



Steffen Gazarek · Christian Restle

Herzschrittmacher- Nachsorge für Einsteiger

EBOOK INSIDE

 Springer

Herzschrittmacher-Nachsorge für Einsteiger

Steffen Gazarek
Christian Restle

Herzschrittmacher- Nachsorge für Einsteiger

Mit einem Geleitwort von Dietrich Pfeiffer

Steffen Gazarek
Berlin, Deutschland

Christian Restle
Freiburg im Breisgau, Deutschland

ISBN 978-3-662-57904-6 ISBN 978-3-662-57905-3 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-57905-3>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2019

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlaggestaltung: deblik Berlin
Fotonachweis Umschlag: © yodiyim/stock.adobe.com

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature
Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

Geleitwort

Herzschrittmachertherapie ist das Eingreifen in die gestörte elektrische Herzsteuerung mithilfe elektronischer Implantate, um eine stabile und belastungsadäquate Herzleistung wieder herzustellen. Dazu ist eine genaue Kenntnis der normalen Erregungsphysiologie des Herzens, des gestörten Herzrhythmus und seiner Hämodynamik, aber ebenso eine solide Kenntnis der technischen Möglichkeiten und Grenzen des Herzschrittmachers erforderlich. Die manchmal weit über 10 Jahre stabile Funktionsfähigkeit von modernen Herzschrittmachern erfordert die sachkundige Kontrolle aller implantierten Systeme, aber ebenso und gar nicht selten die Anpassung der Elektrostimulation an Veränderungen der Pathologie im Verlauf.

Mit Herrn Dr. Steffen Gazarek verbindet mich Vieles; zahllose Diskussionen nicht leicht verständlicher Schrittmacher-EKGs, manche Analyse schwer nachvollziehbarer Reaktionen der Generatoren auf externe Störsignale oder Arrhythmien, wissenschaftliche Studien und nicht zuletzt fast 20 Jahre gemeinsamer Herzschrittmacher-Sachkundekurse, die ihm das ärztliche Verständnis von Schrittmachern und häufige ärztliche Fragen und mir manche Einsicht in technische Aspekte der Herzschrittmachertherapie vermittelt haben. Herr Dr. Gazarek hat sich ein Berufsleben als Medizintechniker hindurch mit den Algorithmen von Herzschrittmachern beschäftigt und ist bis heute vielen Zentren in Deutschland bei speziellen Problemen ein sachkundiger Diskussionspartner. Durch seine jahrzehntelange Erfahrung kann er die Schrittmacherkontrolle mit allen technischen und kardiologischen Facetten für den Anfänger und ebenso für den Fortgeschritten mit präzise formuliertem Text, an sorgfältig ausgewählten Beispielen und einprägsamen Abbildungen sachkundig, didaktisch überaus geschickt, nicht zuletzt unterhaltsam und damit für die tägliche Praxis einprägsam vermitteln. Damit enthält das Büchlein keine Sammlung von Kuriositäten, sondern es gibt das tägliche Leben in der Überwachung von Herzschrittmachern ausgewogen wieder.

Ich kann dem Buch nur weite Verbreitung unter Internisten, Kardiologen und unter allen den Ärzten wünschen, die sich für die Interaktion von Biologie und Technik interessieren oder die sich für Schrittmacherkontrolle im Rahmen ihrer Weiterbildung interessieren. Das vorliegende Buch basiert auf kaum weniger als einem Berufsleben an Erfahrung in der Herzschrittmachertherapie, in der Kommunikation mit zahllosen Ärzten zu diesem stets interdisziplinären, und selbst nach 60 Jahren Herzschrittmachertherapie noch immer nicht abgeschlossenen Thema.

Prof. em. Dr. med. D. Pfeiffer

Berlin, im August 2018

Vorwort

Nun ist es so weit. Auf dem Weg der kardiologischen Facharztausbildung müssen Sie eine Anzahl von Herzschrittmachernachsorgen durchführen und Ihre nächsten Wochen werden Sie in der Schrittmacherambulanz verbringen. Ihrem Kollegen haben Sie bereits etwas über die Schulter gesehen. Es scheint ja nicht so kompliziert zu sein mit der Schrittmachernachsorge, aber irgendwie ist dabei diese ganze Thematik immer noch recht rätselhaft geblieben. Also muss ein Fachbuch her!

Am ratsamsten ist es sicher, in einer gut sortierten Fachbuchhandlung zu suchen und die verschiedenen Bücher zum Thema persönlich in Augenschein zu nehmen. In diesem Augenblick, an dem ich mich daran setzte, das Ihnen gerade vorliegende Büchlein zu verfassen, sind etwa vier bis fünf aktuelle Titel zum Thema Herzschrittmacher im Handel erhältlich, darunter ein ganz exzellentes Werk, das die gesamte Schrittmachtherapie, man könnte sagen beinahe abschließend, behandelt. Es gibt darüber hinaus einige gute Nachschlagewerke, in denen man schnell zur einen oder anderen Funktion nachlesen kann.

Diese Bücher liegen übrigens alle auf meinem Schreibtisch, in den Literaturempfehlungen zu weiterführendem Lesen werden sie genannt. Man könnte meinen, es ginge mir wie jenem Kochbuchautoren, der zwei Kochbücher liest und ein drittes schreibt. Das würde ich sofort bestreiten: Das eine Buch ist mir für den Beginn zu detailliert, ein anderes setzt schon einiges an Wissen voraus und ein drittes könnte nach meinem Geschmack übersichtlicher sein.

Und so reifte der Plan, ein solches Schrittmacherbuch zu verfassen, mit dem ich mich auch gern selbst in die Schrittmachertechnik eingearbeitet hätte. Das Ergebnis liegt nun vor Ihnen.

Jedoch: Das meiste Wissen zu Schrittmachertherapie und -nachsorge kann man sich nicht anlesen, das muss man sich, mehr oder minder mühselig, erarbeiten. Stößt man dabei auf ein scheinbar rätselhaftes Schrittmacherproblem, ist es überaus hilfreich, den Rat eines erfahrenen Kollegen einholen zu können. Nur gibt es diesen leider oftmals nicht, oder er ist gerade nicht da.

Ein solch erfahrener Kollege möchte dieses Buch sein, sozusagen der Kollege in der Kitteltasche. So hoffe ich, dass Ihnen dieses Buch weniger eine Krücke ist, auf die Sie sich stützen wollen, als vielmehr Stützräder bei Ihrer Radtour in die Welt der Herzschrittmacher.

Steffen Gazarek

Berlin, im Winter 2018

Bedienungsanleitung für dieses Buch

Kernstück dieses Buches ist die Beschreibung der Schrittmachernachkontrolle. Diesem Hauptteil des Buches sind vorangestellt einige Kapitel, die sich mit allgemeinem Wissen zur Schrittmachertherapie befassen, aber auch Kapitel zum „Grundwortschatz“ der Schrittmachertherapie, z. B. eine Darstellung des Schrittmachercodes und der Funktionsmodi.

Ergänzend werden einige Spezialfunktionen dargestellt, die über den einfachen Schrittmachercode hinausgehen sowie ein Kapitel zu Störbeeinflussungen, die in der Praxis immer wieder nachgefragt werden.

In der Regel ist der Ablauf einer Schrittmachernachkontrolle schnell und reibungslos, so dass von einem Nachsorgeschrift schnell zum nächsten übergegangen werden kann. Diesem Umstand wird im Nachsorgekapitel Rechnung getragen: Die einzelnen Schritte sind kurz und knapp gefasst.

Tritt jedoch während der Nachkontrolle ein wie auch immer geartetes Problem auf, sind weiterführende Informationen notwendig. Aus diesem Grund ist jedem kurzen Nachsorgekapitel ein vertiefendes Kapitel zur Seite gestellt.

Es ist beabsichtigt, dass man an jeder Stelle des Buches die Lektüre beginnen kann, ohne zwingend auf die Vorkapitel angewiesen zu sein. Im Laufe der Zeit wird der Leser es wohl mehrfach gelesen haben. Um den Preis, gerade zu Beginn der Beschäftigung mit der Schrittmachertherapie, nicht ständig zwischen den Kapiteln hin- und herspringen zu müssen – denn alles hängt irgendwie mit allem zusammen – sind einige Redundanzen nicht zu vermeiden gewesen.

Hin und wieder werden in diesem Buch die EKG-Begriffe P-Welle oder R-Zacke verwendet. Auch in dem Zusammenhang, dass ein Herzschrittmacher im Vorhof bzw. im Ventrikel stimuliert oder Elektrogramme wahrgenommen hat. Streng genommen nimmt ein Herzschrittmacher mit seinen Sonden intraatriale oder intraventrikuläre Elektrogramme wahr, die die elektrische Aktivität des Gewebes direkt an der Elektrodenspitze darstellen, während P-Wellen und R-Zacken das Summenpotential der gesamten Vorhof- bzw. Ventrikelaktivität im Oberflächen-EKG repräsentieren. Zur besseren Verständlichkeit werden die Wahrnehmungen im intrakardialen Elektrogramm auch als P-Welle bzw. R-Zacke bezeichnet, selbst wenn ein Elektrophysiologe die Stirn runzeln sollte.

Inhaltsverzeichnis

1	Eine Einführung in die Thematik	1
1.1	Von Erfindern und Erfindungen	2
	Literatur	2
2	Grundlegendes zur Herzschrittmachertherapie	3
2.1	Schrittmacherindikationen und Auswahl des Stimulationsmodus	4
2.2	VVI und Konsorten: Die Stimulationsmodi	5
	Literatur	16
3	Grundlegendes zur Schrittmachernachsorge	19
3.1	Aufgaben der Nachsorge	20
3.2	Voraussetzungen zur Nachsorge	20
	Literatur	22
4	Praxis der Schrittmachernachsorge	23
4.1	Die Nachsorge im Überblick	25
4.2	Anamnese und körperliche Untersuchung	25
4.3	„Elf“ – EKG-Dokumentation	27
4.4	„Bunte“ – Bestimmen des Batteriestatus	28
4.5	„Elefanten“ – Messung des Elektrodenstatus	36
4.6	„Sitzen“ – Einstellen der korrekten Wahrnehmung/Sensing	44
4.7	„Silvester“ – Stimulation und Reizschwellenmessung	52
4.8	„Beim“ – Beobachtungen: Diagnostische Speicher	62
4.9	„Prosecco“ – Abschließende Programmierung	72
4.10	„Dinner“ – Dokumentation und Ausdruck	78
	Literatur	79
5	Nachsorge von CRT-Schrittmachern	81
5.1	Prinzipielles zur CRT-Nachsorge	82
	Weiterführende Literatur	90
6	Nachsorge von kabellosen Schrittmachern	91
6.1	Prinzipielles zur Nachsorge kabelloser Schrittmacher	92
7	Gerätedefekte, Probleme und Rückrufe	95
7.1	Failure is not an option	96
	Literatur	98
8	Wie ein Schrittmacher funktioniert	99
8.1	Worum geht es	100
8.2	Zeitintervalle	100
8.3	Frequenzadaptive Stimulation	119

8.4	Automatische Modusumschaltung: Mode Switch	123
8.5	Spezialfunktionen	126
	Literatur	131
9	Störbeeinflussung	133
9.1	Prinzipielle Störbarkeit	134
9.2	Schrittmacher in Alltag und Freizeit	134
9.3	Schrittmacher im Arbeitsumfeld	139
9.4	Schrittmacher im medizinischen Umfeld	141
	Literatur	149
	Serviceeteil	
	Glossar	152
	Sachverzeichnis	161

Über die Autoren

Dr.-Ing. Steffen Gazarek

Ingenieur für Biomedizinische Technik, Medtronic GmbH, Meerbusch

Dr. med. Christian Restle

Oberarzt am Universitäts-Herzzentrum Freiburg-Bad Krozingen

Abkürzungsverzeichnis

AAI	Atrialer Einkammerschrittmacher	HFREF	Heart Failure with reduced Ejection Fraction, systolische Herzinsuffizienz
AF	Atrial Fibrillation, Vorhofflimmern		
AMS	Automatischer Mode Switch		
AMV	Atem-Minuten-Volumen	IRS	Intrinsic Rhythm Support
AV	Atrio-ventrikulär		
AVB	AV-Block	KV	Kassenärztliche Vereinigung
AVM	Management der AV-Überleitung		
		LOC	Loss of Capture, Stimulationsverlust
BGB	Bürgerliches Gesetzbuch	LP	Leadless Pacemaker
BOL	Begin of Life: neue Batterie, jetzt BOS genannt	LVEF	Linksventrikuläre Ejektionsfraktion, auch EF
BOS	Begin of Service; neue Batterie		
		MOS	Middle of Service
CENELEC	Comité Européen de Normalisation Électrotechnique; Europäisches Komitee für elektrotechnische Normung	MPSV	Medizinprodukte-Sicherheitsplan-Verordnung
CRT	Kardiale Resynchronisationstherapie	NYHA	New York Heart Association
CSS	Karotissinusyndrom	PMT	Pacemaker Mediated Tachycardia (Schrittmachertachykardie)
		PVAB	Post Ventrikuläres Atriales Blanking
DDD	Zweikammerschrittmacher	PVARP	Post Ventrikuläre Atriale Refraktärperiode
DDI	Inhibierender Zweikammerschrittmacher		
DGK	Deutsche Gesellschaft für Kardiologie	RFID	Radio Frequency Identification
		RRT	Recommended Replacement Time seit 2003 für ERI
EF	Ejektionsfraktion, auch LVEF (linksventrikuläre Ejektionsfraktion)	SND	Sinus Node Disease (Sinuskontensyndrom)
ELT	Endless Loop Tachykardie (Schrittmachertachykardie)	SR	Sinusrhythmus
EOL	End of Life; veraltet für komplette Batterieentladung, jetzt EOS	SVES	Supraventrikuläre Extrasystole
EOS	End of Service, komplette Batterieentladung, früher EOL	TARP	Totale Atriale Refraktärperiode
ERAF	Early Recurrence of Atrial Fibrillation	TASER	Thomas A. Swifts Electric Rifle (Elektroschockpistole)
ERI	Elective Replacement Indicator, veraltet für Austauschkriterium, jetzt RRT	TENS	Transkutane elektrische Nervenstimulation
ESC	European Society of Cardiology		
EuGH	Europäischer Gerichtshof	ÜL	Überleitung
		VES	Ventrikuläre Extrasystole
FFRW	Far Field R-Wave (Fernfeldwahrnehmung der R-Zacke)	VHF	Vorhofflimmern
		VIP	Ventricular Intrinsic Preference
HF	Heart Failure, Herzinsuffizienz	VVI	Ventrikulärer Einkammerschrittmacher

■ ■ Marker im EKG

Werden Schrittmacher EKGs am Schrittmacherprogrammiergerät dargestellt, können über die Telemetriefunktion spezielle Marker zum Oberflächen EKG dargestellt werden, die die zugehörigen Schrittmacheraktionen anzeigen, bzw. wie der Schrittmacher die Elektrogramme verarbeitet:

AB	Atriales Ereignis während der Blankingzeit (nicht bei allen Aggregaten)
AP	Atriales Pacing (Stimulation)

AR	Atriale Wahrnehmung in der Refraktärzeit PVARP
AS	Atriales Sensing (Wahrnehmung)
MS	Mode Switch
VS	Ventrikuläres Sensing
VP	Ventrikuläres Pacing

■ ■ Vereinbarung

Als z. B. DDD 60 wird in diesem Buch ein Zweikammerschrittmacher bezeichnet, der auf eine Grundfrequenz von 60/min gestellt worden ist; entsprechend auch VVI 70 oder D00 100; die Angabe „pro Minute“ wird weggelassen.



Eine Einführung in die Thematik

1.1 Von Erfindern und Erfindungen – 2 Literatur – 2

1.1 Von Erfindern und Erfindungen

Beginnt man sich mit Herzschrittmachern zu beschäftigen, schaut man möglicherweise im Internet nach, was das wohl sein mag und findet, z. B. auf Wikipedia, dass es sich um ein in der Medizin verwendetes Gerät handelt, mit dem Patienten mit zu langsamem Herzschlag behandelt werden.

Wir wollen das genauer wissen und uns öffnet sich ein Tor zu einer interdisziplinären Welt: Der Welt der Medizintechnik. Es treffen Medizin mit Ingenieurwissenschaft, Kardiologie und Elektrotechnik, Chirurgie mit Materialwissenschaft aufeinander, stets begleitet von omnipräsenten Juristen mit dem Medizinproduktegesetz sowie dem gesamten Arzthaftungsrecht.

Bevor am 08.10.1958 dem Schweden Arne Larson als erstem Menschen überhaupt ein Herzschrittmacher implantiert wurde, mussten viele Entdeckungen entdeckt und Erfindungen erfunden werden. Victor Hugo wird der Satz zugeschrieben, der heißt:

» Nichts ist mächtiger als eine Idee, deren Zeit gekommen ist.

Für den Herzschrittmacher war diese Zeit das Jahr 1958. Die Synkope musste mit Pulslosigkeit in Zusammenhang gebracht werden (Mercuriale um 1608), Reizbildung und Erregungsleitung (Aschoff um 1906) waren zu entdecken, genauso wie das Phänomen mit elektrischen Stromstößen Muskeln zum Zucken bringen zu können (Bichat um 1800; von Ziemssen um 1880).

Hierfür waren auf technischer Seite die Elektrizität mit ihren Gesetzmäßigkeiten, Stichworte Strom, Spannung, Leistung, Widerstand etc. zu entdecken, die Ladungstrennung zur Spannungserzeugung und Speicherung waren zu erfinden (Galvani um 1780, Volta um 1783, Ohm um 1860 und viele weitere).

Diese Erkenntnisse zusammengefasst führten zum ersten Schrittmacher (Hyman um 1930) mit Kurbelinduktor zur Spannungserzeugung und einer Sonde, die von extern

durch einen Interkostalraum ins Myokard gestochen wurde. Von einer Implantierfähigkeit konnte keine Rede sein.

Die Revolution brachte die Erfindung des Transistors im Jahre 1947 (Patent von Bardeen, Shockley, und Brattain; Nobelpreis für Physik 1956). Ein Transistor ist ein Halbleiterbauelement, das in der Lage ist, elektrische Spannungen proportional zu verstärken, oder – eingesetzt in Taktgeberschaltungen – Ein- und Ausschaltvorgänge für elektrische Ströme ohne mechanische Kontakte vorzunehmen. Nur wenige Jahre später revolutionierte der Transistor das gesamte Leben: Industrie- und Haushaltselektronik, Computertechnik und eben auch die Medizintechnik.

Der erste implantierbare Herzschrittmacher der Welt wurde am 08.10.1958 dem Schweden Arne Larsson durch den Herzchirurgen Ake Senning im Karolinska Hospital in Stockholm implantiert. Das erste Aggregat hielt nur wenige Stunden, zum Glück hatte der Arzt und Ingenieur Rune Elmquist sicherheitshalber gleich zwei Schrittmacher gebastelt.

Aktuell werden allein in Deutschland ca. 100.000 Herzschrittmacheroperationen durchgeführt (Deutsches Herzschrittmacherregister). Diese müssen je nach Indikation eingestellt und regelmäßig nachkontrolliert werden. Davon handelt dieses Buch.

Literatur

- Lüderitz B, Inhester B (1993) Geschichte der Herzrhythmusstörungen: Von der antiken Pulslehre zum implantierbaren Defibrillator. Springer, Heidelberg, ISBN-13: 978-3540562085
- Markewitz A (2015) Jahresbericht 2015 des Deutschen Herzschrittmacher- und Defibrillatorregisters. ► <http://pacemaker-register.de/wp-content/uploads/Jahresbericht-2015-des-Deutschen-Herzschrittmacher-und-Defibrillatorregisters-Teil-1-Herzschrittmacher.pdf>. Zugegriffen: 7. Aug. 2018

Einige Links ins Internet, die wir bei der Recherche für dieses Kapitel gefunden und gern weitergegeben hätten, sind bedauerlicherweise nach einigen Monaten nicht mehr auffindbar gewesen, so dass stattdessen eigene Recherchen empfohlen werden.



Grundlegendes zur Herzschrittmachertherapie

**2.1 Schrittmacherindikationen und Auswahl des
Stimulationsmodus – 4**

2.2 VVI und Konsorten: Die Stimulationsmodi – 5

2.2.1 Einkammerschrittmacher – 5

2.2.2 Zweikammerschrittmacher – 8

2.2.3 Asynchrone Stimulation V00, A00, D00 – 14

Literatur – 16

2.1 Schrittmacherindikationen und Auswahl des Stimulationsmodus

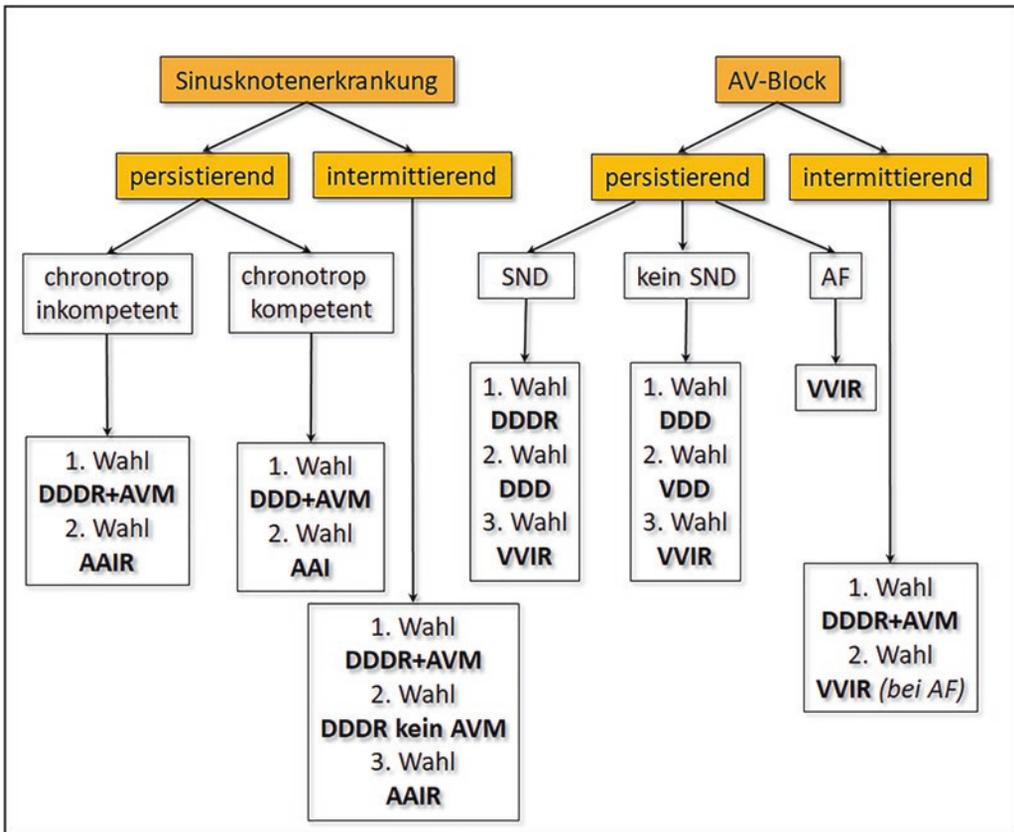
2

Die Ursachen bradykarder Herzrhythmusstörungen können sowohl Störungen der Reizbildung, der Erregungsleitung oder eine Kombination aus beiden sein. Die Indikationsstellung und Aggregatauswahl sollen nicht Bestandteil dieses Handbuches sein, vielmehr wird auf die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie (DGK) und die der Europäischen Gesellschaft für Kardiologie (ESC) verwiesen, in denen die einzelnen Rhythmusstörungen, ihre Therapie und wegweisende Studien genau beschrieben werden (Brignole et al. 2013; Israel et al. 2015).

Die Kenntnis der jeweiligen Schrittmacherindikation ist jedoch für die korrekte Einstellung des Schrittmachers notwendig: Bei einem kompletten AV-Block wird ein Schrittmacher anders programmiert, als beispielsweise bei einem Sinusknotensyndrom. Mehr darüber im ► Abschn. 4.9. zur Programmierung.

Die wichtigsten Schrittmacherindikationen, die über Aggregat und Stimulationsmodus entscheiden, sind in folgendem Schema der ESC-Leitlinie zusammengefasst (■ Abb. 2.1).

Für die Besprechung der Nachsorge in den folgenden Kapiteln wird stets vorausgesetzt, dass Indikationsstellung und Aggregatauswahl diesem Schema entsprechen, so dass diese nicht im Detail diskutiert werden.



■ Abb. 2.1 Schrittmacherindikationen und Stimulationsmodi. (Mod. nach Israel et al. 2015)

2.2 VVI und Konsorten: Die Stimulationsmodi

Das Schema von Schrittmacherindikationen und der Stimulationsmodi in [Abb. 2.1](#) hat ihn schon vorweggenommen: den Schrittmachercode (Bernstein et al. 1996, 2002). Er beschreibt, wo stimuliert wird, ob der Schrittmacher Herzeigensignale wahrnimmt und wie er auf diese Wahrnehmung reagiert. Mit seinen Abkürzungen beschreibt der Code die unterschiedlichen Schrittmachermodi und gehört damit zum Grundwortschatz der Schrittmachertherapie ([Tab. 2.1](#)).

Der Schrittmachercode aus [Tab. 2.1](#) ist in dieser Form seit dem Jahr 2002 gültig. Bis dahin standen an der vierten und fünften Position mehr und andere Buchstaben als heute: an der vierten Stelle z. B. der Buchstabe „M“ für multiprogrammierbar, das hieß seinerzeit, dass mehr als drei oder vier Parameter programmierbar waren. Das war in den 1970er oder -80er Jahren gewiss ein bedeutender technischer Fortschritt, nur muss das heute bei kaum noch zählbaren einstellbaren Parametern nicht mehr betont werden, so dass der Buchstabe konsequenterweise weggefallen ist.

Ein Buchstabe an der fünften Position, der auch in der Literatur der letzten Jahre, obwohl weggefallen, noch benutzt wurde, ist das „P“.

Dieser Buchstabe stand für antitachykarde Stimulation bzw. Überstimulation und wurde im Zusammenhang mit präventiver Stimulation gegen das Auftreten von Vorhofflimmern verwendet. Dieser Stimulation ist [Abschn. 8.5.3](#) gewidmet. Der Schrittmachercode für diese Stimulationsform ist „DDDRP“ gewesen.

Für ICD gilt ein anderer Code, der in diesem Buch nicht dargestellt wird. Hier bedeutet z. B. „VVE“, dass der ICD Arrhythmien im Ventrikel erkennt, er hier seine Therapien abgibt und dass die Arrhythmieerkennung durch die Auswertung elektrischer Signale erfolgt: Buchstabe „E“.

2.2.1 Einkammerschrittmacher

Der Modus VVI bedeutet, dass der Schrittmacher im Ventrikel stimuliert (1. Buchstabe), im Ventrikel auch wahrnehmen kann (2. Buchstabe) und dass er, falls er etwas wahrgenommen hat, keinen Stimulus abgibt. Letzteres nennt man „inhibieren“, dafür steht das „I“ an der dritten Position des Codes.

Entsprechendes gilt für den AAI-Schrittmacher, der im Vorhof arbeitet. Der SSI-Schrittmacher ist ein universeller Einkammer- (Single Chamber) Schrittmacher, der erst durch die Implantation zum AAI oder VVI wird.

Tab. 2.1 Schrittmachercode

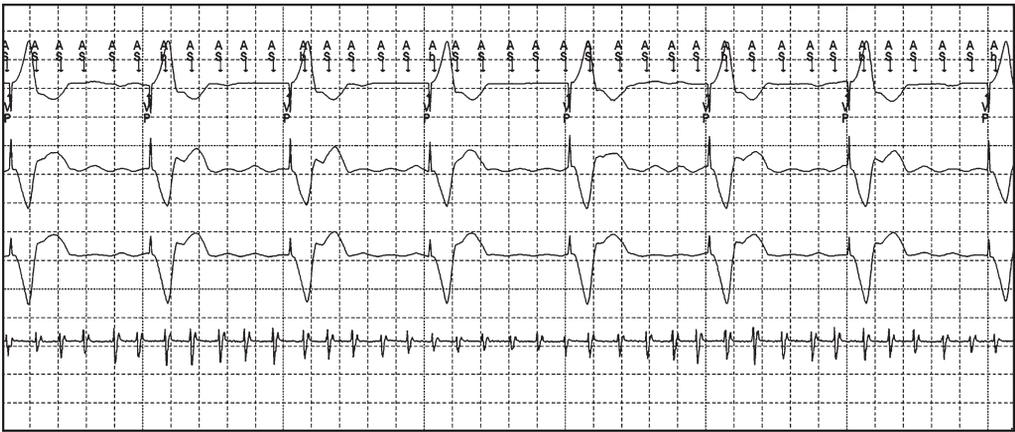
1. Buchstabe Ort der Stimulation	2. Buchstabe Ort der Wahrnehmung	3. Buchstabe Reaktion auf die Wahrnehmung	4. Buchstabe Frequenzadaptation	5. Buchstabe Multisite- Stimulation
0 (keine Stimulation)	0 (keine Wahrnehmung)	0 (keine Reaktion)	R (Frequenzadaptation)	
A (Atrium)	A (Atrium)	I (inhibierend)		A (Atrium)
V (Ventrikel)	V (Ventrikel)	T (triggernd)		V (Ventrikel)
D (dual)	D (dual)	D (dual)		D (dual)
S (Single) A oder V	S (Single) A oder V			

■ ■ **VVI- oder VVIR-Schrittmacher bei Vorhofflimmern**

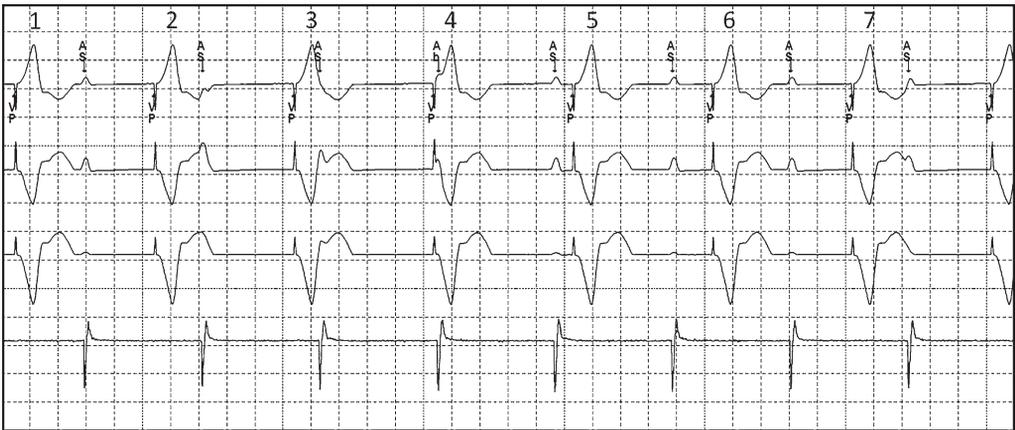
Bei permanentem Vorhofflimmern und gleichzeitiger ventrikulärer Bradykardie (Bradyarrhythmie) ist ein VVI- oder besser ein VVIR-Schrittmacher indiziert. Aufgrund der atrialen Arrhythmie ist es nicht möglich, Vorhof- und Ventrikelaktivität zu synchronisieren. Tritt zum Vorhofflimmern ein höhergradiger AV-Block auf, stimuliert der VVI-Schrittmacher unabhängig vom

Vorhofrhythmus (■ Abb. 2.2). Schnelle und irreguläre eigene Überleitungen bei Vorhofflimmern werden vom Schrittmacher nicht behandelt. Möglicherweise dient er aber zum Absichern der Therapie zur Frequenzkontrolle.

Achtung: Wenn sich bei paroxysmalem Vorhofflimmern Sinusrhythmus und Vorhofflimmern abwechseln, tritt in den Phasen mit Sinusrhythmus bei VVI-Schrittmachertherapie folgendes Bild (■ Abb. 2.3) auf:



■ **Abb. 2.2** VVI 60 bei Vorhofflimmern und AV-Block III; Ableitungen I–III sowie intraatriales Elektrogramm; Ableitung I mit Schrittmachermarkern (Abkürzungsverzeichnis). Schreibgeschwindigkeit 25 mm/s



■ **Abb. 2.3** VVI 60 bei Sinusrhythmus 70/min und AV-Block III; Ableitungen I–III sowie intraatriales Elektrogramm; Ableitung I mit Schrittmachermarkern (Abkürzungsverzeichnis). Schreibgeschwindigkeit 25 mm/s