Herzschr Elektrophys 2021 · 32:62–73
<https://doi.org/10.1007/s00399-020-00731-6>
 Online publiziert: 4. Dezember 2020
 © Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von
 Springer Nature 2020

A. Markewitz¹ · Bundesfachgruppe Herzschrittmacher und Defibrillatoren

¹ Bendorf, Deutschland

Jahresbericht 2018 des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator-Registers – Teil 1: Herzschrittmacher

Fachgruppe Herzschrittmacher und
Defibrillatoren beim IQTIG – Institut für
Qualitätssicherung und Transparenz im
Gesundheitswesen

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Datenbasis
  - Datenvolumen
  - Demografische Daten
- Implantationen
  - EKG-Indikation zur Schrittmacherimplantation
  - Auswahl der Schrittmachersysteme
  - Operationsdaten
- Aggregatwechsel
- Revisionen/Systemwechsel/Explantation
- Kommentar mit internationalem Vergleich
  - Datenbasis
  - EKG-Indikationen zur Schrittmachertherapie
  - Schrittmachersystemauswahl
  - Operationsdaten
- Zusammenfassung und Ausblick
- Literatur
- Tabellenverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis

Einleitung

Der 18. Jahresbericht des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator-Registers unterscheidet sich wie in den letzten drei Jahren weiterhin von den vorangehenden Berichten seit 2002, weil die Details der sekundären Nutzung der bei den verpflichtenden Maßnahmen der Qualitätssicherung erhobenen Daten im Fall des Deutschen Herzschrittmacher-Registers noch nicht vollständig geklärt sind. Damit fehlen in diesem Bericht weiter viele der früher üblichen Auswertungen und die Tabellen des Anhangs, da die in diesem Bericht wiedergegebenen Daten ausschließlich wegen ihres primären Zwecks, der Qualitätssicherung, verfügbar sind, und die vielen sonstigen Daten, die ggf. nach Sonderauswertungen der Versorgungsforschung dienen könnten, bisher noch nicht zur Verfügung stehen. Damit ist dieser Bericht auch wieder deutlich kürzer als zuvor.

Grundlage des Berichts sind die Bundesauswertungen der für die jeweiligen Verfahren der externen Qualitätssicherung publizierten Daten [1], für einige Vergleiche wurden zudem die Daten vorausgegangener Berichte des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator-Registers verwendet [2].

Die im Folgenden vorgestellten und kommentierten Ergebnisse der Operationen bei Patienten mit Herzschrittmachern (Teil 1) und implantierbaren Kardioverter-Defibrillatoren (ICD; Teil 2) aus dem stationären Bereich im Jahre 2018 in Deutschland geben aufgrund der immer weniger werdenden Daten, die für die Qualitätssicherung erhoben werden, einen deutlich größeren Überblick über die Situation bei kardialen Rhythmusimplantaten als zuvor. Der traditionelle Vergleich mit den Registern aus Schweden und der Schweiz ist dennoch möglich [3, 4]. Das dänische Herzschrittmacher- und Defibrillator-Register hat für das Jahr 2018 ebenfalls wieder einen Bericht vorgelegt [5].

Die Zahlen aus dem ambulanten Bereich fehlen wie immer, so dass dieser Bericht nicht über alle in Deutschland durchgeführten Eingriffe bei Herzschrittmachern berichtet. Wie viele Operationen ambulant durchgeführt werden, entzieht sich unserer Kenntnis. Es ist davon auszugehen, dass bei den isolierten Aggregatwechseln ein relevanter Anteil der Eingriffe im ambulanten Sektor erbracht wird, zumal diese Eingriffe nur noch in Einzelfällen angemessen vergütet werden, wenn sie unter stationären Bedingungen durchgeführt werden.

Die Mitglieder der Bundesfachgruppe Herzschrittmacher und Defibrillatoren werden am Beitragsende gelistet.

Tab. 1 Übersicht ausgewerteter Datensätze im Vergleich zum Vorjahr			
Datenbasis	2016	2017	2018
<i>Krankenhäuser</i>			
09/1: Implantationen	1111	1102	1085
09/2: Aggregatwechsel	957	957	916
09/3: Revisionen/Systemwechsel/Explantation	925	923	891
<i>Eingriffe</i>			
09/1: Implantationen	77.188	77.283	75.437
09/2: Aggregatwechsel	18.575	17.085	16.061
09/3: Revisionen/Systemwechsel/Explantation	11.822	11.383	10.933
Alle 3 Leistungsbereiche (Summe)	107.585	105.751	102.431

Tab. 2 Operationsvolumina (Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen) der meldenden Krankenhäuser			
Anzahl gemeldeter Herzschrittmacheroperationen	Krankenhäuser		
	2016	2017	2018
<i>Neuimplantationen^a</i>			
<20	295	293	232
20 und mehr	814	806	772
<i>Aggregatwechsel^b</i>			
<20	627	624	732
20 und mehr	357	333	206
<i>Revisionen/Systemwechsel/Explantation^a</i>			
<20	776	774	737
20 und mehr	169	150	135

Beispiel: In 295 Krankenhäusern wurden 2016 weniger als 20 Implantationen vorgenommen
^aAusgewertet wurden die Angaben bei der Sterblichkeit
^bAusgewertet wurden die Angaben bei der Durchführung intraoperativer Messungen

Tab. 3 Vollständigkeit der ausgewerteten Datensätze bzw. Krankenhäuser im Jahr 2017			
Datenbasis 2017	Soll	Ist [1]	Vollständigkeit (%)
<i>Krankenhäuser</i>			
09/1 Implantationen	1104	1102	99,8
09/2 Aggregatwechsel	950	957	100,7
09/3 Revisionen/Systemwechsel/Explantation	922	923	100,1
<i>Eingriffe</i>			
09/1 Implantationen	77.363	77.370	100,0
09/2 Aggregatwechsel	16.952	17.089	100,8
09/3 Revisionen/Systemwechsel/Explantation	11.420	11.421	100,0

Die Angaben zur Anzahl der meldenden Krankenhäuser und zur Menge der Datensätze in **Tab. 3** weichen von den Einträgen in **Tab. 1** ab, da auch Minimaldatensätze mitgezählt werden

Datenbasis

Datenvolumen

Die Anzahl der Institutionen, die Herzschrittmacheroperationen durchführen, geht seit 2011 kontinuierlich zurück. Die Zahl der Neuimplantationen ist wie die Zahlen für die Aggregatwechsel und Revisionen erneut zurückgegangen, so dass die Gesamtzahl der Schrittmacheroperationen 2018 im Vergleich zum Vorjahr um über 3000 Eingriffe abgenommen hat (**Tab. 1**).

Die Zahl der Institutionen, die nur sehr gelegentlich Schrittmacheroperationen durchführen, d. h. weniger als 20 Eingriffe pro Jahr, ist im Jahre 2018 bei den Neuimplantationen zurückgegangen, bei den Aggregatwechseln angestiegen und den Revisionen ebenfalls zurückgegangen (**Tab. 2**). Bei den Institutionen mit 20 und mehr Eingriffen pro Jahr ist ebenfalls eine Abnahme der Zahlen für Neuimplantationen und Revisionen zu verzeichnen, allerdings weniger deutlich ausgeprägt als bei den Häusern mit geringen Operationszahlen. Demgegenüber ist die Zahl der Krankenhäuser mit 20 und mehr Aggregatwechseln pro Jahr erheblich zurückgegangen.

Die Datenvollständigkeit ist weiter nahezu perfekt (**Tab. 3 und 4**). Bei den Zahlen über 100 % handelt es sich am ehesten um Kodierfehler oder Doppelerfassungen.

Demografische Daten

Die Zahl der Eingriffe pro Institution hat bei allen Eingriffsarten geringfügig abgenommen, und die Verweildauer ist cum grano salis gleichgeblieben. Die Rate an permanent stimulationsbedürftigen, d. h. schrittmacherabhängigen Patienten wird nur noch bei den Aggregatwechseln ermittelt und nimmt dort über die Jahre betrachtet kontinuierlich zu. Der Anteil an jungen Patienten (<60 Jahre) hat in allen Eingriffsklassen abgenommen. Dies trifft auch für die Revisionen bei betagten Patienten (>90 Jahre) zu, wohingegen deren Anteil bei den Neuimplantationen und v. a. bei den Aggregatwechseln angestiegen ist. Bei den übrigen Ergebnissen

Tab. 4 Vollständigkeit der ausgewerteten Datensätze bzw. Krankenhäuser im Jahr 2018

Datenbasis 2018	Soll	Ist [1]	Vollständigkeit (%)
Krankenhäuser			
09/1 Implantationen	1090	1085	99,3
09/2 Aggregatwechsel	917	916	99,9
09/3 Revisionen/Systemwechsel/ Explantationen	897	891	99,2
Eingriffe			
09/1 Implantationen	75.466	75.522	100,1
09/2 Aggregatwechsel	15.851	16.068	101,4
09/3 Revisionen/Systemwechsel/ Explantationen	10.942	10.965	100,2

Die Angaben zur Anzahl der meldenden Krankenhäuser und zur Menge der Datensätze in **Tab. 4** weichen von den Einträgen in **Tab. 1** ab, da auch Minimaldatensätze mitgezählt werden

Tab. 5 Demografische Daten zu Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen/
Systemwechsel/Explantationen

		2016	2017	2018
09/1 Implanta- tionen	Anzahl Eingriffe	77.188	77.283	75.437
	– Im Mittel je Institution	69,5	70,1	69,5
	Männliche Patienten	56,0 %	56,7 %	56,9 %
	Weibliche Patienten	44,0 %	43,3 %	43,1 %
	Patienten <60 Jahre	6,0 %	6,2 %	6,0 %
	Patienten 90 Jahre und älter	5,0 %	5,4 %	5,5 %
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	4,6	4,6	4,5
09/2 Aggregat- wechsel	Anzahl Eingriffe	18.575	17.085	16.061
	– Im Mittel je Institution	19,4	17,9	17,5
	Männliche Patienten	52,3 %	52,7 %	52,8 %
	Weibliche Patienten	47,7 %	47,3 %	47,2 %
	Patienten <60 Jahre	5,1 %	5,2 %	5,0 %
	Patienten 90 Jahre und älter	13,2 %	13,3 %	14,0 %
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	1,8	1,8	1,7
09/3 Revi- sionen, System- wechsel, Explan- tationen	Kein Eigenrhythmus	19,9 %	20,3 %	21,6 %
	Anzahl Eingriffe	11.822	11.383	10.933
	– Im Mittel je Institution	12,8	12,3	12,3
	Männliche Patienten	55,0 %	55,0 %	55,1 %
	Weibliche Patienten	45,0 %	45,0 %	44,9 %
	Patienten <60 Jahre	10,2 %	10,8 %	10,3 %
	Patienten 90 Jahre und älter	6,0 %	6,2 %	5,6 %
	Mittlere postoperative Verweildauer (Tage)	4,9	4,9	5,0

zeigen sich allenfalls marginale Veränderungen (**Tab. 5**).

Implantationen

EKG-Indikation zur Schrittmacher-implantation

Bei den Indikationen zur Schrittmacher-implantation haben im Jahr 2018 die Indikationsgruppen AV-Block und die Indikationen zur CRT in Absolutzahlen erneut zugenommen, alle anderen Indikationsgruppen haben abgenommen oder sind nahezu gleichgeblieben. Bei der relativen Verteilung ergeben sich die gleichen Verschiebungen (**Tab. 6**).

Die Leitlinienkonformität ist im Jahr 2018 mit 92,77 % im Vergleich zu 2017 mit 92,75 % unverändert geblieben. Bezogen auf die einzelnen Indikationen liegt die Leitlinienkonformität für die AV-Blockierungen ≥ 2 . Grades und die Bradykardie mit permanentem Vorhofflimmern bei über 97 %, für die Sinusknotenerkrankung bei knapp über 90 % und für alle anderen Rhythmusstörungen unter 90 % [1]. Als mögliche Erklärung für die geringere Leitlinienkonformität bei den unter 90 % liegenden Ergebnissen ist neben dem vergleichsweise selteneren Auftreten dieser Rhythmusstörungen die bisweilen herausfordernde Umsetzung von Leitlinientexten in Parameter für die externe Qualitätssicherung zu nennen.

Auswahl der Schrittmachersysteme

Die Auswahl der Schrittmachersysteme zeigt weiterhin, dass in der täglichen Praxis überwiegend VVI-Systeme oder DDD-Systeme implantiert werden (**Abb. 1**). Dabei hat die Zahl der VVI-Systeme weiter abgenommen und die Zahl der CRT-Systeme mit Vorhofsonde erneut leicht zugenommen.

Die Leitlinienkonformität bei der Systemauswahl liegt weiterhin bei über 98 % [1].

Die Hersteller der verwendeten Aggregate werden seit 2017 ebenso wie die Polarität und die Fixationsmechanismen der verwendeten Sonden nicht mehr erfasst. Dies wird sich auch so schnell nicht ändern, da das in der Umsetzung be-

Tab. 6 Führende EKG-Indikationen zur SM-Implantation in Absolutzahlen sowie in Prozent im Vergleich zum Vorjahr

EKG Befunde	2017		2018	
	n	%	n	%
AV-Block	35.310	45,7	35.415	46,9
Sick-Sinus-Syndrom (SSS) ^a	26.981	34,9	25.781	34,2
Vorhofflimmern	10.963	14,2	10.036	13,3
Schenkelblöcke	843	1,1	893	1,2
Indikation zu CRT	1910	2,5	2030	2,7
Sonstiges	1276	1,7	492	0,7
Fehlende Angaben	–	–	790	1,0
Summe	77.283	100	75.437	100

^aInklusive Bradykardie-Tachykardie-Syndrom (BT bei paroxysmalem/persistierendem Vorhofflimmern)

Tab. 7 Venöser Zugang bei Schrittmacherimplantationen 2018 im Vergleich zu den Vorjahren

Venöser Zugang	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
V. cephalica	30.464	39,5	30.796	39,9	30.317	40,2
V. subclavia	49.630	64,3	49.232	63,7	47.484	63,0
Andere	1500	1,9	1697	2,2	2085	2,8

Tab. 8 Operationszeiten in Minuten bei Implantationen 2017 und 2018 (bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe zur Operationsdauer >0)

SM-System	2017	2018	
	Median	n	Median
1-Kammer	37	12.623	36
2-Kammer	51	58.372	50
CRT	90	4233	90
Gesamt	50	75.228	N/A

MW Mittelwert

Tab. 9 Dosisflächenprodukt 2018 im Vergleich zu den Vorjahren

Dosisflächenprodukt (cGy × cm ²)			
	2016	2017	2018
MW	1097	887	778
Median	450	395	356
75. Perzentil	1000	893	805

Tab. 10 Ergebnisse der Reizschwellenmessungen und Bestimmungen der intrakardialen Signalamplituden bei Implantationen (jeweils bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe)

Sonde/ Messung		2017	2018		
		Median	n	MW	Median
Vorhofsonde	Reizschwelle (V)	0,8	54.995	0,8	0,7
	P-Wellen-Amplitude (mV)	2,8	60.238	3,1	2,8
Ventrikel	Reizschwelle (V)	0,6	75.131	0,7	0,6
	R-Wellen-Amplitude (mV)	11,8	72.658	12,4	11,6
LV-Sonde	Reizschwelle (V)	1,0	4342	1,1	1,0
	R-Wellen Amplitude (mV)	k. A.		Keine Angaben	

MW Mittelwert, SD Standardabweichung

findliche Implantateregister Deutschland nicht nur seit dem 26. Mai 2020 in die Zuständigkeit des Bundesministeriums für Gesundheit (BMG) übergegangen ist, sondern auch die initial geplante Aufnahme des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillator-Registers in das übergeordnete deutsche Register verschoben wurde.

Operationsdaten

Nachdem die Ergebnisse beim venösen Zugang bis 2016 den gleichen Trend in die falsche Richtung zeigten, hat im Jahr 2018 die Verwendung der V. cephalica als venöser Zugang erneut zumindest relativ zugenommen (■ Tab. 7). Die Zahl der Institutionen, in denen die Präparation der V. cephalica überhaupt nicht gelingt, wurde auch in 2018 (noch) nicht ausgewertet. Wir wissen aber immerhin, dass im Vergleich zu 2017 die Zahl der Patienten, bei denen ausschließlich die V. subclavia als Zugangsweg verwendet wurde, in 2018 sowohl absolut von 44.923 auf 43.176 als auch relativ von 58,13 % auf 57,23 % abgenommen hat. Dass der Zugangsweg über die V. subclavia durch eine höhere Rate an methodenimmanenten Komplikationen belastet ist und damit die Patientensicherheit kompromittiert, wird seit Jahren an dieser Stelle erwähnt und scheint als Botschaft seit 2017 angekommen zu sein. Zu der Entscheidung, den venösen Zugangsweg als Qualitätsindikator zu verwenden, wie dies z. B. in Hessen der Fall ist, hat sich das IQTIG bislang für die Bundesauswertung nicht durchringen können.

Die Operationszeiten sind in ■ Tab. 8 dargestellt, sie sind im Vergleich zum Vorjahr nahezu unverändert geblieben, aber leider auch immer schlechter vergleichbar, da seit 2018 keine Mittelwerte mehr angegeben werden. Zudem wird seit 2018 auf die Publikation des Median für alle Eingriffe verzichtet.

Die Konstanz der Ergebnisse wird jedoch bestätigt, wenn man die Ergebnisse für die einzelnen Perzentilen der Operationszeiten aus dem Jahr 2017 (■ Abb. 2) mit den Resultaten aus dem Jahr 2018 (■ Abb. 3) vergleicht.

Diese für den Leser der vergangenen Registerberichte etwas ungewohnte

Abb. 1 ▲ Prozentuale Verteilung der Schrittmachersysteme bei Implantation 2018 im Vergleich zu den Vorjahren

Abb. 2 ▲ Perzentile der Operationszeiten im Jahr 2017. (Beispiel: Im Jahr 2017 waren 5 % aller 1-Kammer-Implantationen nach 18 min beendet)

Abb. 3 ▲ Perzentile der Operationszeiten im Jahr 2018. (Beispiel: Im Jahr 2018 waren 5 % aller 1-Kammer-Implantationen nach 18 min beendet)

Darstellung der Ergebnisse ist der Tatsache geschuldet, dass die Ergebnisse nach der zuvor üblichen Auswertung [2] nicht mehr angegeben werden.

Die Auswertungen des Dosisflächenprodukts sind **Tab. 9** zu entnehmen. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass die Strahlenbelastung für Patienten und Operateure erfreulicherweise weiter abnimmt.

An der Konstanz der Ergebnisse für die Reizschwellenbestimmung sowie für die Ermittlung der intrakardialen Signalamplituden hat sich auch 2018 nichts geändert (**Tab. 10**). Seit 2017 werden die Ergebnisse der Amplitudenhöhe des linksventrikulären Signals nicht mehr erhoben.

Die Ergebnisse bei den perioperativen Komplikationen zeigen weiter nur wenig Veränderungen und haben insgesamt wieder leicht zugenommen (**Abb. 4**; **Tab. 11**). Allerdings sind die Komplikationsarten Asystolie und Kammerflimmern in 2018 weggefallen. Dafür ist die Komplikationsart kardiopulmonale Reanimation hinzugekommen, wobei die kardiopulmonale Reanimation genau genommen keine Komplikation, sondern den Versuch der Verhinderung einer solchen darstellt.

Für die Sondendislokationen und die Sondendysfunktionen sind die Ergebnisse detaillierter in **Tab. 12** dargestellt. Es zeigt sich weiter eine Zunahme der Dislokationen einer Vorhofsonde, wohingegen die Dislokation von Ventrikelsonden und die Dysfunktion von Vorhofsonden zurückgegangen sind.

Auf die an dieser Stelle üblicherweise dargestellten Ergebnisse der Sonderauswertungen für den Zusammenhang zwischen der Gesamtkomplikationsrate und dem venösen Zugangsweg sowie zwischen Fallzahlen und Komplikationen müssen wir bedauerlicherweise auch für das Jahr 2018 noch verzichten.

Aggregatwechsel

Die Zahl dieser Eingriffe ist im Jahr 2018 wie im Vorjahr um ca. 1000 Operationen zurückgegangen (**Tab. 1**).

Die Detailgenauigkeit der Auswertungen hat auch bei den Laufzeiten nachgelassen, so werden die Unterschiede je

Abb. 4 ▲ Überblick über die perioperativen Komplikationen nach Implantation

Abb. 5 ▲ Chirurgisches Vorgehen bei der Sondenrevision. (Bezug: alle postoperativ funktionell aktiven Sonden, an denen ein Eingriff vorgenommen wurde)

Abb. 6 ▲ Implantationen pro 1 Mio. Einwohner im internationalen Vergleich

nach Schrittmachersystem oder -hersteller nicht mehr ausgewertet. Damit wird ein aus Sicht des Arztes und vermutlich aus der Sicht der Patienten wichtiger Qualitätsaspekt der Therapie mit kardialen Rhythmusimplantaten nicht mehr beleuchtet.

Die absolute und relative Häufigkeit von Komplikationen nach Austauschoperationen ist nahezu gleich geblieben (■ Tab. 13). Die für das Jahr 2018 eingeführten Änderungen bei der Datenerfassung wurden bereits bei den Betrachtungen zu ■ Tab. 11 kommentiert.

Revisionen/Systemwechsel/Explantationen

Die Zahl der Krankenhäuser, die diese Eingriffe, die im Folgenden als Revisionen zusammengefasst werden, durchführen, hat im Jahr 2018 ebenso wie die Zahl der Revisionen im Vergleich zu den Vorjahren weiter abgenommen (■ Tab. 1).

Die Zahl der Revisionen bei Patienten, die zuvor am eigenen Hause operiert wurden, ist nahezu gleich geblieben (■ Tab. 14). Bei den Indikationen zur Revision hat sich die Entwicklung des Vorjahrs umgekehrt, und die Taschen- und Sondenprobleme werden häufiger, wohingegen die Schrittmacher-Aggregat-Probleme abnehmen (■ Tab. 15).

Bei der Detailbetrachtung der Schrittmacher-Aggregat-Probleme zeigt sich eine Zunahme der Fehlfunktionen/Rückrufe sowie der Zahl der Aggregataustauschoperationen im Rahmen einer Revision aus anderer Ursache (■ Tab. 16). Insbesondere Ersteres bedarf der weiteren Beobachtung.

Bei den Sondenproblemen im Vorhof bleibt die Dislokation mit Abstand die häufigste Komplikation und hat erneut deutlich an Zahl zugenommen, wohingegen bei der rechtsventrikulären Sonde Reizschwellen- und/oder Wahrnehmungsprobleme die häufigste Komplikation darstellen. Zahlenmäßig relevant traten zudem Infektionen sowie Sondenbrüche oder Isolationsdefekte auf (■ Tab. 17 und 18).

Etwas mehr als die Hälfte der Sondenrevisionen wird innerhalb des ersten Jahres nach der vorausgehenden Operati-

Tab. 11 Perioperative Komplikationen bei Implantationen in den Jahren 2016, 2017 und 2018 im Vergleich

Perioperative Komplikationen	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
Asystolie	104	0,1	105	0,1	k. A.	
Kammerflimmern	41	0,1	24	0,0		
Kardiopulmonale Reanimation	k. A.		k. A.		96	0,1
Pneumothorax	331	0,4	347	0,5	374	0,5
Perikarderguss	148	0,2	160	0,2	167	0,2
Taschenhämatom	100	0,1	94	0,1	68	0,1
Hämatothorax	35	0,1	43	0,1	35	0,1
Wundinfektion (CDC)	11	0,0	13	0,0	16	0,0
Sondendislokation	848	1,1	922	1,2	899	1,2
Sondendysfunktion	211	0,3	209	0,3	203	0,3
Sonstige interventionspflichtige Komplikation	87	0,1	84	0,1	99	0,1
Mindestens eine perioperative Komplikation	1805	2,3	1871	2,4	1868	2,5

Tab. 12 Perioperative Komplikationen bei Sonden in den Jahren 2016, 2017 und 2018 (jeweils bezogen auf alle Fälle mit dem jeweiligen Sondenproblem, z. B. im Jahr 2016 ereigneten sich 484 bzw. 57,1 % aller Sondendislokationen im Vorhof)

Sondenprobleme	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
<i>Dislokationen</i>						
Vorhofsonde	484	57,1	551	59,8	575	64,0
1. Ventrikelsonde	377	44,5	388	42,1	348	38,7
LV-Sonde	11	1,3	14	1,5	9	1,0
Beide Ventrikelsonden	0	0,0	0	0,0	0	0,0
<i>Dysfunktionen</i>						
Vorhofsonde	59	28,0	56	26,8	45	22,2
1. Ventrikelsonde	169	80,1	160	76,6	164	80,8
LV-Sonde	3	0,5	6	2,9	5	2,5
Beide Ventrikelsonden	0	0,0	0	0,0	0	0,0

Tab. 13 Perioperative Komplikationen bei Aggregatwechseln

Art der Komplikation	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
Asystolie	5	0,03	7	0,04	k. A.	
Kammerflimmern	3	0,02	0	0,00		
Kardiopulmonale Reanimation	k. A.		k. A.		5	0,03
Taschenhämatom	20	0,11	16	0,09	10	0,08
Wundinfektion (CDC)	3	0,02	≤3	0,01	≤3	0,02
Sonstige interventionspflichtige Komplikation	16	0,09	10	0,06	11	0,07
Mindestens eine perioperative Komplikation	46	0,26	34	0,20	27	0,17

on durchgeführt, was als Ausdruck eines fortbestehenden prozeduralen Verbesserungspotenzials gedeutet werden kann (■ Tab. 19).

Bei der chirurgischen Korrektur von Sondenproblemen (■ Abb. 5) wird weiterhin sowohl im Vorhof aber insbesondere im Ventrikel eine Neuimplantation bevorzugt.

Daten für das Vorgehen bei der Explantation funktionsloser Sonden, das wir bislang in einer eigenen Abbildung dargestellt haben, werden seit 2018 bei Revisionen von Herzschrittmachersonden nicht mehr erhoben.

Die Komplikationen nach Revisionsoperationen haben im Gegensatz zu den Vorjahren an absoluter und relativer Häufigkeit wieder zugenommen (■ Tab. 20). Die weiterhin unglaublich niedrige Rate an Infektionen nach Revisionen ist vermutlich zum größten Teil der kurzen stationären Verweildauer geschuldet, die eine Detektion der Infektion innerhalb eines stationären Aufenthalts verhindert.

Die Sterblichkeit ist weiter nach Neuimplantationen und Revisionen am höchsten, wobei die Ursache bei den Neuimplantationen nach wie vor nicht vollständig erklärbar ist; bei einem gewissen Anteil dieser Gruppe dürfte es sich um multimorbide Patienten handeln, die akut höhergradige Bradykardien entwickeln und konsekutiv einen Herzschrittmacher erhalten, aber im weiteren Verlauf an ihrer Grunderkrankung versterben. Demgegenüber ist die Beobachtung, dass die Sterblichkeit nach Revisionen höher ist als nach Austauschoperationen verständlich. Allerdings ist bei allen Ergebnissen zur Sterblichkeit zu bedenken, dass nicht der Tod aufgrund der Prozedur, sondern die Sterblichkeit während des stationären Aufenthalts ermittelt wird.

Im Vergleich zu den Vorjahren haben sich die Ergebnisse kaum verändert, die kontinuierliche Zunahme der Sterblichkeit nach Revisionen bedarf allerdings der weiteren Beobachtung (■ Tab. 21).

Tab. 14 Ort des letzten Eingriffs, welcher der Revisionsoperation vorausging

Ort des letzten Eingriffs vor der aktuellen Operation	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
Eigene Institution, stationär	7353	62,2	7083	62,2	6875	62,9
Eigene Institution, ambulant	68	0,6	79	0,7	59	0,5
Andere Institution, stationär	4253	36,0	4099	36,0	3903	35,7
Andere Institution, ambulant	148	1,3	122	1,1	96	0,9
Alle Eingriffe	11.822	100	11.383	100	10.933	100

Tab. 15 Indikation zur Revisionsoperation (Mehrfachnennung möglich, ab 2016 zudem 2 neue, zusätzliche Schrittmacher-Aggregat-Probleme: vorzeitiger Aggregataustausch anlässlich einer Revisionsoperation/eines Systemwechsels und sonstige aggregatbezogene Indikation)

Indikation zur Revision	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
Schrittmacher-Aggregat-Problem	4711	33,7	5040	36,1	4930	33,9
Taschenproblem	1702	12,2	1645	11,8	1784	12,3
Sondenproblem	7559	54,1	7280	52,1	7837	53,9

Tab. 16 Indikation zur Revisionsoperation bei Schrittmacher-Aggregat- oder Taschenproblemen bzw. Systemumwandlungen (Mehrfachnennungen möglich)

Schrittmacher-Aggregat-Problem	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
Batterieerschöpfung	3090	48,2	2925	43,8	2915	43,4
Fehlfunktion/Rückruf	68	1,1	189	2,8	156	2,3
Aggregataustausch bei Revision	820	12,8	1063	15,9	1021	15,2
Anderes Aggregatproblem	733	11,4	863	12,9	838	12,5
Taschenhämatom	107	1,7	91	1,4	101	1,5
Infektion	726	11,3	716	10,7	862	12,8
Aggregatperforation	257	4,0	212	3,2	212	3,2
Anderes Taschenproblem	612	9,5	626	9,4	609	9,1
Summe	6413	100	6685	100	6714	100

Tab. 17 Indikationen zur Revisionsoperation bei Sondenproblemen. (Eine Anzahl von ≤ 3 wird nicht mehr gesondert ausgewiesen)

Sondenprobleme 2018	Sonde		
	Vorhof	Ventrikel RV	Ventrikel LV
Dislokation	1576	947	61
Sondenbruch/Isolationsdefekt	375	749	22
Fehlerhafte Konnektion	73	72	≤ 3
Zwerchfell/Pektoralisucken	24	100	19
Inhibition durch Muskelpotentiale/Oversensing	76	140	≤ 3
Wahrnehmungsfehler/Undersensing	128	220	4
Stimulationsverlust/Reizschwellenanstieg	421	1961	41
Infektion	726	825	95
Myokardperforation	66	248	5
Sonstige	273	271	39
Summe	3738	5533	292

Kommentar mit internationalem Vergleich

Datenbasis

Traditionsgemäß werden an dieser Stelle die Daten aus Deutschland mit anderen europäischen Registerberichten verglichen. Für das Jahr 2018 liegen wiederum Berichte aus der Schweiz und Schweden vor [3, 4], zudem haben auch die Dänen wieder einen Bericht publiziert [5].

Die Berichte der European Heart Rhythm Association (EHRA) [6] sowie der britischen Kollegen [7] sind offensichtlich seit Publikation der Daten von 2017 nicht mehr fortgeführt worden. Überdies waren die Daten wegen ihrer Unvollständigkeit sowie der unterschiedlichen Datenaufbereitung für einen Vergleich nicht geeignet.

Der Vergleich der Datenbasis zeigt das bekannte Bild: In Deutschland werden sowohl absolut (■ Tab. 22) als auch relativ die meisten Schrittmacher implantiert (■ Abb. 6). Die Zahl der Neuimplantationen pro Einrichtung ist insbesondere in Dänemark, aber auch in Schweden deutlich höher als in der Schweiz oder in Deutschland. In allen Ländern außer in Deutschland, wo ein Rückgang der Implantationszahlen zu beobachten ist, steigen die Implantationsraten nur noch in geringem Ausmaß an.

Die hohe Implantationsrate in Deutschland lässt sich seit Jahren mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht plausibel erklären. Das Alter der Patienten bietet bei weitestgehend vergleichbarer Altersstruktur weiterhin keinen Anhalt. Im Vergleich zum Vorjahr ist der Anteil der Hochbetagten in der Schweiz wieder gesunken, in Schweden gleich geblieben und in Deutschland leicht angestiegen (■ Abb. 7).

EKG-Indikationen zur Schrittmachertherapie

Beiden EKG-Indikationen (■ Abb. 8) gibt es kaum Veränderungen: Der AV-Block ist weiterhin in allen 4 Ländern die häufigste Bradykardieform, und die Sinusknotenerkrankungen sind in Deutschland weiterhin vergleichsweise häufiger

Tab. 18 Relative Häufigkeit der Indikationen zur Revisionsoperation bei Sondenproblemen. (Prozentzahlen bezogen auf die Summe der Probleme der jeweiligen Sonde)

Sondenprobleme 2018	Sonde		
	Vorhof (%)	Ventrikel RV (%)	Ventrikel LV (%)
Dislokation	42,2	17,1	20,9
Sondenbruch/Isolationsdefekt	10,0	13,5	7,5
Fehlerhafte Konnektion	2,0	1,3	1,0
Zwerchfell/Pektoraliszucken	0,6	1,8	6,5
Inhibition durch Muskelpotentiale/Oversensing	2,0	2,5	1,0
Wahrnehmungsfehler/Undersensing	3,4	4,0	1,4
Stimulationsverlust/Reizschwellenanstieg	11,3	35,4	14,0
Infektion	19,4	14,9	32,5
Myokardperforation	1,8	4,5	1,3
Sonstige	7,3	4,9	13,4

Tab. 19 Zeitlicher Abstand der Revisionsoperation bei Sondenproblemen aller Art zum vorausgehenden Eingriff

Zeitpunkt	Vorhofsonde		RV-Sonde		LV-Sonde	
	n	%	n	%	n	%
≤1 Jahr	2888	53,7	3029	50,6	142	46,9
>1 Jahr	2454	45,6	2913	48,7	158	52,1
Unbekannt	35	0,7	41	0,7	3	1,0

Tab. 20 Perioperative Komplikationen bei Revision, Systemumstellung, Explantation

Art der Komplikation	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
Asystolie	13	0,11	11	0,10	k. A.	
Kammerflimmern	6	0,05	7	0,06		
Kardiopulmonale Reanimation	k. A.		k. A.		17	0,16
Pneumothorax	27	0,23	34	0,30	22	0,20
Hämatothorax	8	0,07	12	0,11	9	0,08
Perikarderguss	15	0,13	16	0,14	24	0,22
Taschenhämatom	30	0,25	15	0,13	17	0,16
Sondendislokation	57	0,48	54	0,47	51	0,69
Sondendysfunktion	26	0,22	16	0,14	30	0,40
Wundinfektion	5	0,04	6	0,05	≤3	0,03
Sonstige Komplikation	23	0,19	18	0,16	27	0,25
Mindestens eine perioperative Komplikation	196	1,66	176	1,55	203	1,86

Tab. 21 Sterblichkeit im Krankenhaus bei Implantationen, Aggregatwechseln und Revisionen/ Systemwechseln/Explantation 2018 im Vergleich zu den Ergebnissen in 2016 und 2017

Tod bei oder nach	2016		2017		2018	
	n	%	n	%	n	%
Erstimplantation	1108	1,44	1144	1,44	1040	1,38
Aggregatwechsel	36	0,19	42	0,25	28	0,17
Revision, Systemwechsel oder Explantation	185	1,56	183	1,61	194	1,77

als in anderen Ländern eine Indikation zur Schrittmachertherapie.

Schrittmachersystemauswahl

Nachdem AAI-Systeme so gut wie gar nicht mehr implantiert werden, und auch bei VDD-Systemen mit Ausnahme der Schweiz (1,3 %) keine nennenswerten Implantationsraten mehr berichtet werden, sind in **Abb. 9** nur die Implantationsraten an VVI-, DDD- und CRT-Systemen aufgeführt. Zahlen über die Verwendung von Leadless-Schrittmachersystemen lagen in 2018 nur für Dänemark und Schweden vor. VVI-Systeme werden in Dänemark und in der Schweiz am häufigsten implantiert, DDD-Systeme in Schweden und Deutschland am häufigsten verwendet, wohingegen die Rate der Implantationen von CRT-Systemen in Dänemark vergleichsweise am niedrigsten von allen 4 Ländern ist.

Operationsdaten

Bei der Verwendung der V. cephalica zum Sondenvorschub gibt es auch im Jahr 2018 wenig Veränderungen, in Schweden ist die Rate gleich geblieben, in der Schweiz und in Deutschland hat sie geringfügig zugenommen. Die Schweden verwenden weiterhin die V. cephalica deutlich häufiger als die Deutschen und diese wiederum häufiger als die Schweizer (**Tab. 23**). Die Dänen stellen die Verwendung der V. cephalica zusammen für alle Rhythmusimplantate (Herzschrittmacher und ICD) als Ratio von V. cephalica zu V. subclavia dar. Demnach wurde im Jahr 2018 die V. cephalica 2,32-mal und damit mehr als doppelt so häufig für den Sondenvorschub verwendet wie die V. subclavia.

Bei den Operationszeiten bleiben die Schweden weiterhin – mit Ausnahme der VVI-Systeme – schneller als die Deutschen und diese wiederum schneller als die Eidgenossen. Die deutsche Auswertung unterteilt bei den 1-Kammer-Systemen nicht mehr nach AAI- und VVI, so dass die entsprechenden Zahlen nur eingeschränkt vergleichbar sind (**Abb. 10**).

Die Auswahl der Vorhof- und Ventrikelsonden zeigt über die Jahre hinweg

Abb. 7 ▲ Anteil älterer Patienten ≥ 80 Jahre (Schweiz ≥ 81 Jahre) an allen Patienten, bei denen ein Herzschrittmacherin 2018 implantiert wurde, im Vergleich

Abb. 8 ▲ EKG-Indikationen im internationalen Vergleich. (SSS Sick-Sinus-Syndrom inkl. BTS, VHF bradykardes Vorhofflimmern, Sonstige sonstige Rhythmusstörungen)

Abb. 9 ▲ Auswahl des Schrittmachersystems im Vergleich. SSI 1-Kammer-System (AAI oder VVI)

ein nahezu unverändertes Bild bzw. einen unveränderten Trend: Es werden fast ausschließlich bipolare Sonden verwendet, die im Vorhof fast immer und im Ventrikel über die Jahre zunehmend über aktive Fixationsmechanismen verfügen. Da diese Daten in Deutschland seit 2017 nicht mehr erfasst werden, ist kein Vergleich mit anderen Ländern möglich.

Zusammenfassung und Ausblick

Seit Jahren wurden die Registerberichte traditionell abgeschlossen durch die Betrachtung von drei Ergebnissen, die man als Indikatoren für unterschiedliche Aspekte der Therapie mit Herzschrittmachern bewerten konnte. Die Ergebnisse waren jeweils Resultate von Sonderauswertungen durch die BQS, das AQUA-Institut oder das IQTIG. Momentan bemühen wir uns, diese Daten im Rahmen der sekundären Datennutzung zu erhalten (s. auch Einleitung), müssen sie aber noch, wie in den Jahren 2015 bis 2017, auch in 2018 schuldig bleiben, hoffen aber, dass sie in naher Zukunft wieder zur Verfügung stehen werden.

Die Zusammenfassung dieses Registerberichts Herzschrittmacher schließt bei den anderen Aspekten erneut nahtlos an die Berichte der vergangenen Jahre an:

1. Die Implantationszahlen in Deutschland zählen weltweit mit zu den höchsten und haben sich auf hohem Niveau stabilisiert.
2. Indikation und Systemauswahl erfolgen mit hoher Leitlinienkonformität, die 2018 wieder die gewohnt hohen Prozentzahlen erreicht.
3. Ob Institutionen mit hohem Operationsvolumen schneller und mit weniger Komplikationen operieren, wissen wir auch in 2018 leider nicht, es wird aber wohl so geblieben sein, und
4. die Rate an Revisionsoperationen, insbesondere aufgrund von Sondenproblemen wie der Dislokation oder dem Reizschwellenanstieg, bleibt hoch, nimmt aber langsam und kontinuierlich ab.

Zum Schluss dieses ersten Teils des Berichts 2018 sei wieder allen, die bei der

Tab. 22 Datenbasis im internationalen Vergleich

	Dänemark ^a	Schweiz ^b	Schweden ^c	Deutschland ^d
Meldende Institutionen	15	72	43	1085
Implantierende Institutionen	15	73	43	1085
Erstimplantationen	4320	5556	7392	75.437
– Im Mittel je Institution	493	76	172	70
– Pro 1 Mio. Einwohner	747	650	711	909
Folgeeingriffe	1161	1538	2766	26.994
Verhältnis Erstimplantation/ Folgeeingriffe	6,37	3,61	2,67	2,79
Summe	8553	7094	10.158	102.431

^aEinwohner in Dänemark am 31.12.2018: 5.781.190 (Quelle: [8])

^bEinwohner in der Schweiz am 31.12.2018: 8.544.530 (Quelle: [9])

^cEinwohner in Schweden am 31.12.2018: 10.230.190 (Quelle: [10])

^dEinwohner in Deutschland am 31.12.2018: 83.019.200. (Quelle: [11])

Tab. 23 Prozentuale Verteilung venöser Zugänge bei Neuimplantationen im Vergleich

	Schweiz (%)	Schweden (%)	Deutschland (%)
V. cephalica	28,3	50,1	37,9
V. subclavia	55,2	33,9	59,4
Andere	16,5	16,0	2,6

Abb. 10 ▲ Vergleich der mittleren Operationsdauer für verschiedene Systeme. (Für Deutschland wurden alle 1- und 2-Kammer-Systeme als VVI bzw. DDD zusammengefasst, in der Schweiz werden VVI- und VDD-Systeme zusammengefasst)

Erstellung 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 Verbesserungspotenzial die Lektüre dieses Berichts dabei hilft, die Größe des Problems zu reduzieren.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. A. Markewitz, OTA a.D.

Am Goldberg 24, 56170 Bendorf, Deutschland
AndreasMarkewitz@gmx.de

Mitglieder der Bundesfachgruppe Herzschrittmacher. Für die Bundesärztekammer: Prof. Dr. S. Behrens (Berlin); Prof. Dr. C. Kolb (München); Für die Deutsche Krankenhausgesellschaft: Prof. Dr. B. Lemke (Lüdenscheid); Prof. Dr. G. Fröhlig (Homburg/Saar); Für den GKV-Spitzenverband: Dr. F. Noack (Hamburg); Dr. J. van Essen (Oberursel); Für die Deutsche Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufforschung: Prof. Dr. C. Stellbrink (Bielefeld); Für die Deutsche Gesellschaft für Thorax-, Herz- und Gefäßchirurgie: Dr. H. Burger (Bad Nauheim); Für das IQTIG: Prof. Dr. A. Markewitz (Bendorf); Prof. Dr. U. Wiegand (Remscheid); Als Landesvertreter: Dr. S. Macher-Heidrich (Düsseldorf); Prof. Dr. B. Nowak (Frankfurt a.M.); Für den Deutschen Pflegerat: B. Pätzmann-Sietas (Stade); Als Patientenvertreter: M. Kollmar (Eppelheim); W.-H. Müller (Stuttgart)

Einhaltung ethischer Richtlinien

Interessenkonflikt. A. Markewitz gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Für diesen Beitrag wurden von den Autoren keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.

Literatur

1. Institut für Qualitätssicherung und Transparenz im Gesundheitswesen (2020) Herzschrittmacherversorgung (HSM). <https://iqtig.org/qs-verfahren/hsm/>. Zugriffen: 30. Sept. 2020
2. German Pacemaker Register (2020) Webpräsenz. <https://pacemaker-register.de/>. Zugriffen: 30. Sept. 2020
3. Schweizerische Stiftung für Rhythmologie (2020) Jahresstatistiken. http://www.rhythmologie-stiftung.ch/statistiken_de.html. Zugriffen: 1. Okt. 2020
4. Swedish ICD and Pacemaker Registry (2020) Dokumentbank. <https://www.pacemakerregistret.se/icdpmr/docbank.do>. Zugriffen: 1. Okt. 2020
5. Danish Pacemaker and ICD Register (2019) Danish pacemaker and ICD register annual report. https://www.sundhed.dk/content/cms/21/109821_dpri_annual_report-2018.pdf. Zugriffen: 30. Sept. 2020

Tabellenverzeichnis

- Tab. 1: Übersicht ausgewerteter Datensätze im Vergleich zum Vorjahr
Tab. 2: Operationsvolumina (Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen) der meldenden Krankenhäuser
Tab. 3: Vollständigkeit der ausgewerteten Datensätze bzw. Krankenhäuser im Jahr 2017
Tab. 4: Vollständigkeit der ausgewerteten Datensätze bzw. Krankenhäuser im Jahr 2018
Tab. 5: Demografische Daten zu Implantationen, Aggregatwechsel und Revisionen/Systemwechsel/Explantationen
Tab. 6: Führende EKG-Indikationen zur SM-Implantation in Absolutzahlen sowie in Prozent im Vergleich zum Vorjahr
Tab. 7: Venöser Zugang bei Schrittmacherimplantationen 2018 im Vergleich zu den Vorjahren
Tab. 8: Operationszeiten in Minuten bei Implantationen 2017 und 2018 (bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe zur Operationsdauer >0)
Tab. 9: Dosisflächenprodukt 2018 im Vergleich zu den Vorjahren
Tab. 10: Ergebnisse der Reizschwellenmessungen und Bestimmungen der intrakardialen Signalamplituden bei Implantationen (jeweils bezogen auf alle Fälle mit gültiger Angabe)
Tab. 11: Perioperative Komplikationen bei Implantationen in den Jahren 2016, 2017 und 2018 im Vergleich
Tab. 12: Perioperative Komplikationen bei Sonden 2016, 2017 und 2018 (jeweils bezogen auf alle Fälle mit dem jeweiligen Sondenproblem, z. B. im Jahr 2016 ereigneten sich 546 bzw. 55,9 % aller Sondendislokationen im Vorhof)
Tab. 13: Perioperative Komplikationen bei Aggregatwechseln
Tab. 14: Ort des letzten Eingriffs, welcher der Revisionsoperation vorausging
Tab. 15: Indikation zur Revisionsoperation (Mehrfachnennung möglich, ab 2016 zudem 2 neue, zusätzliche Schrittmacher-Aggregat-Probleme: vorzeitiger Aggregataustausch anlässlich einer Revisionsoperation/eines Systemwechsels und sonstige aggregatbezogene Indikation)
Tab. 16: Indikation zur Revisionsoperation bei Schrittmacher-Aggregat- oder Taschenproblemen bzw. Systemumwandlungen (Mehrfachnennungen möglich)
Tab. 17: Indikationen zur Revisionsoperation bei Sondenproblemen. (Eine Anzahl von <3 wird nicht mehr gesondert ausgewiesen)
Tab. 18: Relative Häufigkeit der Indikationen zur Revisionsoperation bei Sondenproblemen. (Prozentzahlen bezogen auf die Summe der Probleme der jeweiligen Sonde)
Tab. 19: Zeitlicher Abstand der Revisionsoperation bei Sondenproblemen aller Art zum vorausgehenden Eingriff
Tab. 20: Perioperative Komplikationen bei Revision, Systemumstellung, Explantation
Tab. 21: Sterblichkeit im Krankenhaus bei Implantationen, Aggregatwechseln und Revisionen/Systemwechseln/Explantationen 2018 im Vergleich zu den Ergebnissen in 2016 und 2017
Tab. 22: Datenbasis im internationalen Vergleich
Tab. 23: Prozentuale Verteilung venöser Zugänge bei Neuimplantationen im Vergleich

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: Prozentuale Verteilung der Schrittmachersysteme bei Implantation 2018 im Vergleich zu den Vorjahren
Abb. 2: Perzentile der Operationszeiten im Jahr 2017. (Beispiel: Im Jahr 2017 waren 5 % aller 1-Kammer-Implantationen nach 18 min beendet)
Abb. 3: Perzentile der Operationszeiten im Jahr 2018. (Beispiel: Im Jahr 2018 waren 5 % aller 1-Kammer-Implantationen nach 18 min beendet)
Abb. 4: Überblick über die perioperativen Komplikationen nach Implantation
Abb. 5: Chirurgisches Vorgehen bei der Sondenrevision
Abb. 6: Implantationen pro 1 Mio. Einwohner im internationalen Vergleich
Abb. 7: Anteil älterer Patienten ≥ 80 Jahre (Schweiz > 81 Jahre) an allen Patienten, bei denen ein Herzschrittmacher in 2018 implantiert wurde, im Vergleich
Abb. 8: EKG-Indikationen im internationalen Vergleich
Abb. 9: Auswahl des Schrittmachersystems im Vergleich
Abb. 10: Vergleich der mittleren Operationsdauer für verschiedene Systeme. (Für Deutschland wurden alle 1- und 2-Kammer-Systeme als VVI bzw. DDD zusammengefasst, in der Schweiz werden VVI- und VDD-Systeme zusammengefasst)

6. [https://www.escardio.org/Sub-specialty-communities/European-Heart-Rhythm-Association-\(EHRA\)/Research-and-Publications/The-EHRA-White-Books](https://www.escardio.org/Sub-specialty-communities/European-Heart-Rhythm-Association-(EHRA)/Research-and-Publications/The-EHRA-White-Books). Zugegriffen: 2. Okt. 2020
7. <https://www.nicor.org.uk/national-cardiac-audit-programme/cardiac-rhythm-management-arrhythmia-audit/>. Zugegriffen: 2. Okt. 2020
8. Eurostat (2020) Bevölkerung am 1. Januar. <https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=de&pcode=tps00001>. Zugegriffen: 1. Okt. 2020
9. Bundesamt für Statistik (2020) Bevölkerung. <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.html>. Zugegriffen: 1. Okt. 2020
10. Statistics Sweden (2020) Population and population changes 1749–2019. <http://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject-area/population/population-composition/population-statistics/pong/tables-and-graphs/yearly-statistics--the-whole-country/population-and-population-changes/>. Zugegriffen: 1. Okt. 2020
11. Destatis (2020) Bevölkerungsstand. https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Bevoelkerungsstand/Tabellen/_lrbev03.html. Zugegriffen: 1. Okt. 2020