

---

# Jahresbericht 2022 des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator- Registers

## Teil 2: Implantierbare Cardioverter-Defibrillatoren (ICD)

---

Heiko Burger<sup>1</sup>, Bernd Nowak<sup>2</sup>, Uwe Wiegand<sup>3</sup>, Carsten Israel<sup>4</sup>, Bernd Lemke<sup>5</sup>,  
Christof Kolb<sup>6</sup>, Andreas Hain<sup>7</sup>, Andreas Markewitz<sup>8</sup>

<sup>1</sup> Abteilung für Herzchirurgie, Herzzentrum Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim, Deutschland

<sup>2</sup> Cardioangiologisches Centrum Bethanien, Frankfurt / Main, Deutschland

<sup>3</sup> Klinik für Kardiologie, Sana-Klinikum, Remscheid, Deutschland

<sup>4</sup> Klinik für Kardiologie, Evangelisches Klinikum Bethel, Bielefeld, Deutschland

<sup>5</sup> Klinik für Kardiologie, Elektrophysiologie und Angiologie, Lüdenscheid, Deutschland

<sup>6</sup> Klinik für Herz- und Kreislauferkrankungen, Deutsches Herzzentrum, München, Deutschland

<sup>7</sup> Abteilung für Kardiologie, Herzzentrum Kerckhoff-Klinik, Bad Nauheim, Deutschland

<sup>8</sup> Bendorf, Deutschland

**Anschrift des Verfassers:**

PD Dr. Heiko Burger

Kerckhoff-Klinik

Benekestrasse 2-8

61231 Bad Nauheim

E-Mail: [h.burger@kerckhoff-klinik.de](mailto:h.burger@kerckhoff-klinik.de)

# Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	3
2. Datenbasis .....	3
2.1. Datenvolumen.....	4
2.2. Demografische Daten .....	7
3. Implantationen.....	9
3.1. Indikation zur ICD-Implantation .....	9
3.2. ICD-Systemauswahl .....	11
3.3. Operationsdaten .....	12
4. Aggregatwechsel.....	18
5. Revisionen/Systemwechsel/Explantationen.....	23
6. Internationaler Vergleich .....	32
6.1. Datenbasis .....	32
6.2. Indikationen zur ICD-Therapie und ICD-Systemauswahl .....	34
6.3. Operationsdaten .....	36
7. Zusammenfassung und Ausblick .....	39
Literatur.....	40
Tabellenverzeichnis .....	42
Abbildungsverzeichnis .....	44

# 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 Transparenz 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 aus 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 (19). Angesichts der sich hierbei dramatisch reduzierten stationären Kapazitäten verstärkte die COVID-19-Pandemie zudem den von Kostenträgern und Gesundheitspolitikern gewünschten Trend einer effizienteren Gesundheitsversorgung durch eine zunehmende Verlagerung von stationären Operationen in ein „Ressourcen-schonenderes“ ambulantes Setting (20, 21).

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 wurde. 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 (22).

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 planbare oder dringende Eingriffe in einem relevantem Umfang ausgesetzt wurden, müssten die dargebotenen Zahlen aufzeigen. Ggf. legen sie auch dar, ob sich bereits ein Effekt durch eine forciertere ambulante Versorgung nachweisen lässt.

## 2. Datenbasis

### 2.1. Datenvolumen

Die Zahl der Krankenhäuser, die 2022 in Deutschland ICD-Implantationen durchführten, ist im Vergleich zu den vorausgegangenen Jahren nochmals minimal gesunken (-2,9%). Hingegen nahm die Anzahl der Krankenhäuser zu, die Aggregatwechsel (+ 6,7%) und Revisionseingriffe (+ 3,4%) erbrachten (Tabelle 1). Die Angaben beziehen sich seit 2020 auf die Ebene der operierenden Krankenhäuser und nicht, wie zuvor, auf den entlassenden Standort (1-7).

Tabelle 1: Übersicht ausgewerteter Datensätze im Vergleich zu den Vorjahren

Datenbasis	2020	2021	2022
Krankenhäuser			
09/4: Implantationen	674	665	646
09/5: Aggregatwechsel	648	646	689
09/6: Revisionen/Systemwechsel/Explantationen	569	551	570
Eingriffe			
09/4: Implantationen	21.331	20.047	19.980
09/5: Aggregatwechsel	10.100	10.402	10.032
09/6: Revisionen/Systemwechsel/Explantationen	7.761	7.272	6.956
<b>Alle 3 Leistungsbereiche (Summe)</b>	<b>39.192</b>	<b>37.721</b>	<b>36.968</b>

In der Langzeitbetrachtung reduzierten sich die Eingriffszahlen deutlich seit dem Erfassungsjahr 2015 bei den ICD-Neuimplantationen (-33,4%) und Revisionsoperationen (-25,9%) (Abbildung 1). Auch wenn sich die Dynamik dieser Entwicklung in den letzten Jahren verlangsamte, zeigte sich auch 2022 ein weiterer kontinuierlicher Rückgang der diesbezüglichen Eingriffszahlen (Neuimplantationen: -0,3%; Revisionsoperationen: -4,3%). Hingegen fanden sich bei den Aggregatwechsel der letzten Jahre recht robuste Eingriffszahlen um 10.000/Jahr. Somit scheinen diese Tendenzen den aktuellen Kenntnisstand einer effektiveren medikamentösen Herzinsuffizienztherapie mit entsprechend restriktiveren Leitlinienempfehlungen der internationalen Fachgesellschaften (14) widerzuspiegeln - insbesondere in der primärprophylaktischen ICD-Therapie von nicht ischämischen Kardiomyopathien (15). Mutmaßlich wird sich diese Tendenz mit entsprechendem Zeitversatz zukünftig auch bei den Aggregatwechseln zeigen. Weiterhin kann nur darüber spekuliert werden, ob sich unter den Aggregatwechseln auch Kompensationseffekte verschobener Eingriffe während der COVID-19 Pandemie 2019 - 2022 wiederfinden.

Die rechnerische Implantationsfrequenz pro Krankenhaus offenbarte 2022 die bekannten Häufigkeiten und ergab im Durchschnittlich unverändert 30,1 Neuimplantationen/Jahr entsprechend 0,6 pro Woche. Die Anzahl der jährlichen Aggregatwechsel reduzierte sich hingegen in Bezug zum Vorjahr auf 14,6/Jahr (2021: 16,1) was jedoch unverändert 0,3 Eingriffen

pro Woche bedeutete. Revisionseingriffe erfolgten hingegen noch seltener mit jährlich 12,2 (2021: 13,1), also wöchentlich 0,2 (2021: 0,3) Operationen pro Klinik.

Bezieht man den Anteil der ICD-Revisionseingriffe auf das Gesamt-Eingriffsvolumen so zeigte sich 2022 eine weitere Reduktion um -0,5% (2022: 18,8%; 2021: 19,3%; 2020: 19,8%; 2019: 19,8%; 2018: 19,2%). Im Vergleich zu den Defibrillator-Revisionen fand sich bei den HSM-Revisionen das bekannte Bild von anteilig deutlich weniger Revisionseingriffen (2022: 9,4%; 2021: 9,6%; 2020: 10,3%; 2019: 10,3%; 2018: 10,7%) (siehe Teil 1 Abbildung 1).

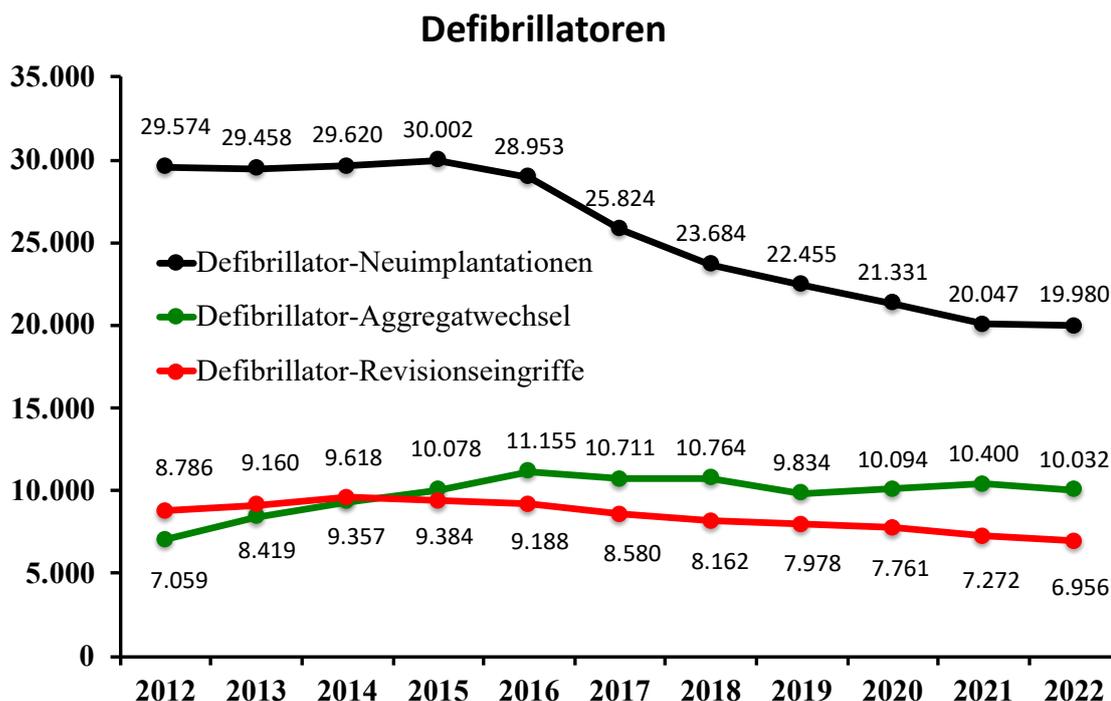


Abbildung 1: Defibrillatoreingriffe in Deutschland im 10-Jahres Vergleich 2012 bis 2022

Die Vollständigkeit der Datenerhebungen ist unverändert gut (Tabelle 2) und vergleichbar den Ergebnissen der letzten Jahre und analog zu den Herzschrittmachereingriffen. Bei Zahlen über 100% handelt es sich am ehesten um Kodierfehler oder Doppelerfassungen.

Tabelle 2: Vollständigkeit der ausgewerteten Datensätze bzw. Krankenhäuser<sup>1</sup> im Jahre 2022 (Minimaldatensätze berücksichtigt)

Datenbasis 2022	Ist (1)	Soll	%
<b>Krankenhäuser</b>			
09/4: Implantationen	715	719	99,5
09/5: Aggregatwechsel	689	686	100,4
09/6: Revisionen/Systemwechsel/Explantationen	607	605	100,3

Eingriffe			
09/4: Implantationen	19.980	19.855	100,6
09/5: Aggregatwechsel	10.032	9.949	100,8
09/6: Revisionen/Systemwechsel/Explantationen	6.956	6.889	101,0

(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.

Von den insgesamt 36.968 im Jahre 2022 durchgeführten ICD-Operationen erfolgten 5.932 Eingriffe (16%) in 72 herzchirurgischen Zentren (Abbildung 2). Betrachtet man diesen Anteil so zeigte sich, dass die herzchirurgischen Leistungserbringer zuletzt einen Anteil von 12,8% an den deutschlandweiten Defibrillator-Neuimplantationen hatten, der nach einem jahrelang rückläufigen Trend erstmals 2022 wieder leicht zunahm (0,6%). Auch Aggregatwechsel erfolgten hier in einem relevantem und zuletzt stetem Umfang von 14,4%. Hingegen fand sich 2022 ein bekannter relativ hoher (27,7%), aber anhaltend rückläufiger Anteil an herzchirurgischen Zentren, die ICD-Revisionen durchführten. So reduzierte sich ihr Anteil binnen 10 Jahren um -9% (2012: 3.228; 2022: 1.927) und allein im letzten Jahr um -2,4% bezogen auf die ICD-Gesamteingriffe. Dennoch war der Anteil aller in der Herzchirurgie durchgeführten Defibrillatorrevisionen mit 27,7% höher als der bei den Schrittmacherrevisionen mit 23,4% (siehe Teil 1, Abbildung 2) wobei der Anteil der ICD-Revisionseingriffe aller ICD-Eingriffe 18,8% betrug (8).

## Defibrillatoreingriffe / Herzchirurgie

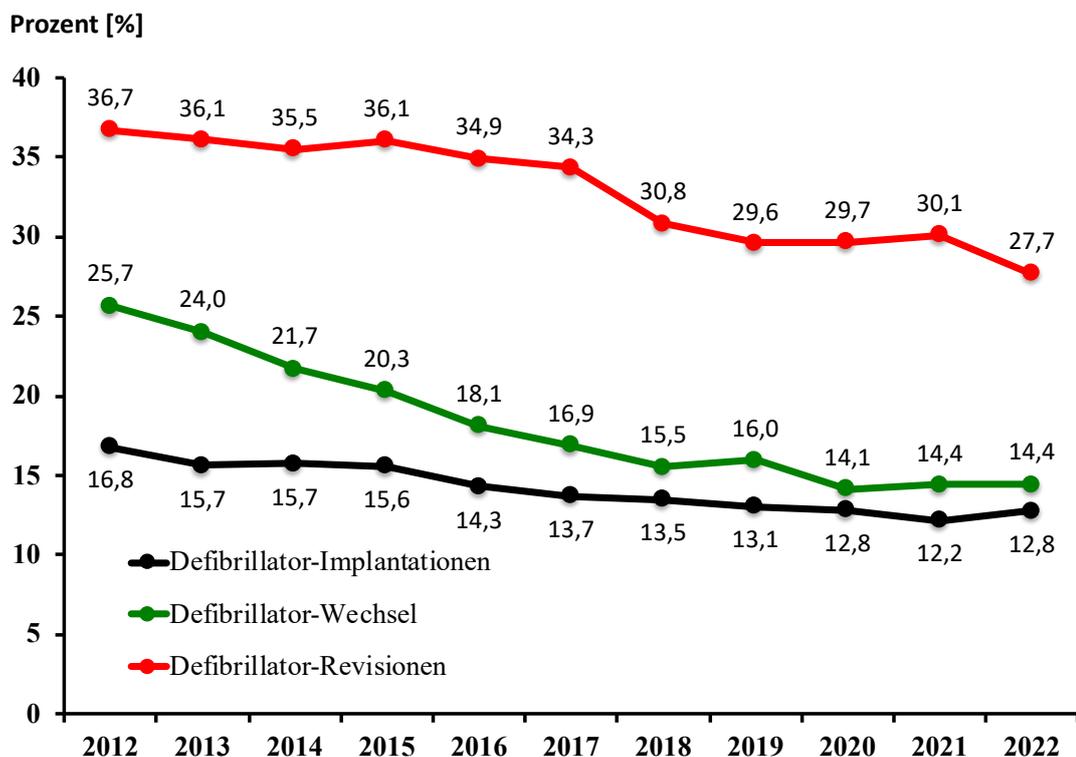


Abbildung 2: Anteil der Defibrillatoreingriffe in der Herzchirurgie in Deutschland im 10-Jahres Vergleich

## 2.2. Demografische Daten

Die Anzahl der Eingriffe pro Institution lag im Vergleich zu den Vorjahren unverändert in allen Eingriffsklassen numerisch unter den korrespondierenden Zahlen der Herzschrittmacher. Allerdings zeigte sich erstmals, dass der relative Anteil der ICD-Revisionseingriffe 2022 unter dem der Herzschrittmacher lag (ICD: 12,2%; HSM: 12,4%). Hingegen ergab sich bei den ICD-Neuimplantationen und Aggregatwechslern das bekannte Bild von anteilig deutlich weniger Eingriffen pro Klinik als bei den vergleichbaren HSM-Operationen. Weiterhin zeigte die Analyse, dass auch 2022 deutlich häufiger Männer bei den ICD-Eingriffen behandelt wurden (77,8%) als bei Herzschrittmacher-Operationen (59%) und die ICD-Patienten im Durchschnitt weiterhin um einiges jünger waren als die Schrittmacher-Patienten. So war mit 30,5% der überwiegende Patientenanteil der ICD-Erstimplantationen zwischen 60 und 69 Jahren alt während mit 47,3% die HSM-Neuanlagen zumeist zwischen dem 80. und 89. Lebensjahr erfolgten. Die mittlere postoperative Verweildauer reduzierte sich im Vergleich zu den Vorjahren nochmals bei den Aggregatwechslern (1,6 Tage), während sie im Bereich der Neuimplantationen (3,7 Tage) und Revisionen (4,8 Tage) wieder minimal anstieg. Diese Tatsache war in gleicher Form auch bei den Herzschrittmachereingriffen zu beobachten (Neuimplantation: 4,2 Tage; Wechseleingriffe: 1,6 Tage; Revisionen: 4,8 Tage) und lässt sich eigentlich nur in einer konsequenteren wirtschaftlichen Orientierung der Aggregatwechsel unter Beachtung der unteren Grenzverweildauer (uGVD) durch die Leistungserbringer erklären (Tabelle 3). In Abhängigkeit vom implantierten System kommt es nämlich bereits ab dem 1.-3.Tag zu Abschlägen durch die Kostenträger. Dennoch lagen die erfassten Verweildauern deutlich über den der jeweiligen G-DRG Fallpauschalen. Wieso hingegen ICD-Neuimplantationen im Durchschnitt eine kürzere Verweildauer aufwiesen als die HSM-Neuimplantationen verblieb letztlich unklar.

Tabelle 3: Demografische Daten zu ICD-Implantationen, Aggregatwechslern und Revisionen/Systemwechslern/Explantationen im Drei-Jahresvergleich

		2020	2021	2022
<b>09/4 Implantationen</b>	Anzahl Eingriffe	21.317	20.047	19.980
	- im Mittel je Institution	31,6	30,1	30,9
	männliche Patienten	78,3%	78,5%	77,8%
	weibliche Patienten	21,7%	21,6%	22,2%
	Patienten < 60 Jahre	26,8%	26,8%	26,5%
	Patienten 90 Jahre und älter	0,2%	0,2%	0,2%
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	3,9	3,6	3,7
<b>09/5 Aggregatwechsel</b>	Anzahl Eingriffe	10.094	10.402	10.032
	- im Mittel je Institution	15,6	16,1	14,6
	männliche Patienten	75,0%	73,9%	74,5%
	weibliche Patienten	25,0%	26,1%	25,5%
	Patienten < 60 Jahre	16,1%	16,69%	15,6%

	Patienten 90 Jahre und älter	1,5%	1,9%	2,0%
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	1,8	1,7	1,6
	kein Eigenrhythmus	11,4%	11,6%	11,9%
<b>09/6 Revisionen, Systemwechsel, Explantationen</b>	Anzahl Eingriffe	7.745	7.272	6.956
	- im Mittel je Institution	13,6	13,2	12,2
	männliche Patienten	77,3%	76,9%	77,6%
	weibliche Patienten	22,7%	23,1%	22,4%
	Patienten < 60 Jahre	22,2%	22,9%	23,1%
	Patienten 90 Jahre und älter	0,4%	0,4%	0,5%
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	5,2	4,7	4,8

## 3. Implantationen

### 3.1. Indikation zur ICD-Implantation

Unverändert stellte die Primärprävention auch im Erfassungsjahr 2022 die mit Abstand häufigste Indikation zur ICD-Implantation dar. Allerdings reduzierte sich ihr Anteil im Vergleich zum Vorjahr auf aktuell 60,4% (Tabelle 4). Im 10-Jahrestrend fand sich insgesamt eine deutliche Reduktion dieser Indikationsgruppe (2012: 72,3%) um anteilig 12% bzw. einen nominellen Rückgang von 9.310 Erst-Implantationen (2012: 21.371). Die dramatische Reduktion von 43,6% der Eingriffe innerhalb von 10 Jahren hatte ihre Begründung sicherlich in den zwischenzeitlich veränderten internationalen Leitlinien. Hier finden sich deutlich restriktivere Empfehlungen zur primärprophylaktischen ICD-Patientenversorgung mit Betonung der klaren Notwendigkeit einer ausreichend langen medikamentös optimierten Therapie vor der Indikationsstellung zur dauerhaften ICD-Versorgung (4,7,14).

Tabelle 4: Führende Indikation zur ICD-Neuimplantation im Jahresvergleich

Führende Indikation für die ICD-Implantation	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Primärprävention	13.094	61,4	12.348	61,6	12.061	60,4
Sekundärprävention	8.223	38,6	7.699	38,4	7.907	39,6
<b>Alle Eingriffe</b>	<b>21.317</b>	<b>100</b>	<b>20.047</b>	<b>100</b>	<b>19.968</b>	<b>100</b>

Die Herzrhythmusstörungen, die zur sekundärpräventiven ICD-Implantation führten, sind in Abbildung 3 und 4 dargestellt. Hier ist zu ersehen, dass die Indikationsklassen Kammerflimmern (VF) und ventrikuläre Tachykardie > 30sec (VT) erstmals seit Jahren wieder leicht zunahmen (VF: 7%; VT: 1,1%). Eigentlich hatte sich ihr Anteil in den vorausgegangenen Jahren stetig reduziert und betrug vor 5 Jahren noch 3.237 (VF) bzw. 3.389 (VT >30sec) Patientenfälle. Weiterhin ist zu bemerken, dass der Anteil reanimierter Patienten in der sekundärprophylaktischen ICD-Versorgung 2022 um 5,6% zunahm und somit den höchsten Anteil innerhalb der letzten drei Jahre aufwies.

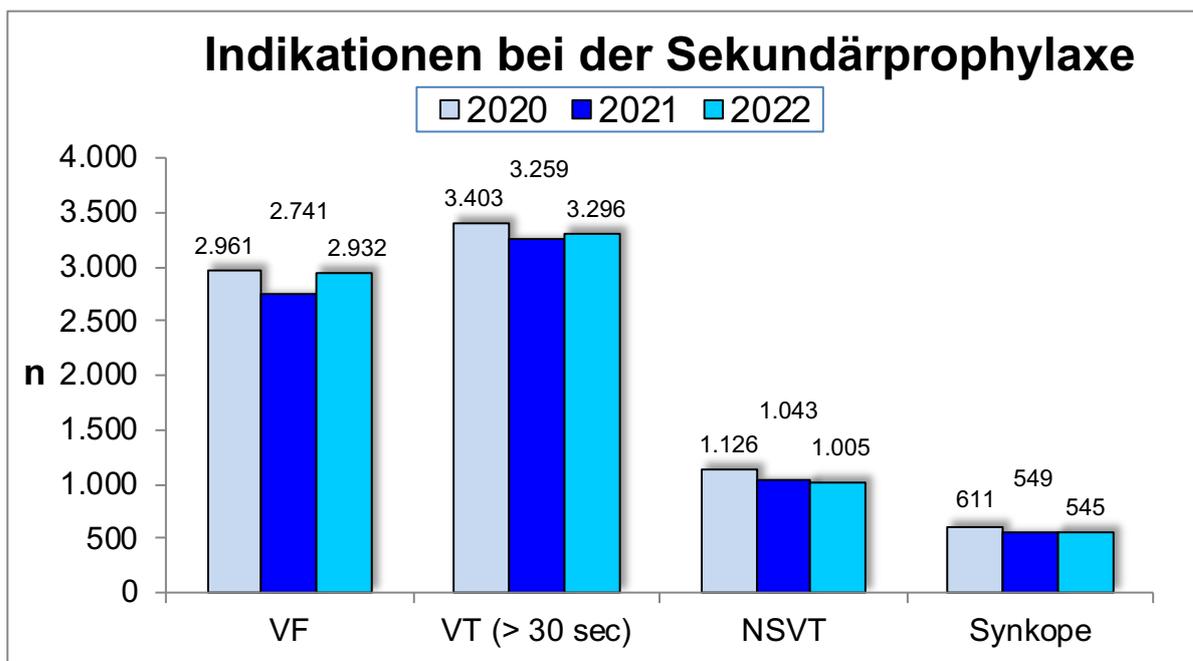


Abbildung 3: Numerische Verteilung der indikationsbegründenden klinischen Ereignisse bei Sekundärprävention im Vergleich der letzten Jahre (VF = Kammerflimmern, VT = ventrikuläre Tachykardie, NSVT = nicht anhaltende ventrikuläre Tachykardie, Beispiel: Im Jahre 2020 wurde bei 2.961 Implantationen zur Sekundärprävention bei Kammerflimmern als indikationsbegründendes klinisches Ereignis angegeben)

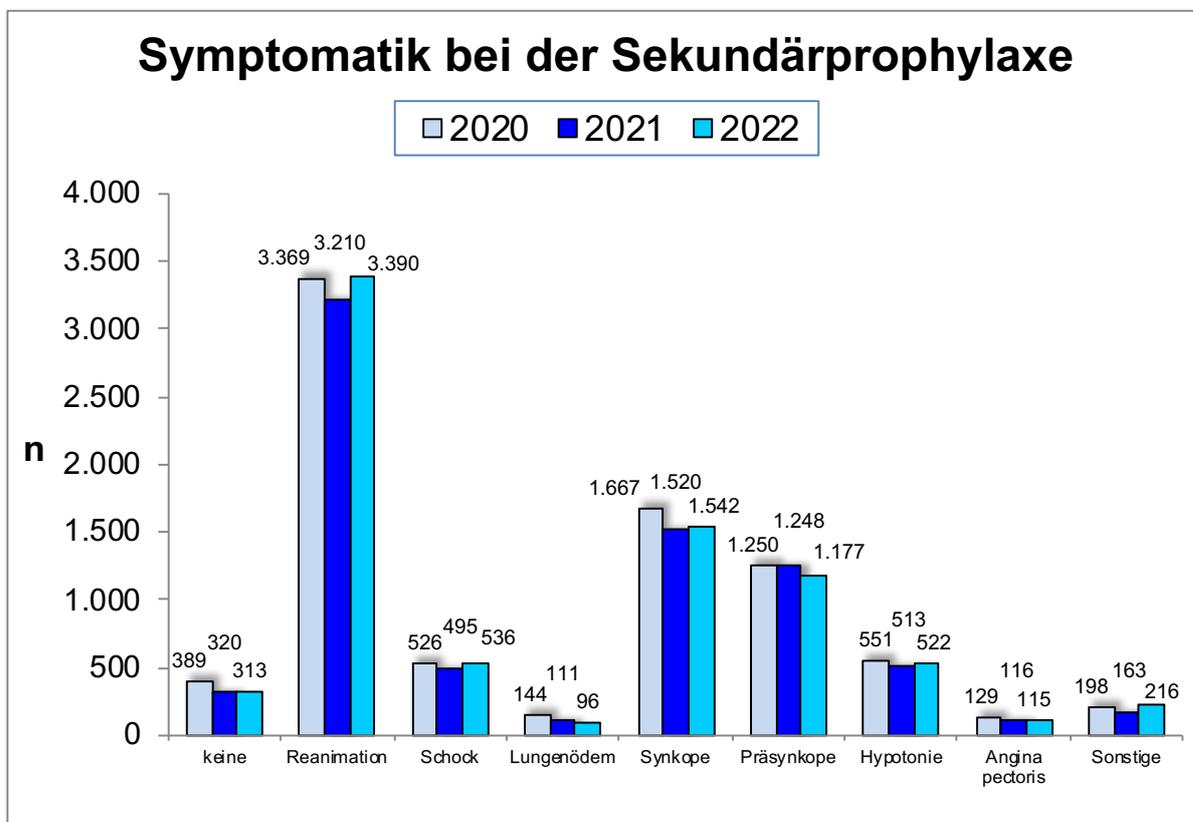


Abbildung 4: Zahlenmäßige Verteilung der Symptomatik bei Sekundärprävention im Jahresvergleich 2020 - 2022 (Beispiel: Im Jahre 2020 wurde bei 3.369 Implantationen zur Sekundärprävention eine Reanimation als Symptomatik angegeben)

Die leitlinienkonforme Indikationsstellung lag auch im Jahre 2022 sowohl für die Primärprävention als auch für die Sekundärprävention über den angestrebten 90%. Insbesondere verbesserte sich in den letzten Jahren kontinuierlich die primärprophylaktische Indikationsstellung (Tabelle 5).

Tabelle 5: Leitlinienkonforme Indikation bei den Indikationen Primär- und Sekundärprävention im Jahresvergleich 2020-2022

Leitlinien-konforme Indikation	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Primärprävention	11.908	90,9	11.276	91,3	11.072	91,8
Sekundärprävention	7.249	93,3	6.783	93,1	6.985	93,4
Alle Eingriffe	19.558	91,8	18.059	92,0	18.432	92,3

### 3.2. ICD-Systemauswahl

Bei der Auswahl der ICD-Systeme zeigten sich auch 2022 keine substanziellen Veränderungen (Abbildung 5). Angaben zu Herstellern oder implantierten Sonden werden bekanntermaßen seit 2018 nicht mehr erfasst, weshalb wir diesbezügliche Angaben schuldig bleiben müssen.

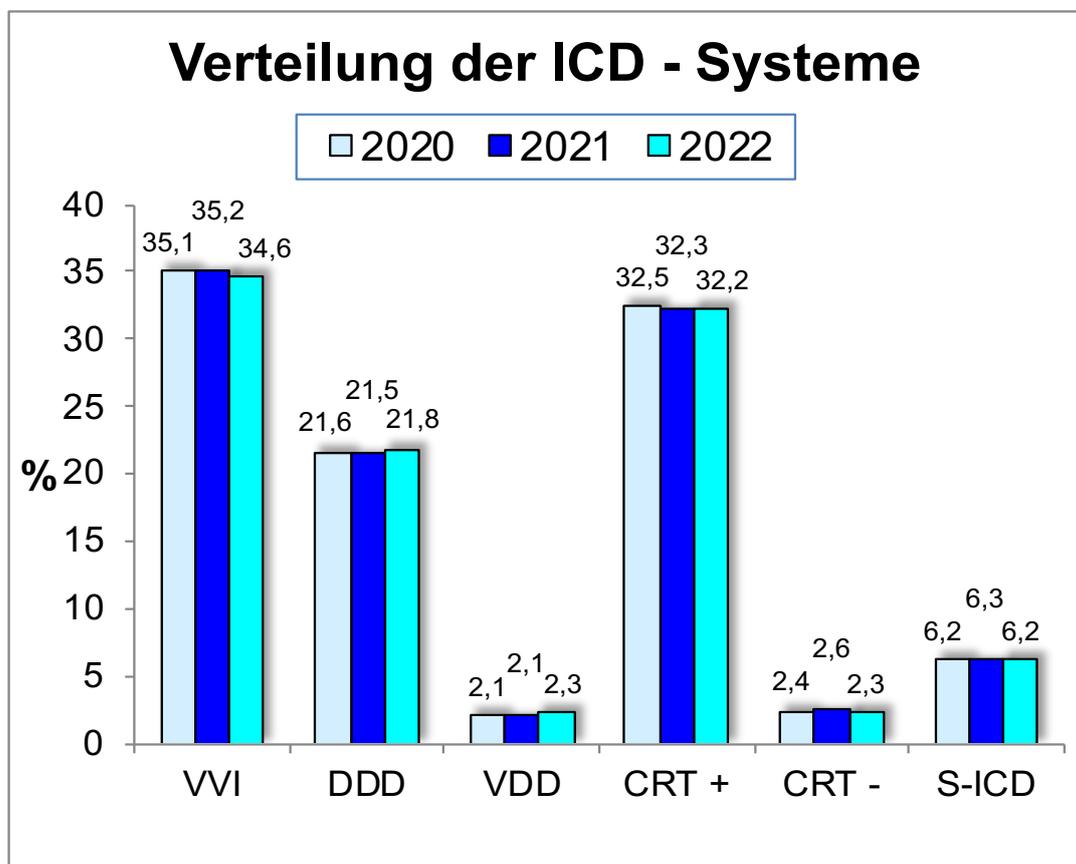


Abbildung 5: Prozentuale Verteilung der ICD-Systeme bei Implantationen im Drei-Jahresvergleich (CRT+ = CRT-System mit Vorhofsonde, CRT- = CRT-System ohne Vorhofsonde)

### 3.3. Operationsdaten

Vergleichbar der vorausgegangenen Erfassungsjahre erscheint es unverständlich, wieso die Vena cephalica als Sondenzugangsgefäß gerade bei ICD-Implantationen noch seltener als bei den Herzschrittmachern (2022: 41,8%) ihre Verwendung fand (Tabelle 6). Dennoch schien die Lenkungswirkung der letzten Jahre ihre Wirkung nicht verfehlt zu haben, denn ihre stetig zunehmende Verwendung war durchaus erkennbar. Allerdings bleibt bei der Datenerfassung auch zu kritisieren, dass im Unterschied zu unseren europäischen Nachbarländern (9-13) in Deutschland bisher ausschließlich zwischen den Kriterien „Vena cephalica, subclavia und Andere“ unterschieden wurde und eine detaillierte Erfassung fehlte. So ist durchaus zu unterstellen, dass sich in einem nicht genau abschätzbaren Umfang bspw. die Vena axillaris unter den Angaben der Vena subclavia bzw. Andere subsummierte. Entsprechend würden sich die Anteile verschieben und es wäre zu hoffen, dass der „wahre“ Vena subclavia-Anteil eigentlich deutlich geringer war als erfasst. Erfreulicherweise erfolgte bereits der Beschluss zur Änderung der diesbezüglichen Erfassung im Rahmen der Qualitätssicherungsverfahren für Herzschrittmacher und ICD.

Tabelle 6: Venöser Zugang bei ICD-Implantationen im Drei-Jahresvergleich (seit Jahren ergibt sich hier eine Überdokumentation von etwa 10%)

Venöser Zugang	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Vena cephalica	8.177	38,4	7.668	38,3	7.780	39,0
Vena subclavia	13.183	61,8	12.021	60,0	11.385	57,0
Andere	2.205	10,3	2.374	11,8	2.374	14,1

Die 2022 erfassten Operationszeiten ergaben in Bezug auf die Vorjahre keine substantiellen Veränderungen bei absolut verhältnismäßigen Eingriffslängen. Diese variierten entsprechend der jeweiligen Komplexität der implantierten Systeme nur um wenige Minuten und die zeitlich längsten Eingriffe repräsentierten die CRT-D Systeme mit unveränderten 99 Minuten. Die Implantationsdauer der S-ICD konnte sich im Median um weitere 2 Minuten reduzieren. Somit dauerten diese in etwa so lange wie die eines DDD-ICD Systems (Tabelle 7).

Tabelle 7: Operationszeiten (Median) in Minuten bei Implantationen 2020 bis 2022 (bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe zur OP-Dauer > 0); MW = Mittelwert

ICD-System	2020	2021	2022		
	Median	Median	n	MW	Median
VVI	42	40	6.904	44,5	40
VDD/DDD	55	55	4.806	58,5	53
CRT	100	99	6.941	105,9	99
S-ICD	53	53	1.231	54,8	51
<b>Gesamt</b>	<b>59</b>	<b>59</b>	<b>19.968</b>	<b>69,9</b>	<b>58</b>

Die differenziertere Verteilung der Operationszeiten stellt die Abbildung 6 dar. Hier wurde deutlich, dass insbesondere die Implantation eines CRT-D Systems in einem nennenswerten Prozentsatz (5%) durchaus länger als 3 Stunden dauerte und somit immer noch deutlich zeitaufwändiger als die Implantation anderer ICD-Systeme war. Erfreulich war hingegen, dass sich die Implantation von S-ICD Systemen deutlich beschleunigte und im Vergleich zu 2021 nicht mehr in 5% der Fälle über 2,5 Stunden, sondern 2022 nur noch 99 Minuten dauerte.

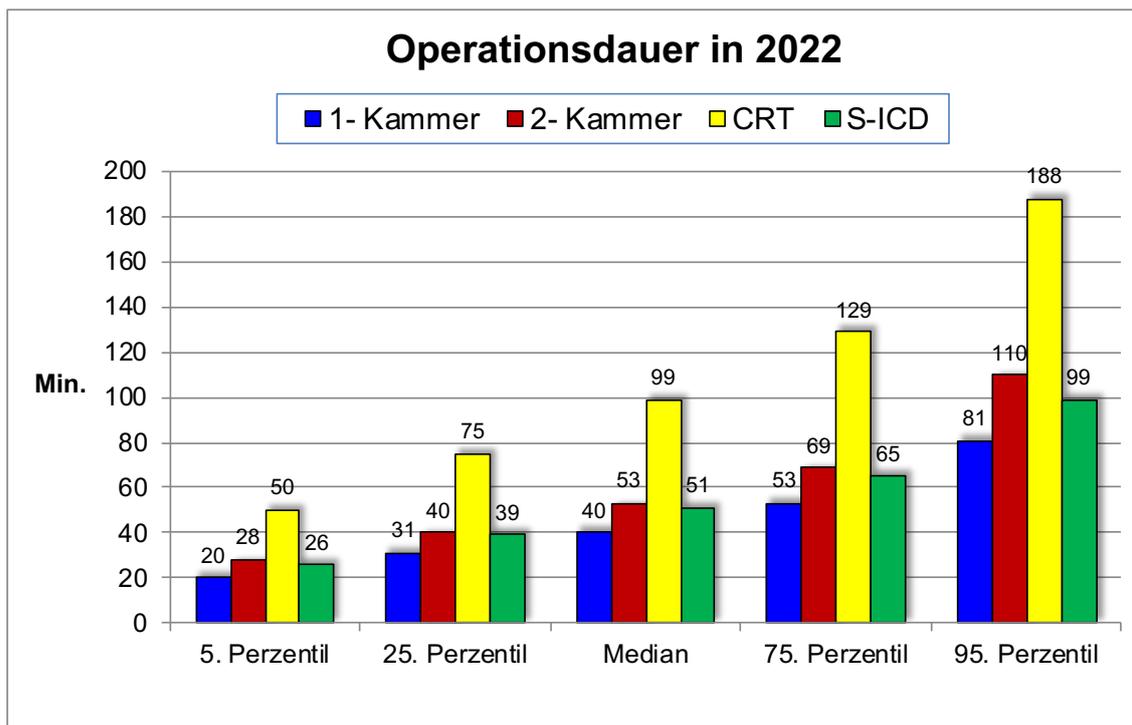


Abbildung 6: Perzentile der Operationszeiten im Jahre 2022  
(Beispiel: Im Jahre 2022 waren 5% aller Implantationen eines 1-Kammer-ICD-Systems nach 20 Minuten beendet)

Die Ergebnisse für das Dosisflächenprodukt sind in Tabelle 8 dargestellt. Bedauerlicherweise wurde 2015 die Erfassung der Durchleuchtungszeiten als zweites Kriterium zur Nutzung ionisierender Strahlen aufgegeben. So kann aktuell nur noch das Dosisflächenprodukt als Mittelwert aller Eingriffe präsentiert werden und hierbei zeigte sich eine, den Herzschrittmachern vergleichbare kontinuierliche Abnahme der Strahlenbelastung. Dennoch ergaben sich bei den ICDs weiterhin deutlich höhere Strahlendosen als bei den Herzschrittmachereingriffen. Zudem sind die Werte bei der 95. Perzentile mit 4.102 cGy x cm<sup>2</sup> weiterhin bemerkenswert hoch. Dies könnte daran liegen, dass in der Summationsdarstellung insbesondere die strahlenintensiveren CRT-System mit in die Berechnung eingehen, was sich auch in der enormen Spanne zwischen Mittelwert und Median widerspiegelte. Erneut wäre daher anzuregen, zukünftig zumindest wieder eine detailliertere Aufschlüsselung der Strahlendosis nach ICD-Systemen bereit zu stellen, die dann mit den Referenzwerten des Bundesamt für Strahlenschutz verglichen werden könnten.

Tabelle 8: Dosisflächenprodukt im Vergleich zu den Vorjahren

<b>Dosisflächenprodukt (cGy*cm<sup>2</sup>)</b>			
	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>
MW	1.186	1.115	1.007
Median	405	374	350
75. Perzentil	1.165	1.054	993

Die intraoperative Messung von Reizschwelle und Signalamplitude ergab auch 2022 für alle Elektrodenarten unverändert gute Ergebnisse, analog zu den voran gegangenen Jahren (Tabelle 9). Die Wahrnehmungsschwelle der linksventrikulären Elektrode wird seit 2016 nicht mehr in der Bundesqualitätssicherung erfasst.

Ebenfalls erfolgten seit der zweiten Dekade dieses Jahrhunderts Defibrillationstests (DT) während ICD-Implantationen immer seltener und so wurde auch die diesbezügliche Datenerfassung 2017 eingestellt (Letzte Angabe 2016: Durchführung in 10% der Fälle). Dennoch wurden auch weiterhin Defibrillationstests an deutschen Kliniken durchgeführt und waren insbesondere bei S-ICD Implantationen fester Bestandteil der Prozedur, um eine regelrechte Systemfunktion zu belegen.

Tabelle 9: Ergebnisse der Reizschwellenmessungen und Bestimmungen der intrakardialen Signalamplituden bei Implantationen 2020 bis 2022 (jeweils bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe; MW = Mittelwert; P-Wellen-Amplitude ohne VDD-Elektroden)

<b>Sonde/Messung</b>		<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>		
		<b>Median</b>	<b>Median</b>	<b>n</b>	<b>MW</b>	<b>Median</b>
<b>Vorhofsonde</b>	Reizschwelle (V)	0,7	0,7	9.529	0,78	0,7
	P-Wellen-Amplitude (mV)	2,8	2,8	19.946	3,13	2,8
<b>RV-Sonde</b>	Reizschwelle (V)	0,6	0,6	18.706	0,64	0,6
	R-Wellen-Amplitude (mV)	12	12	18.277	12,93	12
<b>LV-Sonde</b>	Reizschwelle (V)	1	1	6.675	1,07	1

Die subpectorale Anlage von ICD-Aggregat Taschen erfreute sich einer weiter rückläufigen Beliebtheit während dominant die chirurgisch einfacheren Varianten einer subkutanen oder subfaszialen Anlage (d.h. auf dem M. pectoralis major) präferiert wurden (Tabelle 10). So bleibt zu hoffen, dass sich diese Beobachtung nicht in einer schwindenden chirurgischen Expertise der Implantateure begründet denn in Abhängigkeit von der Patientenkonstitution ergeben sich neben einem besseren Tragekomfort und einer geringeren Gefahr zur perkutanen Aggregatperforation auch bessere Schockbedingungen durch eine subpectorale Aggregatlage für die versorgten Patienten.

Tabelle 10: Position der Aggregattasche 2022 im Vergleich zu den Vorjahren

Aggregatposition	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Infraclaviculär subkutan	4.276	20,1	4.238	21,1	4.123	20,7
Infraclaviculär subfaszial	9.572	44,9	8.893	44,4	9.385	47,0
Infraclaviculär submuskulär	6.406	30,1	5.869	29,3	5.413	27,1
Abdominal	42	0,2	32	0,2	41	0,2
Andere	1.021	4,8	1.012	5,1	1.006	5,0

Perioperative Komplikationen nahmen in ihrer Häufigkeit im Vergleich zu den Vorjahren in den meisten Erfassungsbereichen weiter ab. Allerdings kam es im Vergleich zum Vorjahr zu einer Zunahme der Häufigkeiten von Hämatothorax, Perikarderguss, Hämatom, Sondendislokation und Sonstiges (Abbildung 7 und Tabelle 11). Da es sich hierbei zu einem relevanten Anteil um Blutungskomplikationen handelte, könnte eine Erklärung in einem veränderten Management der Antikoagulation bestehen. Leider wurden diesbezügliche Parameter nicht erhoben und somit bleibt eine schlüssige Erklärung aus.

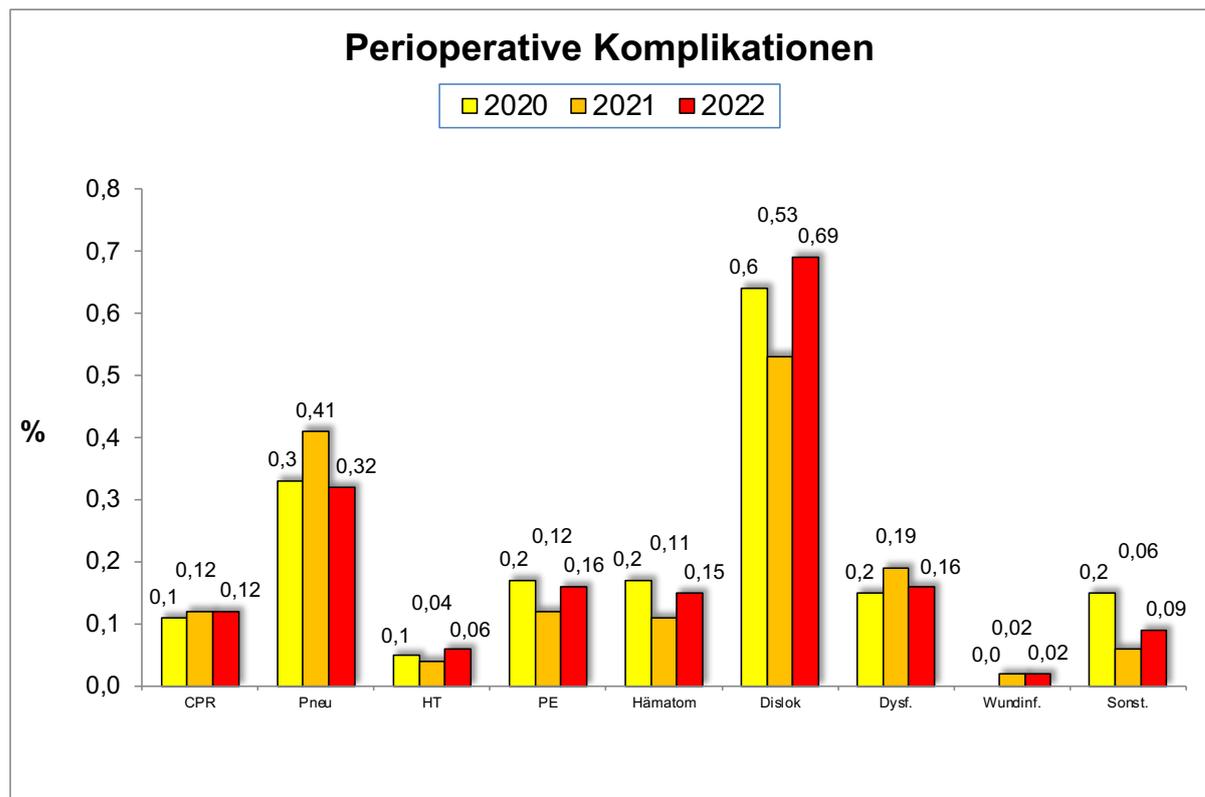


Abbildung 7: Überblick über die perioperativen Komplikationen nach Implantation im Jahresvergleich 2020-2022 (CPR=Kardiopulmonale Reanimation, Pneu = interventionspflichtiger Pneumothorax; HT=Hämatothorax, PE=Perikarderguss, Hämatom = interventionspflichtiges Taschenhämatom; Dislok.=Sondendislokation, Dysf.=Sondendysfunktion, Wundinf.= postoperative Wundinfektion nach Definition der CDC; Sonst.=Sonstige interventionspflichtige Komplikationen)

Tabelle 11: Perioperative Komplikationen bei Implantationen 2022 im Vergleich zu den Vorjahren

Perioperative Komplikationen	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
kardiopulmonale Reanimation	23	0,11	24	0,12	24	0,12
Pneumothorax	71	0,33	82	0,41	64	0,32
Perikarderguss	36	0,17	24	0,12	31	0,16
Taschenhämatom	37	0,17	23	0,11	29	0,15
Hämatothorax	10	0,05	8	0,04	11	0,06
Wundinfektion (KISS)	≤ 3	0,00	4	0,02	4	0,02
Sondendislokation	137	0,64	106	0,53	137	0,69
Sondendysfunktion	32	0,15	39	0,19	32	0,16
sonst. interventionspflichtige Komplikation	31	0,15	12	0,06	18	0,09
<b>mindestens eine perioperative Komplikation</b>	<b>358</b>	<b>1,7</b>	<b>312</b>	<b>1,6</b>	<b>334</b>	<b>1,7</b>

Bei den Sondenkomplikationen zeigte sich 2022 eine Reduktion der RA-Sondendislokationen, eine minimale Zunahme der RV-Dislokationen und ein unveränderter Dislokationsanteil der linksventrikulären Elektroden. Hingegen nahmen die Sondendysfunktionen bei den Vorhof- und linksventrikulären Sonden ab und verblieben bei den RV-Sonden auf unverändertem Niveau (Tabelle 12). Insgesamt sind die Zahlen jedoch auffallend niedrig, was am Wahrscheinlichsten in dem nur sehr kurzen Nachbeobachtungszeitraum von 2 (Median) bzw. 3,7 Tagen (Mittelwert) liegen dürfte.

Tabelle 12: Perioperative Sondenkomplikationen 2020, 2021 und 2022 – Details zu Sondendislokation und -dysfunktion. (Prozentzahlen beziehen sich auf die Gesamtzahl der jeweils implantierten Sonden); RV rechtsventrikulär; LV linksventrikulär

	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
<b>Dislokationen</b>						
Vorhofsonde	78	0,7	55	0,5	78	0,4
RV-Sonde	46	0,2	37	0,2	50	0,3
LV-Sonde	14	0,2	16	0,2	11	0,2
<b>Dysfunktionen</b>						
Vorhofsonde	6	0,05	8	0,07	< 3	< 0,02
RV-Sonde	23	0,1	26	0,1	23	0,1
LV-Sonde	4	0,06	7	0,10	5	0,07

Auch im Erfassungsjahr 2022 erfolgte keine detaillierte Veröffentlichung der Komplikationsraten in Abhängigkeit vom gewählten Sondenzugangsweg. Dies geschah letztmals im Jahr 2020 im Rahmen des kostenpflichtigen Verfahrens zur sekundären Datennutzung, das seinerzeit dankenswerterweise von der Deutschen Gesellschaft für Thorax-, Herz- und

Gefäßchirurgie finanziert wurde, und so konnten für die Folgejahre lediglich differenzierte Angaben zu Pneumo- und Hämatothorax analysiert werden. Diese stellten sich numerisch nahezu unverändert dar trotz anhaltender Reduktion der Gesamtimplantationszahlen (2020: 21.360; 2021: 19.689; 2022: 19.165). Unverändert unklar erschien weiterhin, warum 16 Pneumothoraces bei der Verwendung der Vena cephalica erfasst wurden. Die anzunehmende Ursache könnte sein, dass die Vena cephalica erst bei Nicht-Gelingen einer Vena subclavia-Punktion als Zugang der 2. Wahl in Betracht kam, nachdem die Komplikation bereits während der Punktionsversuche eingetreten war (Tabelle 13).

Tabelle 13: Perioperative Komplikationen in Abhängigkeit vom venösen Zugangsweg für den Sondenvorschub im Drei-Jahresvergleich

Perioperative Komplikationen [%]	2020		2021		2022	
	V.ce-phalica	V.sub-clavia	V.ce-phalica	V.sub-clavia	V.ce-phalica	V.sub-clavia
Grundgesamtheit [n]	8.177	13.183	7.668	12.021	7.780	11.385
kardiopulmonale Reanimation	≤ 0,02	0,12	0,12		0,13	
Pneumothorax	0,18	0,49	0,38	0,44	0,21	0,42
Hämatothorax	≤ 0,05	0,07	0,00	0,07	0,03	0,08
Perikarderguss	0,06	0,18	0,12		0,16	
Taschenhämatom	0,08	0,19	0,12		0,15	
Sondendislokation	0,27	0,75	0,54		0,71	
Sondendysfunktion	0,06	0,17	0,20		0,17	
Wundinfektion (KISS)	≤ 0,05	0,00	0,02		0,02	
sonst. interventionspflichtige Komplikation	0,11	0,16	0,06		0,09	
<b>mindestens eine perioperative Komplikation</b>	0,61	2,01	1,58		1,74	

## 4. Aggregatwechsel

Die Anzahl der durchgeführten Aggregatwechsel reduzierte sich 2022 im Vergleich zum Vorjahr um 369 auf insgesamt 10.031 Operationen (entsprechend -3,5%). Der relative Anteil der Eingriffe in Bezug auf die Gesamtzahl aller ICD-Eingriffe betrug im aktuellen Erfassungsjahr 27,3% und stellte sich somit auf Vorjahresniveau ein (2021: 27,6%; 2020: 25,8%). Insgesamt folgten die ICD-Aggregatwechsel dem allgemein rückläufigen Trend der ICD-Neuimplantations- und Revisionseingriffe, der sich analog auch im gesamten Operationsvolumen der Herzschrittmacher wiederfand (-0,5%). Allerdings fiel der Rückgang an Schrittmacher-Aggregatwechsel mit -1% geringer aus (Tabelle 1, Abbildung 1 des Jahresberichts Teil 1 und 2) (5,7). Durchgeführt wurden die ICD-Aggregatwechsel an 689 Institutionen. So ergaben sich im Schnitt 14,6 Eingriffe pro Leistungserbringer und Kalenderjahr was 0,3 pro Woche (Tabelle 2) entsprach.

Vergleichbar zu den vorangegangenen Jahren war auch 2022 die überwiegende Indikation zum operativen Eingriff die Batterieerschöpfung (98,1%). Weiterhin zeigten aggregatbezogene Indikationen keine Veränderungen und die operative Eingriffsindikation Fehlfunktion bzw. Rückruf sank im Vergleich zum Vorjahr wieder auf das Niveau von 2020 (Tabelle 14).

Tabelle 14: Indikation zum Aggregatwechsel im Jahresvergleich 2020 - 2022

Indikation zum Aggregatwechsel	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Batterieerschöpfung	9.888	98,0	10.138	97,5	9.841	98,1
Fehlfunktion/Rückruf	141	1,4	210	2,0	139	1,4
Sonstige aggregatbezogene Indikation	65	0,6	52	0,5	51	0,5
<b>Alle Eingriffe</b>	<b>10.094</b>	<b>100</b>	<b>10.400</b>	<b>100</b>	<b>10.031</b>	<b>100</b>

Die Laufzeiten der Aggregate wurden, wie auch die Information, ob sich während der ICD-Tragezeit eine Defibrillationstherapie ereignet hatte, seit 2018 nicht mehr ermittelt. Gleiches gilt schon länger für die Erfassung der unterschiedlichen ICD-Systeme und Hersteller. Somit wird ein wichtiger Qualitätsaspekt der Therapie - im Gegensatz zu unseren europäischen Nachbarländern - nicht mehr beleuchtet bzw. überprüft.

Für einen notwendigen Aggregatwechsel verblieb der überwiegende, aber leicht abnehmende Patientenanteil (69,7%) in der eigenen Institution. Die Neigung der Patienten bzw. ihrer behandelnden Ärzte für einen Aggregatwechsel die Institution zu wechseln, stieg allerdings um 1,5% an. Somit änderte sich erstmals seit Jahren die früher sehr stete Patientenbindung an die implantierende Institution. Eine Ursache für diesen Trend ist anhand der

verfügbaren Daten jedoch nicht abzuleiten. Weiterhin spielte eine ambulante Leistungserbringung bei einer 2022 noch fehlenden adäquaten Vergütung offensichtlich keine relevante Rolle (Tabelle 15).

Tabelle 15: Ort des letzten Eingriffs im Jahresvergleich 2020 - 2022

Ort des letzten Eingriffs	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
stationär, eigene Institution	7.124	70,6	7.411	71,3	6.996	69,7
stationär, andere Institution	2.905	28,8	2.945	28,3	2.985	29,8
ambulant, eigene Institution	35	0,4	24	0,2	27	0,3
ambulant, andere Institution	30	0,3	20	0,2	23	0,2
<b>Summe</b>	<b>7.958</b>	<b>100</b>	<b>10.400</b>	<b>100</b>	<b>10.031</b>	<b>100</b>

Ein Aggregatwechsel dauerte im Jahr 2022 durchschnittlich 32,6 Minuten (Tabelle 16) und war somit noch schneller als in den Vorjahren. Im Median ergab der präsentierte Mittelwert aller Eingriffe hingegen keine Veränderung. Da die Daten jedoch nicht separat für die einzelnen Defibrillatorsysteme veröffentlicht wurden, konnte keine differenziertere Betrachtung erfolgen.

Tabelle 16: Eingriffsdauer eines Aggregatwechsels im Jahresvergleich 2020-2022

Eingriffsdauer [min]	2020	2021	2022
Mittelwert (MW)	33,5	33,0	32,6
Median	30,0	30,0	30,0

Der überwiegende Anteil der ausgetauschten Defibrillatoren waren CRT-Systeme, die inzwischen fast die Hälfte aller Wechseleingriffe darstellten. Ebenfalls war eine Zunahme der S-ICD-Wechsel zu verzeichnen, während sich Ein- und Zweikammersysteme numerisch und die DDD-Systeme auch anteilig reduzierten (Tabelle 17). Diese Verteilung unterschied sich deutlich von der der Herzschrittmacher. Hier hatten die Ein- und Zweikammerschrittmacher einen Anteil von gemeinsam 94,3% der Wechseleingriffe während der der CRT-Systeme nur 5,4% betrug (siehe Tabelle 16, Teil 1).

Tabelle 17: Anzahl und prozentueller Anteil der gewechselten Aggregate im Jahresvergleich 2020 - 2022

Implantiertes ICD-System	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
VVI	2.764	27,4	2.662	25,6	2.584	25,8
DDD	2.163	21,4	2.122	20,4	1.953	19,5
VDD	146	1,5	77	0,7	86	0,9
CRT-System mit Vorhofsonde	4.611	45,7	4.884	47,0	4.663	46,5
CRT-System ohne Vorhofsonde	182	1,8	197	1,9	197	2,0
subkutaner ICD	208	2,1	451	4,3	481	4,8
sonstiges	20	0,2	7	0,1	67	0,7
<b>Alle Eingriffe</b>	<b>10.094</b>	<b>100</b>	<b>10.400</b>	<b>100</b>	<b>10.031</b>	<b>100</b>

In der überwiegenden Mehrzahl der Aggregatwechsel-Eingriffe erfolgten die geforderten Elektroden-Kontrollmessungen (Tabelle 18). Die hierbei messbaren Parameter wurden zu über 98,7% erfasst, abgesehen von der P-Wellen Amplitude, die mit einer Erfassungsquote von 92,4% das Schlusslicht bildete. Unverständlich erschien allerdings, wieso die Reizschwelle nicht bei allen ventrikulären Elektroden bestimmt wurde. Die gemessenen Sondenwerte entsprachen auch 2022 den sehr guten Messergebnissen der letzten Jahre (Tabelle 19). Seit 2016 wird die Wahrnehmung als zweites Qualitätskriterium für die LV-Sonden nicht mehr erfasst und konnte daher hier nicht angegeben werden.

Tabelle 18: Anzahl der perioperativ durchgeführten Kontrollmessungen im Jahresvergleich 2020 - 2022

Perioperative Sondenmessung		2020		2021		2022	
		n	%	n	%	n	%
<b>Vorhof-sonde</b>	Reizschwelle gemessen	5.077	74,8	5.353	76,3	5.026	75,6
	Keine Reizschwelle bei VHF und sonstiges gemessen	1.708	25,2	1.660	23,7	1.624	24,4
	P-Wellen-Amplitude gemessen	6.329	93,3	6.450	92,0	6.146	92,4
<b>Rechter Ventrikel</b>	Reizschwelle gemessen	9.837	99,5	9.910	99,6	9.500	99,5
	Keine Reizschwelle gemessen	49	0,5	39	0,4	50	0,5
	R-Wellen-Amplitude gemessen	8.694	87,9	8.751	88,0	8.359	87,5
	keine R-Wellen-Amplitude bei fehlendem Eigenrhythmus und sonstiges gemessen	1.192	12,1	1.198	12,0	1.191	12,5
<b>Linker Ventrikel</b>	Reizschwelle gemessen	4.737	98,8	5.027	98,9	4.796	98,7
	Keine Reizschwelle gemessen	56	1,2	54	1,1	64	1,3

Die erfassten P-Wellen Amplituden im Vorhof sind inkl. der VDD-Sonden, die Reizschwelle hingegen ohne diese aufgeführt

Tabelle 19: Messergebnisse der perioperativ durchgeführten Kontrollmessungen im Jahresvergleich 2020 - 2022

Sonde/Messung		2020	2021	2022		
		Median	Median	n	MW	Median
<b>Vorhof-sonde</b>	Reizschwelle (V)	0,7	0,7	5.026	0,8	0,7
	P-Wellen-Amplitude (mV)	2,3	2,3	6.146	2,6	2,3
<b>Rechter Ventrikel</b>	Reizschwelle (V)	0,8	0,8	9.500	0,9	0,8
	R-Wellen-Amplitude (mV)	10,8	11,6	8.359	12,1	11,7
<b>Linker Ventrikel</b>	Reizschwelle (V)	1,2	1,1	4.796	1,4	1,2

Die erfassten P-Wellen Amplituden im Vorhof sind inkl. der VDD-Sonden, die Reizschwelle hingegen ohne diese aufgeführt

Auch im Erfassungsjahr 2022 kam es sehr selten zu Komplikationen während ICD-Aggregatwechsel-Eingriffen (Tabelle 20). So ereignete sich in nur 0,2% der Fälle mindestens eine Komplikation, was vergleichbar selten wie beim Austausch von Herzschrittmacheraggregaten (0,18%) war. Dennoch sollte kritisch hinterfragt werden, ob die geringen Komplikationsquoten nicht auch das Ergebnis einer fälschlich zu geringen Komplikationswahrnehmung aufgrund des sehr kurzen stationären Aufenthalts und somit (zu) engen Erfassungsfensters sein könnten.

Tabelle 20: Perioperative Komplikationen bei Aggregatwechsel im Drei-Jahresvergleich

Perioperative Komplikationen	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Kardiopulmonale Reanimation	≤ 3	0,03	≤ 3	x	≤ 3	x
Taschenhämatom	12	0,12	22	0,21	10	0,10
Wundinfektion (KISS)	0	0,00	≤ 3	x	0	0,00
sonst. interventionspflichtige Komplikation	8	0,08	≤ 3	x	6	0,06
<b>mindestens eine perioperative Komplikation</b>	<b>23</b>	<b>0,2</b>	<b>27</b>	<b>0,3</b>	<b>19</b>	<b>0,2</b>

x bedeutet, dass für eine n-Zahl ≤ 3 keine präziseren Angaben veröffentlicht wurden

Die stationäre Verweildauer der Patienten reduzierte sich im aktuellen Erfassungsjahr nochmals um einen Tag im Median. Weiterhin fanden sich seit 2020 im Median keine prä-operativen Tage mehr und die post-operative Verweildauer lag stabil bei einem Tag. Die Betrachtung der Mittelwerte offenbarte jedoch 2022, dass es nach einem zuvor anhaltend sinkenden Trend erstmals wieder zu einem leichtgradigen Anstieg der präoperativen und stationären

Verweildauer-Tage kam. Dennoch unterstrichen die Zahlen die Bemühungen der Kliniken die gesundheitspolitischen Vorgaben zu erfüllen und den stationären Patientenaufenthalt nachhaltig zu verkürzen. Hierzu nahmen die Kliniken die meisten Patienten offensichtlich erst am eigentlichen OP-Tag auf (Tabelle 21). Die Zahlen entsprachen zudem den Ergebnissen des Aggregatwechsel-Verfahrens bei Herzschrittmachern wobei hier jedoch unverständlicherweise der stationäre Aufenthalt im Median 2 Tage und somit einen Tag länger als bei den ICD-Wechseln war (Tabelle 20; Teil 1).

Tabelle 21: Stationäre Verweildauer bei Aggregatwechseln im Jahresvergleich 2020 - 2022

Verweildauer [Tage]	2020		2021		2022	
	Median	MW	Median	MW	Median	MW
Präoperative Verweildauer	0,00	1,22	0,00	1,07	0,00	1,16
Postoperative Verweildauer	1,00	1,75	1,00	1,65	1,00	1,62
Stationärer Auf- enthalt	2,00	2,97	2,00	2,72	1,00	2,78

## 5. Revisionen/Systemwechsel/Explantationen

Der Anteil dieser Eingriffsgruppe (im Folgenden als Revisionen zusammengefasst) lag mit 18,8% aller Defibrillatoreingriffe (2021: 19,3%) auch im Erfassungsjahr 2022 immer noch doppelt so hoch wie der der korrespondierenden Herzschrittmacher-Revisionen mit 9,4% (2021: 9,6%). Erfreulicherweise reduzierte sich ihr Anteil im Vergleich zum Vorjahr aber um weitere 0,5% und in Absolutzahlen seit 2015 (9.384 Eingriffe) kontinuierlich auf aktuell 6.956 Eingriffe (Abbildung 1, Tabelle 1).

Die Anzahl der Krankenhäuser (2022: 607; 2021: 551), die 2022 Revisionseingriffe durchführten, erhöhte sich hingegen im Vergleich zum Vorjahr um 56 Einrichtungen (10,2%) während das absolute Volumen der Revisionsoperationen um 316 Eingriffe sank (entsprechend -4,3%). Letztlich setzte sich somit der erfreuliche Trend von immer weniger Revisionsoperationen fort (Tabelle 1 und 2, Abbildung 1) – allerdings auch der von immer weniger Eingriffen pro Klinik. Zwar fehlten auch weiterhin detaillierte Analysen der Operationsvolumina der einzelnen Krankenhäuser aber rechnerisch ergab sich ein Schnitt von 12,2 (2021: 13,1) Eingriffen pro Leistungserbringer und Kalenderjahr, was eine nur geringe Eingriffsfrequenz von durchschnittlich 0,2 (2021: 0,3) Revisionseingriffen pro Woche und Klinik widerspiegelte (6,7).

Die Patientenströme der Revisionseingriffe offenbarten eine zunehmend größer werdende Patientenbereitschaft, die operierende Institution zu wechseln, vergleichbar den ICD-Aggregatwechseln. Dennoch verblieb mit über 60% die überwiegende Mehrheit der Patienten in ihrer Institution während umgekehrt 39,2% die Klinik für einen Revisionseingriff wechselten. Die diesbezüglichen Beweggründe wurden bisher nicht hinterfragt und so verblieb unklar, ob enttäuschte Qualitäten oder andere Argumente diese Entscheidung beeinflussten. Klar ist hingegen, dass ambulante Defibrillatorrevisionen auch 2022 keine relevante Rolle spielten und bisher auch nicht adäquat vergütet wurden (Tabelle 22).

Tabelle 22: Ort des letzten Eingriffs, welcher dem Revisionseingriff vorausging im Jahresvergleich 2020-2022

Ort des letzten Eingriffs	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
stationär, eigene Institution	4.773	61,6	4.409	60,8	4.170	60,1
stationär, andere Institution	2.897	37,4	2.798	38,6	2.721	39,2
ambulant, eigene Institution	32	0,4	21	0,3	18	0,3
ambulant, andere Institution	43	0,6	28	0,4	29	0,4
<b>Summe</b>	<b>7.745</b>		<b>7.256</b>		<b>6.938</b>	

Bei den Indikationen für Revisionseingriffe repräsentierten weiterhin Sondenprobleme den häufigsten Handlungsgrund - eng gefolgt von Aggregatproblemen (Tabelle 23).

Tabelle 23: Indikation zur Revisionsoperation im Jahresvergleich 2020 - 2022 (Mehrfachnennung möglich)

Indikation zur Revision	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Aggregatproblem	4.267	41,0	4.070	42,5	3.828	42,1
Taschenproblem	1.179	11,3	985	10,3	936	10,3
Sondenproblem	4.959	47,7	4.532	47,3	4.321	47,6
<b>Summe</b>	<b>10.405</b>		<b>9.587</b>		<b>9.085</b>	

Die notwendigen Revisionseingriffe erfolgten mit Abstand am Häufigsten zum Zwecke einer Systemumstellung (31,2%), gefolgt vom Aggregat- und Sondenwechsel (21,9%) bzw. zum ausschließlichen Sondenwechsel (16,7%). Die Entfernung von Aggregat, Sonden oder beidem wurde zu 2,9% bzw. 13,3% erfasst und die Indikatoren vereinen vermutlich technische Probleme und bestehende Infektionen in einem unklaren Verhältnis (Tabelle 24).

Tabelle 24: Anzahl der Eingriffsarten anhand der OPS-Kodierung im Jahresvergleich 2020 - 2022 (Mehrfachnennung möglich)

Eingriffe nach OPS-Kodierung	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Aggregatentfernung	317	4,1	335	4,6	324	4,7
Sondenentfernung	219	2,8	214	3,0	200	2,9
Aggregat- und Sondenentfernung	973	12,6	917	12,6	922	13,3
Sondenkorrektur	657	8,5	560	7,7	549	7,9
Lagekorrektur des Aggregats	515	6,7	502	6,9	414	6,0
Aggregat- und Sondenwechsel	17	21,3	1.649	22,7	1.516	21,9
Sondenwechsel	1.340	17,3	1.190	16,4	1.160	16,7
Kupplungskorrektur	53	0,7	37	0,5	29	0,4
Systemumstellung	2.385	30,8	2.269	31,3	2.161	31,2
<b>Alle Eingriffe</b>	<b>6.476</b>		<b>7.673</b>		<b>7.275</b>	

Die Indikationen für einen zusätzlichen Aggregatwechsel während eines notwendigen Revisionseingriffs bestanden überwiegend (28,1%) in dem ohnehin notwendigen Revisionseingriff selbst (z.B. eines Systemwechsels). Ebenfalls häufig fand ein Gerätewechsel seine Begründung in einer zeitgleich bestehenden Batterieerschöpfung (20,2%). Diese Angaben zeigen, dass die Institutionen sinnhafterweise häufig versuchten, notwendige Sondenrevisionen

(beispielsweise bei einem chronischen Reizschwellenanstieg) mit einem Aggregatwechsel zu kombinieren. Auf diese Weise wurden Patienten zusätzliche Eingriffe erspart und auch verantwortungsvoll mit den verfügbaren Kostenressourcen gehaushaltet. Weiterhin ereigneten sich auch 2022 selten ICD-Aggregat-Probleme und Fehlfunktionen / Sicherheitshinweise und notierten mit der numerisch exakt gleichen Häufigkeit wie 2021 (Tabelle 25).

Tabelle 25: Indikation zur Revisionsoperation am Aggregat im Drei-Jahresvergleich

Aggregatprobleme	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Batterieerschöpfung	1.568	20,2	1.473	20,3	1.400	20,2
Fehlfunktion / Rückruf	144	1,9	157	2,2	157	2,3
vorzeitiger Aggregataustausch bei Re-Operation aus anderen Gründen	2.125	27,4	2.078	28,6	1.952	28,1
sonstiges Aggregatproblem	430	5,6	362	5,0	319	4,6
<b>Summe</b>	<b>4.267</b>	<b>55,1</b>	<b>4.070</b>	<b>56,1</b>	<b>3.828</b>	<b>55,2</b>

Basis der Prozentangaben ist die Gesamtzahl der dokumentierten Revisionen

Leider wurden 2022 keine Daten zur Zeitspanne zwischen einer ICD-Erstimplantation und der notwendigen Neuanlage im Rahmen eines Revisionseingriffs veröffentlicht. Somit kann nur berichtet werden, dass die Zeitspanne in den vorausgegangenen Jahren im Median stabil bei 5 Jahren lag. Allerdings stieg der Mittelwert in diesen Jahren stetig an weshalb eine weitere Beobachtung dieses Merkmals durchaus interessant gewesen wäre (2019: 4,8 Jahre; 2020: 5,0 Jahre; 2021: 5,2 Jahre).

Bei den behandlungsbedürftigen Taschenproblemen waren insbesondere Infektionen (7,1%) die wesentliche Indikation zum Revisionseingriff, gefolgt von sonstigen Taschenproblemen (4%) und Aggregatperforationen (1,6%). Während allerdings die Infektionen anteilig weiter zunahmen (+0,4%), reduzierten sich glücklicherweise die unspezifischen sonstigen Taschenprobleme erneut um 0,5% (Tabelle 26).

Tabelle 26: Indikation zur Revisionsoperation bei Taschenproblemen im Jahresvergleich 2020 - 2022

Revisionsindikation bei Taschenproblemen	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Taschenhämatom	74	1,0	44	0,6	55	0,8
Aggregatperforation	138	1,8	130	1,8	111	1,6
Infektion	537	6,9	485	6,7	492	7,1
sonstiges Taschenproblem	430	5,6	326	4,5	278	4,0
<b>Summe</b>	<b>1.179</b>	<b>15,3</b>	<b>985</b>	<b>13,6</b>	<b>936</b>	<b>13,5</b>

Basis der Prozentangaben ist die Gesamtzahl der dokumentierten Revisionen

Weiterhin repräsentierte bei den Sondenproblemen die Infektion (39%) der Vorhofelektrode die führende und stetig zunehmende Revisionsursache (zuletzt +1,8%), gefolgt von der Dislokation und dem Sondenbruch / Isolationsdefekt (Tabelle 27).

Tabelle 27: Indikation zur Revisionsoperation bei Problemen mit der Vorhofsonde ohne Systemumstellung im Drei-Jahresvergleich

Sondenprobleme Vorhofsonde	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Dislokation	357	23,3	287	20,8	279	20,9
Sondenbruch / Isolationsdefekt	307	20,1	249	18,1	218	16,3
fehlerhafte Konnektion	13	0,9	13	0,9	11	0,8
Zwerchfell- / Pectoraliszucken	≤ 3	0,1	≤ 3	0,0	≤ 3	0,0
Oversensing	62	4,1	67	4,9	61	4,6
Undersensing	47	3,1	41	3,0	45	3,4
Stimulationsverlust / Reizschwellenanstieg	107	7,0	102	7,4	94	7,0
Infektion	525	34,3	513	37,2	521	39,0
Myokardperforation	4	0,3	11	0,8	8	0,6
Rückruf / Sicherheitswarnung	0	0,0	≤ 3	0,0	≤ 3	0,0
Sonstige	107	7,0	96	7,0	98	7,3
<b>Summe</b>	<b>1.529</b>		<b>1.379</b>		<b>1.335</b>	

Basis der Prozentangaben ist die Gesamtzahl der Vorhofsondenprobleme

Der Blick auf die rechtsventrikulären Elektroden offenbarte 2022 einen weiterhin hohen aber um 0,6% gesunkenen Anteil an Sondenbrüchen/Isolationsdefekten (34,7%) als führende

Revisionsindikation. Numerisch nahm die Anzahl an Sondenbrüchen/Isolationsdefekten von ICD-Elektroden seit 2020 jedoch von 1293 gleichmäßig auf aktuell 1162 ab. Leider fand sich erneut als zweithäufigste Revisionsbegründung eine bestehende Infektion (22,9%), die zudem prozentual (+2%) als auch numerisch (+14) im Vergleich zu 2021 anstieg. Weitere häufige Ursachen waren der Reizschwellenanstieg / Stimulationsverlust und die Fehldetektion durch Oversensing. Hingegen trat hier die Sondendislokation vergleichsweise selten, aber häufiger als 2021 auf (Tabelle 28).

Tabelle 28: Indikation zur Revisionsoperation bei Problemen mit der rechtsventrikulären Sonde ohne Systemumstellung im Drei-Jahresvergleich

Sondenprobleme RV-Sonde	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Dislokation	300	7,9	203	5,6	239	7,1
Sondenbruch / Isolationsdefekt	1.293	34,0	1.273	35,3	1.162	34,7
fehlerhafte Konnektion	35	0,9	41	1,1	25	0,7
Zwerchfellzucken	18	0,5	11	0,3	8	0,2
Oversensing	370	9,7	361	10,0	328	9,8
Undersensing	205	5,4	191	5,3	145	4,3
Stimulationsverlust / Reizschwellenanstieg	519	13,7	510	14,2	460	13,7
Infektion	809	21,3	753	20,9	767	22,9
Myokardperforation	55	1,4	44	1,2	50	1,5
Rückruf / Sicherheitswarnung	8	0,2	10	0,3	5	0,1
ineffektive Defibrillation	31	0,8	44	1,2	29	0,9
Sonstige	158	4,2	161	4,5	133	4,0
<b>Summe</b>	<b>3.801</b>		<b>3.602</b>		<b>3.351</b>	

Basis der Prozentangaben ist die Gesamtzahl der Probleme mit der rechtsventrikulären Sonde

Auch für die linksventrikuläre Sonde stellte, analog zur Vorhofelektrode, die Infektion (34,5%) die 2022 führende und um 0,7% angestiegene Revisionsindikation dar. Weiterhin waren Dislokation und Sondenbruch relevante Probleme. Diese konnten sich aber im Gegensatz zu der ebenfalls häufig notierten Indikation Reizschwellenanstieg / Stimulationsverlust in den letzten Jahren numerisch und prozentual weiter reduzieren. Sicherlich begründet sich ihr hoher Revisionsanteil auch in der deutlich komplexeren Implantationstechnik und der a priori instabileren intravasalen Lage der überwiegend passiv fixierten LV-Sonden (Tabelle 29).

Tabelle 29: Indikation zur Revisionsoperation bei Problemen mit der linksventrikulären Sonde ohne Systemumstellung im Drei-Jahresvergleich

Sondenprobleme LV-Sonde	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Dislokation	238	20,2	184	17,7	177	16,7
Sondenbruch / Isolationsdefekt	181	15,3	164	15,8	154	14,5
fehlerhafte Konnektion	6	0,5	6	0,6	8	0,8
Zwerchfell- / Pectoraliszucken	54	4,6	42	4,0	44	4,1
Oversensing	25	2,1	26	2,5	26	2,4
Undersensing	16	1,4	15	1,4	10	0,9
Stimulationsverlust / Reizschwellenanstieg	199	16,9	172	16,5	190	17,9
Infektion	366	31,0	352	33,8	367	34,5
Myokardperforation	≤ 3	0,2	≤ 3	0,0	4	0,4
Rückruf / Sicherheitswarnung	0	0,0	≤ 3	0,0	0	0,0
sonstige	96	8,1	80	7,7	83	7,8
<b>Summe</b>	<b>1.181</b>		<b>1.041</b>		<b>1.063</b>	

Basis der Prozentangaben ist die Gesamtzahl der Probleme mit der linksventrikulären Sonde

Zusammenfassend bleibt zu bemerken, dass aufgrund einer fehlenden adäquaten Produktnachverfolgung konstruktionsbedingte Sondendysfunktionen wie Sondenbrüche oder Isolationsdefekte nicht eingehender analysiert werden konnten. Ebenfalls verblieb aufgrund der fehlenden Datenerhebungen weiterhin unklar, ob und in welchem Umfang sich Infektionen im Zusammenhang mit einer Tascheninfektion ereigneten (deszendierende Infektion) oder es sich um eine primär von den Sonden ausgehende Infektion (systemische Infektion / Endoplastitis) handelte. Grundsätzlich muss weiterhin bemängelt werden, dass Sondeninfektionen als Indikation zur Sondenrevison (RA-Sonden: 39%; RV-Sonden: 22,9%; LV-Sonden: 34,5%) einen über Jahre ansteigenden und viel zu hohen Anteil auch 2022 darstellten. Leider stehen derzeit keine adäquaten Daten zur Verfügung, die eine genaue Unterscheidung zwischen Früh- und Spätinfektionen bzw. den zeitlichen Zusammenhang zu vorausgegangenen Eingriffen oder Tascheninfektionen detaillierter beleuchten. Im Gleichklang mit der vom IQTIG angestrebten Reduktion der Erfassungsdaten wurden sodann auch erstmals im Erfassungsjahr 2022 keine Daten mehr zum zeitlichen Zusammenhang zwischen einer Sondenimplantation und dem Auftreten eines Sondenproblems veröffentlicht. Im Jahre 2021 konnte noch berichtet werden, dass etwa  $\frac{1}{4}$  der Sondenprobleme innerhalb des ersten Jahres nach Implantation behandlungspflichtig wurden, was einen klaren Bezug zum vorausgegangenen Eingriff belegte und einen Hinweis auf potentielle Verbesserungsansätze ergab. Analog zu diesem Vorgehen werden auch Daten, die diesen Zusammenhang bei der

Schrittmachertherapie beleuchten, bereits seit 2018 nicht mehr erhoben. Frühere Erhebungen zeigten deutlich seltener frühe ICD-Sondenprobleme als bei den Herzschrittmachern.

Erfreulicherweise wurden auch 2022 noch Daten zum Vorgehen während einer operativen Sondenrevisionen erhoben. Anhand dieser Erhebungen ließ sich feststellen, dass bei der chirurgischen Korrektur von Sondenproblemen (Abbildung 8) RV- ICD-Elektroden unverändert häufiger als Vorhof- oder Koronarsinussonden stillgelegt oder explantiert wurden. Im Unterschied hierzu erfolgte bei Vorhof- und Koronarsinuselektroden bevorzugt die zusätzliche Sondenimplantation. Der auffallend hohe Anteil könnte seine Begründung in der hohen Anzahl an Systemumstellungen haben, bei denen zumeist grundsätzlich die Notwendigkeit zur zusätzlichen Sondenanlage bestand.

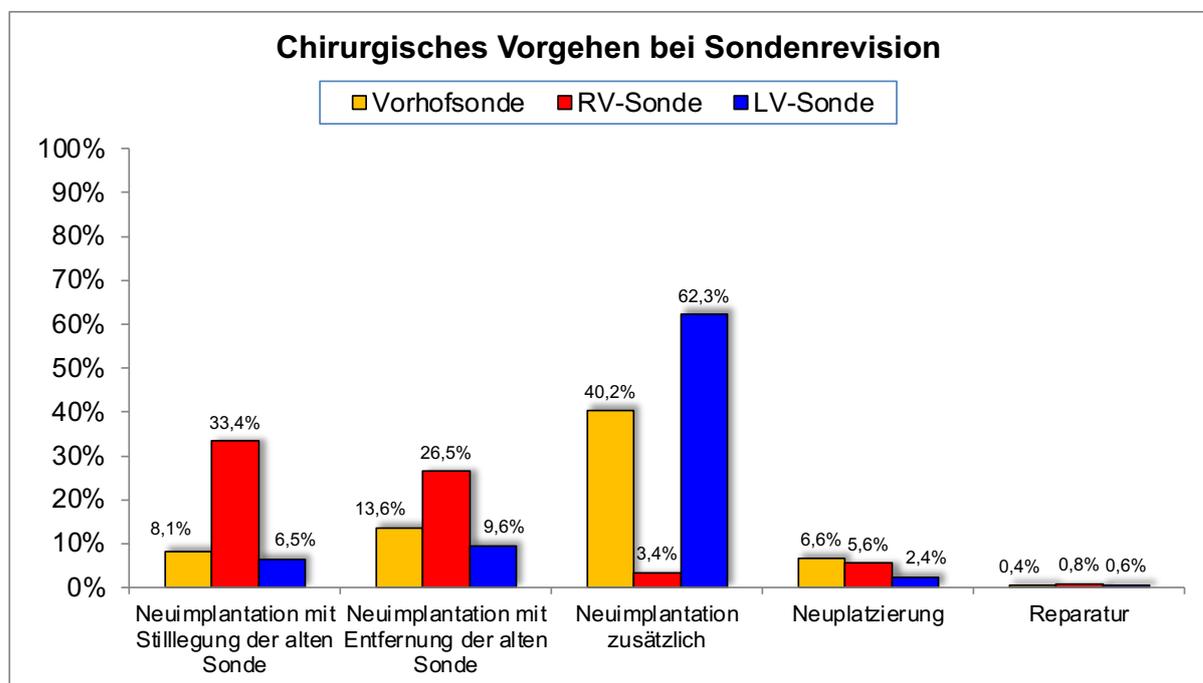


Abbildung 8: Chirurgisches Vorgehen bei der Sondenrevision 2022

(Bezug: Alle postoperativ funktionell aktiven Sonden, an denen ein Eingriff vorgenommen wurde)

Betrachtet man die Angaben der einzelnen Elektrodentypen im ausschließlichen Bezug auf die Optionen „Stilllegung“ oder „Extraktion“, so zeigte sich, dass die überwiegende Mehrzahl der Operateure eine Sondenentfernung favorisierte und auf diese Weise einem „Sonden-Overload“ durch verbliebene stillgelegte Sonden entgegenwirken konnten (Abbildung 9).

Leider ist ein Datenvergleich mit den Maßnahmen bei Schrittmacherrevisionen seit 2018 aufgrund einer fehlenden Datenerhebung nicht mehr möglich. Hier wurden inzwischen nur noch die Qualitäten Neuiplantation, Neuplatzierung, Reparatur und Sonstiges abgefragt und somit jegliche Prozessinformationen zu Sonden-Stilllegung oder Extraktion negiert.

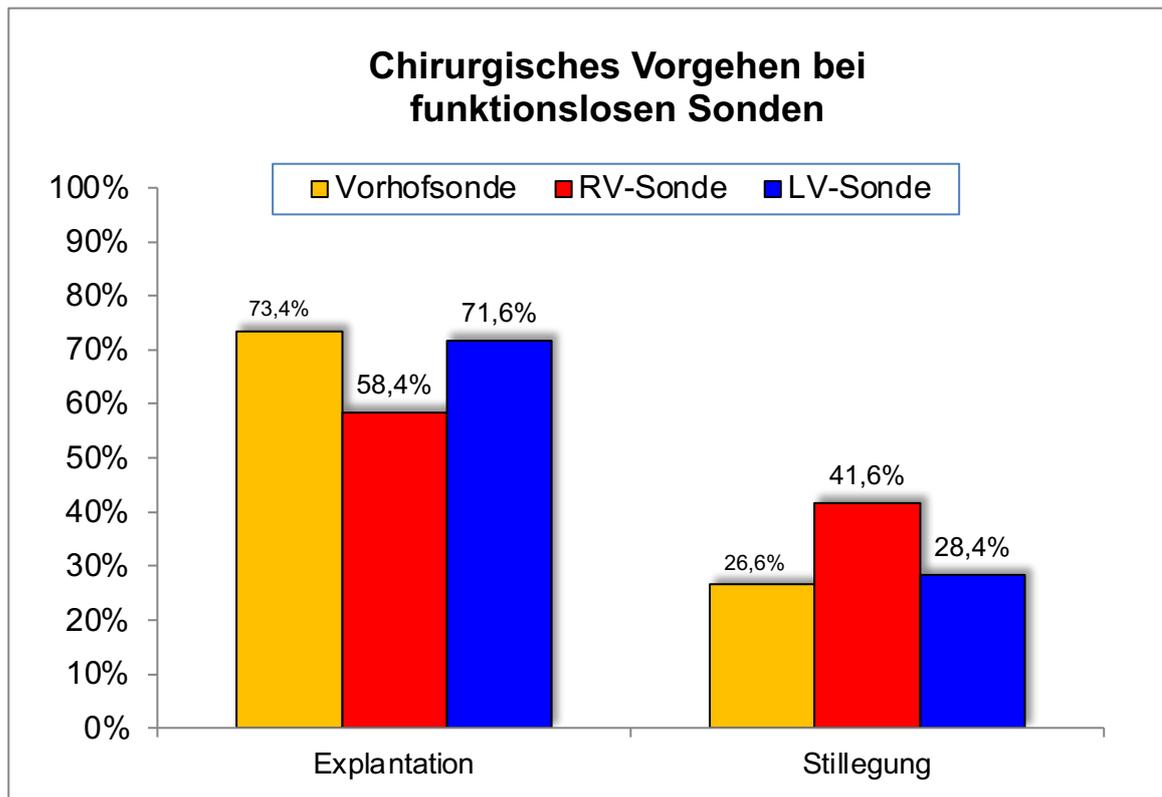


Abbildung 9: Chirurgisches Vorgehen bei funktionslosen Sonden 2022 (Bezug: alle postoperativ funktionell nicht aktiven Sonden, bei denen die Art des Vorgehens dokumentiert wurde); RV rechtsventrikulär; LV linksventrikulär

Abschließend bleibt weiterhin zu bemängeln, dass es anhand der Datenerfassung völlig unklar verblieb, mit welchen Methoden und in welchem Umfang Elektroden entfernt wurden. Hierbei wäre die Eingriffsindikation (Infektion, technische Probleme, chronischer Gefäßverschluss oder Schmerzen) von Interesse, wie auch die Komplikationsraten in Abhängigkeit vom Sondenalter und den eingesetzten Extraktionsmethoden. Gerade perkutane Extraktionsmaßnahmen mittels Tube-, Fräsen- oder Laser-Systemen beinhalten ein deutlich anderes Eingriffssetting und -risiko als das simple Herausziehen einer wenige Tage oder Wochen alten Elektrode. Leider stehen aber die durchgeführten Maßnahmen von Sondenrevisionen oder Systementfernungen nicht im Fokus der deutschen Qualitätssicherung und somit sind auch weder das Ausmaß der notwendigen komplexen Eingriffe noch deren Komplikationsspektrum genauer zu beziffern.

So wurden weiterhin Komplikationen während Revisions- und Explantationsoptionen sowie Systemumstellungen als Gesamtkohorte betrachtet, die sich auch 2022 nicht gravierend in Anteil und Anzahl im Vergleich zu den Vorjahren änderten. Insgesamt ergab sich mindestens eine Komplikation in 1,9% der Fälle. Ein überschaubarer Rückgang der Ereignisse zeigte sich bei der kardiopulmonalen Reanimation, dem Pneumothorax, dem Taschenhämatom und der Sondendislokation, während sich ein minimaler Anstieg bei Hämatothorax, Perikarderguss, der Wundinfektion und der Sondendysfunktion bei insgesamt sehr geringen Fallzahlen darstellte (Tabelle 30).

Tabelle 30: Peri- bzw. postoperative Komplikationen bei Revision, Systemumstellung, Explantation im Jahresvergleich 2020 - 2022

Peri- bzw. postoperative Komplikationen	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Kardiopulmonale Reanimation	28	0,36	22	0,30	11	0,16
Pneumothorax	18	0,23	25	0,34	15	0,22
Hämatothorax	11	0,14	8	0,11	12	0,17
Perikarderguss	27	0,35	19	0,26	19	0,27
Taschenhämatom	23	0,30	28	0,39	22	0,32
Wundinfektion (KISS)	4	0,05	≤ 3	0,00	6	0,09
Sondendislokation	32	0,41	32	0,44	24	0,35
Sondendysfunktion	15	0,19	12	0,17	13	0,19
sonst. interventionspflichtige Komplikation	14	0,18	12	0,17	15	0,17
<b>mindestens einer Komplikation</b>	<b>152</b>	<b>2,0</b>	<b>139</b>	<b>1,9</b>	<b>129</b>	<b>1,9</b>

Todesfälle im Zusammenhang mit ICD-Operationen (Tabelle 31) ereigneten sich auch 2022 selten. Bemerkenswert ist aber, dass Patienten nach ICD-Neuimplantationen seltener verstarben als nach Schrittmacherimplantationen (ICD: 0,71% vs. HSM: 1,51%). Allerdings erbrachten die Zahlen keinen Aufschluss darüber, ob bzw. wie oft ein Zusammenhang zwischen einer Implantation und dem späteren Versterben des Patienten bestand. Weiterhin war die Sterblichkeit bei ICD-Revisionsoperationen erstmals prozentual gleich der der Schrittmacher-Patienten (ICD: 2,16%; HSM: 2,16%) und die der ICD-Aggregatwechsel fand sich analog der Vorjahre marginal unter der der Schrittmacher (ICD: 0,24%; HSM: 0,29%).

Tabelle 31: Todesfälle im Zusammenhang mit Implantationen, Aggregatwechseln und Revisionen / Systemwechseln / Explantationen 2022 im Vergleich zu den Ergebnissen von 2020 und 2021

Tod bei oder nach	2020		2021		2022	
	n	%	n	%	n	%
Neuimplantation	139	0,65	119	0,59	142	0,71
Aggregatwechsel	21	0,21	24	0,23	24	0,24
Revision / Systemwechsel / Explantation	177	2,29	159	2,19	150	2,16

## 6. Internationaler Vergleich

### 6.1. Datenbasis

Wie jedes Jahr erfolgt an dieser Stelle ein internationaler Vergleich der deutschen Qualitätsdaten mit den Berichten europäischer Nachbarländer (Tabelle 32). Hierzu konnten, analog zum Herzschrittmacher Jahresbericht (Teil 1) für das Erfassungsjahr 2022 Daten der Schweiz (9,10) und aus Schweden (11) sowie erfreulicherweise auch wieder aus Dänemark (zuletzt 2020 verfügbar) herangezogen werden (12). Wie bereits im Teil 1 dieses Jahresberichts beschrieben, waren die britischen Angaben (13) aufgrund ihrer nicht vergleichbaren Aufbereitung für diese Analyse leider nicht geeignet.

Auch muss nochmals angemerkt werden, dass die einzelnen Länder unterschiedliche Ziele mit ihrer Datenerhebung verfolgten und daher nicht alle Indikatoren vergleichbar bzw. überhaupt in den nationalen Registern erhoben wurden. 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 wurden, erfassten dies die Schweizer, Schweden und Dänen hingegen recht genau.

Der Vergleich der verfügbaren Datenbasis zeigte 2022 keine grundlegenden Veränderungen: In Deutschland wurden sowohl absolut als auch relativ, d.h. pro 1 Mio. Einwohner (237) die meisten ICDs implantiert (Tabelle 32 und Abbildung 10). Allerdings setzte sich der rückläufige Trend der deutschen Implantationszahlen der letzten Jahre weiter fort (2021: 241 pro 1 Mio. Einwohner; 2020: 257 pro 1 Mio. Einwohner). Eine gleichartige Entwicklung war ebenfalls in Schweden zu beobachten (Erstimplantationen 2021: 1.532; 147 pro 1 Mio. Einwohner). Dem gegenüber stiegen die Implantationszahlen in der Schweiz (Implantationen 2021: 1.138; 130 pro 1 Mio. Einwohner) und Dänemark (Implantationen 2020: 1.125; 193 pro 1 Mio. Einwohner) weiter an.

Tabelle 32: Datenbasis 2022 im internationalen Vergleich

	Schweiz <sup>1</sup>	Schweden <sup>2</sup>	Deutschland <sup>3</sup>	Dänemark <sup>4</sup>
Meldende Institutionen	55	31	715	14
Implantierende Institutionen	63	31	646	14
Erstimplantationen	1.206	1.428	19.980	1.231
- im Mittel je Institution	19	46	31	88
- pro 1 Mio. Einwohner	137	136	237	210
Folgeeingriffe	758	935	16.988	663
Verhältnis Erstimplantation/ Folgeeingriffe	1,59	1,53	1,18	1,86
<b>Summe</b>	<b>1.964</b>	<b>2.363</b>	<b>36.968</b>	<b>1.894</b>

<sup>1</sup> 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) (15)

<sup>2</sup> 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) (16)

<sup>3</sup> 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) (17)

<sup>4</sup> 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) (18)

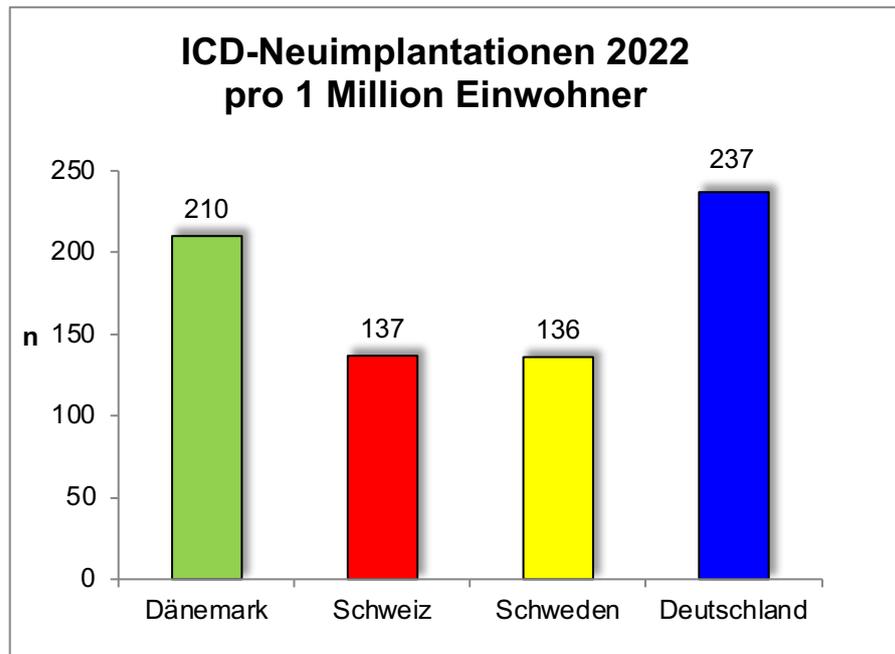


Abbildung 10: Implantationen pro 1 Million Einwohner im internationalen Vergleich 2022 (Quellen: siehe Tabelle 33)

Die Altersstruktur der versorgten Defibrillator-Patienten zeigte im internationalen Vergleich, dass Deutschland auch 2022 den mit Abstand größten Anteil (13,7%) von älteren Patienten (> 80 Jahre) versorgte (Abbildung 11). In den europäischen Vergleichsländern repräsentierte sich diese Patientengruppe hingegen weniger als halb so häufig. Auch konnte diese Beobachtung in vergleichbarer Ausprägung bei der Schrittmacherversorgung gesehen werden, so dass eine Erklärung für die signifikant höheren deutschen Implantationszahlen in einer differierten Versorgung älterer Patienten bestehen könnte. Dennoch zeigte sich auch, dass der Anteil der über 80-jährigen ICD-Patienten in allen Ländern - außer Dänemark - im Vergleich zum Vorjahr wieder leicht abnahm. In der Schrittmacherversorgung stieg hingegen auch 2022 ihr Anteil in Deutschland (2022: 53,5%) und Schweden (2022: 46,5%) weiter an, während er in der Schweiz (2022: 46,5%) und Dänemark (2022: 44,2%) stagnierte (Teil 1 Abbildung 10).

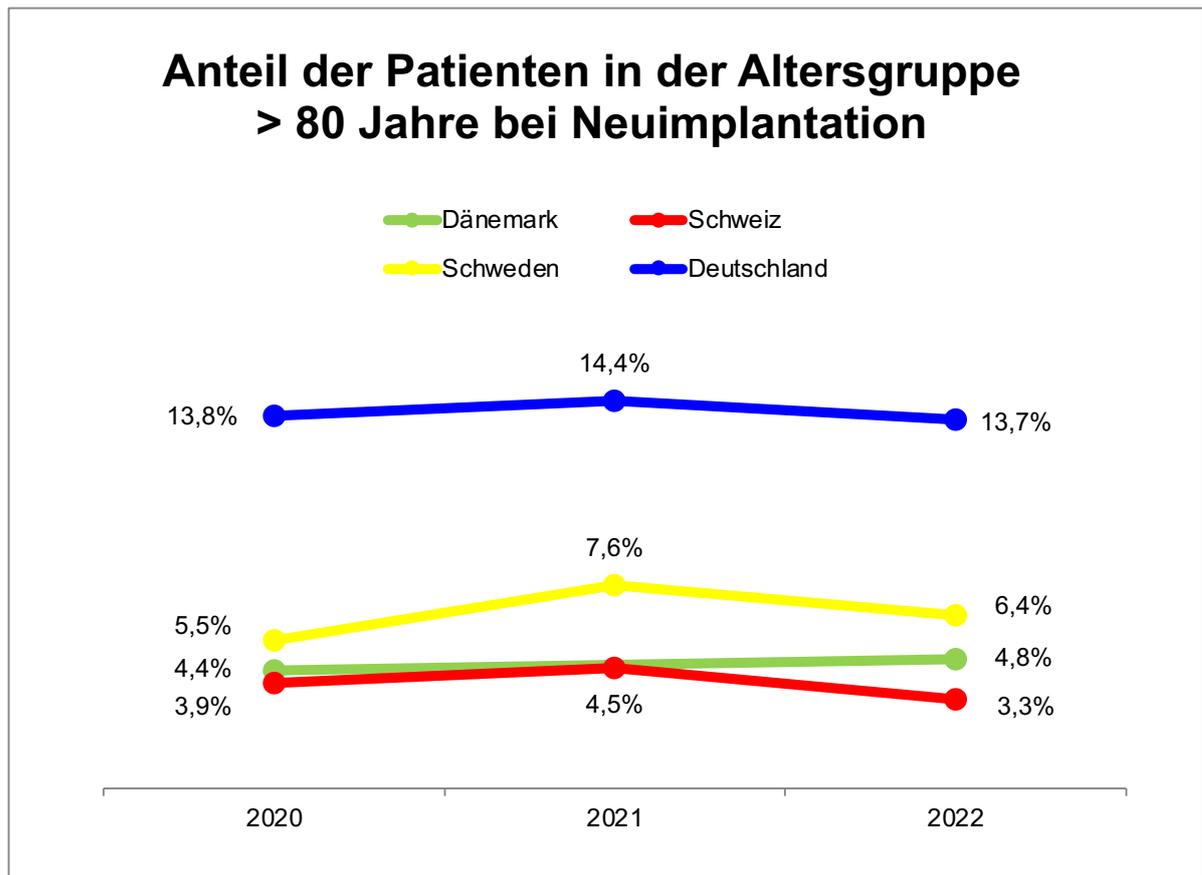


Abbildung 11: Anteil älterer Patienten  $\geq 80$  Jahre (Schweiz  $\geq 81$  Jahre) an allen Patienten, bei denen ein ICD implantiert wurde, im internationalen Vergleich der Jahre 2020 bis 2022

## 6.2. Indikationen zur ICD-Therapie und ICD-Systemauswahl

Der internationale Vergleich der rechtfertigenden ICD-Indikationen offenbarte im Jahr 2022, dass - außer Dänemark – alle Vergleichsländer übereinstimmend überwiegend primärprophylaktisch Defibrillatoren implantierten. In Dänemark hingegen dominierte vergleichbar früherer Veröffentlichungen die sekundärprophylaktische Indikationsstellung (2019: 53,4%; 2020: 52,7%). Allerdings offenbarte der Vorjahresvergleich auch, dass der Anteil der Sekundärprophylaxe in allen Ländern (2021 Schweiz: 33,6%; Schweden: 39,6%; Deutschland: 38,4%) eindeutig zunahm (Abbildung 12).

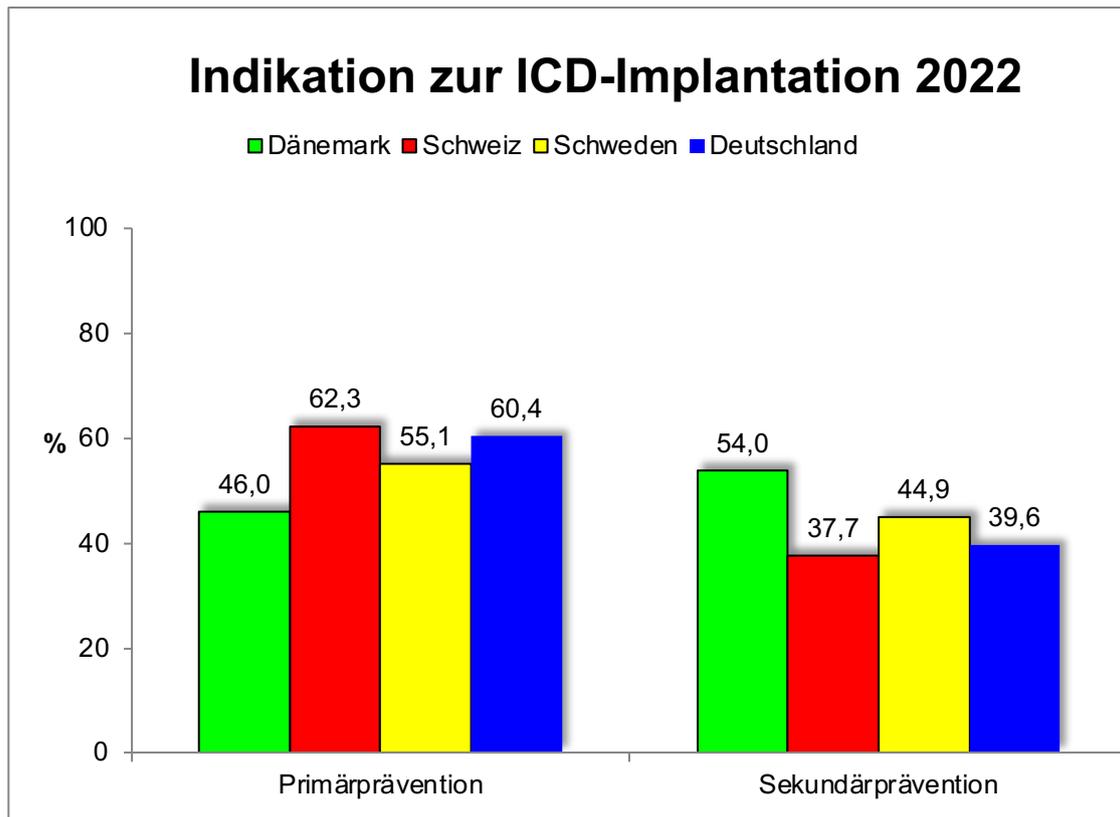


Abbildung 12: Indikationen zur ICD-Implantation im internationalen Vergleich 2022

Entsprechend der gestellten Indikation erfolgte die Auswahl eines geeigneten ICD-Systems und hier belegt der internationale Vergleich die bekannten unterschiedlichen Vorlieben. So wurden unverändert in der Schweiz, Schweden und Deutschland zu etwa 1/3 CRT-Defibrillatoren implantiert während es in Dänemark nur knapp ein Viertel war. Auffallend zahlreich wurden in Dänemark hingegen mit 64,2% Einkammer-Defibrillatoren implantiert und folglich entsprechend deutlich seltener DDD/VDD-Systeme. Umgekehrt stellte es sich in Schweden dar, wo bevorzugt DDD/VDD-Systeme (42,4%) anstelle von Einkammer-Defibrillatoren (25,4%) implantiert wurden.

Die Betrachtung der extrathorakalen S-ICD Systeme zeigte weiterhin, dass diese in den einzelnen Ländern in etwa auf Vorjahresniveau implantiert wurden wobei eine größere Zurückhaltung in Dänemark (0,7%) und Schweden (1,2%) im Vergleich zur Schweiz (5,6%) und Deutschland (6,2%) erkennbar war. Dennoch nahm ihr Anteil, bei jedoch sehr kleinen Fallzahlen, geringfügig in Dänemark (+9), der Schweiz (+9) und Schweden (+3) zu (Abbildung 13).

Nicht zuletzt sei erneut der Hinweis erlaubt, dass auch in diesem Jahr ein internationaler Vergleich der implantierten ICD-Sondentypen (single-coil oder dual-coil Elektrode) aufgrund der seit 2017 in Deutschland fehlenden Datenerhebung nicht mehr möglich war.

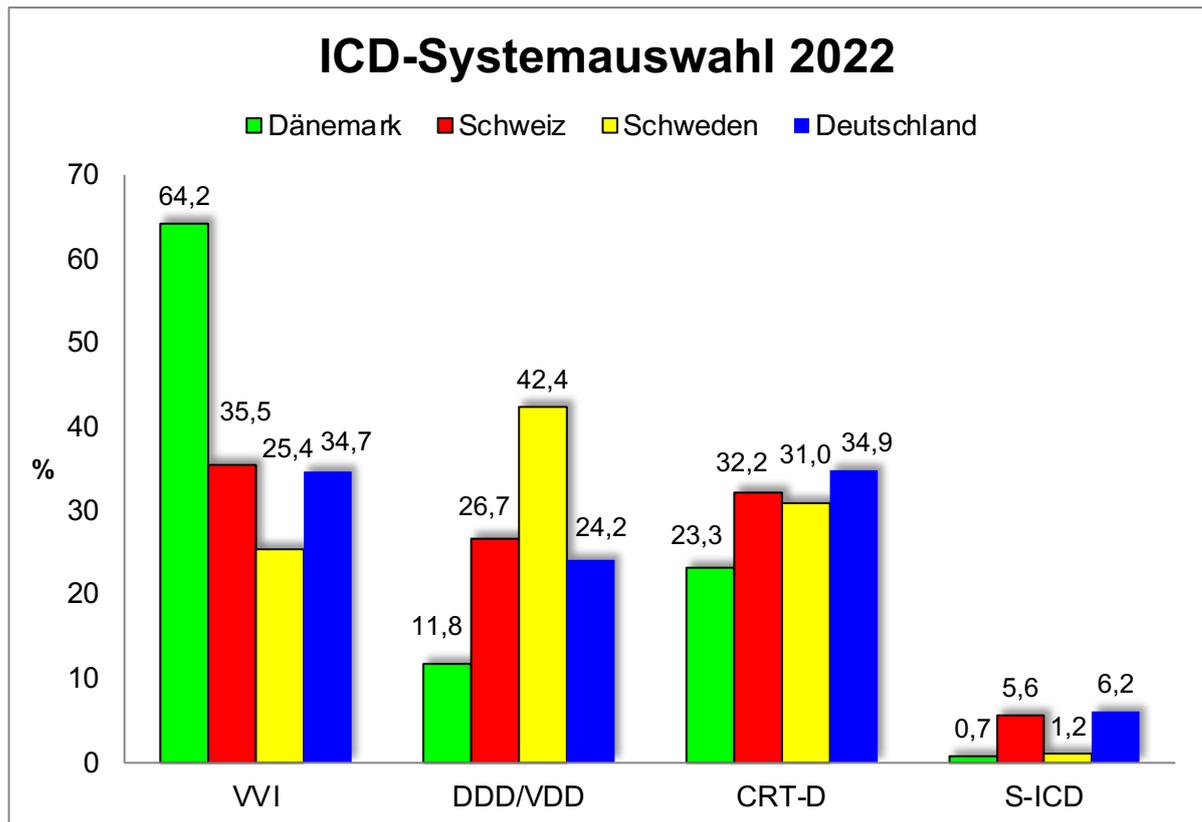


Abbildung 13: Auswahl des ICD-Systems im internationalen Vergleich 2022

### 6.3. Operationsdaten

Auch im Erfassungsjahr 2022 zeigten die Operationsdaten regionale Unterschiede zwischen den europäischen Vergleichsländern. Traditionell favorisierten die Dänen die Vena cephalica als venösen Elektrodenzugang mit einem bemerkenswerten Anteil von 72,7%. Eine annähernd nur halb so häufige Verwendung ergab sich in Schweden (43,5%) und Deutschland (36,1%) während die Schweiz (14,6%) diesen Zugangsweg offensichtlich nicht favorisierte.

Allerdings muss bei dieser Betrachtung analog zum Kommentar des ersten Teils dieses Jahresberichts bemerkt werden, dass die Angaben nur bedingt gegenübergestellt werden können, da die einzelnen Länder hier verschiedene Erfassungskriterien verfolgten. Zur Darstellung der Tabelle 33 wurden die Angaben aller Vergleichsländer analog zur deutschen Erfassung auf drei Kriterien reduziert und daher die Zugänge Vena subclavia und axillaris zusammengefasst. Allerdings unterschied die Schweiz die venösen Zugangswege deutlich detaillierter während Schweden erstmals 2022 seine bisher sehr detailreiche Erfassung verließ. Nicht zuletzt berichteten die Dänen nur von einer Ratio zwischen Vena cephalica und Vena subclavia die sich zudem global auf alle Schrittmacher- und Defibrillatoreingriffe bezog. In Deutschland wurde bisher die Vena axillaris 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.

Tabelle 33: Prozentuale Verteilung venöser Zugänge bei Neuimplantationen 2022 im internationalen Vergleich

	Dänemark	Schweiz	Schweden	Deutschland
V. cephalica	72,7%	14,6%	43,5%	36,1%
V. subclavia	27,3%	80,7%	52,8%	52,9%
andere	0,0%	4,7%	3,7%	11,0%

Auch die dokumentierten Operationszeiten ergaben 2022 keine qualitativen Änderungen im Vergleich zum Vorjahr, wenngleich alle Eingriffe im Schnitt minimal schneller erfolgten. Diese Beobachtung könnte sich entweder in einer generellen europaweiten Optimierung der operativen Prozesse unter dem zunehmenden ökonomischen Druck oder in einer weiter zunehmenden Übung der handelnden Teams erklären. Insgesamt ist es aber so, dass die Schweden seit Jahren die aufgeführten Systeme am schnellsten implantierten, während die Schweizer die längsten Eingriffszeiten benötigen und sich die deutschen Akteure im Mittelfeld wiederfinden. Leider haben die Dänen bisher nie Angaben zu ihren Eingriffszeiten veröffentlicht, so dass auch in diesem Jahr hierzu keine Aussagen getroffen werden konnten.

Erneut war auch 2022 leider nur der Vergleich der S-ICD Implantationszeiten zwischen der Schweiz und Deutschland möglich, da weder Schweden noch Dänemark hierzu Angaben veröffentlichten. Der Ländervergleich zeigte aber, dass zum einen beide schneller wurden (2021 Deutschland: 57,0 min; Schweiz 70,9 min) und zum anderen, dass die Deutschen die schnelleren OP-Zeiten auswiesen (Abbildung 14).

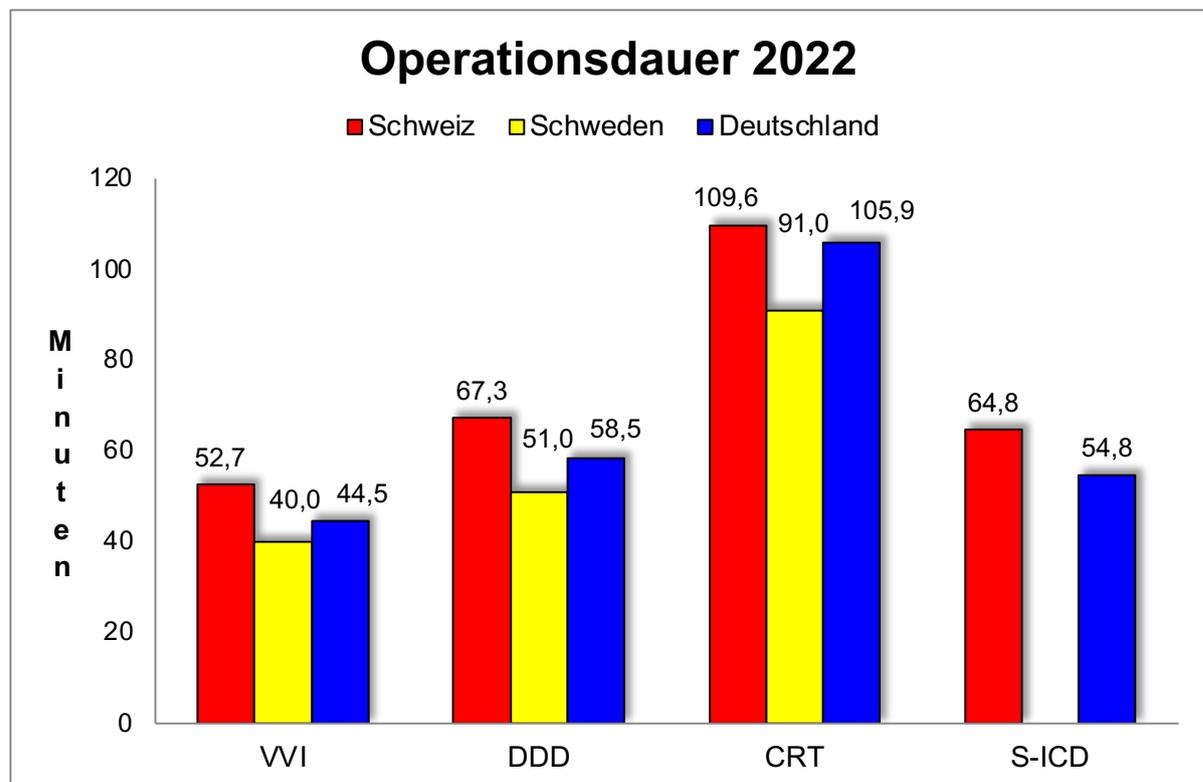


Abbildung 14: Internationaler Vergleich der mittleren Operationsdauer zur Implantationen verschiedener Systeme 2022

In einem gewohnt sehr eingeschränkten Umfang konnten auch 2022 die perioperativen Komplikationen der einzelnen Länder zusammengetragen, aber aufgrund fehlender oder nur sehr begrenzt verfügbarer Daten leider nur bedingt beurteilt werden. 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 15 nur von begrenzter Aussagekraft.

Während die deutschen und schwedischen Ergebnisse sich in puncto Pneumothorax, Hämatom und Sondendislokation gut vergleichen ließen, wurden in der Schweiz perioperative Komplikationen nicht detailliert dargestellt. So blieb hier lediglich festzustellen, dass es im Jahre 2022 in der Schweiz zu keiner Revision aufgrund eines Hämatoms kam (Abbildung 15).

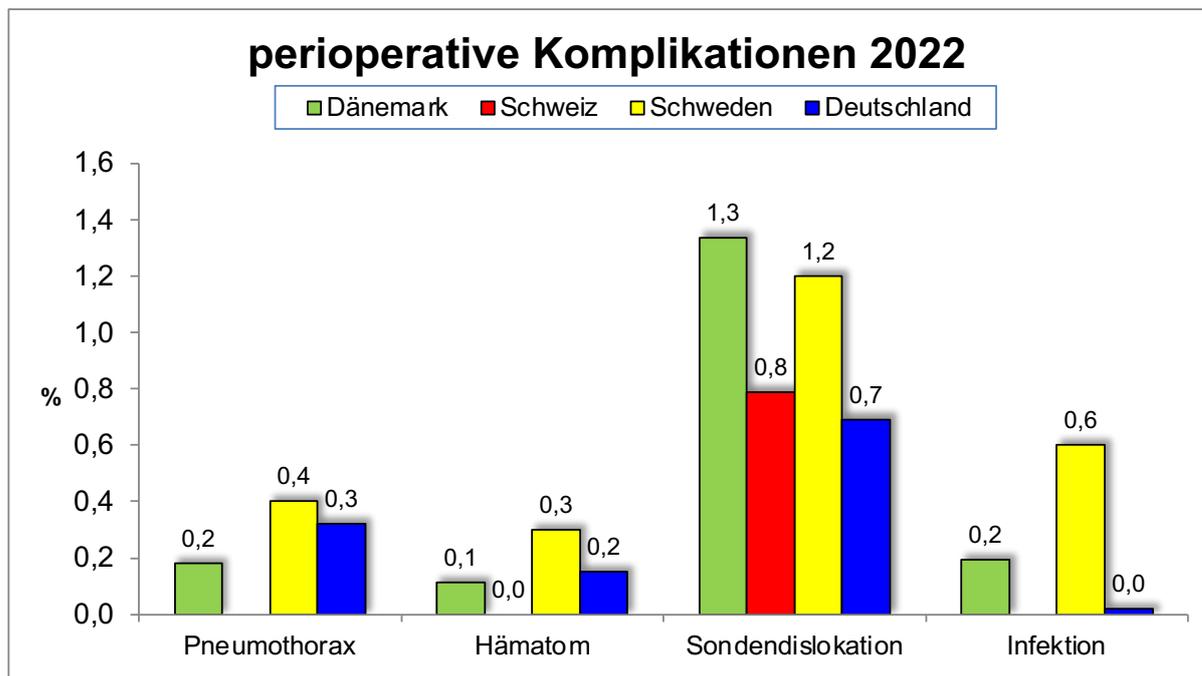


Abbildung 15: Internationaler Vergleich von 4 perioperativen Komplikationsarten 2022

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

Über die vielen Jahre des deutschen ICD-Registerberichts hinweg zeigten sich auch im Erfassungsjahr 2022 bemerkenswert konstante Ergebnisse. So verblieb die ICD-Implantationsrate auf hohem Niveau und die dominierende Defibrillator-Indikation repräsentierte erneut die Primärprophylaxe mit einer nachvollziehbar Leitlinien-konformer Indikationsstellung von über 91%. Neben den Einkammer-ICDs stellen inzwischen auch CRT-D Systeme in Deutschland einen erheblichen Anteil von etwa einem Drittel der implantierten Systeme dar. Die Vena cephalica gewann weiterhin an Beliebtheit und wurde bei den ICDs zu 39% und bei den Herzschrittmachern zu 42% verwandt. Dennoch repräsentierte die Vena subclavia den überwiegend genutzten Sondenzugangsweg. Für die eingebrachten Elektroden zeigten sich auch weiterhin sehr gute Messwerte. Leider können schon seit geraumer Zeit aufgrund einer fehlenden Produktnachverfolgung keine Aussagen mehr zu den implantierten Sondentypen und Aggregatherstellern getroffen werden, was eine unabhängige Produktüberwachung und das Erkennen von konstruktionsbedingten Problemen unmöglich machte. Nicht zuletzt war auch im Jahr 2022 die Rate an Revisionseingriffen (18,8% aller ICD-Eingriffe; 9,4% aller HSM-Eingriffe) zu hoch und betraf Aggregat- und Sondenprobleme bei den Herzschrittmachern zu über 87% und bei den Defibrillatoren zu annähernd 90%. Insbesondere stellten aber die infektionsbedingten Revisionseingriffe einen relevanten Anteil der Revisionseingriffe dar. Hierbei verblieben aufgrund der fehlenden Datenerhebungen die genauen Infektions Hintergründe (Tascheninfektion, Endoplastitis, Früh- und Spätinfektionen) sowie mögliche Zusammenhänge mit vorausgegangenen Eingriffen leider im Unklaren. Dennoch sollten Sondeninfektionen mit einem so hohen Anteil als Indikation zur Sondenrevision (RA-Sonden: 39%; RV-Sonden: 22,9%; LV-Sonden: 34,5%) nicht toleriert werden müssen auch wenn sich aktuell ein rückläufiger Trend zeigte. Bei Sondenrevisionen wurden leider weder die operativen Verfahren noch die hierbei eingetretenen Komplikationen genauer erfasst. Gerade aber hierbei wäre die Effektivität und Prognose der unterschiedlichen Behandlungspfade sicherlich von großem Interesse und als Qualitätsmerkmal zu sehen. In Bezug auf die 2022 noch bestehende COVID-19 Pandemie konnte anhand der verfügbaren Registerdaten kein relevanter Einfluss auf das Operationsvolumen 2022 belegt werden.

So sei zum Schluss des Jahresberichtes 2022 des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator-Registers 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. Noch mehr würden wir uns darüber freuen, wenn die Resultate der kommenden Jahre aufzeigen, dass die im Registerbericht vorgestellten Ergebnisse zu Konsequenzen beim operativen Vorgehen führen und bei den benannten Punkte mit Verbesserungspotential eine bessere Versorgungsqualität dokumentiert werden könnte.

# 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/hsmdefdefiimpl/DeQS\\_HSMDEF-DEFI-IMPL\\_2022\\_BUAW\\_Bund\\_2023-07-20.pdf](https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/hsmdefdefiimpl/DeQS_HSMDEF-DEFI-IMPL_2022_BUAW_Bund_2023-07-20.pdf), letzter Zugriff am 01.12.2024
5. [https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/hsmdefdefiaggw/DeQS\\_HSMDEF-DEFI-AGGW\\_2022\\_QIDB-RR-E\\_V01\\_2023-05-31.pdf](https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/hsmdefdefiaggw/DeQS_HSMDEF-DEFI-AGGW_2022_QIDB-RR-E_V01_2023-05-31.pdf), letzter Zugriff am 01.12.2024
6. [https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/hsmdefdefirev/DeQS\\_HSMDEF-DEFI-REV\\_2022\\_QIDB-RR-E\\_V01\\_2023-05-31.pdf](https://iqtig.org/downloads/auswertung/2022/hsmdefdefirev/DeQS_HSMDEF-DEFI-REV_2022_QIDB-RR-E_V01_2023-05-31.pdf), letzter Zugriff am 01.12.2024
7. <https://pacemaker-register.de/>, letzter Zugriff am 01.12.2024
8. Beckmann A, Meyer R, Lewandowski J, Markewitz A, Blaßfeld D, Böning A. German Heart Surgery Report 2021: The Annual Updated Registry of the German Society for Thoracic and Cardiovascular Surgery. Thorac Cardiovasc Surg. 2022;70(5):362-376
9. [https://www.rhythmologie-stiftung.ch/statistiken/stat\\_2022\\_icd\\_de.pdf](https://www.rhythmologie-stiftung.ch/statistiken/stat_2022_icd_de.pdf), letzter Zugriff am 01.12.2024
10. <https://www.pacemaker.ch/de/statistik/>, letzter Zugriff am 01.12.2024
11. <https://www.pacemakerregistret.se/icdpmr/docbank.do>, letzter Zugriff am 01.12.2024
12. [https://www.sundhed.dk/content/cms/21/109821\\_dpir\\_annual\\_report\\_2022\\_07082023\\_final\\_offentlig-version.pdf](https://www.sundhed.dk/content/cms/21/109821_dpir_annual_report_2022_07082023_final_offentlig-version.pdf), letzter Zugriff am 01.12.2024
13. <https://www.nicor.org.uk/national-cardiac-audit-programme/cardiac-rhythm-audit-nacrm>, letzter Zugriff am 17.10.2024
14. Zeppenfeld K, Tfelt-Hansen J, de Riva M et al. 2022 ESC Guidelines for the management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. Eur Heart J 2022 Oct 21;43(40):3997-4126
15. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.assetdetail.27225422.html>, letzter Zugriff am 01.12.2024
16. <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/>, letzter Zugriff am 01.12.2024
17. <https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/liste-zensus-geschlecht-staatsangehoerigkeit.html#616584>, letzter Zugriff am 01.12.2024
18. <https://www.statbank.dk/statbank5a/default.asp?W=1792>, letzter Zugriff am 01.12.2024
19. Behrens, T., et al. (2022). \*Einfluss der COVID-19-Pandemie auf elektive Eingriffe in deutschen Krankenhäusern\*. Zeitschrift für Herzchirurgie, 19(2), 45-51

20. Müller, F., et al. (2022). *Ambulante Herzschrittmacherimplantation: Sicherheit und klinische Ergebnisse in Deutschland*. Journal für Kardiologie, 29(1), 45-52
21. Schneider, A., & Krause, T. (2022). *Ambulantisierung in der Kardiologie: Chancen und Herausforderungen*. Deutsches Ärzteblatt, 119(8), 25-30
22. 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 (Minimaldatensätze berücksichtigt)*
- Tabelle 3: *Demografische Daten zu ICD-Implantationen, Aggregatwechseln und Revisionen/Systemwechseln/Explantationen im Drei-Jahresvergleich*
- Tabelle 4: *Führende Indikation zur ICD-Neuimplantation im Jahresvergleich*
- Tabelle 5: *Leitlinienkonforme Indikation bei den Indikationen Primär- und Sekundärprävention im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 6: *Venöser Zugang bei ICD-Implantationen im Drei-Jahresvergleich*
- Tabelle 7: *Operationszeiten (Median) in Minuten bei Implantationen 2020 bis 2022*
- Tabelle 8: *Dosisflächenprodukt im Vergleich zu den Vorjahren*
- Tabelle 9: *Ergebnisse der Reizschwellenmessungen und Bestimmungen der intrakardialen Signalamplituden bei Implantationen 2020 bis 2022*
- Tabelle 10: *Position der Aggregattasche 2022 im Vergleich zu den Vorjahren*
- Tabelle 11: *Perioperative Komplikationen bei Implantationen 2021 im Vergleich zu den Vorjahren*
- Tabelle 12: *Perioperative Sondenkomplikationen 2020, 2021 und 2022 – Details zu Sonden-dislokation und -dysfunktion*
- Tabelle 13: *Perioperative Komplikationen in Abhängigkeit vom venösen Zugangsweg für den Sondenvorschub im Drei-Jahresvergleich*
- Tabelle 14: *Indikation zum Aggregatwechsel im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 15: *Ort des letzten Eingriffs im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 16: *Eingriffsdauer eines Aggregatwechsels im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 17: *Anzahl und prozentueller Anteil der gewechselten Aggregate im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 18: *Anzahl der perioperativ durchgeführten Kontrollmessungen im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 19: *Messergebnisse der perioperativ durchgeführten Kontrollmessungen im Jahresvergleich 2020 - 2022*

- Tabelle 20: Perioperative Komplikationen bei Aggregatwechsel im Drei-Jahresvergleich
- Tabelle 21: *Stationäre Verweildauer bei Aggregatwechseln im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 22: *Ort des letzten Eingriffs, welcher dem Revisionseingriff vorausging im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 23: *Indikation zur Revisionsoperation im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 24: *Anzahl der Eingriffsarten anhand der OPS-Kodierung im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 25: *Indikation zur Revisionsoperation am Aggregat im Drei-Jahresvergleich*
- Tabelle 26: *Indikation zur Revisionsoperation bei Taschenproblemen im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 27: *Indikation zur Revisionsoperation bei Problemen mit der Vorhofsonde ohne Systemumstellung im Drei-Jahresvergleich*
- Tabelle 28: *Indikation zur Revisionsoperation bei Problemen mit der rechtsventrikulären Sonde ohne Systemumstellung im Drei-Jahresvergleich*
- Tabelle 29: *Indikation zur Revisionsoperation bei Problemen mit der linksventrikulären Sonde ohne Systemumstellung im Drei-Jahresvergleich*
- Tabelle 30: *Perioperative Komplikationen bei Revision, Systemumstellung, Explantation im Jahresvergleich 2020 - 2022*
- Tabelle 31: *Todesfälle im Zusammenhang mit Implantationen, Aggregatwechseln und Revisionen / Systemwechseln / Explantationen 2022 im Vergleich zu den Ergebnissen von 2020 und 2021*
- Tabelle 32: *Datenbasis 2022 im internationalen Vergleich*
- Tabelle 33: *Prozentuale Verteilung venöser Zugänge bei Neuimplantationen 2022 im internationalen Vergleich*

# Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Defibrillatoreingriffe in Deutschland im 10-Jahres Vergleich 2012 bis 2022
- Abbildung 2: Anteil der Defibrillatoreingriffe in der Herzchirurgie in Deutschland im 10-Jahres Vergleich
- Abbildung 3: Numerische Verteilung der indikationsbegründenden klinischen Ereignisse bei Sekundärprävention im Vergleich der letzten Jahre
- Abbildung 4: Zahlenmäßige Verteilung der Symptomatik bei Sekundärprävention im Jahresvergleich 2020 - 2022
- Abbildung 5: Prozentuale Verteilung der ICD-Systeme bei Implantationen im Drei-Jahresvergleich
- Abbildung 6: Perzentile der Operationszeiten im Jahre 2022
- Abbildung 7: Überblick über die perioperativen Komplikationen nach Implantation im Jahresvergleich 2020 - 2022
- Abbildung 8: Chirurgisches Vorgehen bei der Sondenrevision 2022
- Abbildung 9: Chirurgisches Vorgehen bei funktionslosen Sonden 2022
- Abbildung 10: Implantationen pro 1 Million Einwohner im internationalen Vergleich 2022
- Abbildung 11: Anteil älterer Patienten  $\geq 80$  Jahre (Schweiz  $\geq 81$  Jahre) an allen Patienten, bei denen ein ICD implantiert wurde, im internationalen Vergleich der Jahre 2020 bis 2022
- Abbildung 12: Indikationen zur ICD-Implantation im internationalen Vergleich 2022
- Abbildung 13: Auswahl des ICD-Systems im internationalen Vergleich 2022
- Abbildung 14: Internationaler Vergleich der mittleren Operationsdauer zur Implantationen verschiedener Systeme 2022
- Abbildung 15: Internationaler Vergleich von 4 perioperativen Komplikationsarten 2022