06 |
| mindestens eine perioperative Komplikation | 38 | 0,24 | 26 | 0,17 | 27 | 0,18 |

Die stationäre Patienten-Verweildauer betrug jahrelang zwischen 2 und 3 Tagen. Nun zeigten allerdings die Daten der letzten beiden Jahren, dass zunehmend der prästationäre Tag entfiel. Somit folgten die meisten Leistungserbringer offensichtlich dem Kostendruck und nahmen die Patienten, wenn möglich erst am OP-Tag in der Klinik auf (Tabelle 20). Dennoch reduzierte sich die gesamte stationäre Verweildauer nicht.

Tabelle 20: Perioperative Komplikationen bei Aggregatwechseln der letzten Jahre; MW = Mittelwert

| Verweildauer [Tage] | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|-------------------------------|--------|------|--------|------|--------|------|
| | Median | MW | Median | MW | Median | MW |
| Präoperative Verweildauer | 1,00 | 1,16 | 0,00 | 1,19 | 0,00 | 1,13 |
| Postoperative Verweildauer | 1,00 | 1,58 | 1,00 | 1,60 | 1,00 | 1,60 |
| Stationärer Aufenthalt | 2,00 | 2,75 | 2,00 | 2,79 | 2,00 | 2,73 |

5. Revisionen/Systemwechsel/Explantationen

Die Anzahl der Krankenhäuser (n=814), die Revisionseingriffe durchführten, stieg 2022 im Vergleich zum Vorjahr um 8,2% während das absolute Volumen der Revisionsoperationen (9.183) erneut um aktuell -2,6% sank (Tabelle 21). Somit bleibt zu spekulieren, ob es sich hierbei um einen COVID-19 Effekt, eine eher unwahrscheinliche Eingriffsverschiebung in die ambulante Versorgung oder um die Fortsetzung des zuletzt erfreulichen Trends von weniger notwendigen Revisionsoperationen handelte (Kapitel 2, Tabelle 1 und Abbildung 1). In Bezug auf die Leistungserbringer hatte sich – wie im Kapitel 2 beschrieben – die Datengrundlage seit dem Erfassungsjahr 2020 geändert und bezieht sich nun nicht mehr auf die entlassenden Standorte, sondern die Krankenhäuser weshalb ein Vergleich mit den Vorjahren nur bedingt zulässig ist (3-7). Weiterhin wurden die Operationsvolumina der einzelnen Krankenhäuser nicht mehr detailliert veröffentlicht weshalb sich nur der Schnitt von 10,9 Eingriffen pro Leistungserbringer im Kalenderjahr errechnen lässt, was durchschnittlich 0,2 Revisionseingriffe pro Woche und Klinik bedeutet (6,7).

Vergleichbar den Aggregatwechseleingriffen blieb die überwiegende Mehrzahl der Patienten der eigenen Institution treu. Vorausgegangen war zumeist eine stationär durchgeführte Operation während ambulante Voreingriffe bisher weder numerisch noch prozentual in bedeutendem Umfang den Revisionseingriffen vorausgingen (Tabelle 21).

Tabelle 21: Ort des letzten Eingriffs, welcher der Revisionsoperation vorausging im Jahresvergleich

| Ort des letzten Eingriffs vor der aktuellen Operation | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|---|---------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Eigene Institution, stationär | 6.463 | 63,7 | 5.990 | 63,7 | 5.728 | 62,7 |
| Eigene Institution, ambulant | 71 | 0,7 | 70 | 0,7 | 64 | 0,7 |
| Andere Institution, stationär | 3.522 | 34,7 | 3.264 | 34,7 | 3.267 | 35,8 |
| Andere Institution, ambulant | 86 | 0,8 | 83 | 0,9 | 76 | 0,8 |
| Alle Eingriffe | 10.142 | 100 | 9.407 | 100 | 9.135 | 100 |

Die häufigste Indikation zum Revisionseingriff stellt ungebrochen ein Sondenproblem dar. Diese Komplikationen reduzierten sich zwar numerisch in den letzten Jahren, repräsentieren aber nach wie vor mit über 59% das Gros der Revisionseingriffe (Tabelle 22).

Erfreulich ist hingegen, dass sich die Schrittmacher-Aggregat-Probleme numerisch weiter reduzierten. Auch stabilisierte sich die Anzahl der Revisionseingriffe 2022 aufgrund von Taschenproblemen auf dem Vorjahresniveau und somit deutlich unter der Anzahl von 2020. Dennoch ist zu bemerken, dass der prozentuelle Anteil der Taschenprobleme in den letzten Jahren zwar geringfügig aber kontinuierlich zunahm.

Tabelle 22: Indikation zur Revisionsoperation bei Schrittmacher-Aggregat- oder Taschenproblemen bzw. Systemumwandlungen im Vergleich der letzten drei Jahre (Mehrfachnennungen möglich)

| Indikation zur Revision | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|--------------------------------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Schrittmacher-Aggregat-Problem | 4.434 | 33,0 | 3.197 | 27,8 | 3.148 | 27,8 |
| Taschenproblem | 1.611 | 12,0 | 1.450 | 12,6 | 1.458 | 12,9 |
| Sondenproblem | 7.403 | 55,0 | 6.846 | 59,6 | 6.711 | 59,3 |

Die mit Abstand häufigsten Komplikationen bei den Sondenproblemen stellten auch 2022 die Dislokation der Vorhofelektrode (43,9%) und der Reizschwellenanstieg der rechtsventrikulären Sonde (34,0%) dar. Die gefürchtete Komplikation einer Sondeninfektion wird in Abhängigkeit von Anzahl und Art der implantierten Elektroden mit einer Häufigkeit zwischen 16,4% und 27,3% ausgewiesen. Neben einem Stimulationsverlust bzw. Reizschwellenanstieg der Vorhof- und LV-Sonden stellten aber auch Sondenbrüche und Isolationsdefekte einen relevanten Indikationsanteil der Sondenrevisionen dar (Tabelle 23).

Tabelle 23: Absolute und relative Häufigkeit der Indikationen zur Revisionsoperation bei Sondenproblemen 2022 (Prozentzahlen bezogen auf die Summe der Probleme der jeweiligen Sonde, RV = rechtsventrikulär; LV = linksventrikulär)

| Sondenprobleme 2022 | Vorhof | | Ventrikel (RV) | | Ventrikel (LV) | |
|---|--------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Dislokation | 1.499 | 43,9% | 653 | 14,5% | 99 | 28,4% |
| Sondenbruch/Isolationsdefekt | 363 | 10,6% | 742 | 16,5% | 30 | 8,6% |
| fehlerhafte Konnektion | 45 | 1,3% | 42 | 0,9% | 4 | 0,6% |
| Zwerchfell/Pectoraliszucken | 19 | 0,6% | 50 | 1,1% | 18 | 5,2% |
| Inhibition durch Muskelpotentiale/Oversensing | 89 | 2,6% | 168 | 3,7% | 0 | 0,0% |
| Wahrnehmungsfehler/Undersensing | 105 | 3,1% | 155 | 3,4% | 0 | 0,0% |
| Stimulationsverlust/Reizschwellenanstieg | 348 | 10,2% | 1.528 | 34,0% | 55 | 15,8% |
| Infektion | 665 | 19,5% | 737 | 16,4% | 95 | 27,3% |
| Myokardperforation | 82 | 2,4% | 214 | 4,8% | 0 | 0,0% |
| sonstige | 203 | 5,9% | 209 | 4,6% | 47 | 13,5% |
| Summe | 3.418 | | 4.498 | | 348 | |

Erfolgte eine operative Intervention zur Behandlung bestehender Sondenprobleme, so dominierte klar das Vorgehen einer Sondenneuimplantation vor dem Umplatzen oder einer Reparatur (Abbildung 8).

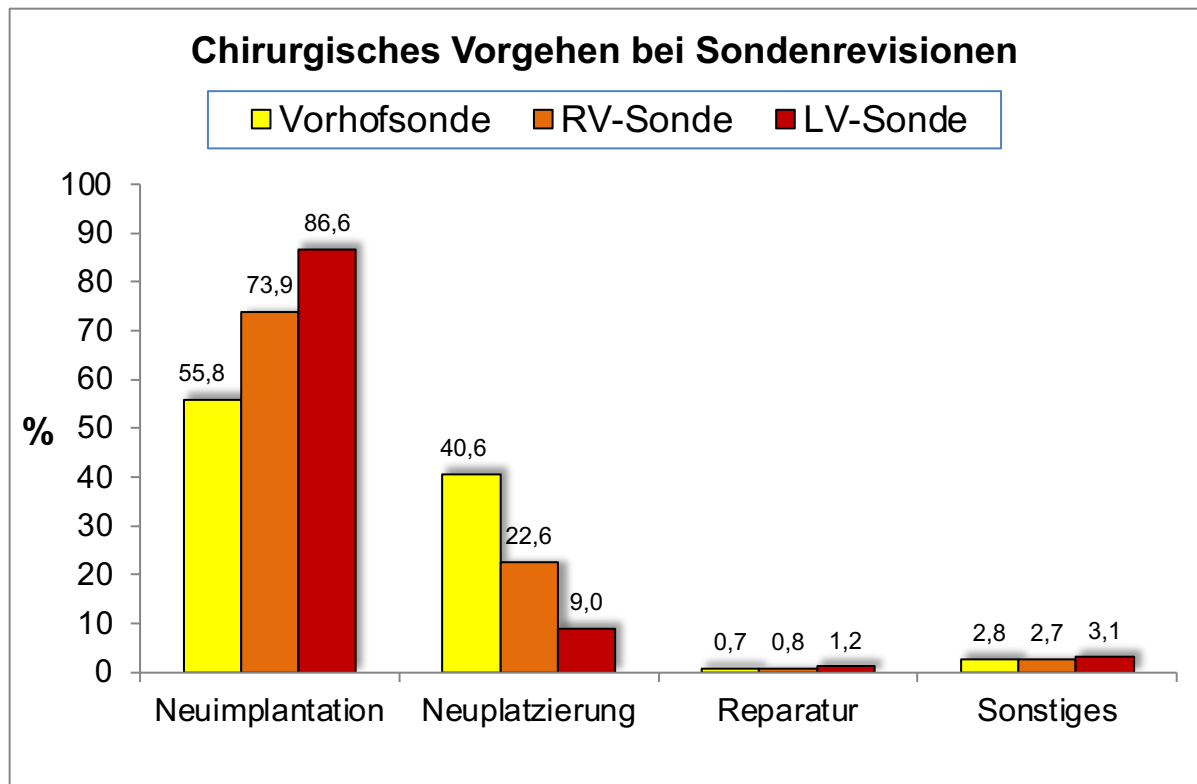


Abbildung 8: Chirurgisches Vorgehen 2022 bei einer Sondenrevision; RV rechtsventrikulär; LV linksventrikulär (Bezug: Alle postoperativ funktionell aktiven Sonden, an denen ein Eingriff vorgenommen wurde)

Die konkreten Maßnahmen, die während Revisionseingriffen ergriffen wurden, haben sich in den letzten Jahren – soweit nachvollziehbar – weder numerisch noch anteilig verändert (Tabelle 24). Allerdings ist zu bedauern, dass weder die Methoden einer Sondenentfernung noch die eines Sondenwechsels detaillierter erfasst wurden. Somit verbleibt es unklar, ob Elektroden durch einfaches Ziehen (Simple Traction) oder in einem komplexen Setting mit Hilfe spezieller Extraktionsinstrumente (Tubes, Laser- oder Fräseinsatz) entfernt oder aber einfach nur belassen wurden.

Letztlich werden bei Revisionen von Herzschrittmachersonden seit 2018 keine Daten mehr zum Vorgehen einer Explantation funktionsloser Sonden und seit 2019 auch keine mehr über den zeitlichen Zusammenhang zwischen einem vorausgegangenem Eingriff und einer Revisionsoperation erhoben.

Tabelle 24: Absolute und relative Maßnahmen bei Revisionseingriffen im Vergleich zu den Vorjahren

| Maßnahmen bei Revisionseingriffen | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|--|-------|------|-------|------|-------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Aggregatentfernung | 536 | 5,3 | 491 | 5,2 | 482 | 5,3 |
| Sondenentfernung | 563 | 5,6 | 543 | 5,8 | 511 | 5,6 |
| Aggregat- und Sondenentfernung | 1.090 | 10,8 | 1.093 | 11,6 | 1.149 | 12,6 |
| Sondenkorrektur | 2.508 | 24,7 | 2.275 | 24,2 | 2.149 | 23,5 |
| Lagekorrektur des Aggregats | 793 | 7,8 | 676 | 7,2 | 641 | 7,0 |
| Aggregat- und Sondenwechsel | 2.006 | 19,8 | 1.904 | 20,2 | 1.913 | 20,9 |
| Sondenwechsel | 1.975 | 19,5 | 1.811 | 19,3 | 1.739 | 19,0 |
| Kupplungskorrektur | 52 | 0,5 | 62 | 0,7 | 50 | 0,6 |
| Systemumstellung | 1.271 | 12,5 | 1.175 | 12,5 | 1.040 | 11,4 |
| Postoperativ funktionell aktives SM-System vorhanden | | | | | | |
| nein, da Explantation | 1.351 | 13,3 | 1.268 | 13,5 | 1.268 | 13,9 |
| ja | 8.791 | 86,7 | 8.139 | 86,5 | 7.867 | 86,1 |

Bei Revisionsoperationen waren Komplikationen zwar selten, nahmen aber 2022 in vielen Indikatorbereichen geringfügig zu. Lediglich die Komplikationsarten Hämatothorax, Sonden-dislokation und -dysfunktion reduzierten sich prozentual im Vergleich zum Vorjahr (Tabelle 25). Auch fanden sich erneut unglaublich niedrige Infektionsraten nach Revisionen, was vermutlich an der zwischenzeitig sehr kurzen stationären Verweildauer lag, die eine zuverlässige Erfassung von Infektionen nahezu unmöglich werden lässt.

Tabelle 25: Perioperative Komplikationen bei Revision, Systemumstellung, Explantation im Drei-Jahresvergleich

| Art der Komplikation | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|---|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
| | n | % | n | % | n | % |
| kardiopulmonale Reanimation | 16 | 0,16 | 9 | 0,10 | 18 | 0,20 |
| Pneumothorax | 30 | 0,30 | 14 | 0,15 | 19 | 0,21 |
| Hämatothorax | 8 | 0,08 | 8 | 0,09 | 5 | 0,05 |
| Perikarderguss | 22 | 0,22 | 17 | 0,18 | 25 | 0,27 |
| Taschenhämatom | 20 | 0,20 | 12 | 0,13 | 15 | 0,16 |
| Sondendislokation | 58 | 0,57 | 45 | 0,69 | 38 | 0,42 |
| Sondendysfunktion | 21 | 0,21 | 16 | 0,25 | 18 | 0,20 |
| Wundinfektion (KISS) | 8 | 0,08 | 4 | 0,04 | ≤3 | |
| sonst. Komplikation | 12 | 0,12 | 12 | 0,13 | 22 | 0,24 |
| mindestens eine perioperative Komplikation | 179 | 1,76 | 140 | 1,49 | 147 | 1,61 |

Die höchste Sterblichkeit im Krankenhaus fand sich auch 2022 nach Schrittmacher-Erstimplantationen und Revisionen. Hierbei ist die Ursache bei den Neuimplantationen nicht vollständig erklärbar. Sicherlich dürfte es sich bei einem gewissen Anteil dieser Gruppe um multimorbide Patienten handeln, die aufgrund einer akut höhergradigen Bradykardie einen Herzschrittmacher erhielten aber dennoch aufgrund einer schweren Komorbidität im weiteren Behandlungsverlauf verstarben. Demgegenüber scheint sich die höhere Sterblichkeit nach Revisionen in dem schweren Krankheitsbild und den komplexeren Prozeduren zu erklären wengleich die Daten keinen Hinweis für den steten Anstieg der letzten Jahren lieferten.

Bei der Interpretation der Zahlen ist auch klar zu stellen, dass sich die Sterblichkeit grundsätzlich nicht auf den Tod aufgrund der Prozedur, sondern auf die Sterblichkeit während des stationären Aufenthalts bezieht (siehe Tabelle 26).

Tabelle 26: Sterblichkeit im Krankenhaus bei Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen / Systemwechsel / Explantationen 2022 im Vergleich zu den Ergebnissen der Jahre 2020 und 2021

| Tod bei oder nach | 2020 | | 2021 | | 2022 | |
|---|-------|------|-------|------|-------|------|
| | n | % | n | % | n | % |
| Erstimplantation | 1.131 | 1,55 | 1.106 | 1,51 | 1.105 | 1,51 |
| Aggregatwechsel | 37 | 0,24 | 44 | 0,29 | 43 | 0,29 |
| Revision, Systemwechsel oder Explantation | 173 | 1,71 | 192 | 2,04 | 197 | 2,16 |

6. Kommentar mit internationalem Vergleich

6.1. Datenbasis

Analog zu den letzten Jahren möchten wir an dieser Stelle wieder die deutschen Daten mit denen anderer europäischer Register vergleichen. Für das Jahr 2022 lagen Registerberichte aus der Schweiz (9,10) und Schweden (11) aber erfreulicherweise auch wieder aus Dänemark (12) vor. Allerdings verfolgen die einzelnen Länder mit der Datenerhebung unterschiedliche Ziele und so werden in den nationalen Registern nicht allen Indikatoren vergleichbar bzw. überhaupt erhoben. Daher sind auch nicht alle Parameter über die Landesgrenzen hinaus vergleichbar. Während beispielsweise in Deutschland seit einigen Jahren weder Daten zu Elektrodentypen noch Herstellern oder Röntgenzeiten erhoben werden, erfassen dies die Schweizer, Schweden und Dänen recht genau. Die britischen Kollegen (13) publizieren hingegen interessante Berichte von kardialen Rhythmusimplantaten, die allerdings wegen ihrer Unvollständigkeit und der unterschiedlichen Datenaufbereitung für einen länderübergreifenden Vergleich nicht geeignet sind.

So konnten letztlich im Jahresbericht 2022 die Daten aus der Schweiz, Schweden und Dänemark zum Vergleich herangezogen werden und es zeigte sich ein bekanntes Bild: In Deutschland wurden sowohl absolut (Tabelle 27) als auch relativ die meisten Schrittmacher implantiert (Abbildung 9). Allerdings reduzierte sich der Abstand in den letzten Jahren zunehmend und beispielsweise wurden 2020 in der Schweiz noch 666, in Schweden 699 und in Dänemark 809 Schrittmacher pro 1 Millionen Einwohner implantiert. So ist es auch nicht verwunderlich, dass in diesen Ländern die Rate an Erstimplantationen und die Gesamteingriffszahlen (inklusive Folgeeingriffe) weiter zunahmen während diese Zahlen in Deutschland inzwischen stagnierten. Ungeschlagen hoch ist die Zahl der Neuimplantationen pro Einrichtung in Dänemark. Schweden folgte hier mit einigem Abstand vor Deutschland und der Schweiz.

Tabelle 27: Datenbasis 2022 im internationalen Vergleich

| | Schweiz ¹ | Schweden ² | Deutschland ³ | Dänemark ⁴ |
|---|----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Meldende Institutionen | 73 | 41 | 1.029 | 14 |
| Implantierende Institutionen | 79 | 41 | 847 | 14 |
| Erstimplantationen | 6.121 | 7.572 | 73.235 | 4.909 |
| - im Mittel je Institution | 77 | 185 | 86 | 351 |
| - pro 1 Mio. Einwohner | 694 | 720 | 868 | 843 |
| Folgeeingriffe | 2.193 | 3.521 | 24.253 | 1.398 |
| Verhältnis Erstimplantation/ Folgeeingriffe | 2,79 | 2,15 | 3,02 | 3,51 |
| Summe | 8.314 | 11.093 | 97.488 | 6.307 |

¹ Einwohner in der Schweiz am 31.12.2022: 8.815.385 (Quelle: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.assetdetail.27225422.html>, Abfrage am 09.10.2024) (14)

² Einwohner in Schweden am 31.12.2022: 10.521.556 (Quelle: <https://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject-area/population/population-composition/population-statistics/pong/tables-and-graphs/population-statistics---month-quarter-half-year/population-statistics-2020-2023-month-and-1998-2022-year/>, Abfrage am 09.10.2024) (15)

³ Einwohner in Deutschland am 31.12.2022: 84.358.845 (Quelle: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-zensus-geschlecht-staatsangehoerigkeit.html#486090>, Abfrage am 09.10.2024) (16)

⁴ Einwohner in Dänemark am 31.12.2022: 5.873.420 (Quelle: <https://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?W=1792>, Abfrage am 09.10.2024) (16)

Die vergleichsweise hohe Implantationsrate in Deutschland ließ sich mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht plausibel erklären. Möglicherweise bietet aber doch die Altersstruktur einen Anhalt wo Deutschland in den letzten Jahren einen kontinuierlich zunehmenden Anteil von älteren Patienten (> 80 Jahre) versorgte. Diese Tendenz deutet sich ebenfalls in Schweden (2020: 43,3%; 2021: 45,5%) an, während sich dies in den beiden anderen Ländern bisher nicht so abbildete (Schweiz 2020: 46,7%; 2021: 46,9%; Dänemark 2020: 44,7%) (Abbildung 10).

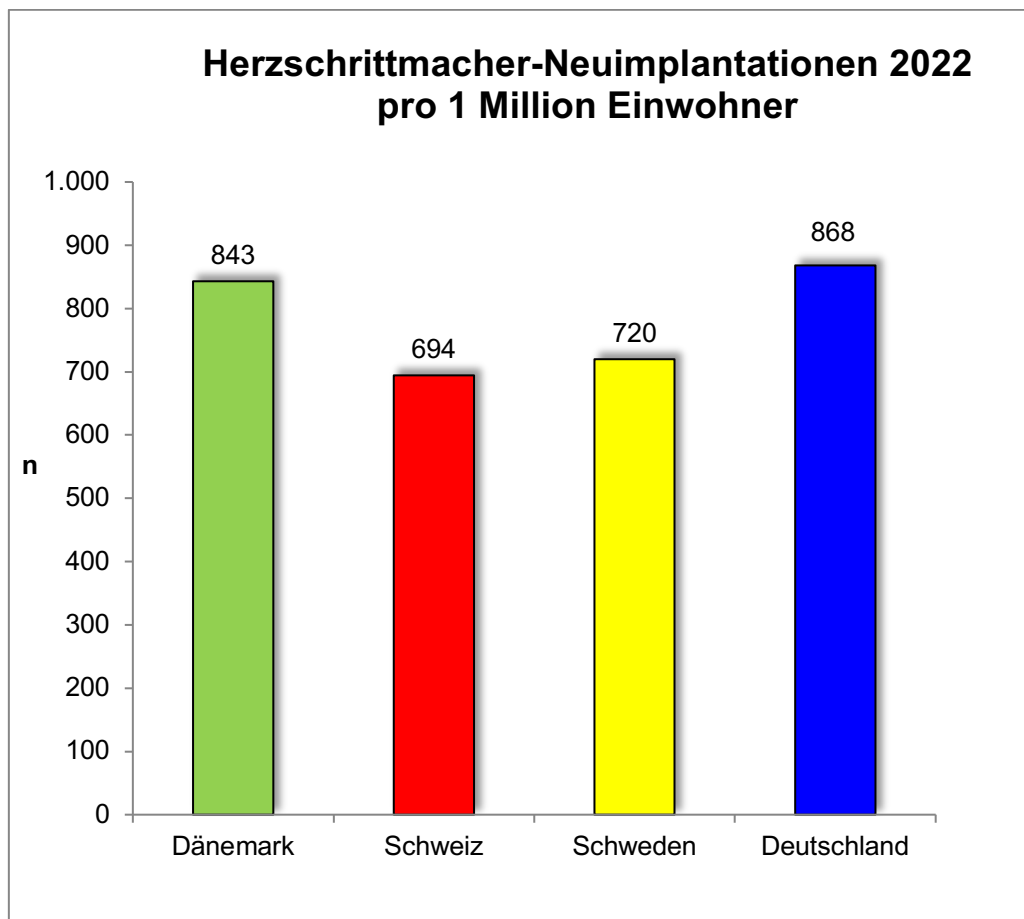


Abbildung 9: Implantationen pro 1 Mio. Einwohner im internationalen Vergleich 2022

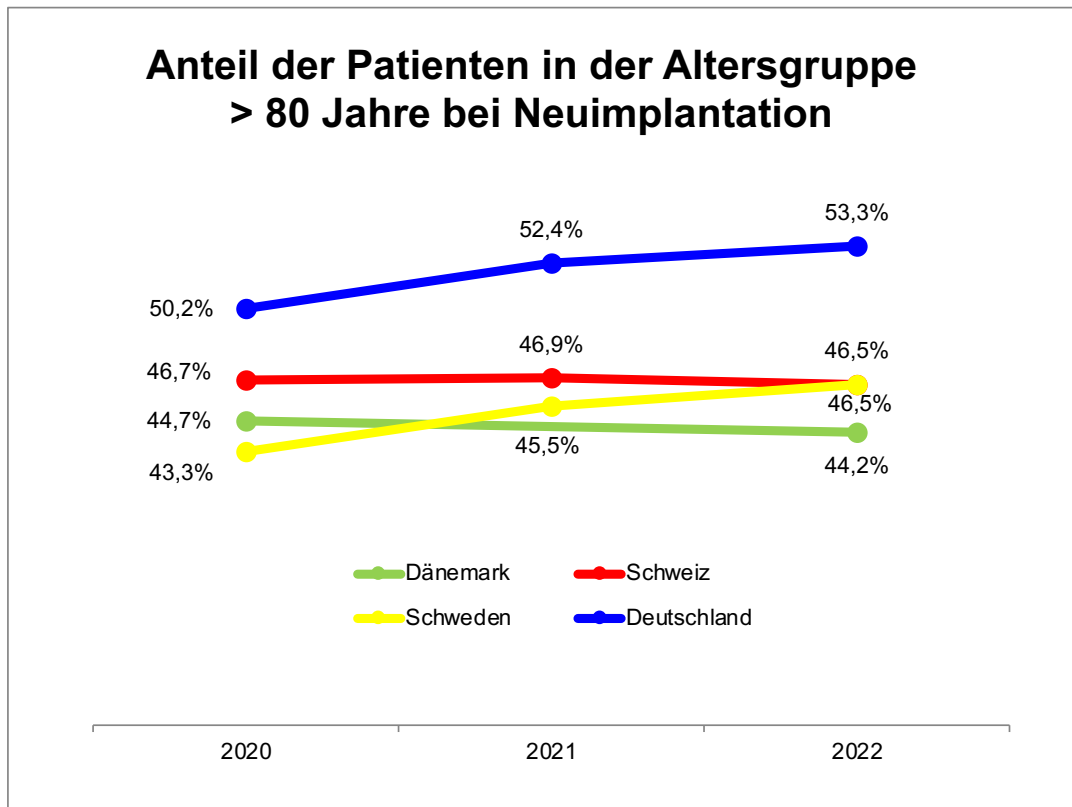


Abbildung 10: Anteil älterer Patienten ≥ 80 Jahre (Schweiz ≥ 81 Jahre) an allen Patienten, bei denen ein Herzschrittmacherin implantiert wurde, im internationalen Vergleich der Jahre 2020 bis 2022

6.2. EKG-Indikationen zur Schrittmachertherapie

Bei den EKG-Indikationen zur Herzschrittmachertherapie (Abbildung 11) ergab sich ein homogenes Bild und im Vergleich zu den Vorjahren zeigten sich keine wesentlichen Veränderungen: Der AV-Block war übereinstimmend in allen Ländern die häufigste Bradykardieform wobei er am konsequentesten in Deutschland und Dänemark behandelt wurde. Am zweithäufigsten wurden Sinusknotenerkrankung in allen Ländern mit vergleichbarer Häufigkeit therapiert. Lediglich die Indikation Vorhofflimmern zeigte eine gewisse Streuung und wurde am häufigsten in Schweden als Rechtfertigung zur Schrittmacherimplantation gesehen. In wie weit hier eine Erfassungsunschärfe mit den Sonstigen Indikationen der Vergleichsländer besteht, war anhand der Register nicht zu ermitteln.

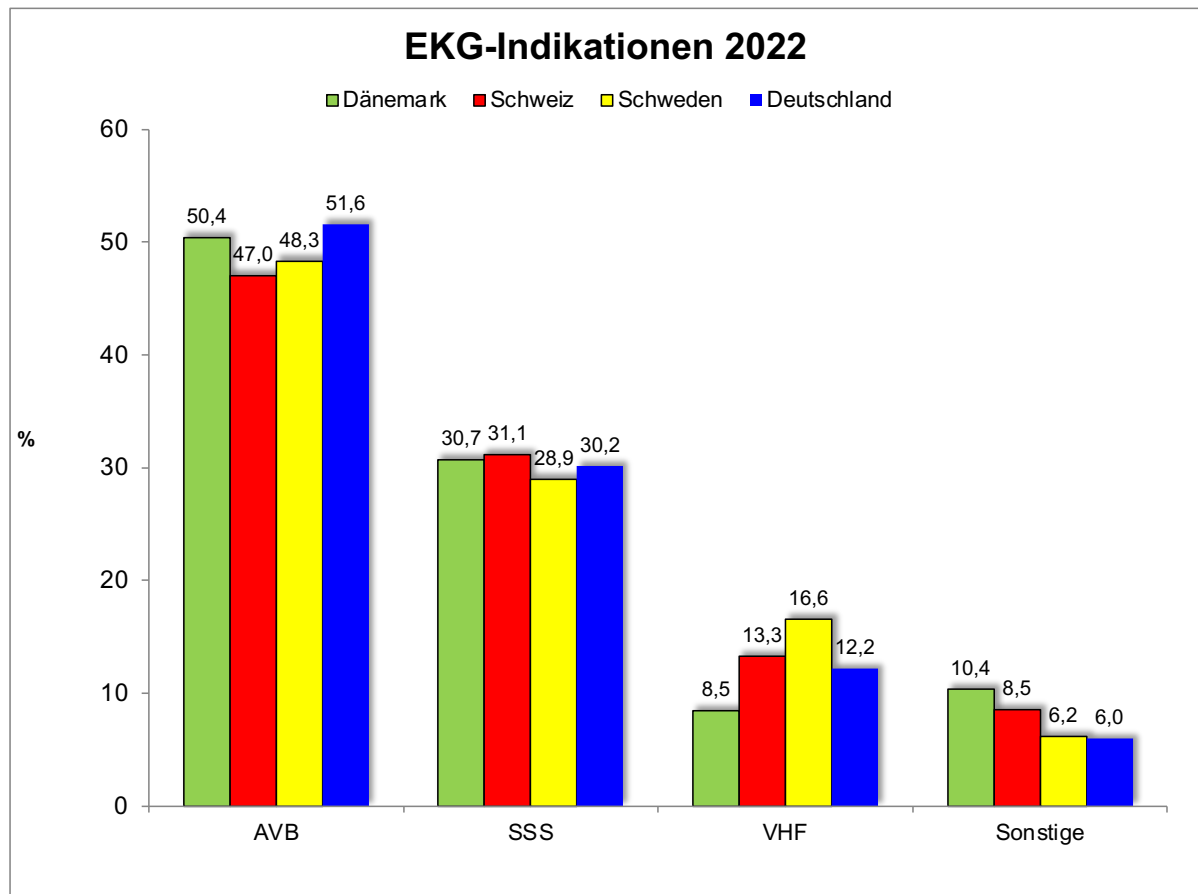


Abbildung 11: EKG-Indikationen im internationalen Vergleich 2022

(AVB = AV-Block I-III, SSS = Sick-Sinus-Syndrom inkl. BTS, VHF = bradykardes Vorhofflimmern, Sonstige = Sonstige Rhythmusstörungen)

6.3. Schrittmachersystemauswahl

Nachdem AAI-Systeme in den hier fokussierten Ländern so gut wie nicht mehr implantiert wurden (0,1 bis 0,2 %) und auch die VDD-Systeme (bis 0,1%) mit Ausnahme der Schweiz (3,2 %) keine nennenswerten Implantationsraten erreichten, wurden in Abbildung 12 die Implantationsraten in SSI-, DDD-, CRT- und Leadless-Schrittmachersysteme unterteilt aufgeführt. Unter SSI sind hierbei die Einkammersysteme AAI und VVI zusammengefasst. Leider wurden im dänischen Register die VDD-Systeme den VVI-Schrittmachern zugesprochen während sie in den anderen Ländern zu den DDD-Systemen zählten. So erklärt sich aber vermutlich der auffallend hohe Anteil der abgebildeten SSI-Systeme bzw. der korrespondierend geringe DDD-Anteil in Dänemark.

Übereinstimmend wurden dennoch in allen Ländern DDD-Systeme am Häufigsten verwendet, während die CRT-Implantationen nur einen geringen Anteil der Schrittmachersysteme repräsentierten. Dennoch nahm ihr Anteil in allen Ländern in den letzten Jahren stetig zu.

Die Leadless-Schrittmacher Implantation repräsentierte 2022 einen noch seltenen Eingriff, der jedoch insbesondere in der Schweiz (2022: 5,6%; 2021: 4,8%) zunehmend durchgeführt wurde. Aber auch in Deutschland zeigten sich stetig steigende Eingriffsraten (2022: 1,6%;

2021: 1,5%) während sich in Dänemark (2022: 2,1%; 2021: 2,5%) und Schweden (2022: 0,5%; 2021: 0,9%) sogar rückläufige absolute und relative Implantationszahlen fanden.

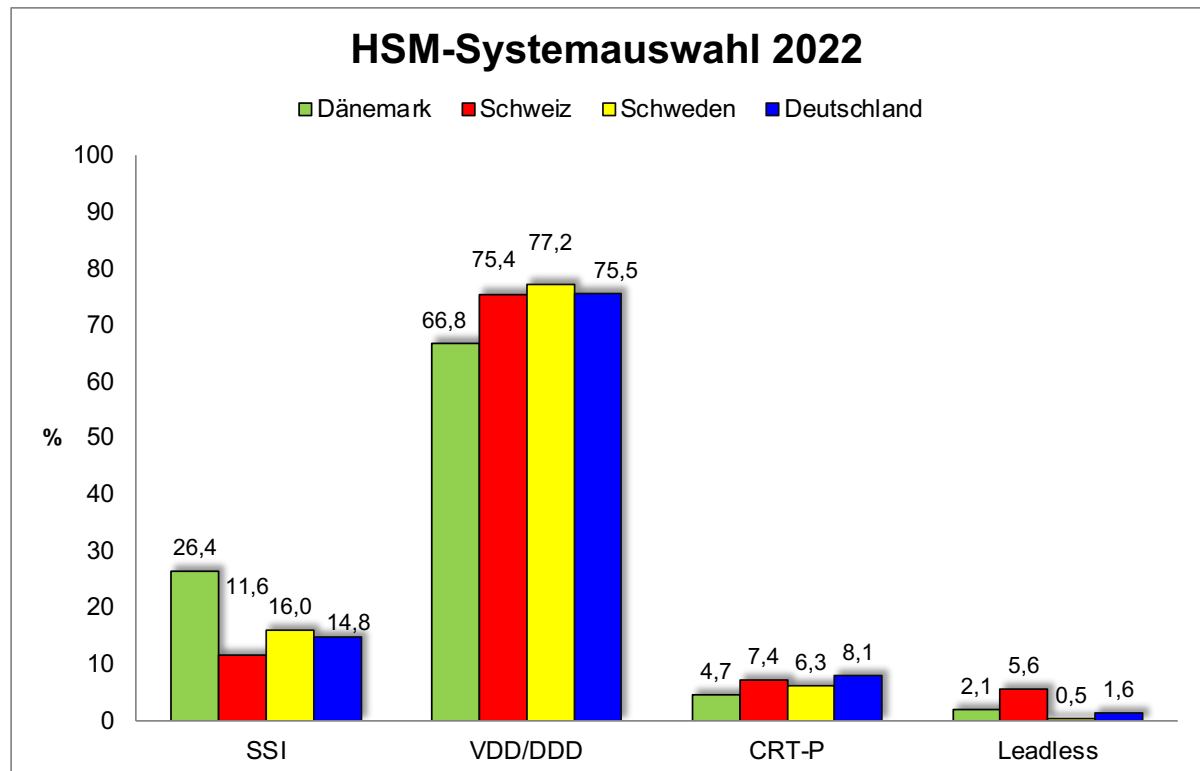


Abbildung 12: Auswahl des Schrittmacher-Systems im Landesvergleich 2022 (SSI = 1-Kammer-System (AAI oder VVI)); Cave in Dänemark werden VDD-Systeme zu VVI gezählt

6.4. Operationsdaten

Bei der Verwendung der V. cephalica zum Sondenvorschub ergaben sich auch im Jahr 2022 keine dramatischen Veränderungen. Unangefochten häufig wurde die Vena cephalica in Dänemark in über 70% der Fälle als Zugangsweg verwendet, gefolgt von Schweden (43,5%), Deutschland (39,7%) und der Schweiz (21,9%) (Tabelle 28). Allerdings verzeichnete der Vena cephalica Zugang in den letzten Jahren nur in Dänemark und Deutschland eine anhaltend zunehmende Verbreitung während sich in den anderen beiden Vergleichsländern ein anhaltend rückläufiger Trend zeigte (2020: Dänemark 69,9%; Schweiz 25,2%; Schweden 45,4%; Deutschland 38,9%).

Allerdings müssen die Angaben unter Vorbehalt betrachtet werden, da die einzelnen Länder hier verschiedene Erfassungskriterien verfolgen, die nur bedingt gegenübergestellt werden können. So wurden zur Darstellung der Tabelle 28 die Angaben analog zur deutschen Erfassung auf drei Kriterien reduziert und daher die Zugänge Vena subclavia und axillaris zusammengefasst. Allerdings unterschieden die Schweiz und Schweden die venösen Zugangsarten deutlich detaillierter und genaugenommen erfolgte in der Schweiz eine Vena subclavia Punktion in nur 35,9% während die Vena axillaris zu 40,5% genutzt wurde. In Schweden wurde

die Vena subclavia in 27,8% und die Vena axillaris zu 28% punktiert. Weiterhin erschwerten die dänischen Angaben als Ratio zwischen Vena cephalica und Vena subclavia (2022: 2,66) die Zahlendarstellung und ließen Angaben zu sonstigen Zugangswegen vermissen. Weiterhin wurden die Angaben der deutschen Zugangswege für die dargestellte Tabelle auf die tatsächlich erfasste Grundgesamtheit bezogen und weichen daher von den offiziellen Prozentangaben des IQTIG 2022 (4) zum Zugangsweg (V. cephalica: 41,8%; Vena subclavia: 54,9%; andere: 8,1%) ab. Die Vena axillaris wurde bisher in Deutschland nicht als möglicher Zugang erfasst, so dass davon auszugehen ist, dass dieser Zugang in unbekanntem Umfang unter der Vena subclavia oder unter Sonstige subsummiert wurde. Erfreulicherweise wurde bereits eine zukünftige Erfassungsänderung im IQTIG beschlossen.

Tabelle 28: Prozentuale Verteilung venöser Zugänge bei Neuimplantationen im internationalen Vergleich 2022

| % | Dänemark | Schweiz | Schweden | Deutschland |
|--------------|----------|---------|----------|-------------|
| V. cephalica | 72,7 | 21,9 | 43,5 | 39,7 |
| V. subclavia | 27,3 | 76,4 | 55,8 | 52,2 |
| andere | 0,0 | 1,6 | 1,6 | 8,1 |

Die erfassten Operationszeiten zeigten 2022 im Vergleich zu den vorausgegangenen Jahren keine nennenswerten Veränderungen. So blieben die Schweden unverändert die schnellsten Implantateure gefolgt von den Deutschen, die wiederum schneller als die Eidgenossen waren. Bemerkenswert muss allerdings, dass die Auswertung der Operationszeiten nicht in allen Ländern gleichartig erfolgt. So unterteilt die deutsche Auswertung der 1-Kammer-Systemen nicht mehr in AAI und VVI und bei den Schweizern werden die Operationszeiten von VDD und VVI-Systemen gemeinsam erfasst. Zeitangaben zu Leadless Implantationen wurden zudem in Schweden bisher nicht veröffentlicht und die Dänen geben bisher grundsätzlich keine Prozedurzeiten an, weshalb diese Angaben hier auch fehlen (Abbildung 13).

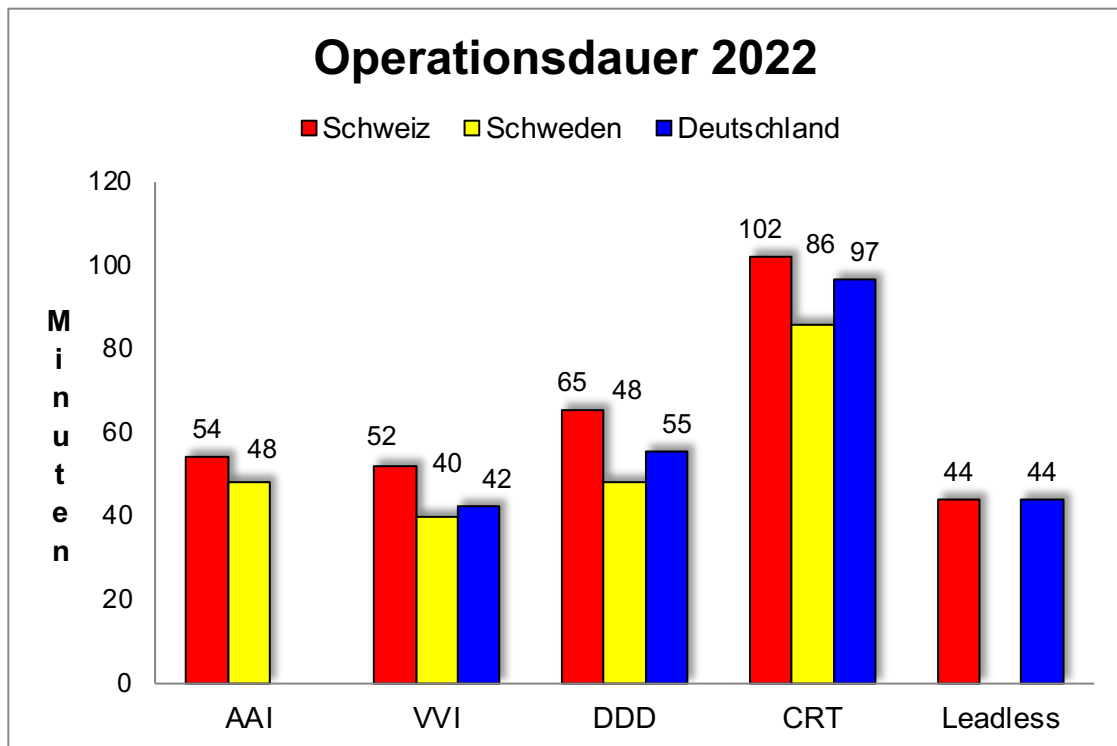


Abbildung 13: Vergleich der mittleren Operationsdauer für verschiedene Systeme 2022 (für Deutschland wurden alle 1-Kammersysteme als VVI gezählt und VDD mit DDD-Systemen zusammengefasst, in der Schweiz werden VVI- und VDD-Systeme zusammengefasst); Leadless = sondenlose Schrittmachersysteme

Die perioperativen Komplikationen ließen sich leider aufgrund fehlender oder sehr begrenzt verfügbarer Erfassungsdaten nur bedingt beurteilen. Dennoch möchten wir zumindest 4 Komplikationsarten vergleichend darstellen. Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass die Schweiz grundsätzlich keine perioperativen Komplikationen veröffentlicht und so lediglich die Angaben zu Hämatom und Sondendislokation aus dem Indikator „Indikationen für eine Re-Intervention“ herangezogen werden konnten. In Schweden werden die Komplikationsangaben pauschal auf alle Eingriffsarten bezogen und in Dänemark die Komplikationen erst nach 120 Tagen notiert und ebenfalls nicht zwischen Defibrillator- und Schrittmachersystemen unterschieden. Daher sind analog zu den letzten Jahren die Angaben der Abbildung 14 nur von begrenzter Aussagekraft.

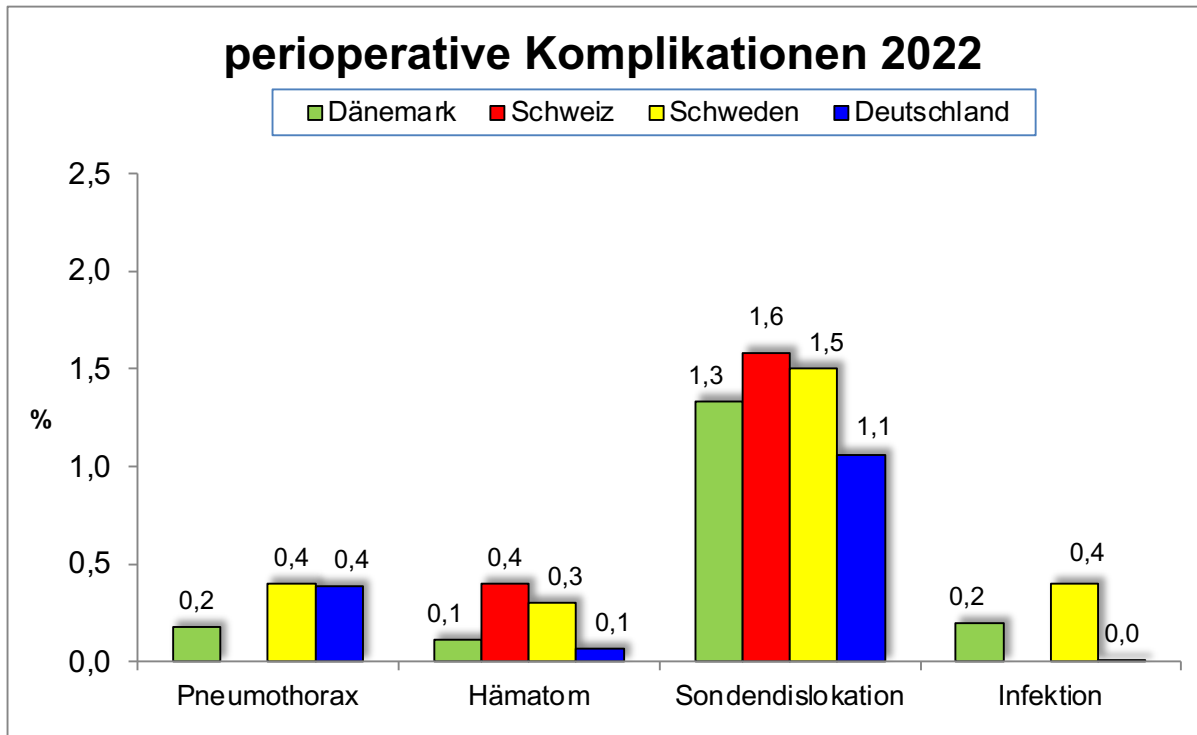


Abbildung 14: Internationaler Vergleich von 4 perioperativen Komplikationsarten 2022

7. Zusammenfassung und Ausblick

Die Zusammenfassung dieses Registerberichts (Teil 1: Herzschrittmacher) schließt erneut nahtlos an die Berichte der vergangenen Jahre an:

1. Die Implantationszahlen in Deutschland finden sich unverändert auf stabil hohem Niveau, wenngleich unsere Nachbarländer zunehmend aufholen.
2. Indikation und Systemauswahl erfolgen mit hoher Leitlinienkonformität.
3. Ein Einfluss der COVID-19 Pandemie auf die Reduktion des Operationsvolumen lässt sich mit den verfügbaren Registerdaten ebenso wenig belegen wie eine ebenfalls mögliche Eingriffsverschiebung in die ambulante und somit nicht von der externen Qualitätssicherung erfassten Versorgung.
4. Die Rate an Revisionsoperationen und insbesondere die der Sondenprobleme reduziert sich langsam aber stetig.

Zum Schluss dieses ersten Teils des Berichtes 2022 sei wieder allen, die bei der Erstellung dieses Berichts mitgeholfen haben, ganz herzlich gedankt.

Weiter sei der Hoffnung Ausdruck verliehen, dass die Informationen des Berichts dem Anwender in der täglichen Praxis und damit auch den Patienten helfen. Schließlich bleibt der Wunsch, dass bei den Punkten mit Verbesserungspotential die Lektüre dieses Berichts dabei hilft, die Größe des Problems zu reduzieren.

Literatur

1. <https://www.g-ba.de/richtlinien/105/>, letzter Zugriff am 16.10.2024
2. <https://iqtig.org/qs-verfahren/qs-hsmdef/>, letzter Zugriff am 16.10.2024
3. <https://iqtig.org/qs-verfahren/hsm/>, letzter Zugriff am 16.10.2024
4. https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/hsmdefhsmimpl/DeQS_HSMDEF-HSM-IMPL_2022_BUAW_Bund_2023-07-20.pdf, letzter Zugriff am 16.10.2024
5. https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/hsmdefhsmaggw/DeQS_HSMDEF-HSM-AGGW_2022_BUAW_Bund_2023-07-20.pdf, letzter Zugriff am 16.10.2024
6. https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/hsmdefhsmrev/DeQS_HSMDEF-HSM-REV_2022_BUAW_Bund_2023-07-20.pdf, letzter Zugriff am 16.10.2024
7. <https://pacemaker-register.de/>, letzter Zugriff am 16.10.2024
8. Beckmann A, Meyer R, Lewandowski J, Markewitz A, Blaßfeld D, Böning A. German Heart Surgery Report 2022: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. *Thorac Cardiovasc Surg.* 2023;71(5):340-355
9. http://www.rhythmologie-stiftung.ch/statistiken/stat_2022_pm_de.pdf, letzter Zugriff am 17.10.2024
10. <https://www.pacemaker.ch/de/statistik/>, letzter Zugriff am 17.10.2024
11. <https://www.pacemakerregistret.se/icdpmr/docbank.do>, letzter Zugriff am 17.10.2024
12. https://www.sundhed.dk/content/cms/21/109821_dpir_annual_report_2022_07082023_final_offentlig-version.pdf, letzter Zugriff am 17.10.2024
13. <https://www.nicor.org.uk/national-cardiac-audit-programme/cardiac-rhythm-audit-nacrm>, letzter Zugriff am 17.10.2024
14. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.assetdetail.32374798.html>, letzter Zugriff am 17.10.2024
15. <https://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject-area/population/population-composition/population-statistics/pong/tables-and-graphs/population-statistics---year/population-by-landscape-by-december-31-2022/>, letzter Zugriff am 17.10.2024
16. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-zensus-geschlecht-staatsangehoerigkeit.html#>, letzter Zugriff am 17.10.2024
17. Glikson M, Nielsen JC, Kronborg MB, Michowitz Y, Auricchio A, Barbash IM, Barrabés JA, Boriani G, Braunschweig F, Brignole M, Burri H, Coats AJS, Deharo JC, Delgado V, Diller GP, Israel CW, Keren A, Knops RE, Kotecha D, Leclercq C, Merkely B, Starck C, Thylén I, Tolosana JM; ESC Scientific Document Group. 2021 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy. *Eur Heart J.* 2021 42(35):3427-3520
18. Behrens, T., et al. (2022). *Einfluss der COVID-19-Pandemie auf elektive Eingriffe in deutschen Krankenhäusern*. *Zeitschrift für Herzchirurgie*, 19(2), 45-51

19. Müller, F., et al. (2022). Ambulante Herzschrittmacherimplantation: Sicherheit und klinische Ergebnisse in Deutschland. *Journal für Kardiologie*, 29(1), 45-52
20. Schneider, A., & Krause, T. (2022). Ambulantisierung in der Kardiologie: Chancen und Herausforderungen. *Deutsches Ärzteblatt*, 119(8), 25-30
21. Klein, H., et al. (2022). Finanzielle Auswirkungen der Ambulantisierung kardiologischer Eingriffe in Deutschland. *Zeitschrift für Gesundheitsökonomie*, 12(3), 78-84

Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Übersicht ausgewerteter Datensätze im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 2: Vollständigkeit der ausgewerteten Datensätze bzw. Krankenhäuser im Jahre 2022
- Tabelle 3: Demografische Daten der letzten drei Jahre zu Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen/Systemwechsel/Explantationen
- Tabelle 4: Führende EKG-Indikationen der letzten drei Jahre zur HSM-Implantation in Absolutzahlen sowie in Prozent im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 5: Anzahl und prozentuelle Verteilung der implantierten Schrittmacher im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 6: Venöser Zugang bei Schrittmacher-Implantationen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 7: Operationszeiten in Minuten bei Implantationen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 8: Dosisflächenprodukt 2022 im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 9: Ergebnisse der Reizschwellenmessung und Bestimmung der intrakardialen Signalamplitude bei HSM-Implantationen 2021 im Drei-Jahresvergleich
- Tabelle 10: Perioperative Komplikationen bei Implantationen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 11: Perioperative Komplikationen bei Sonden in den Jahren 2020, 2021 und 2022
- Tabelle 12: Perioperative Komplikationen in Abhängigkeit vom venösen Zugangsweg für den Sondenvorschub der Jahre 2020, 2021 und 2022
- Tabelle 13: Indikation zum Aggregatwechsel der letzten drei Jahre
- Tabelle 14: Ort des letzten Eingriffs der letzten drei Jahre
- Tabelle 15: Eingriffsdauer eines Aggregatwechsels der letzten drei Jahre
- Tabelle 16: Anzahl und prozentueller Anteil der gewechselten Aggregate der letzten drei Jahre
- Tabelle 17: Anzahl der perioperativ durchgeführten Kontrollmessungen der letzten drei Jahre
- Tabelle 18: Messergebnisse der perioperativ durchgeführten Kontrollmessungen im Drei-Jahresvergleich
- Tabelle 19: Perioperative Komplikationen bei Aggregatwechseln im Vergleich der letzten Jahre
- Tabelle 20: Perioperative Komplikationen bei Aggregatwechseln im Vergleich der letzten Jahre

- Tabelle 21: Ort des letzten Eingriffs, welcher der Revisionsoperation vorausging im Jahresvergleich
- Tabelle 22: Indikation zur Revisionsoperation bei Schrittmacher-Aggregat- oder Taschenproblemen bzw. Systemumwandlungen im Vergleich der letzten drei Jahre
- Tabelle 23: Absolute und relative Häufigkeit der Indikationen zur Revisionsoperation bei Sondenproblemen 2022
- Tabelle 24: Absolute und relative Maßnahmen bei Revisionseingriffen im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 25: Perioperative Komplikationen bei Revision, Systemumstellung, Explantation im Drei-Jahresvergleich
- Tabelle 26: Sterblichkeit im Krankenhaus bei Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen / Systemwechsel / Explantationen 2022 im Vergleich zu den Ergebnissen der Jahren 2020 und 2021
- Tabelle 27: Datenbasis 2022 im internationalen Vergleich
- Tabelle 28: Prozentuale Verteilung venöser Zugänge bei Neuimplantationen im internationalen Vergleich 2022

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Herzschrittmachereingriffe in Deutschland im 10-Jahres Vergleich 2012 bis 2022
- Abbildung 2: Anteil der Herzschrittmachereingriffe, die in Deutschland in herzchirurgischen Fachabteilungen durchgeführt werden, im 10-Jahres Vergleich
- Abbildung 3: Details zu leitlinienkonformer Indikationsstellung 2022
- Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Schrittmachersysteme bei Implantation 2022 im Vergleich zu den Vorjahren
- Abbildung 5: Operationszeiten als Mittelwerte (MW) im Fünf-Jahresvergleich
- Abbildung 6: Perzentile der Operationszeiten im Jahre 2022
- Abbildung 7: Überblick über die perioperativen Komplikationen nach Implantation im Vergleich der letzten Jahre
- Abbildung 8: Chirurgisches Vorgehen 2022 bei einer Sondenrevision
- Abbildung 9: Implantationen pro 1 Mio. Einwohner im internationalen Vergleich 2022
- Abbildung 10: Anteil älterer Patienten ≥ 80 Jahre (Schweiz ≥ 81 Jahre) an allen Patienten, bei denen ein Herzschrittmacherin implantiert wurde, im internationalen Vergleich der Jahre 2020 bis 2022
- Abbildung 11: EKG-Indikationen im internationalen Vergleich 2022
- Abbildung 12: Auswahl des Schrittmacher-Systems im Landesvergleich 2022
- Abbildung 13: Vergleich der mittleren Operationsdauer für verschiedene Systeme 2022
- Abbildung 14: Internationaler Vergleich von 4 perioperativen Komplikationsarten 2022