
Jahresbericht 2023 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

Herzschr Elektrophys (2026). <https://doi.org/10.1007/s00399-026-01137-6>

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 Medizinische Klinik I, Klinikum Osnabrück, Deutschland

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

⁸ Bendorf, Deutschland

Anschrift des Verfassers:

PD Dr. Heiko Burger

Kerckhoff-Klinik

Benkestrasse 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	34
Literatur.....	35
Tabellenverzeichnis	37
Abbildungsverzeichnis	39

1. Einleitung

Der 23. 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 und kommentiert. Die präsentierten Ergebnisse basieren auf den Datenerhebungen des „Institutes für Qualität und Transparent im Gesundheitswesen (IQTIG)“ (1-6), 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) und Schweden (11) herangezogen, um die aktuelle Versorgungsqualität Deutschlands im internationalen Vergleich der kardiovaskulären elektronischen Implantattherapien besser einordnen zu können.

Nach der über drei Jahre andauernden COVID-19 Pandemie mit teils erheblichen Einschränkungen der Persönlichkeitsrechte und einschneidenden Auflagen in der Gesundheitsversorgung zeigten die durchgeführten Impfmaßnahmen 2023 endlich nachhaltige Erfolge. So reduzierten sich unter der zunehmend immunisierten Bevölkerung die Neuinfektionszahlen stetig und die Pandemie ging in eine endemische Infektionswelle über. Dies bedeutete, dass die umfangreichen Kontaktverbote und Quarantäneauflagen sukzessive aufgehoben wurden und sich klinische Abläufe in der Patientenversorgung wieder normalisierten und die Krankenhauskapazitäten Stück für Stück wieder zunahmen (12, 18). In welchem Umfang die Pandemie tatsächlich Einfluss auf die stationäre Herzschrittmacher- und Defibrillator-Versorgung hatte und in welchem Umfang planbare oder dringende Eingriffe ausgesetzt bzw. verschoben werden mussten, kann anhand der dargestellten Daten untersucht werden.

Unbeabsichtigt unterstützte die COVID-19 Pandemie die, von Kostenträgern und Gesundheitspolitiker gewünschte, Verlagerung von stationären Operationen in ein „Ressourcenschonenderes“ ambulantes Setting (19, 20). Zudem zeigte die Einführung des erweiterten ambulanten Operationskatalogs (AOP-Katalog 2022) erste Auswirkungen für die Herzschrittmacher- und Defibrillatorversorgung in Deutschland. Eine prognostizierte höhere Kosteneffizienz sollte durch die Reduktion stationärer Kapazitäten entstehen und verkürzte Behandlungszeiten die Patientenwartelisten relevant verkürzen. Finanzielle Anreize der Krankenhäuser sollten weiterhin die Umsetzung beschleunigen (21). Da jedoch bis zum heutigen Tage keine Qualitätsdaten im ambulanten Leistungsbereich erhoben wurden sind weder der eingetretene Versorgungsumfang noch ihre Qualität valide zu ermitteln. Interessant ist daher die Betrachtung der aktuellen Eingriffszahlen mit dem Fokus auf Hinweise einer möglichen Verlagerung der erbrachten Leistungen in den ambulanten Bereich.

2. Datenbasis

2.1. Datenvolumen

Die Anzahl der Institutionen, die Herzschrittmacher-Operationen durchführten, reduzierte sich auch 2023 nochmals vergleichbar der letzten Jahre, obwohl sich im Vorjahr 2022 ein minimaler Anstieg zeigte (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 bezog, ist ein Vergleich mit den Vorjahren nur bedingt zulässig (3-7).

Die Anzahl der Neuimplantationen hatte sich im Vergleich zu den Vor-Pandemie Eingriffszahlen 2019 während der COVID-Pandemie um jährlich etwa 2.500 Implantationen reduziert. Im aktuellen Erfassungsjahr zeigte sich nun ein deutlicher Anstieg um 2,8%, so dass 2023 das Ausgangsniveau (2019: 75.760; 2023: 75.305) wieder annähernd erreicht werden konnte (Abbildung 1).

Im Gegensatz hierzu schritt der Rückgang der Eingriffszahlen für stationäre Aggregatwechsel (-23,7%) und Revisionen (-3,5%) im Jahr 2023 deutlicher denn je zuvor voran. Aus diesem Grund reduzierten sich auch erneut die Gesamteingriffszahlen aller stationären Schrittmacheroperationen um 1.914 Eingriffe (-2%) im Vergleich zum Vorjahr (Tabelle 1). Hierbei schien es sich aber weniger um Effekte der COVID-19 Pandemie zu handeln denn entgegen der Gesamteingriffszahlen nahmen die Neuimplantationen wieder deutlich zu, während die stationär durchgeführten Aggregatwechsel massiv abnahmen. Aus diesem Grund bleibt zu vermuten, dass die aktuelle Beobachtung eher die politisch gewollte Verschiebung stationärer Eingriffe in ambulante Versorgungskonzepte widerspiegelt. Leider kann diese Vermutung nicht belegt werden, da bisher keine validen Eingriffszahlen zum Umfang der ambulanten Versorgung erhoben wurden.

Tabelle 1: Übersicht ausgewerteter Datensätze im Vergleich zu den Vorjahren

Datenbasis	2021	2022	2023
Krankenhäuser			
09/1: Implantationen	840	847	817
09/2: Aggregatwechsel	791	769	734
09/3: Revisionen/Systemwechsel/Explantationen	752	738	709
Eingriffe			
09/1: Implantationen	73.353	73.235	75.305
09/2: Aggregatwechsel	15.223	15.070	11.500
09/3: Revisionen/Systemwechsel/Explantationen	9.431	9.183	8.769
Alle 3 Leistungsbereiche (Summe)	98.007	97.488	95.574

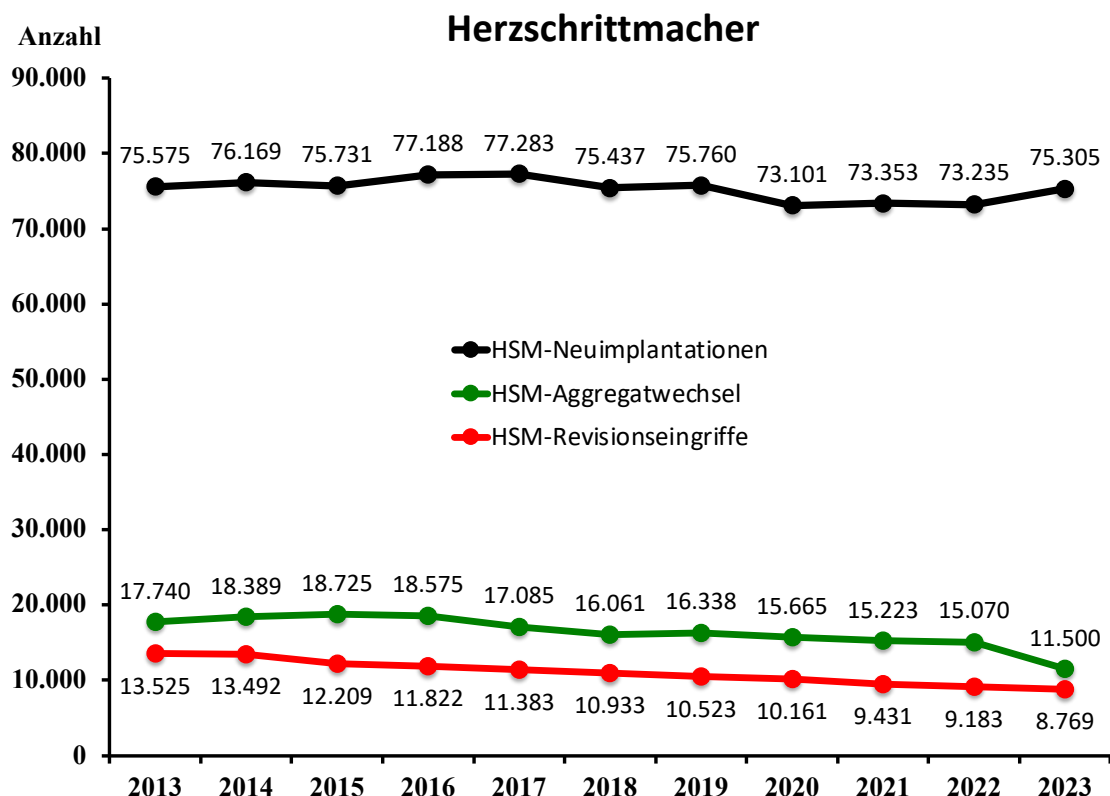


Abbildung 1: Herzschrittmachereingriffe in Deutschland im 10-Jahres-Vergleich 2013 bis 2023

Erneut zeigte sich auch im Erfassungsjahr 2023 eine nahezu perfekte Datenvollständigkeit (Tabelle 2). Bei Zahlenangaben über 100 % handelt es sich am ehesten um Kodierfehler oder Doppelerfassungen.

Tabelle 2: Vollständigkeit der ausgewerteten Datensätze bzw. Krankenhäuser im Jahre 2023

Datenbasis 2023	Soll	Ist (1)	Vollständigkeit
Krankenhäuser			
09/1 Implantationen	990	994	100,4%
09/2 Aggregatwechsel	797	802	100,6%
09/3 Revisionen/Systemwechsel/Explantationen	775	782	100,9%
Eingriffe			
09/1 Implantationen	74.758	75.430	100,9%
09/2 Aggregatwechsel	11.213	11.509	102,6%
09/3 Revisionen/Systemwechsel/Explantationen	8.709	8.816	101,2%

(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 95.574 Eingriffen wurden im Jahre 2023 12.927 Eingriffe in 73 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 13,5% durchführten. Bemerkenswert ist einerseits der seit vier Jahren ungebrochen stetig steigende Anteil an Aggregatwechseleingriffen und andererseits der seit Jahren überproportional hohe Anteil an durchgeführten Revisionseingriffen. Dieser betrug im Jahr 2023 26,3% aller deutschlandweit erfolgten Revisionseingriffe während die Revisionseingriffe insgesamt aber nur einen Anteil von 9,2% aller HSM-Eingriffe repräsentierten. (Abbildung 2) (8).

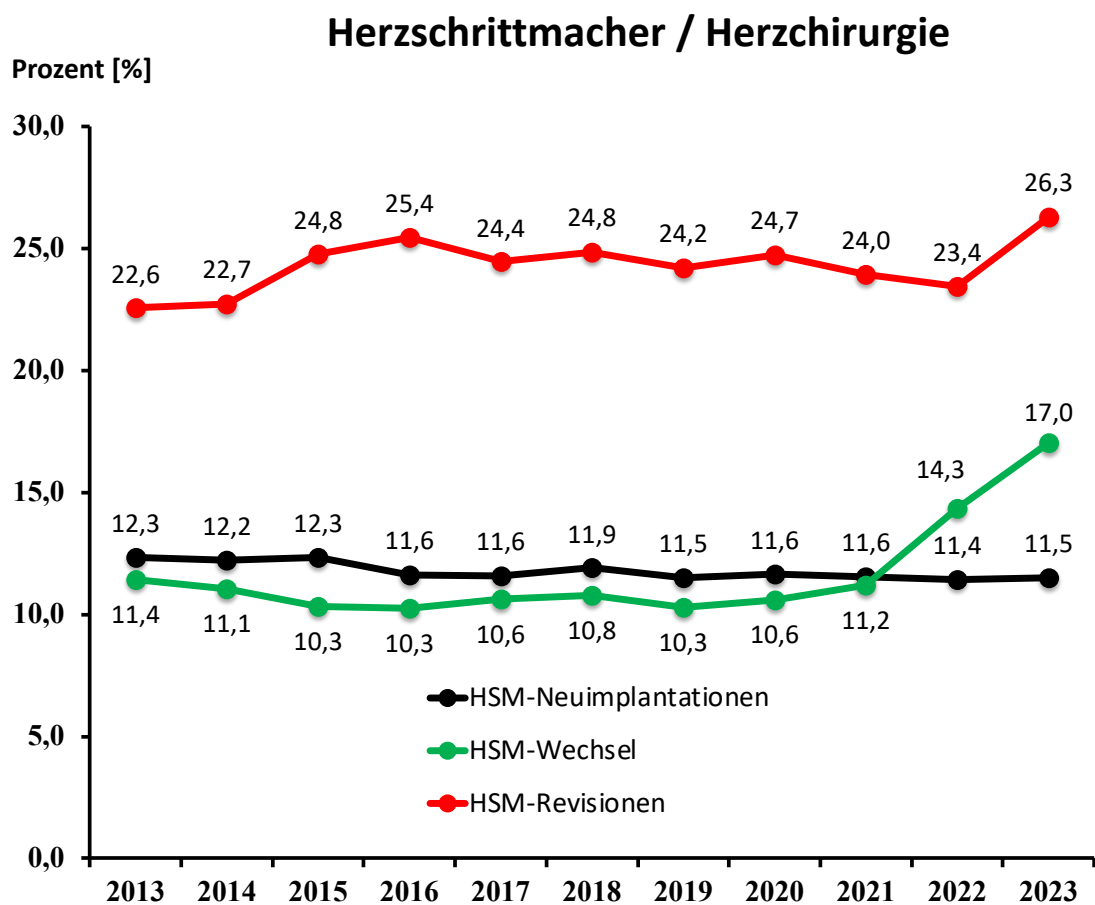


Abbildung 2: Anteil der Herzschrittmachereingriffe, die in Deutschland in herzchirurgischen Fachabteilungen durchgeführt wurden, im 10-Jahres-Vergleich

2.2. Demografische Daten

Die Betrachtung der Eingriffe pro Institution zeigt einen divergenten Trend zwischen den verschiedenen Eingriffsarten in den letzten Jahren. Zwar ist allen gemein, dass sich die Anzahl der Leistungserbringer stetig reduzierte, jedoch stieg die Anzahl der Neuimplantationen deutlich an, während sich die Gerätewechsel um fast den gleichen Betrag reduzierten. Weiterhin setzte sich die moderate aber stete Reduktion der Revisionseingriffszahlen fort.

Entsprechend dieser Rahmenbedingungen ergaben sich rechnerisch für das Erfassungsjahr 2023 im Schnitt 1,8 Herzschrittmacher-Neuimplantationen, 0,3 Aggregatwechsel und 0,2 Revisionseingriffe pro Klinik und Kalenderwoche, was der Frequenz der Vorjahre entspricht.

Anzumerken ist allerdings, dass sich seit 2022 die Institutsangaben auf den entlassenden und nicht mehr auf den behandelnden Standort beziehen. Aus diesem Grund variieren die Angaben zur Anzahl der leistungserbringenden Zentren. Auf Basis dieser neuen Angaben ergeben sich rechnerisch noch geringere Neuimplantationsraten von im Mittel 1,5 Eingriffen pro Klinik und Kalenderwoche. Der veränderte Bezug hatte hingegen keinen Einfluss auf das statistische Ergebnis der durchschnittlichen Eingriffsfrequenz von Aggregatwechsel- und Revisionseingriffen.

Die mittlere postoperative Patientenverweildauer bei Neuimplantationen und Aggregatwechsel verblieb 2023 auf dem bekannten Niveau der Vorjahre, während sich die Behandlungsdauer bei Revisionseingriffen tendenziell verlängerte.

Die Rate an permanent stimulationsbedürftigen, d.h. schrittmacher-abhängigen Patienten wird nur noch bei Aggregatwechseln ermittelt und betrug im aktuellen Erfassungsjahr 26,2%.

Der Anteil an jungen Patienten (< 60 Jahre) die eine Neuimplantation (4,8%), einen Aggregatwechsel (5,1%) bzw. einen Revisionseingriff (8,4%) erhielten reduzierte sich geringfügig für Neuimplantationen und Revisionen und verblieb bei Aggregatwechsel stabil auf dem Vorjahresniveau.

Hingegen zeigte der Anteil an betagten Patienten (> 90 Jahre) entgegen des Vorjahresergebnis einen Anstieg von 1,7% bei Aggregatwechseln (17%). Möglicherweise ist dies ein Hinweis darauf, dass ältere Patienten aufgrund zusätzlicher Komorbiditäten bevorzugt stationär und nicht ambulant für einen Aggregatwechsel geplant werden. Hingegen ergaben sich für Revisionseingriffe des gleichen Klientels eine minimale Reduktion von 0,2% und für Neuimplantationen keine Veränderungen im Vergleich zu den Vorjahren (Tabelle 3) (3-7).

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

		2021	2022	2023
09/1 Implantationen	Anzahl Eingriffe	73.293	73.235	75.305
	- im Mittel je Institution	87,3	86,5	92,2
	männliche Patienten	58,1%	59,0%	59,0%
	weibliche Patienten	41,9%	41,0%	41,0%
	Patienten < 60 Jahre	5,4%	5,2%	4,8%
	Patienten 90 Jahre und älter	6,0%	6,0%	6,0%
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	4,1	4,2	4,1
09/2 Aggregatwechsel	Anzahl Eingriffe	15.218	15.070	11.500
	- im Mittel je Institution	19,2	19,6	15,7
	männliche Patienten	53,7%	54,1%	52,8%
	weibliche Patienten	46,3%	46,0%	47,2%
	Patienten < 60 Jahre	4,9%	5,1%	5,1%
	Patienten 90 Jahre und älter	16,3%	15,3%	17,0%
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	1,6	1,6	1,7
09/3 Revisionen, Systemwechsel, Explantationen	kein Eigenrhythmus	25,6%	26,0%	26,2%
	Anzahl Eingriffe	9.407	9.183	8.769
	- im Mittel je Institution	12,5	12,4	12,4
	männliche Patienten	55,4%	57,1%	56,1%
	weibliche Patienten	44,6%	42,9%	43,9%
	Patienten < 60 Jahre	9,3%	9,0%	8,4%
	Patienten 90 Jahre und älter	6,1%	6,6%	6,4%
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	4,6	4,8	5,0

3. Implantationen

3.1. EKG-Indikation zur Schrittmacherimplantation

Bei den Indikationen zur Schrittmacherimplantation kam es im Erfassungsjahr 2023 in den Indikationsgruppen AV-Block, Sick-Sinus-Syndrom, Vorhofflimmern und CRT zu einem Anstieg der absoluten Fallzahlen, der sich prozentual jedoch nur auf die Indikationen AV-Block und CRT auswirkte. Hingegen kam es zu einer überschaubaren Reduktion der Absolutzahlen für Schenkelblöcke und Sonstiges. Insgesamt verblieb der prozentuale Anteil der Gruppenverteilungen aber - mit Ausnahme eines 0,9%igen Anstiegs der CRT-Indikation - auf dem Niveau des Vorjahres (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 paroxysmalem/persistierendem Vorhofflimmern); **= Sonstiges, Karotis-Sinus-Syndrom (CSS) und Vasovagales Syndrom (VVS))

EKG-Befunde	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
AV-Block	36.982	50,5	37.733	51,6	38.900	51,7
Sick-Sinus-Syndrom (SSS)*	22.909	31,3	22.081	30,2	22.344	29,7
Vorhofflimmern	9.336	12,7	8.942	12,2	8.991	11,9
Schenkelblöcke	919	1,3	1.085	1,5	1.064	1,4
Indikation zu CRT	2.231	3,0	2.416	3,3	3.179	4,2
Sonstiges **	656	0,9	883	1,2	827	1,1
fehlende Angaben	0	0,0	0	0,0	0	0,0
Summe	73.293		73.140		75.305	

Die leitlinienkonforme Indikationsstellung aller Patienten zeigte bedauernswerterweise in den letzten vier Jahren einen kontinuierlich rückläufigen Anteil und beträgt aktuell 95,2% (2020: 96,6%; 2021: 96,4%; 2022: 96,3%). Im Unterschied zum Vorjahr ergab sich lediglich beim positivem Adenosin-Triphosphat-Test noch eine 100%ige Konformität während diese für die Indikationsklasse AV-Block 2° Typ Mobitz (Mobitz 2) auf 99,8% und den AV-Block 3° auf 98,1% abfiel. Weiterhin wurde eine zu über 97% leitlinienkonforme Indikation beim Sinusknotensyndrom (SSS), der Bradyarrhythmia absoluta (BAA) und dem AV-Block 2° Typ Wenckebach (Mobitz 1) erreicht. Alle anderen Indikationsbereiche zeigten hingegen weniger als 90% Übereinstimmung. Hierzu zählt auch die Indikation zur kardialen Resynchronisationstherapie (CRT), die aktuell eine historisch geringe, nur 69,7%ige Leitlinienkonformität aufwies (2020: 70,3%; 2021: 73,1%; 2022: 72,6%). Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund unbefriedigend, da es sich hierbei um die komplexesten und komplikationsträchtigsten wie auch kostenintensivsten Herzschrittmacher-Eingriffe handelt. Zudem stieg der Anteil an CRT-Implantationen in den letzten Jahren stetig an und stellt mit aktuell 4,3% eine inzwischen relevante Indikationsgruppe dar (4).

Allerdings müssen auch in diesem Jahr zur Bewertung der Ergebnisse des Indikators leitlinienkonforme Indikationsstellung zwei Punkte angemerkt werden. 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).

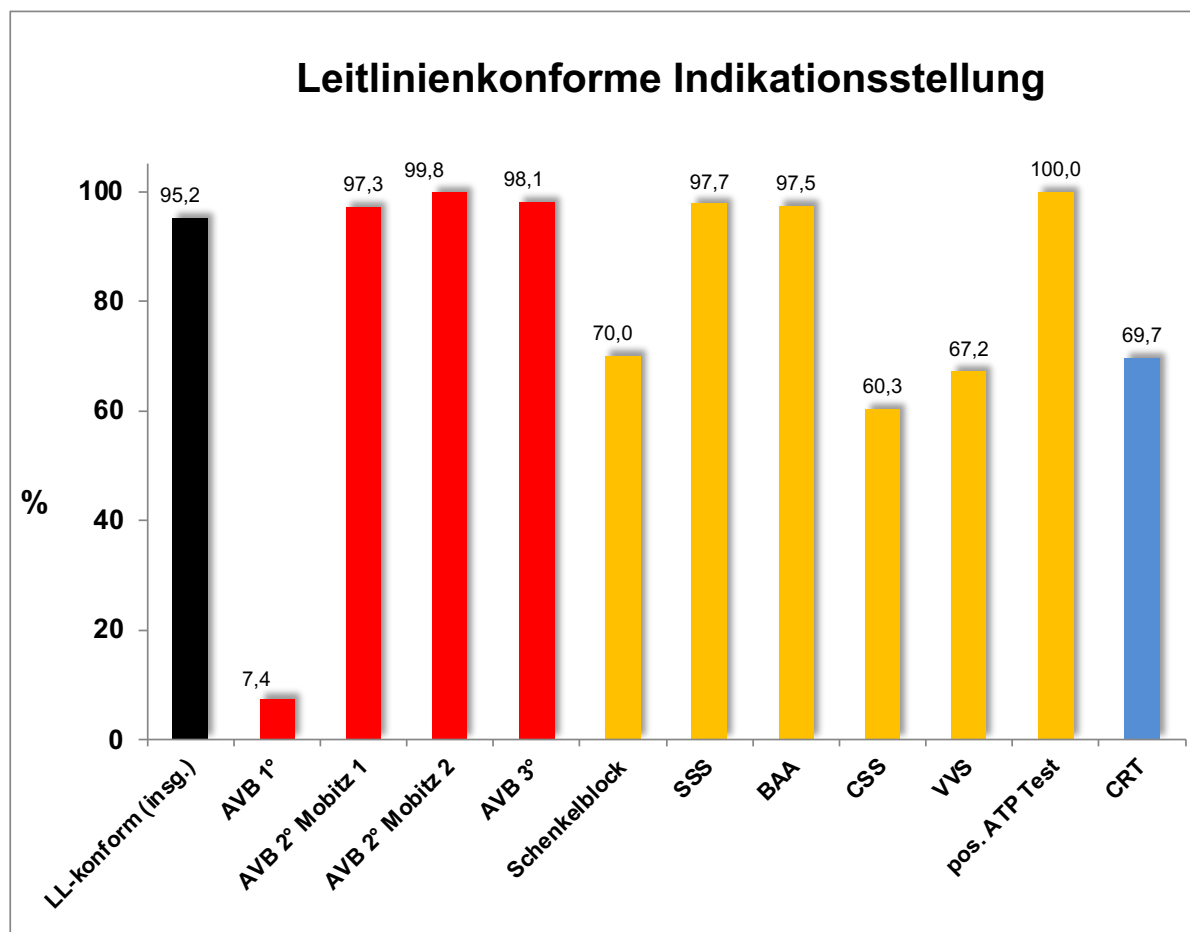


Abbildung 3: Details zu Leitlinienkonformer Indikationsstellung 2023; LL = Leitlinien, SSS = Sick-Sinus-Syndrom, BAA = Bradyarrhythmia absoluta, CSS = Carotis-Sinus-Syndrom, VVS = vasovagale Synkope, ATP = Adenosin-Triphosphat, CRT = kardiale Resynchronisationstherapie

3.2. Auswahl der Schrittmachersysteme

Die Auswahl der Schrittmachersysteme zeigte weiterhin, dass in der täglichen Praxis überwiegend DDD-Systeme (2023: 75,6%) implantiert wurden (Abbildung 4). Damit ergab sich in den letzten Jahren ein stabiler Anteil von über 75% an DDD-Systemen unter allen Herzschrittmachern. Weiterhin stieg der Anteil an CRT-Systemen auf 8,4% während die Leadless Pacemaker Implantationen mit 1,5% unverändert verblieben (Tabelle 5).

Interessant ist perspektivisch die Beobachtung, dass zunehmend neuere Systeme zur Stimulation des Erregungsleitungssystems (Conduction system pacing – CSP) zum Einsatz

kamen. Hierunter subsummieren sich zwei verschiedene Stimulationsmethoden: Mit Hilfe speziell positionierter Elektroden können zum einen direkt das HIS-Bündel und zum anderen der linke Tawara-Schenkel (left bundle branch – LBB) stimuliert werden. Auf diese Weise erfolgt die Signalweiterleitung nach peripher auf physiologischem Weg über das originäre Erregungsleitungssystem bis zum Myokard – daher auch die Bezeichnung CSP. Hierdurch erhofft man sich eine physiologischere Myokardkontraktion und darin begründet eine Reduktion der Herzschrittmacher-induzierten Kardiomyopathie. Da die Anwendung eines solchen Systems allerdings lediglich eine speziell platzierte Ventrikelelektrode, aber kein spezielles Schrittmachersystem voraussetzt, verbergen sich diese Systeme unter den allgemeinen Aggregatangaben (VVI, DDD und CRT). Weiterhin unterschied die Bundesqualitätssicherung bisher nicht zwischen den Sondenpositionen und daher nicht zwischen HIS- oder LBB-Systemen. In der Konsequenz subsumieren sich diese in verzerrter Aufteilung unter der Angabe HIS-Stimulation. Aus diesem Grund können aktuell nur unter Vorbehalt die Zahlen zur HIS-Bündelstimulation dargestellt werden, die sich zudem auf alle Herzschrittmacherimplantationen beziehen (Tabelle 5). Die verfügbaren Angaben weisen jedoch eine stetige Zunahme und Beliebtheit auf. In Kenntnis dieser Unschärfe hat das Expertengremium auf Bundesebene bereits erste Maßnahmen ergriffen, um zukünftig die Datenerhebung anzupassen. So bleibt zu hoffen, dass in Zukunft der Anteil der tatsächlich genutzten Stimulationsform und die Verteilung zwischen einer HIS- und LBB-Stimulation unter den jeweiligen HSM-Systemen klar wird.

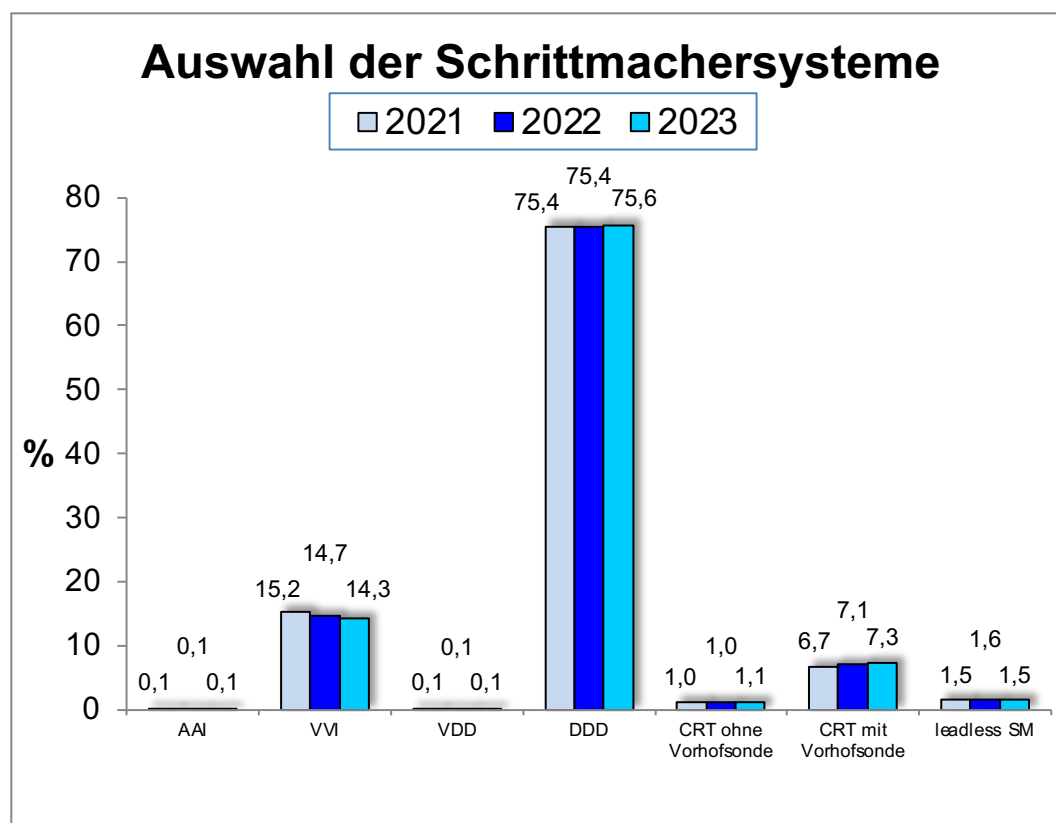


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Schrittmachersysteme bei Implantationen 2023 im Vergleich zu den Vorjahren (Prozentangaben schließen die Gruppe „Sonstiges“ aus)

*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	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
VVI	11.102	15,1	10.719	14,7	10.737	14,3
AAI	87	0,1	87	0,1	71	0,1
DDD	55.103	75,2	54.914	75,1	56.805	75,4
VDD	94	0,1	46	0,1	56	0,1
CRT-System mit einer Vorhofsonde	4.887	6,7	5.155	7,0	5.506	7,3
CRT-System ohne Vorhofsonde	763	1,0	753	1,0	848	1,1
Leadless PM (VVI)	1.085	1,5	1.142	1,6	1.121	1,5
Sonstiges	172	0,2	324	0,4	161	0,2
Summe	73.293		73.140		75.305	

HIS-Bündel (*)	1.343	1,8	1.144	1,6	1.448	1,9
----------------	-------	-----	-------	-----	-------	-----

Die Leitlinienkonformität der Systemauswahl lag im Erfassungsjahr 2023 mit 99,6% erneut auf dem sehr guten Vorjahresniveau (2022: 99,6%).

Angaben zu Hersteller, Aggregaten und Sonden oder technischen Details wie Fixationsmechanismen finden in der Deutschen Qualitätssicherung leider seit 2017 keinen Eingang mehr und scheinen auch in der näheren Zukunft nicht durch andere Quellen (bspw. einem Implantateregister) erfassbar zu werden.

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 bzw. der Registerberichte 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 2023 einen geringen Zuwachs von 0,1%. Umgekehrt wiesen die Jahresvergleiche der Jahre 2021 bis 2023 eine absolute (von 42.338 auf 39.330) als auch relative Reduktion (von 57,8% auf 52,2%) der V. subclavia als favorisierten Zugangsweg auf.

Tabelle 6: Venöser Zugang bei Schrittmacher-Implantationen 2023 im Vergleich zu den Vorjahren

Venöser Zugang	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
Vena cephalica	30.184	41,2	30.562	41,8	31.557	41,9
Vena subclavia	42.338	57,8	40.184	54,9	39.330	52,2
Andere	4.828	6,6	6.269	8,6	6.887	9,2

Die Operationszeiten 2023 für die klassischen Systeme wurden vergleichend zu den Vorjahren im Median in Tabelle 7 und im Vergleich der Mittelwerte in Abbildung 5 dargestellt. Hierbei fanden sich keine nennenswerten Veränderungen. Lediglich sondenlose Systeme benötigten im Mittelwert 3,5 Minuten länger als zuvor.

Tabelle 7: Operationszeiten in Minuten bei Implantationen 2023 im Vergleich zu den Vorjahren (bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe zur OP-Dauer > 0 min; HSM = Herzschrittmacher; CRT = Kardiale Resynchronisationstherapie; PM = Pacemaker)

HSM-System	2021		2022		2023	
	n	Median	n	Median	n	Median
1-Kammer	11.189	37	10.806	37	10.808	37
2-Kammer	55.197	51	54.960	50	56.861	51
CRT	5.650	90	5.908	90	6.354	88
Leadless PM	1.085	38	1.142	39	1.121	40
Gesamt	73.293	50	73.140	50	75.305	50

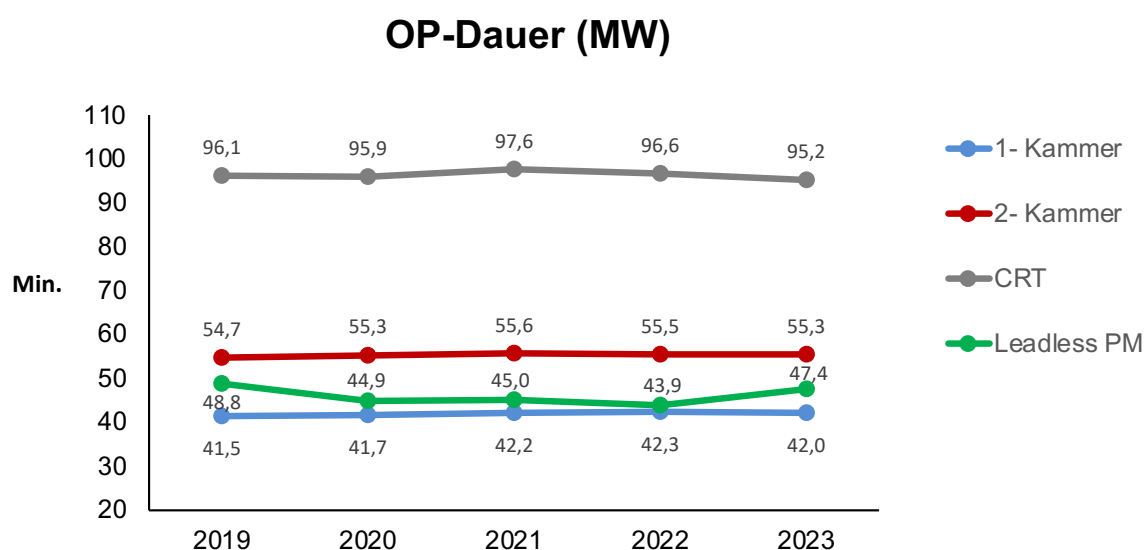


Abbildung 5: Operationszeiten als Mittelwerte (MW) im Fünf-Jahresvergleich; CRT = kardiale Resynchronisationstherapie; PM = Pacemaker; Min. Minuten

Die durchschnittlichen Operationszeiten spiegeln sich auch in der Ergebnisbetrachtung der einzelnen Perzentilen des Jahres 2023 wider (siehe Abbildung 6). Hierbei bestätigten sich die Resultate der vorausgegangenen Jahre ohne nennenswerte Änderungen.

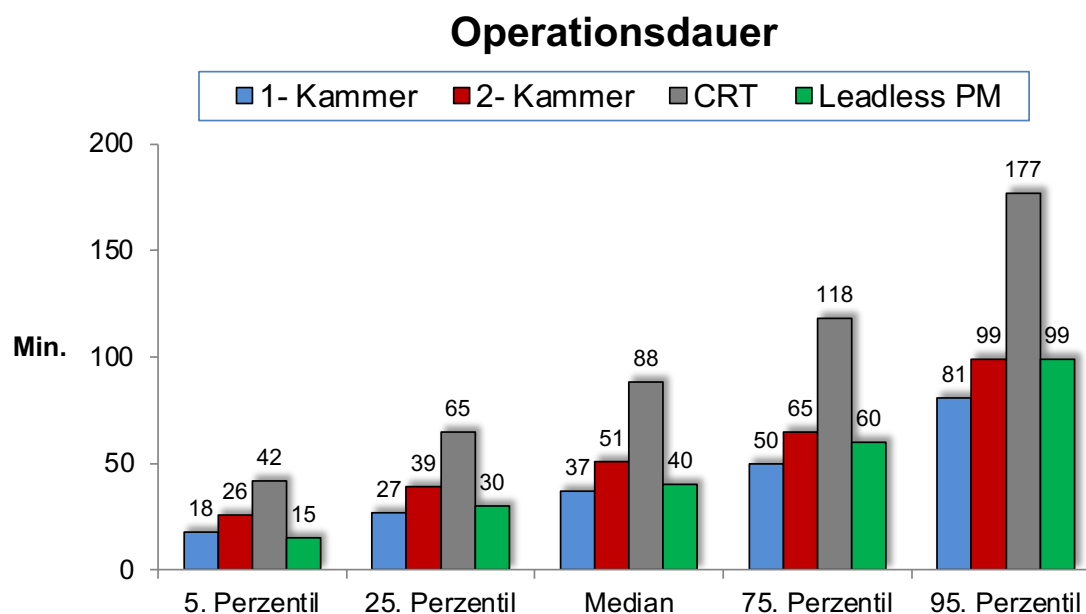


Abbildung 6: Perzentile der Operationszeiten im Jahre 2023; Beispiel: Im Jahre 2023 waren 5% aller 1-Kammer Implantationen nach 18 Minuten beendet; CRT = kardiale Resynchronisationstherapie; PM = Pacemaker; Min. = Minuten

Die Auswertung des Dosisflächenprodukts ist in Tabelle 8 zu sehen. Nachdem 2015 die Erfassung der Durchleuchtungszeiten der einzelnen Eingriffe verlassen 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 Aussagen für einzelne Eingriffsarten darzubieten.

Tabelle 8: Dosisflächenprodukt 2023 im Vergleich zu den Vorjahren; MW = Mittelwert

Dosisflächenprodukt (cGy*cm ²)			
	2021	2022	2023
MW	646	590	550
Median	291	263	251
75. Perzentil	666	612	578

Die Messergebnisse der implantierten Elektroden zeigen seit Jahren eine erstaunliche Konstanz der Ergebnisse für die Reizschwellenbestimmung und intrakardialen Signalamplituden. So ist es nicht verwunderlich, dass diese auch im Jahre 2023 auf unverändert exzellentem Niveau verblieben (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 2023 im Drei-Jahresvergleich (jeweils bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe; LV = linksventrikulär; MW = Mittelwert, V = Volt, mV = Millivolt, n = Anzahl)

Sonde/Messung		2021	2022	2023		
		Median	Median	n	MW	Median
Vorhofsonde	Reizschwelle (V)	0,8	0,8	54.684	0,8	0,8
	P-Wellen-Amplitude (mV)	2,8	2,8	60.684	3,1	2,8
Ventrikel	Reizschwelle (V)	0,6	0,6	75.027	0,7	0,6
	R-Wellen-Amplitude (mV)	11,1	11,0	71.458	11,8	11,0
LV-Sonde	Reizschwelle (V)	1,0	1,0	5.909	1,1	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 perioperativer Komplikationen zeigte im Jahr 2023 für Herzschrittmacher-Implantationen lediglich minimale Veränderungen, die sich zumeist nur in Absolutzahlen fanden und zu keinen anteiligen Änderungen führten. Lediglich die Qualitätsindikatoren Sonden-dislokation und -dysfunktion wiesen einen marginalen numerischen und prozentualen Anstieg auf (siehe Tabelle 10 und Abbildung 7). Die Komplikationen Asystolie und Kammerflimmern werden seit 2018 nicht mehr erhoben.

Tabelle 10: Perioperative Komplikationen bei Implantationen 2023 im Vergleich zu den Vorjahren

perioperative Komplikationen	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
kardiopulmonale Reanimation	108	0,2	90	0,1	71	0,1
Pneumothorax	303	0,4	288	0,4	306	0,4
Perikarderguss	165	0,2	172	0,2	166	0,2
Taschenhämatom	62	0,1	50	0,1	61	0,1
Hämatothorax	24	0,0	25	0,0	22	0,0
Wundinfektion (KISS)	12	0,0	8	0,0	8	0,0
Sondendislokation	842	1,2	772	1,1	865	1,2
Sondendysfunktion	212	0,3	174	0,2	185	0,3
sonst. interventionspflichtige Komplikation	63	0,1	59	0,1	67	0,1
mindestens eine perioperative Komplikation	1.689	2,3	1.570	2,2	1.682	2,2

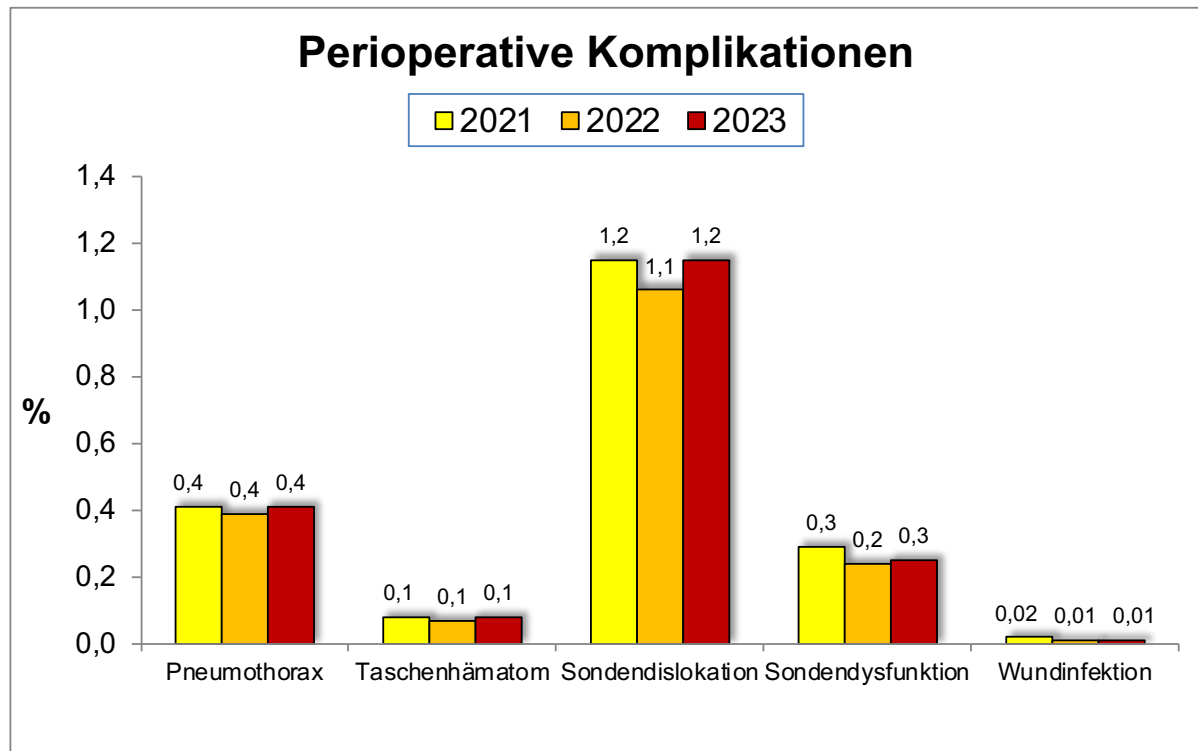


Abbildung 7: Überblick über die perioperativen Komplikationen nach HSM-Implantation im Vergleich der letzten Jahre

Die selektive Betrachtung der Sondenprobleme zeigte 2023 eine numerische Zunahme der Sondendislokationen aller Sontentypen und einen Anstieg der Sondendysfunktionen von Vorhof- und RV-Sonden (Tabelle 11). Dieser Trend scheint jedoch im Wesentlichen in dem deutlichen Anstieg der Implantationszahlen 2023 begründet zu sein. Eine nennenswerte prozentuale Zunahme ergab sich hingegen bei den RV-Sondendislokationen (3,5%) und Vorhofsonden-Dysfunktionen (2,9%) während sich in den verbliebenen Gruppen nur anteilige Verbesserungen oder annähernd gleichartige Ergebnisse in Bezug auf die Vorjahre fanden. Unverändert zu all den Erfassungsjahren zuvor führten auch im aktuellen Erfassungsjahr die Vorhof-Sondendislokation und RV-Sondendysfunktion die Liste der Sondenprobleme unangefochten an.

Tabelle 11: Perioperative Komplikationen bei Sonden in den Jahren 2021, 2022 und 2023 (jeweils bezogen auf alle Fälle mit dem jeweiligen Sondenproblem, z.B. im Jahre 2021 ereigneten sich 559 bzw. 66,4% aller Sondendislokationen im Vorhof; RV-Sonde inklusive HIS-Bündel; RV = rechtsventrikulär; LV = linksventrikulär, n = Anzahl)

Sonden-probleme	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
Dislokationen						
Vorhofsonde	559	64,6	536	67,8	571	64,3
RV-Sonde	299	34,6	242	30,6	303	34,1
LV-Sonde	7	0,8	13	1,6	14	1,6
Beide Ventrikel-sonden	0		0		≤3	

Dysfunktionen						
Vorhofsonde	75	33,6	50	27,2	59	30,1
RV-Sonde	144	64,6	129	70,1	137	69,9
LV-Sonde	4	1,8	5	2,7	≤3	
Beide Ventrikelsonden	≤3		0		0	

Die Komplikationsraten konnten auch im aktuellen Erfassungsjahr in Bezug zum Sondenzugangsweg leider nur für Pneumo- und Hämatothorax differenzierter dargestellt werden. Hierbei zeigte sich eine Zunahme der Komplikation Pneumo- und Hämatothorax nach Vena subclavia Punktion. Unverständlicherweise kam es auch bei Verwendung der Vena cephalica in allen Jahren zur Komplikation eines Pneumo- und Hämatothorax, was sich eigentlich nur so erklären lässt, dass die Vena cephalica erst nach frustranen Punktionsversuchen der V. subclavia aufgesucht und verwandt wurde (Tabelle 12).

Tabelle 12: Perioperative Komplikationen in Abhängigkeit vom venösen Zugangsweg für den Sondenvorschub der Jahre 2021, 2022 und 2023

Perioperative Komplikationen [%]	2021		2022		2023	
	V.cephalica	V.subclavia	V.cephalica	V.subclavia	V.cephalica	V.subclavia
Grundgesamtheit [n]	30.184	42.338	30.562	40.184	31.557	39.330
kardiopulmonale Reanimation	0,15		0,12		0,09	
Pneumothorax	0,19	0,58	0,23	0,52	0,22	0,63
Hämatothorax	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02	0,05
Perikarderguss	0,23		0,24		0,22	
Taschenhämatom	0,09		0,07		0,08	
Sondendislokation	1,16		1,06		1,15	
Sondendysfunktion	0,29		0,24		0,25	
Wundinfektion (KISS)	0,02		0,01		0,01	
sonst. interventionspflichtige Komplikation	0,09		0,08		0,09	
mindestens eine perioperative Komplikation	2,33		2,16		2,23	

4. Aggregatwechsel

Die Anzahl der durchgeführten Aggregatwechsel sank im Jahr 2023 im Vergleich zum Vorjahr um über 3.500 Operationen (entsprechend -23,7%). Somit setzte sich der, seit Jahren beobachtete Trend im aktuellen Erfassungsjahr deutlich fort. Insgesamt wurden 11.500 Aggregatwechsel in 802 Institutionen durchgeführt, was 39 Lokalisationen weniger als im Vorjahr waren (2022: 841). Hierbei beziehen sich die Angaben seit 2022 auf die entlassenden Standorte und nicht - wie zuvor - auf die leistungserbringenden Krankenhäuser (2022: 769; 2023: 734). Rechnerisch ergaben sich daher im Schnitt 14,4 Eingriffe pro entlassenden Standort im Kalenderjahr bzw. 0,3 pro Kalenderwoche (Tabelle 1 und Abbildung 1) (5,7).

Der deutliche Rückgang der Zahlen von Wechseleingriffen basierte mutmaßlich auf zwei Effekten. Einerseits führte die Reduktion verfügbarer operativer Kapazitäten während der COVID-19 Pandemie sicherlich wiederholt zur Verschiebung planbarer Operationen (18), aber andererseits muss v.a. vermutet werden, dass ein inzwischen relevanter Anteil von Aggregatwechseleingriffen aus der stationären Versorgung in die ambulante verschoben wurde. Aufgrund der fehlenden Qualitätserfassung ambulanter Eingriffe ist das Ausmaß dieser Entwicklung jedoch leider nicht zu quantifizieren bzw. genau zu belegen. Gleiches gilt für die weitere Möglichkeit, dass längere Batterielaufzeiten der Aggregate einen relevanten Einfluss auf die rückläufigen Aggregatwechselzahlen haben könnte. Da aber auch die Laufzeiten der Aggregate seit Jahren nicht mehr ermittelt werden ist auch dieser Erklärungsansatz nicht valide belegbar.

Unverändert war die überwiegende Rechtfertigung zum operativen Vorgehen die Batterieerschöpfung (97,8%). Erfreulicherweise reduzierte sich 2023 wieder die Anzahl der Eingriffe aufgrund von Aggregat-Fehlfunktionen oder Rückruf-Aktionen und betrug 1,6% aller Wechseleingriffe. Somit scheint die 2022 erkannte deutliche Zunahme in einer zeitlich begrenzten Ursache begründet und die Vermutung des letzten Jahresberichts, dass es sich hierbei um die Auswirkungen eines Sicherheitshinweises einer namhaften Herstellerfirma handelte, hochwahrscheinlich richtig. Dennoch bedarf der, in Bezug auf 2021, weiter vorhandene Anstieg der absoluten und relativen Zahlen einer weiteren aufmerksamen Beobachtung. Bedauerlicherweise werden detaillierte Angaben zu Hersteller- und Produktdaten nicht mehr erfasst, und daher lassen sich solche Beobachtungen nicht genauer belegen bzw. zuordnen (Tabelle 13).

Tabelle 13: Indikation zum Aggregatwechsel der letzten drei Jahre

Indikation zum Aggregatwechsel	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
Batterieerschöpfung	15.099	99,2	14.518	96,4	11.246	97,8
Fehlfunktion/Rückruf	64	0,4	462	3,1	180	1,6
Sonstige aggregat-bezogene Indikation	55	0,4	83	0,6	74	0,6
Alle Eingriffe	15.218		15.063		11.500	

Weiterhin werden erstmals in der Bundesqualitätssicherung 2023 die Patientenströme, die einen Aggregatwechseleingriff benötigen, nicht mehr detaillierter analysiert. Daher kann aktuell lediglich beschrieben werden, dass der überwiegende Anteil der (überhaupt erfassten) Eingriffe stationär erfolgte und sich stetig reduzierte. Aussagen zu Wechselstendenzen zwischen unterschiedlichen Institutionen können ebenfalls aufgrund der fehlenden Daten nicht mehr getroffen werden. Bekannt ist jedoch aus den Daten der Vorjahre, dass der überwiegende Patientenanteil (>60%) in der Vergangenheit seiner Institution treu blieb. Weiterhin war bekannt, dass ein jahrelang zunehmender Anteil von zuletzt 39% (2022) offensichtlich mit der zuvor erfolgten Versorgung unzufrieden war und die Institution wechselte. (Tabelle 14).

Tabelle 14: Versorgungsart des letzten Eingriffs im drei Jahresvergleich

Letzte Schrittmacher-OP vor diesem Eingriff	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
Stationär	15.052	98,9	14.882	98,8	11.167	97,1
stationsersetzend/ ambulant	166	1,1	181	1,2	333	2,9
Alle Eingriffe	15.218		15.063		11.500	

Ein Aggregatwechsel dauerte im Jahr 2023 durchschnittlich 25,4 Minuten (Tabelle 15), was den Ergebnissen der Vorjahre entsprach. Eine differenziertere Betrachtung ist zwischenzeitig nicht mehr möglich, da die Eingriffslängen der unterschiedlichen Schrittmachersysteme nicht mehr separat erfasst werden.

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

Eingriffsdauer [min]	2021	2022	2023
Mittelwert (MW)	25,4	25,0	25,4
Median	22,0	22,0	22,0

Vergleichbar den Herzschrittmacher Erstimplantationen wurden auch 2023 überwiegend DDD-Systeme gewechselt – gefolgt von VVI- und CRT-Aggregaten. Weiterhin war zu erkennen, dass sich der Anteil der VVI-Systeme über die Jahre stetig reduzierte während die CRT-P Systeme einen kontinuierlich zunehmenden Anteil einnahmen (Tabelle 16).

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

Gewechselte Schrittmachersysteme	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
VVI	2.906	19,1	2.391	15,9	1.646	14,3
AAI	120	0,8	84	0,6	55	0,5
DDD	11.397	74,9	11.664	77,4	8.997	78,2
VDD	85	0,6	73	0,5	47	0,4
CRT-System mit Vorhofsonde	647	4,3	770	5,1	671	5,8
CRT-System ohne Vorhofsonde	48	0,3	51	0,3	61	0,5
sonstiges	15	0,1	30	0,2	23	0,2
Alle Eingriffe	15.218		15.063		11.500	

Während der durchgeführten Aggregatwechsel erfolgten in der überwiegenden Mehrzahl der Eingriffe die geforderten Kontrollmessungen (Tabelle 17) der implantierten Elektroden. Hierbei zeigten sich auch 2023 die bekannt guten 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		2021		2022		2023	
		n	%	n	%	n	%
Vorhofsonde	Reizschwelle	8.966	98,4	9.161	98,2	6.936	98,3
	P-Wellen Amplitude	10.697	98,8	11.020	98,7	8.494	98,8
Rechter Ventrikel	Reizschwelle	15.650	99,2	14.827	99,0	12.041	99,0
	R-Wellen Amplitude	11.139	99,2	10.951	98,8	8.343	98,9
Linker Ventrikel	Reizschwelle	684	96,3	809	95,1	722	95,6

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		2021	2022	2023		
		Median	Median	n	MW	Median
Vorhofsonde	Reizschwelle (V)	0,7	0,7	6.936	0,8	0,7
	P-Wellen-Amplitude (mV)	2,4	2,3	8.494	2,6	2,2
Ventrikel (bzw. HIS-Bündel)	Reizschwelle (V)	0,8	0,8	11.319	0,9	0,8
	R-Wellen-Amplitude (mV)	11,0	10,9	8.343	11,0	10,7
LV-Sonde	Reizschwelle (V)	1,3	1,2	722	1,5	1,2

Selten ereigneten sich Komplikationen während der Aggregatwechsel Eingriffe. Die absoluten und relativen Häufigkeiten stellten sich auch 2023 nahezu unverändert im Hinblick auf die Vorjahre dar (Tabelle 19).

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

perioperative Komplikationen	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
kardiopulmonale Reanimation	5	0,03	5	0,03	4	0,03
Interventionspflichtiges Taschenhämatom	15	0,10	11	0,07	8	0,07
Wundinfektion (KISS)	≤ 3	0,02	≤ 3	0,02	0	0,00
sonst. interventionspflichtige Komplikation	5	0,03	9	0,06	4	0,03
mindestens eine perioperative Komplikation	26	0,17	27	0,18	16	0,14

Die gesamte Verweildauer stationär versorgter Patienten betrug über Jahre hinweg im Durchschnitt 2 bis 3 Tage bei einem Median von 2 Tagen. Diesen historischen Belegungszahlen widersprechend, wiesen die Daten der vorausgegangenen beiden Jahre bereits aus, dass sich die Länge der Krankenhausaufenthalte zunehmend reduzierte und insbesondere der präoperative Tag entfiel. Somit scheinen die meisten Leistungserbringer dem Kostendruck der Kostenträger zu folgen. Bemerkenswerterweise reduzierten sich bisher jedoch ausschließlich die Medianwerte während die Mittelwerte bis dato weder in der präoperativen noch postoperativen Verweildauer noch im gesamten Aufenthalt nennenswerte Änderungen aufweisen konnten (Tabelle 20).

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

Verweildauer [Tage]	2021		2022		2023	
	Median	MW	Median	MW	Median	MW
Präoperative Verweildauer	0,00	1,19	0,00	1,13	0,00	1,16
Postoperative Verweildauer	1,00	1,60	1,00	1,60	1,00	1,66
Stationärer Aufenthalt	2,00	2,79	2,00	2,73	1,00	2,83

5. Revisionen/Systemwechsel/Explantationen

Die Anzahl der Krankenhäuser (n=709) bzw. der entlassenden Standorte (n=782), die Revisionseingriffe durchführten, sank 2023 im Vergleich zum Vorjahr um je 3,9%. Ebenfalls reduzierte sich das absolute Volumen der Revisionsoperationen (von n=9.183 auf n=8.769) weiter um aktuell 4,5% in Bezug zum Vorjahresergebnis (Tabelle 1, Abbildung 1). Somit setzte sich der bereits seit 2013 (n=13.525) beobachtete positive Trend einer jährlichen Reduktion der Revisionseingriffe weiter fort und spiegelte sich zudem auch in ihrem stetig rückläufigen Anteil der Gesamteingriffszahlen wider (2013: 12,7%; 2023: 9,2%). Rückblickend betrachtet scheint die COVID-19 Pandemie bzw. die dadurch reduzierten Versorgungskapazitäten keinen entscheidenden Einfluss auf diese kontinuierlich positive Entwicklung gehabt zu haben und bescheinigt den deutschen Kliniken, dass sie dringend notwendige Eingriff auch zu dieser Zeit zuverlässig durchführten.

Die erfassten Revisionseingriffe erfolgten überwiegend stationär und nur zu 3,9% in einer stationersetzenden / ambulanten Therapieform (Tabelle 21). Dennoch hat sich die Anzahl der ambulanten Eingriffe bei geringer Fallzahl mehr als verdoppelt (2022: 140; 2023: 342). Im Vergleich zu den Vorjahren wird seit 2023 bei der Erfassung des vorausgegangenen Eingriffs nicht mehr zwischen der eigenen oder einer anderen Institution unterschieden. Daher können Patientenströme, die sich für einen notwendigen Folgeeingriff für ein anderes Krankenhaus entschieden hatten, nicht mehr erkannt werden. In den letzten Jahren blieben etwa 63% der Patienten ihrer eigenen Institution auch bei eingetretenen Komplikationen treu. 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 operierenden Zentren, sondern die entlassenden Standorte weshalb ein Vergleich mit den Vorjahresdaten nur bedingt zulässig ist (3-7). Auch wurden die Operationsvolumina der einzelnen Krankenhäuser nicht mehr detailliert veröffentlicht, weshalb sich nur der Schnitt von 12,4 Eingriffen pro Leistungserbringer bzw. 11,3 pro entlassenden Standort im Kalenderjahr errechnen ließ, was durchschnittlich 0,2 Revisionseingriffe pro Woche und Klinik bedeutete (6,7).

Tabelle 21: Art des letzten Eingriffsprozesses, dem die Revisionsoperation vorausging im Jahresvergleich

Letzter Schrittmacher-OP vor diesem Eingriff erfolgte	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
stationär	9.254	98,4	8.995	98,5	8.427	96,1
stationersetzend/ ambulant	153	1,6	140	1,5	342	3,9
Alle Eingriffe	9.407		9.135		8.769	

Die häufigste Indikation zum Revisionseingriff stellte ungebrochen ein Sondenproblem dar. Diese Komplikationen reduzierten sich zwar numerisch in den letzten Jahren, repräsentierten mit über 61% aber nach wie vor das Gros der Revisionseingriffe. Erfreulicherweise reduzierten sich auch die Schrittmacher-Aggregat- und Taschen-Probleme weiter numerisch und anteilig im aktuellen Erfassungsjahr (Tabelle 22).

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

Indikation zur Revision	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
Schrittmacher-Aggregat-Problem	3.197	27,8	3.148	27,8	2.737	25,4
Taschenproblem	1.450	12,6	1.458	12,9	1.381	12,8
Sondenproblem	6.846	59,6	6.711	59,3	6.642	61,7

Die mit Abstand häufigste Komplikation unter den Sondenproblemen stellte auch 2023 unverändert die Dislokation der Vorhofelektrode (46,8%) dar. Erst mit einigem Abstand (31,5%) fand sich zweitplatziert der Reizschwellenanstieg der rechtsventrikulären Sonde. Die gefürchtete Komplikation einer Sondeninfektion wurde in Abhängigkeit von Anzahl und Art der implantierten Elektroden mit einer Häufigkeit zwischen 18,5% und 33,4% ausgewiesen und nahm somit tendenziell zu (2022: 16,4% bis 27,3%). Neben einem Stimulationsverlust bzw. Reizschwellenanstieg der RV- (31,5%) und LV-Sonde (18,1%) stellten auch Dislokationen der RV- (17,7%) und LV-Sonden (23,4%) sowie Sondenbrüche und Isolationsdefekte (8,1% bis 14,6%) einen relevanten Indikationsanteil der notwendigen Sondenrevisionen dar (Tabelle 23).

Tabelle 23: Absolute und relative Häufigkeit der Indikationen zur Revisionsoperation bei Sondenproblemen 2023 (Prozentzahlen bezogen auf die Summe der Probleme der jeweiligen Sonde, RV = rechtsventrikulär; LV = linksventrikulär)

Sondenprobleme 2023	Vorhof		Ventrikel (RV)		Ventrikel (LV)	
	n	%	n	%	n	%
Dislokation	1.644	46,8	800	17,7	98	23,4
Sondenbruch/Isolationsdefekt	325	9,3	663	14,6	34	8,1
fehlerhafte Konnektion	57	1,6	53	1,2	0	0,6
Zwerchfell/Pectoraliszucken	13	0,4	55	1,2	26	6,2
Inhibition durch Muskelpotential/Oversensing	66	1,9	148	3,3	0	0,0
Wahrnehmungsfehler/Undersensing	85	2,4	129	2,8	0	0,0
Stimulationsverlust/Reizschwellenanstieg	266	7,6	1.426	31,5	76	18,1
Infektion	794	22,6	837	18,5	140	33,4
Myokardperforation	74	2,1	229	5,1	7	1,7
sonstige	186	5,3	190	4,2	38	9,1
Summe	3.510		4.530		419	

Die operativ durchgeführten Maßnahmen zur Behandlung bestehender Sondenprobleme bestanden im überwiegenden Maße aus einer Sondenneuimplantation oder deren Umplatzierung. Sehr seltenen erfolgten Reparaturen (Abbildung 8). Zwar waren das Anlegen neuer

Isolationen mit Reparatur-Kits oder der Austausch von Steckverbindungen mittels Spezialadaptern zum Funktionserhalt alter Elektroden ohnehin eher seltene Maßnahmen, die zudem meist in High-Volumen-Zentren erfolgten, aber inzwischen sind die notwendigen Reparatur-Kits und Spezialadapter aufgrund einer geänderten europäischen Medizinprodukteverordnung (EU 2017/745) leider fast nicht mehr zu beziehen. Die erheblichen Mehrkosten der inzwischen vorgeschriebenen Rezertifizierungen von jahrzehntelang vertriebenen Spartenprodukten konnten durch die Hersteller nicht mehr kostendeckend abgebildet werden und bedingten den Produktionsstop dieser aus Anwendersicht notwendigen Produkte. Auch schriftlich geäußerte Bedenken der Fachgesellschaften (DGK, DGTHG) gegenüber der BfArM und dem Bundesministerium für Gesundheit (BMG) im Jahr 2020 verhallten leider wirkungslos.

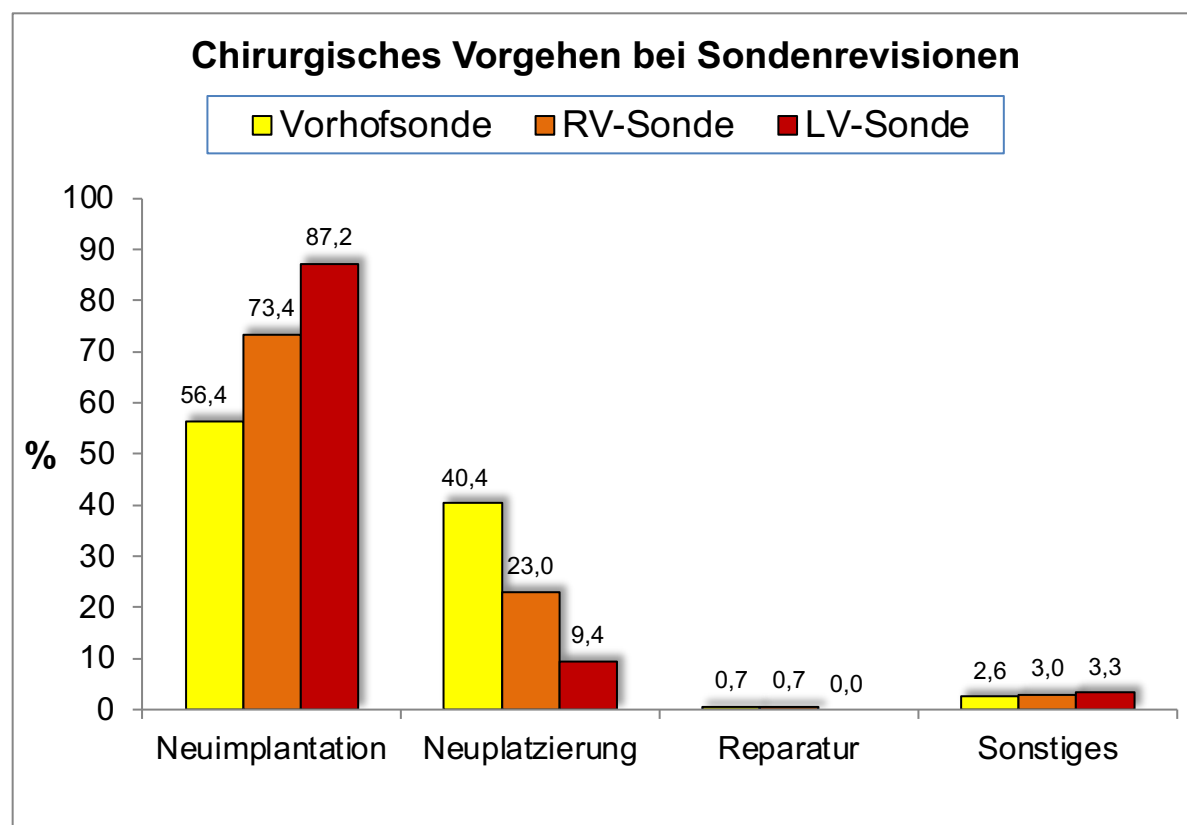


Abbildung 8: Chirurgisches Vorgehen 2023 bei einer Sondenrevision; RV rechtsventrikulär; LV linksventrikulär (Bezug: Alle postoperativ funktionell aktiven Sonden, an denen ein Eingriff vorgenommen wurde)

Die konkreten Maßnahmen, die während Revisionseingriffen ergriffen wurden, haben sich in den letzten Jahren – soweit nachvollziehbar – weder numerisch noch anteilig relevant geändert (Tabelle 24). Erneut muss bemängelt werden, dass weder die Methoden einer Sondenentfernung noch die eines Sondenwechsels detaillierter von der Bundesqualitätssicherung erfasst wurden. Daher verbleibt es auch bis dato völlig unklar, ob und in welchem Umfang Elektroden einfach herausgezogen (Simple Traction), unter einem komplexen Setting mit Hilfe spezieller Extraktionsinstrumente (Tubes, Laser- oder Fräseinsatz) entfernt oder aber schlichtweg belassen wurden. Zudem wurden bei Sondenrevisionen von Herzschrittmachersonden seit 2018 keine Daten mehr zum Vorgehen bei funktionslosen Sonden (belassen

oder entfernt) und seit 2019 auch keine mehr zum zeitlichen Zusammenhang zwischen einem vorausgegangenen Eingriff und der erfolgten Revisionsoperation erhoben.

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

Maßnahmen bei Revisionseingriffen	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
Aggregatentfernung	491	5,2	482	5,3	435	5,0
Sondenentfernung	543	5,8	511	5,6	459	5,2
Aggregat- und Sondenentfernung	1.093	11,6	1.149	12,6	1.119	12,8
Sondenkorrektur	2.275	24,2	2.149	23,5	2.240	25,5
Lagekorrektur des Aggregats	676	7,2	641	7,0	613	7,0
Aggregat- und Sondenwechsel	1.904	20,2	1.913	20,9	1.707	19,5
Sondenwechsel	1.811	19,3	1.739	19,0	1.739	20,3
Kupplungskorrektur	62	0,7	50	0,6	56	0,6
Systemumstellung	1.175	12,5	1.040	11,4	911	10,4
Postoperativ funktionell aktives SM-System vorhanden						
nein, da Explantation	1.268	13,5	1.268	13,9	1.212	13,8
ja	8.139	86,5	7.867	86,1	7.557	86,2

Bei Revisionsoperationen waren Komplikationen insgesamt zwar selten, stiegen aber 2023 in einigen Indikatorbereichen geringfügig an. Reduzieren konnten sich hingegen die Komplikationsarten kardiopulmonale Reanimation, Perikarderguss und Sondendysfunktion 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 ließ.

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

Art der Komplikation	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
kardiopulmonale Reanimation	9	0,10	18	0,20	11	0,13
Pneumothorax	14	0,15	19	0,21	25	0,29
Hämatothorax	8	0,09	5	0,05	4	0,05
Perikarderguss	17	0,18	25	0,27	13	0,15
Taschenhämatom	12	0,13	15	0,16	15	0,17
Sondendislokation	45	0,69	38	0,42	41	0,47
Sondendysfunktion	16	0,25	18	0,20	17	0,19
Wundinfektion (KISS)	4	0,04	≤3		≤3	
sonst. Komplikation	12	0,13	22	0,24	13	0,15
mindestens eine perioperative Komplikation	140	1,49	147	1,61	131	1,49

Die höchste Sterblichkeit im Krankenhaus fand sich auch 2023 nach Schrittmacher-Revisionseingriffen, gefolgt von Erstimplantationen. 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 bei relevanten Bradykardien einen Herzschrittmacher erhielten und im weiteren Behandlungsverlauf an ihren anderweitigen Komorbiditäten verstarben. Demgegenüber scheint sich die höhere Sterblichkeit nach Revisionen im schweren Krankheitsbild der jeweiligen Komplikation und den komplexeren Prozeduren zu begründen.

Bei der Interpretation der Zahlen ist ferner klar zu stellen, dass sich die berichtete Sterblichkeit grundsätzlich nicht auf den Tod im Zusammenhang mit 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 2023 im Vergleich zu den Ergebnissen der Jahre 2021 und 2022

Tod bei oder nach	2021		2022		2023	
	n	%	n	%	n	%
Erstimplantation	1.106	1,51	1.105	1,51	1.101	1,46
Aggregatwechsel	44	0,29	43	0,29	46	0,39
Revision, Systemwechsel oder Explantation	192	2,04	197	2,16	172	1,96

6. Kommentar mit internationalem Vergleich

6.1. Datenbasis

In Anlehnung an die früheren Ausgaben dieses Registers möchten wir an dieser Stelle auch in diesem Jahr wieder in gewohnter Weise die deutschen Daten mit denen anderer europäischer Register vergleichen. Für das Jahr 2023 lagen hierfür leider nur die Registerberichte aus der Schweiz (9,10) und Schweden (11) vor, während für das Erfassungsjahr 2023 keine Daten aus Dänemark zur Verfügung standen. Auch sei nochmals darauf hingewiesen, dass die einzelnen Länder mit der Datenerhebung unterschiedliche Ziele verfolgen und nicht alle Indikatoren in den nationalen Registern erhoben werden. 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 auch Dänen recht genau. Auch die britischen Kollegen (13) publizieren interessante Berichte von kardialen Rhythmusimplantaten, die allerdings wegen ihrer Unvollständigkeit und der unterschiedlichen Datenaufbereitung für einen länderübergreifenden Vergleich nicht geeignet sind.

So konnten im Jahresbericht 2023 lediglich die Daten aus der Schweiz und Schweden zum Vergleich herangezogen werden. Hier zeigte sich das bekannte Bild: In Deutschland wurden sowohl absolut (Tabelle 27) als auch relativ die meisten Schrittmacher implantiert (Abbildung 9). Allerdings reduzierte sich der Abstand zwischen den Ländern in den letzten Jahren zunehmend. So wurden beispielsweise 2020 in der Schweiz noch 666 (2023: 675) und in Schweden 699 (2023: 731) Schrittmacher pro 1 Millionen Einwohner implantiert während es derzeit 879 (2023: 902) in Deutschland waren. Der moderate aber stetige Anstieg der Erstimplantationen in diesen Ländern beflügelte auch die Zunahme der Gesamteingriffszahlen (inklusive Folgeeingriffe), während die Zahlen in Deutschland hingegen stagnierten. Unter den Vergleichsländern fand sich die höchste Anzahl an Neuimplantationen pro Einrichtung in Schweden. Etwa halb so viele Eingriffe erfolgten in Deutschland pro Institution und noch weniger in der Schweiz.

Tabelle 27: Datenbasis 2023 im internationalen Vergleich

	Schweiz ¹	Schweden ²	Deutschland ³
Meldende Institutionen	70	41	994
Implantierende Institutionen	79	41	817
Erstimplantationen	6.054	7.718	75.305
- im Mittel je Institution	77	188	92
- pro 1 Mio. Einwohner	675	731	889
Folgeeingriffe	2.067	3.489	20.269
Verhältnis Erstimplantation/ Folgeeingriffe	2,93	2,21	3,72
Summe	8.121	11.207	95.574

¹ Einwohner in der Schweiz am 31.12.2023: 8.962.258 (Quelle: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.assetdetail.36142050.html>, Abfrage am 12.01.2026) (14)

² Einwohner in Schweden am 31.12.2023: 10.551.707 (Quelle: <https://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject-area/population-and-living-conditions/population-composition-and-development/population-statistics/pong/tables-and-graphs/population-statistics---year/population-in-the-country-counties-and-municipalities-on-31-december-2023-and-population-change-in-2023/>, Abfrage am 12.01.2026) (15)

³ Einwohner in Deutschland am 31.12.2023: 84.669.326 (Quelle: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-zensus-geschlecht-staatsangehoerigkeit.html#651186>, Abfrage am 12.01.2026) (16)

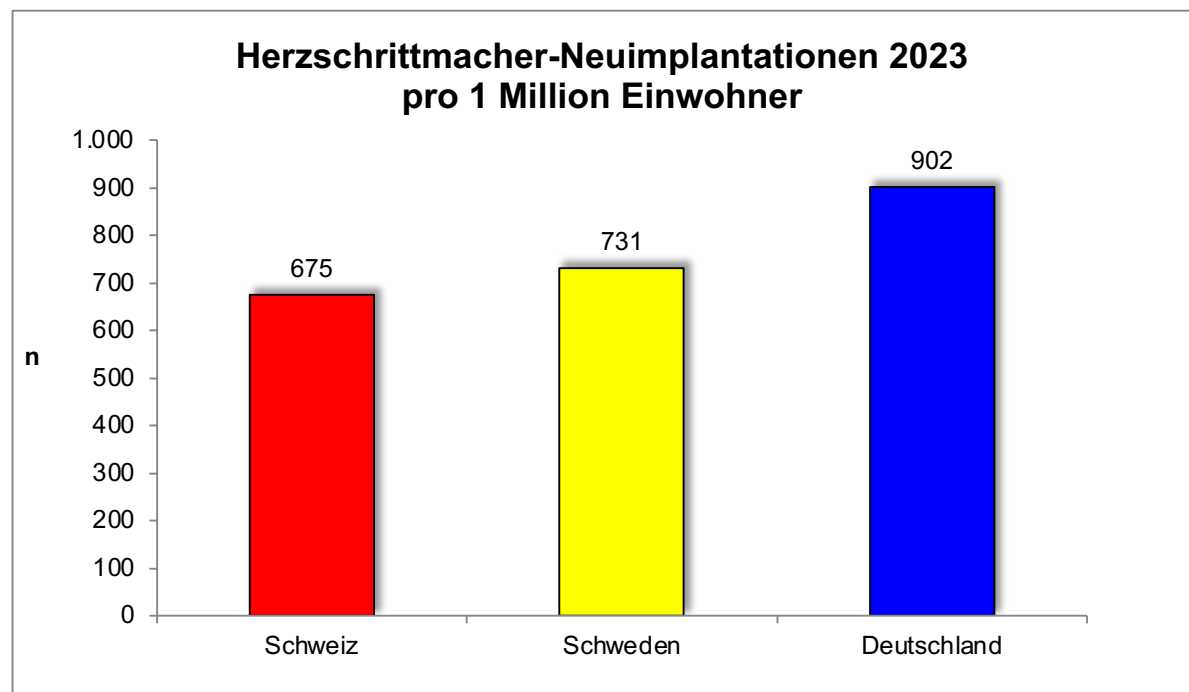


Abbildung 9: Implantationen pro 1 Mio. Einwohner im internationalen Vergleich 2023

Die vergleichsweise hohe Implantationsrate in Deutschland ließ sich mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht plausibel erklären. Möglicherweise bietet aber die Altersstruktur einen Anhalt, wo Deutschland in den letzten Jahren einen kontinuierlich zunehmenden Anteil von älteren Patienten (> 80 Jahre) versorgte. Diese Tendenz deutete sich ebenfalls in Schweden (2021: 45,5%; 2023: 46,9%) und der Schweiz (2021: 46,9%; 2023: 48,5%) an (Abbildung 10).

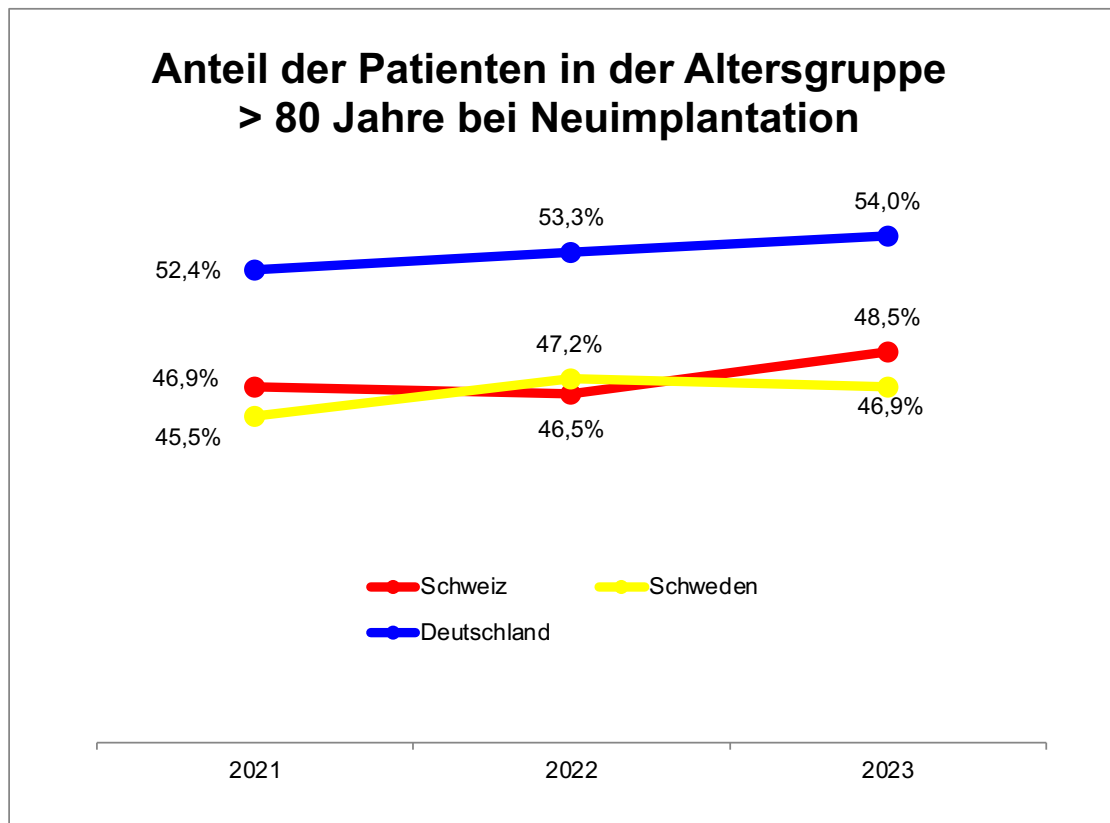


Abbildung 10: Anteil älterer Patienten ≥ 80 Jahre (Schweiz ≥ 81 Jahre) an allen Patienten, bei denen ein Herzschrittmacherin implantiert wurde, im internationalen Vergleich der Jahre 2021 bis 2023

6.2. EKG-Indikationen zur Schrittmachertherapie

Die EKG-Indikationen zur Herzschrittmachertherapie (Abbildung 11) zeigten ein seit Jahren bekanntes, homogenes Bild ohne relevante Veränderungen: Der AV-Block war mit etwa 50% übereinstimmend in allen Ländern die häufigste Bradykardieform, wobei er am häufigsten in Deutschland behandelt wurde. Platz zwei belegte mit länderübergreifend vergleichbaren Häufigkeiten von etwa 30% die Sinusknotenerkrankung. Lediglich die Indikation Vorhofflimmern findet sich seit Jahren zu über 17% am häufigsten in Schweden während es in den anderen Vergleichsländern in nur etwa 12% der Fälle eine Schrittmacherimplantation bedingte. In wie weit hier eine Erfassungsunschärfe der Indikationsgruppen zwischen den Nachbarländern besteht, war anhand der Registerdaten nicht zu ermitteln.

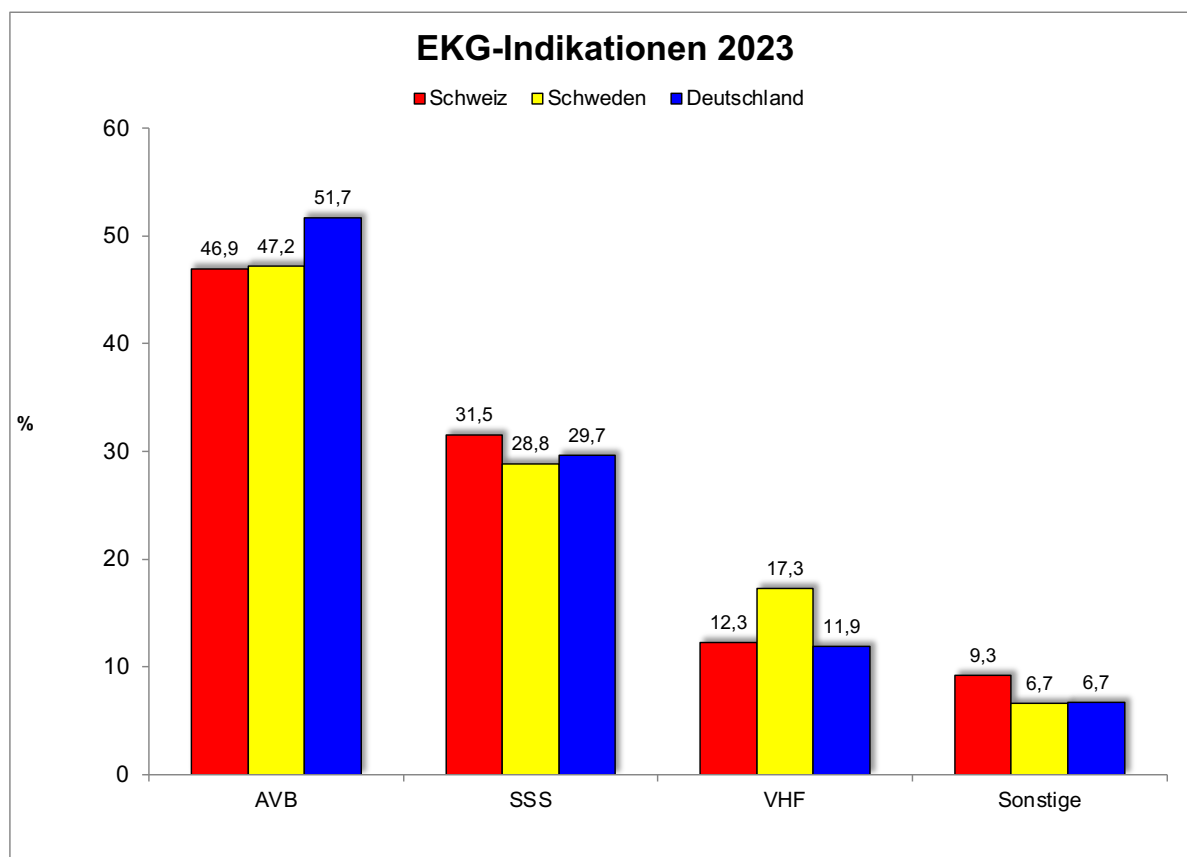


Abbildung 11: EKG-Indikationen im internationalen Vergleich 2023

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

6.3. Schrittmachersystemauswahl

Die Implantation von AAI- und VDD-Systemen erfolgte in den hier fokussierten Ländern entweder nicht mehr in nennenswertem Umfang (AAI: 0,1 bis 0,3%; VDD: 0,1 bis 2,8%) oder wurde in der Dokumentation anderen Systemen (bspw. Ein- oder Zweikammersystemen) zugeordnet. So implantierte und dokumentierte lediglich die Schweiz VDD-Systeme zu relevanten 2,8% (2022: 3,2%). In Abbildung 12 wurden daher die Implantationsraten in SSI-, DDD-, CRT- und Leadless-Schrittmachersysteme unterteilt. Unter SSI wurden hierbei die Einkammersysteme AAI und VVI zusammengefasst und die VDD- den DDD-Systemen zugeordnet.

Übereinstimmend kam es in allen Ländern am Häufigsten zur Implantation von DDD-Systemen. Die zweitbeliebtesten Herzschrittmacher stellten Einkammer-Systeme dar, während CRT-Implantationen den dritthäufigsten Anteil der Schrittmachersysteme repräsentierten. Ihr Anteil nahm in allen Ländern in den letzten Jahren kontinuierlich zu.

Sondenlose Schrittmacher Implantationen waren auch 2023 ein seltener Eingriff, der jedoch insbesondere in der Schweiz (2021: 4,8%; 2022: 5,6%) zunehmend an Bedeutung gewann. In Deutschland fanden sich bisher noch zurückhaltende Eingriffsraten (2021: 1,5%; 2022: 1,6%) während sich seit Jahren konsequent die geringsten Implantationszahlen in Schweden zeigten (2021: 0,9%; 2022: 0,7%). Welchen Einfluss länderspezifische Kostenstrukturen oder

medizinische Erwägungen auf die Therapieentscheidung hatten kann anhand der verfügbaren Daten leider nicht überprüft werden.

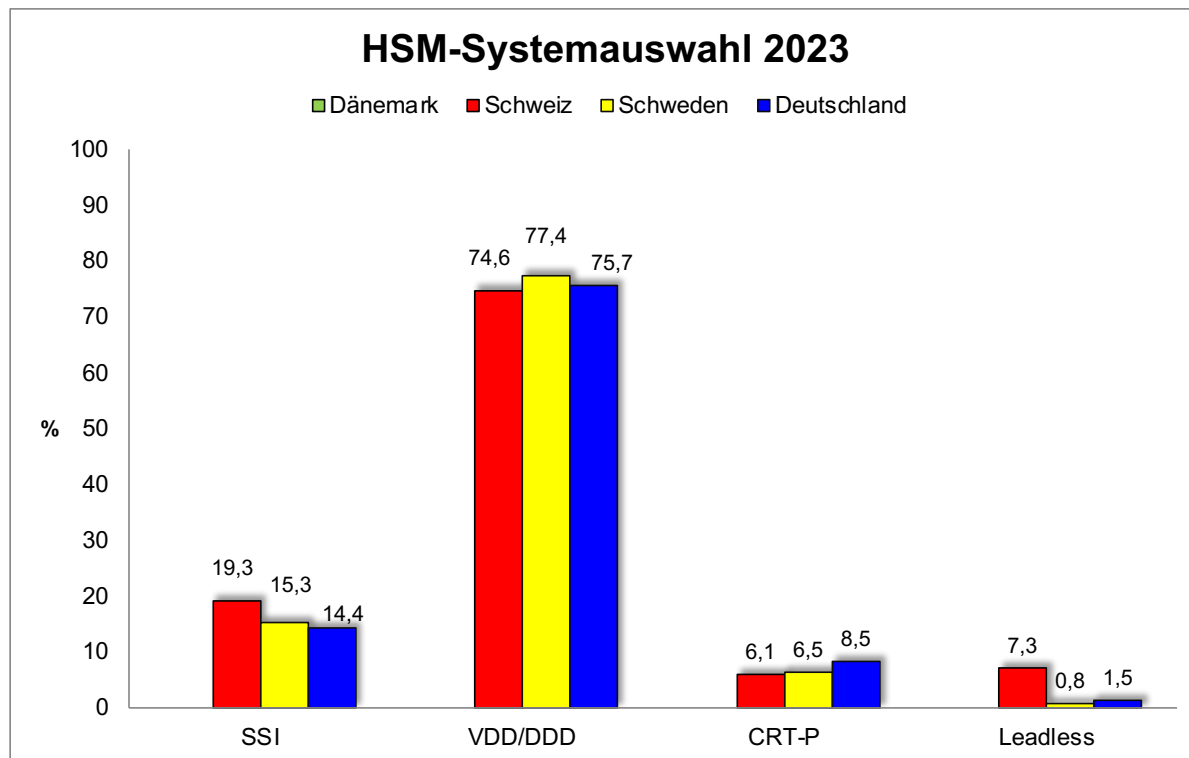


Abbildung 12: Auswahl des Schrittmacher-Systems im Landesvergleich 2023

(SSI = 1-Kammer-System (AAI oder VVI)); Cave in Dänemark werden VDD-Systeme zu VVI gezählt

6.4. Operationsdaten

Die Verwendung der V. cephalica als Elektrodeneintrittspforte zeigte auch im Jahr 2023 keine dramatischen Veränderungen. Am häufigsten wurde die Vena cephalica in Schweden (41,5%), aber nur noch knapp vor Deutschland (40,6%) und der weit abgeschlagenen Schweiz (20,2%) verwandt (Tabelle 28). Bedauernswerterweise erfreute sich die Verwendung der Vena cephalica als Sondenzugang zuletzt nur noch in Deutschland einer stetig steigenden Beliebtheit. Hingegen stellte sich in den Vergleichsländern ein anhaltend rückläufiger Trend ein (2022 Schweiz 21,9%; Schweden 43,5%; Deutschland 39,7%).

Tabelle 28: Prozentuale Verteilung venöser Zugänge bei Neuimplantationen im internationalen Vergleich 2023

%	Schweiz	Schweden	Deutschland
V. cephalica	20,2	41,5	40,6
V. subclavia	78,3	57,9	50,6
andere	1,5	0,6	8,9

Da die einzelnen Länder jedoch unterschiedliche Ziele mit ihren Erfassungskriterien verfolgen, müssen die Angaben unter Vorbehalt betrachtet und können nur bedingt

gegenübergestellt werden. So wurden die Angaben zur Darstellung der Tabelle 28 analog zur deutschen Erfassung auf drei Kriterien reduziert und so 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 31,6% (2022: 35,9%), während die Vena axillaris zunehmend zu 46,7% (2022: 40,5%) genutzt wurde. In Schweden kam es in 27,5% (2022: 27,8%) der Fälle zur Punktion der Vena subclavia, während die Vena axillaris zu 30,4% (2022: 28%) Verwendung fand. 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 2023 (4) zum Zugangsweg (V. cephalica: 41,9%; Vena subclavia: 52,2%; andere: 9,2%) ab. Da die Vena axillaris bisher in Deutschland nicht als möglicher Zugang erfasst wurde, ist davon auszugehen, dass dieser Zugang in unbekanntem Umfang unter der Vena subclavia oder unter Sonstige subsummiert wurde. Erfreulicherweise wurde bereits eine zukünftige Erfassungsänderung im IQTIG beschlossen.

Die erfassten Operationszeiten zeigten 2023 im Vergleich zu den vorausgegangenen Jahren keine nennenswerten Änderungen. So blieben die Schweden unverändert die schnellsten Implantateure, gefolgt von den Deutschen, die wiederum schneller als die Eidgenossen waren. Bemerkt werden muss allerdings, dass die Auswertung der Operationszeiten nicht in allen Ländern gleichartig erfolgt. So unterteilt die deutsche Auswertung der 1-Kammer-Systeme 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, weshalb hier diese Angaben fehlen (Abbildung 13).

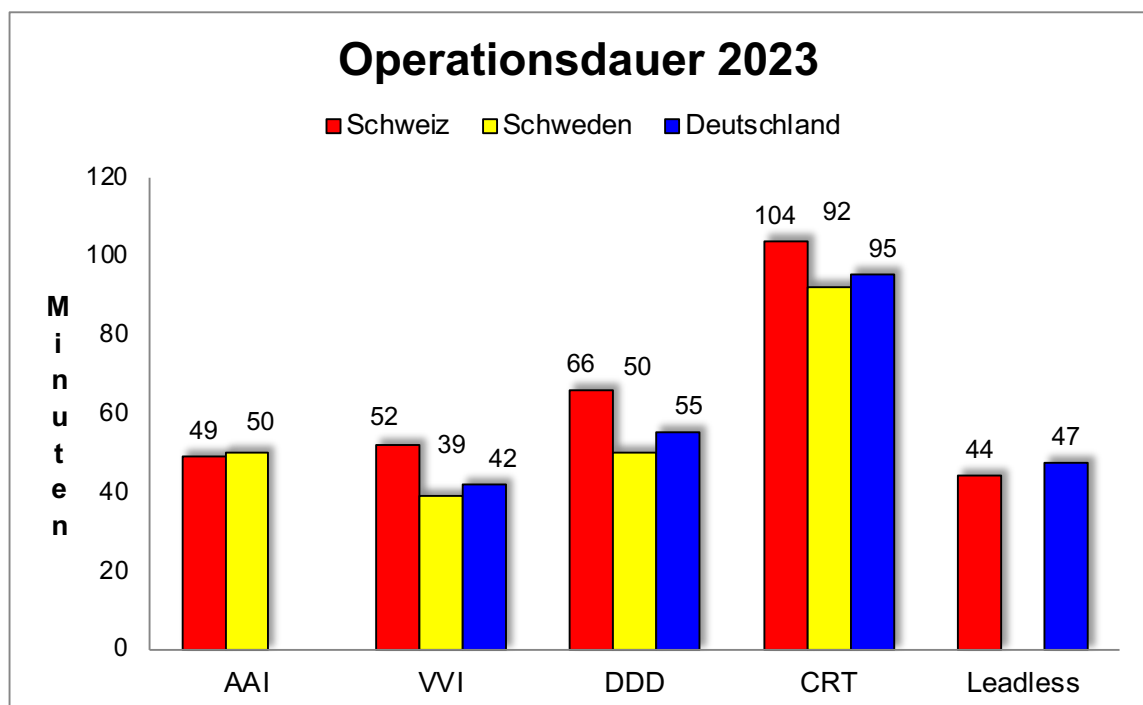


Abbildung 13: Vergleich der mittleren Operationsdauer für verschiedene Systeme 2023 (für Deutschland wurden alle 1-Kammersysteme als VVI gezählt und VDD mit DDD-Systemen zusammengefasst, in der Schweiz werden VVI- und VDD-Systeme zusammengefasst); Leadless = sondenlose Schrittmachersysteme

Die perioperativen Komplikationen ließen sich, wie in den vorausgegangenen Jahren auch, im aktuellen Erfassungsjahr leider aufgrund fehlender oder nur begrenzt verfügbarer Erfassungsdaten nur unbefriedigend erfassen und bedingt beurteilen. Dennoch möchten wir zumindest 4 Komplikationsarten vergleichend darstellen. Es sei darauf hingewiesen, dass die Schweiz grundsätzlich keine perioperativen Komplikationen veröffentlicht und so lediglich die Angaben zu Hämatom und Sondendislokation als „Indikation für eine Re-Intervention“ herangezogen werden konnte. In Schweden werden die Komplikationsangaben pauschal auf alle Eingriffsarten bezogen. Daher sind die Angaben der Abbildung 14 analog zu den letzten Jahren von nur begrenzter Aussagekraft.

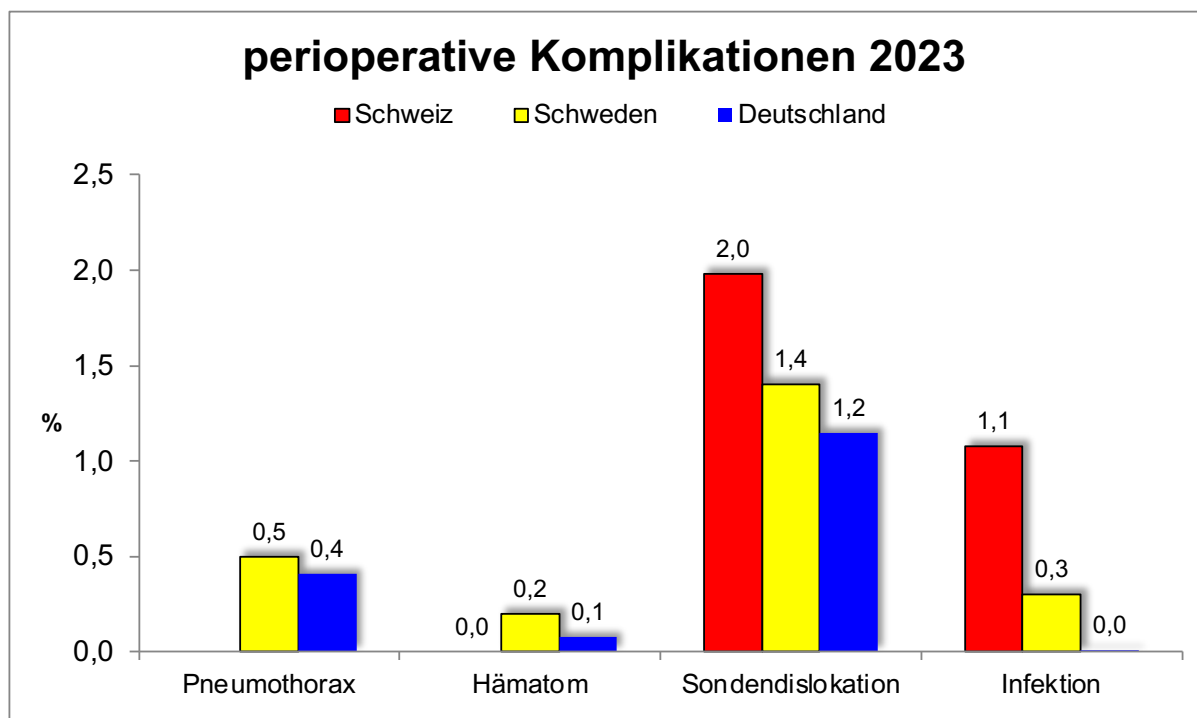


Abbildung 14: Internationaler Vergleich von 4 perioperativen Komplikationsarten 2023

7. Zusammenfassung und Ausblick

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

1. Die Herzschrittmacher Neuimplantationsraten haben nach Abklingen der COVID-19 Pandemie 2023 erstmals wieder das Niveau der Vor-Coronavirus-Epoche erreicht. Während der Pandemie ergab sich rückblickend betrachtet eine Reduktion von jährlich über 2.500 Neuimplantationen.
2. Die Registerdaten zeigen 2023 eine deutliche Reduktion von fast 24% der stationären Aggregatwechseleingriffe. Ursächlich scheint eine umfangreiche Verschiebung der stationären Eingriffe in die ambulante Versorgung zu sein. Aufgrund der bisher fehlenden externen Qualitätssicherung ambulanter Eingriffe sind Umfang und Ausmaß dieser Entwicklung allerdings nicht valide zu quantifizieren.
3. Im Vergleich zu unseren Nachbarländern finden sich die Implantationszahlen in Deutschland auf einem unverändert stabil hohem Niveau, wenngleich unsere Nachbarn zunehmend aufholen.
4. Indikation und Systemauswahl erfolgen mit hoher Leitlinienkonformität.
5. Die Rate an Revisionsoperationen und insbesondere die der Sondenprobleme reduziert sich weiterhin stetig.

Zum Schluss dieses ersten Teils des Berichtes 2023 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 08.01.2026
2. <https://iqtig.org/qs-verfahren/qs-hsmdef/>, letzter Zugriff am 08.01.2026
3. <https://iqtig.org/qs-verfahren/hsm/>, letzter Zugriff am 08.01.2026
4. https://iqtig.org/downloads/auswertung/aj2024/hsmdef-hsm-impl/DeQS-RL_HSMDEF-HSM-IMPL_AJ2024_BUAW_V02_2024-08-15.pdf, letzter Zugriff am 08.01.2026
5. https://iqtig.org/downloads/auswertung/aj2024/hsmdef-hsm-aggw/DeQS-RL_HSMDEF-HSM-AGGW_AJ2024_BUAW_V02_2024-08-15.pdf, letzter Zugriff am 08.01.2026
6. https://iqtig.org/downloads/auswertung/aj2024/hsmdef-hsm-rev/DeQS-RL_HSMDEF-HSM-REV_AJ2024_BUAW_V02_2024-08-15.pdf, letzter Zugriff am 08.01.2026
7. <https://pacemaker-register.de/>, letzter Zugriff am 08.01.2026
8. Beckmann A, Meyer R, Eberhardt J, Gummert J, Falk F. German Heart Surgery Report 2023: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. Thorac Cardiovasc Surg. 2024; 72: 329-345
9. http://www.rhythmologie-stiftung.ch/statistiken/stat_2023_pm_de.pdf, letzter Zugriff am 08.01.2026
10. http://www.rhythmologie-stiftung.ch/statistiken_de.html, letzter Zugriff am 08.01.2026
11. <https://www.pacemakerregistret.se/docbank/public>, letzter Zugriff am 08.01.2026
12. https://www.rki.de/SharedDocs/FAQs/DE/COVID-19-Pandemie/FAQ-Liste-COVID-19-Pandemie.html#entry_16871532, letzter Zugriff am 08.01.2026
13. <https://www.nicor.org.uk/national-cardiac-audit-programme/previous-reports/cardiac-rhythm-management-1/2023-1/10633-nicor-annual-summary-reports-nacrm-domain-report-v6-ac?layout=file>, letzter Zugriff am 08.01.2026
14. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.assetdetail.36142050.html>, letzter Zugriff am 12.01.2026
15. <https://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject-area/population-and-living-conditions/>, letzter Zugriff am 12.01.2026
16. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-zensus-geschlecht-staatsangehoerigkeit.html#651186>, letzter Zugriff am 12.01.2026
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 2023
- Tabelle 3: Demografische Daten der letzten drei Jahre zu Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen / Systemwechsel / Explantation
- 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 2023 im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 7: Operationszeiten in Minuten bei Implantationen 2023 im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 8: Dosisflächenprodukt 2023 im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 9: Ergebnisse der Reizschwellenmessung und Bestimmung der intrakardialen Signalamplitude bei HSM-Implantationen 2023 im Drei-Jahresvergleich
- Tabelle 10: Perioperative Komplikationen bei Implantationen 2023 im Vergleich zu den Vorjahren
- Tabelle 11: Perioperative Komplikationen bei Sonden in den Jahren 2021, 2022 und 2023
- Tabelle 12: Perioperative Komplikationen in Abhängigkeit vom venösen Zugangsweg für den Sondenvorschub der Jahre 2021, 2022 und 2023
- 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 Verweildauer bei Aggregatwechseln im Vergleich der letzten Jahre

- Tabelle 21: Art des letzten Eingriffsprozesses, 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 2023
- 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 2023 im Vergleich zu den Ergebnissen der Jahren 2021 und 2022
- Tabelle 27: Datenbasis 2023 im internationalen Vergleich
- Tabelle 28: Prozentuale Verteilung venöser Zugänge bei Neuimplantationen im internationalen Vergleich 2023

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Herzschrittmachereingriffe in Deutschland im 10-Jahres Vergleich 2013 bis 2023
- Abbildung 2: Anteil der Herzschrittmachereingriffe, die in Deutschland in herzchirurgischen Fachabteilungen durchgeführt werden, im 10-Jahres Vergleich
- Abbildung 3: Details zu leitlinienkonformer Indikationsstellung 2023
- Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Schrittmachersysteme bei Implantation 2023 im Vergleich zu den Vorjahren
- Abbildung 5: Operationszeiten als Mittelwerte (MW) im Fünf-Jahresvergleich
- Abbildung 6: Perzentile der Operationszeiten im Jahre 2023
- Abbildung 7: Überblick über die perioperativen Komplikationen nach Implantation im Vergleich der letzten Jahre
- Abbildung 8: Chirurgisches Vorgehen 2023 bei einer Sondenrevision
- Abbildung 9: Implantationen pro 1 Mio. Einwohner im internationalen Vergleich 2023
- Abbildung 10: Anteil älterer Patienten ≥ 80 Jahre (Schweiz ≥ 81 Jahre) an allen Patienten, bei denen ein Herzschrittmacherin implantiert wurde, im internationalen Vergleich der Jahre 2021 bis 2023
- Abbildung 11: EKG-Indikationen im internationalen Vergleich 2023
- Abbildung 12: Auswahl des Schrittmacher-Systems im Landesvergleich 2023
- Abbildung 13: Vergleich der mittleren Operationsdauer für verschiedene Systeme 2023
- Abbildung 14: Internationaler Vergleich von 4 perioperativen Komplikationsarten 2023