

#### Redaktion

R. Kollmar, Darmstadt  
G. Matthes, Berlin  
G. Rücker, Rostock  
S. Somasundaram, Berlin  
U. Zeymer, Ludwigshafen



3 Punkte sammeln auf...

### springermedizin.de/ eAkademie

#### Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildungseinheit steht Ihnen als e.CME und e.Tutorial in der Springer Medizin e.Akademie zur Verfügung.

- e.CME: kostenfreie Teilnahme im Rahmen des jeweiligen Zeitschriftenabonnements
- e.Tutorial: Teilnahme im Rahmen des e.Med-Abonnements

#### Zertifizierung

Diese Fortbildungseinheit ist mit 3 CME-Punkten zertifiziert von der Landesärztekammer Hessen und der Nordrheinischen Akademie für Ärztliche Fort- und Weiterbildung und damit auch für andere Ärztekammern anerkennungsfähig.

Für Rettungsassistenten und -sanitäter ist diese Fortbildungseinheit von der Akademie für Rettungsdienst und Gefahrenabwehr der Landesfeuerwehrschule Hamburg sowie der Feuerwehr München mit 3 Stunden Fortbildung zertifiziert und damit bundesweit anerkennungsfähig.

#### Hinweis für Leser aus Österreich

Gemäß dem Diplom-Fortbildungs-Programm (DFP) der Österreichischen Ärztekammer werden die in der e.Akademie erworbenen CME-Punkte hierfür 1:1 als fachspezifische Fortbildung anerkannt.

#### Kontakt und weitere Informationen

Springer-Verlag GmbH  
Springer Medizin Kundenservice  
Tel. 0800 77 80 777  
E-Mail: kundenservice@springermedizin.de

# CME Zertifizierte Fortbildung

T. Kleemann · M. Strauß · K. Kouraki

Klinikum Ludwigshafen, Medizinische Klinik B, Ludwigshafen, Deutschland

## Akute Notfälle bei Schrittmacherträgern

### Zusammenfassung

Mit dem Anstieg der alternden Gesamtbevölkerung ist zu erwarten, dass die Anzahl der akuten Notfälle bei Schrittmacherträgern zunimmt. Schrittmacherspezifische Probleme wie Schrittmachertachykardien oder Schrittmacherfehlfunktionen können Notfallzustände bei Schrittmacherträgern auslösen, die vom Notarzt erkannt und akut behoben werden können. Die Magnet-Auflage kann sinnvoll sein, um im Notfall Schrittmachertachykardien zu unterbinden. Bei Patienten mit akutem Koronarsyndrom kann dagegen die primäre Infarkt-diagnostik erschwert sein, wenn zur Interpretation des Schrittmacherelektrokardiogramms (Schrittmacher-EKG), verursacht durch ventrikuläre Stimulation, konventionelle Ischämiekriterien nicht angewendet werden können. Die Interpretation des Schrittmacher-EKG erfordert daher spezielle Kenntnisse der Schrittmachertherapie (z. B. Stimulation uni- oder bipolar, Modus VVI oder DDD) und setzt Basisschrittmacherkenntnisse im Notdienst voraus, die auch vom Nichtexperten beherrscht werden müssen. Der vorliegende Beitrag vermittelt eine Zusammenfassung der Schrittmachergrundlagen und behandelt mögliche Notfallzustände bei Schrittmacherträgern.

### Schlüsselwörter

Akutes Koronarsyndrom · Tachykardie · Bradykardie · Myokardinfarkt · Dysfunktion

Der durchschnittliche Schrittmacherpatient ist bei Erstimplantation 78 Jahre alt

Je nach Resteigenrhythmus sind Schrittmacherpatienten teilweise oder komplett schrittmacherabhängig

## Lernziele

Nach der Lektüre dieses Beitrags ...

- sind Sie in der Lage, bei einem Notfallpatienten schrittmacherspezifische Probleme wie Schrittmachertachykardien oder -fehlfunktionen zu erkennen.
- wissen Sie, in welchen Situationen Schrittmachertachykardien mithilfe einer Magnetauflage unterbunden werden können.
- verfügen Sie über Basisschrittmacherkenntnisse.
- fühlen Sie sich sicher in der Interpretation des Schrittmacherelektrokardiogramms (Schrittmacher-EKG).

## Einleitung

Die Gerätetherapie in der Kardiologie bietet heutzutage viele Optionen zur Behandlung von kardialen Erkrankungen. Neben der **klassischen Schrittmachertherapie** zur Behandlung von symptomatischen Bradykardien gibt es u. a. Spezialschrittmacher wie kardiale Resynchronisationssysteme, Modulatoren der kardialen Kontraktilität, Vagusstimulatoren und Defibrillatoren zur Behandlung von tachykarden Herzrhythmusstörungen. Der vorliegende Beitrag bezieht sich auf die klassische Schrittmachertherapie zur Behandlung von **symptomatischen Bradykardien**.

Mit dem Anstieg der alternden Gesamtbevölkerung ist zu erwarten, dass die Zahl der akuten Notfälle bei Schrittmacherträgern zunimmt. Der durchschnittliche Schrittmacherpatient ist bei Erstimplantation 78 Jahre alt. Es sind 17% der Patienten jünger als 70 Jahre (Stand 2012). Gerätedaten und Einstellung sind dem **Gerätepass** zu entnehmen und können für die weitere Behandlung in der Klinik entscheidend behilflich sein. Daher ist zu sorgen, dass der Patient in einer Notfallsituation den Schrittmacherausweis unbedingt bei sich führt.

## Schrittmacherindikation

Die Schrittmacherindikation lässt sich auf 2 Kriterien reduzieren: 1) typische Symptomatik mit 2) begleitender dokumentierter Bradykardie. Die Bradykardie kann passager (z. B. intermittierende Pausen bei Sick-Sinus-Syndrom) oder permanent auftreten wie z. B. beim permanentem atrioventrikulären (AV)-Block III. Grades. Hieraus ergibt sich, dass sind Schrittmacherpatienten je nach Resteigenrhythmus teilweise oder komplett schrittmacherabhängig sind.

## Acute emergencies in pacemaker wearers


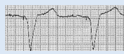
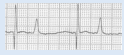
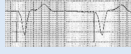
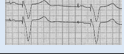
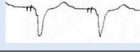
### Abstract

With the increase in the age of the total population it is to be expected that the number of acute emergencies involving patients with pacemakers will also increase. Specific pacemaker problems, such as pacemaker tachycardia or pacemaker dysfunction can trigger off emergency situations in pacemaker patients, which can be recognized and acutely resolved by the emergency physician. The placement of a magnet on the pacemaker may be useful in order to terminate pacemaker tachycardia in an emergency or to temporarily bridge the loss of pacemaker stimulation. However, for patients with acute coronary syndrome a pacemaker can complicate the diagnosis of acute myocardial infarction if the electrocardiogram (ECG) is altered by pacemaker stimulation. Thus, basic knowledge about pacemaker ECG and pacemaker therapy is essential for an emergency physician. This article gives a brief summary of the basic principles of pacemaker function and deals with possible emergency situations in patients with pacemakers.

### Keywords

Acute coronary syndrome · Tachycardia · Bradycardia · Myocardial infarction · Dysfunction

**Tab. 1** Beispiele verschiedener Stimulationsmodi

Stimulationsmodus	Beschreibung	EKG-Beispiel
Unipolare Stimulation	Große „Stimulation-Spikes“: Stimulus zwischen Elektroden spitze und Gehäuse	
Bipolare Stimulation	Kleine Stimulation-Spikes: Stimulus zwischen Elektrodenring und -spitze	
AAI-Modus	Nur Vorhofstimulation	
VVI-Modus	Nur Ventrikelstimulation	
DDD-Modus	Vorhof- und Ventrikelstimulation	
CRT-Modus	Biventrikuläre Stimulation	

*AAI* atriale Stimulation, atriale Wahrnehmung, inhibiert bei Wahrnehmung; *CRT* kardiale Resynchronisationstherapie; *DDD* atriale und ventrikuläre Stimulation, atriale und ventrikuläre Wahrnehmung, inhibiert als *AAI* oder *VVI* in derselben Kammer und triggert bei atrialer Wahrnehmung auf den Ventrikel (z. B. VAT bei AV-Block III. Grades); *VVI* ventrikuläre Stimulation, ventrikuläre Wahrnehmung, inhibiert bei Wahrnehmung.

**Tab. 2** NBG-Code zur Nomenklatur der Schrittmachertherapie

1. Buchstabe	2. Buchstabe	3. Buchstabe	4. Buchstabe
Stimulierte Kammer	Wahrgenommene Kammer	Reaktion auf die Wahrnehmung	Frequenzanpassung
0: keine	0: keine	0: keine	0: keine
A: Atrium	A: Atrium	T: Getriggert	R: „rate modulation“ (Frequenzadaptation)
V: Ventrikel	V: Ventrikel	I: Inhibiert	
D: doppelt (A + V)	D: doppelt (A + V)	D: doppelt (T + I)	
S: „single“ (A oder V)	S: „single“ (A oder V)		

*AAI* atriale Stimulation, atriale Wahrnehmung, inhibiert bei Wahrnehmung, *DDD* atriale und ventrikuläre Stimulation, atriale und ventrikuläre Wahrnehmung, inhibiert als *AAI* oder *VVI* in derselben Kammer und triggert bei atrialer Wahrnehmung auf den Ventrikel (z. B. VAT bei AV-Block III. Grades), *NBG* NASPE/BPEG Generic Pacemaker Code, *VVI* ventrikuläre Stimulation, ventrikuläre Wahrnehmung, inhibiert bei Wahrnehmung.

**Tab. 3** Leitsymptome und mögliche schrittmacherassoziierte Differenzialdiagnosen

Leitsymptom	SM-assoziierte Differenzialdiagnose	Maßnahme
Bradykardie, Synkope	SM-Fehlfunktion: „exit block“, Batterieerschöpfung, SM-Inhibition durch „oversensing“	EKG, ggf. Magnet-Auflage, externer Pacer, Katecholamingabe
Tachykardie	SM-Tachykardie	EKG, Magnet-Auflage
Dyspnoe	SM-Fehlfunktion, Pneumothorax, Perikarderguss	EKG, Thoraxröntgen, Echokardiographie
Brustschmerz	Akutes Koronarsyndrom	EKG, Transport in Zentrum mit Herzkatheter
Fieber, Schüttelfrost	Tascheninfektion, Sondenendokarditis	SM-Tascheninspektion, Echo, Blutkultivierung

*EKG* Elektrokardiographie, *SM* Schrittmacher.

Häufige Schrittmacherindikationen sind [1]:

- Sick-Sinus-Syndrom,
- höhergradige AV-Blockierungen mit Beschwerden oder
- bradykardes Vorhofflimmern.

## Schrittmachertypen

Es gibt Ein-, Zwei- oder Dreikammerschrittmacher (■ **Tab. 1**):

- Einkammerschrittmacher stimulieren in der Regel den rechten Ventrikel (VVI-Schrittmacher). Eine Ausnahme ist der AAI-Schrittmacher; hierbei wird nur der Vorhof stimuliert.
- Bei Zweikammerschrittmachern wird mithilfe einer 2. Elektrode zusätzlich der rechte Vorhof erregt (DDD-Schrittmacher).
- Die 3. Elektrode des Dreikammerschrittmachers stimuliert den linken Ventrikel, um eine Resynchronisation der Ventrikelkontraktion bei vorbestehendem Linksschenkelblock und Herzinsuffizienz zu erreichen (CRT-Schrittmacher).

Die internationale Nomenklatur der Schrittmacher richtet sich nach dem NASPE/BPEG Generic Pacemaker Code (NBG-Code, NASPE: North American Society of Pacing and Electrophysiology, BPEG: British Pacing and Electrophysiology Group; ■ **Tab. 2**): Der 1. Buchstabe steht für die wichtigste Funktion des Schrittmachers, die Stimulation. A oder V stehen für den Ort der Stimulation (A: Atrium, V: Ventrikel, D: dual: A + V). Der 2. Buchstabe gibt den Ort der Wahrnehmung an. Der 3. Buchstabe steht für die Art der Steuerung des Schrittmachers (T: getriggert, I: inhibiert, D: T + I).

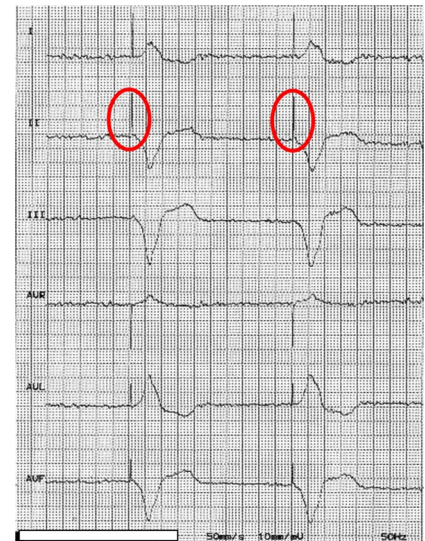
## Schrittmacherelektrokardiogramm

Bei programmierter **unipolarer Stimulation** ist der unipolare „Stimulation-Spike“ im EKG leicht erkennbar (■ **Abb. 1**), da das Energiefeld zur Stimulationsabgabe zwischen dem Gerät und der Elektrodenspitze aufgebaut wird.

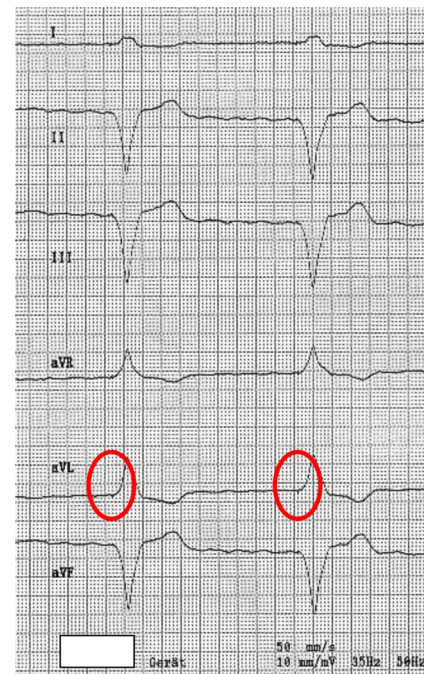
Dabei wird manchmal auch die Brustmuskulatur miterregt, sodass es zu einem unangenehmen Muskelzucken kommen kann. Daher überwiegt heutzutage zum Nachteil des EKG-Befunders die bipolare Stimulation, bei der das elektrische Feld zwischen der Elektrodenspitze und dem ca. 1 cm entfernten Elektrodenring aufgebaut wird. Dies führt dazu, dass die Schrittmacher-Spikes bei bipolarer Stimulation nur noch angedeutet erkennbar sind (■ **Abb. 2**). Weitere Kennzeichen einer ventrikulären Schrittmacherstimulation sind der verbreiterte Kammerkomplex, ein überdrehter Lagetyp und die linksschenkelblockartige Konfiguration bei rechtsventrikulärer apikaler Elektrodenlage.

## Magnetfunktion

In einer Notfallsituation stellt die Magnet-Auflage die einzige Möglichkeit dar, den Schrittmacher von außen zu beeinflussen. Eine Magnet-Auflage auf das Schrittmacheraggregat bewirkt eine **starrfrequente Stimulation** mit Aufhebung der Wahrnehmung und Triggern. Die Stimulationsfre-



**Abb. 1** ▲ Unipolare ventrikuläre Stimulation bei einem Einkammerschrittmacher

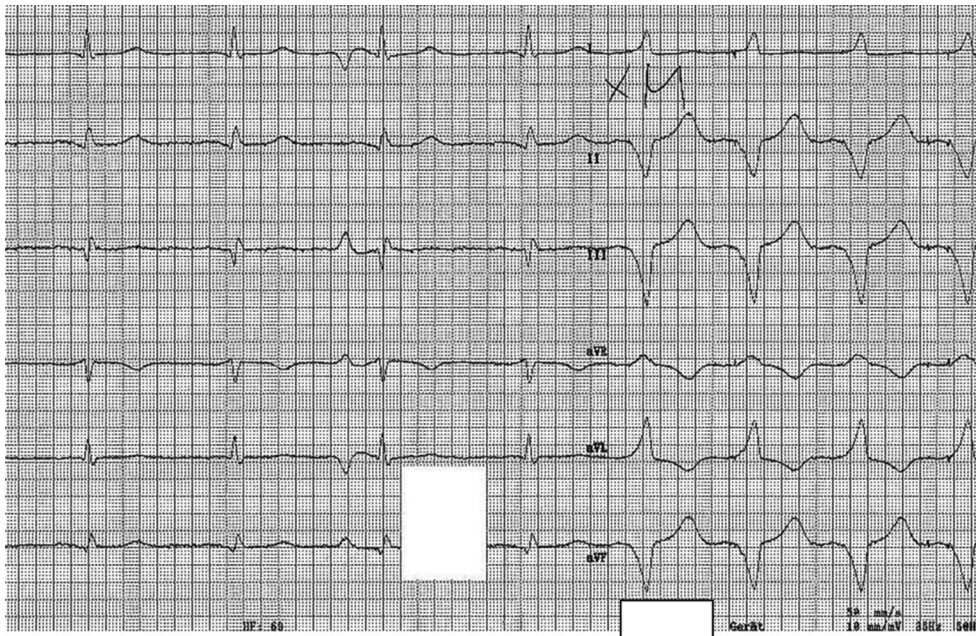


**Abb. 2** ▲ Bipolare ventrikuläre Stimulation bei einem Einkammerschrittmacher; kaum erkennbare „spikes“ und auffällig verbreiteter Kammerkomplex mit weit überdrehtem Lagetyp

Die internationale Nomenklatur der Schrittmacher richtet sich nach dem NBG-Code

Bei bipolarer Stimulation wird das elektrische Feld zwischen Elektrodenspitze und dem ca. 1 cm entfernten Elektrodenring aufgebaut

Lediglich durch Magnet-Auflage kann der Schrittmacher von außen beeinflusst werden



**Abb. 3** ▲ Durch Magnet-Auflage (mit + M gekennzeichnet) ausgelöste DOO-Stimulation (Magnetfrequenz: 100/min)

quenz ist herstellerabhängig. Bei einem VVI-Schrittmacher kommt es formal zu einer V00-Stimulation oder analog bei einem DDD-Schrittmacher zu einer D00-Stimulation (■ **Abb. 3**).

Dies bedeutet, dass über jede vorhandene Elektrode ein vordefinierter elektrischer Impuls ohne Rücksicht auf den zugrunde liegenden **Eigenrhythmus** geschickt wird. Da in diesem Modus der Eigenrhythmus ignoriert wird, kann die blinde Stimulation mithilfe einer Magnet-Auflage im ungünstigsten Fall in die vulnerable ventrikuläre Refraktärzeit fallen und Kammerflimmern auslösen. Daher sollte eine Magnet-Auflage nur unter EKG-Monitoring und mit Defibrillator-Back-up durchgeführt werden. Mit der Magnet-Auflage kann die Stimationsfunktion des Schrittmachers beurteilt werden. Außerdem entspricht die gemessene Stimulationsfrequenz im EKG der sog. **Magnetfrequenz**. Diese lässt Rückschlüsse auf den Ladezustand der Batterie zu. Allerdings ist die Magnetfrequenz von Hersteller zu Hersteller verschieden und muss aus dem Schrittmacherausweis oder aus Schrittmachernachschlagewerken entnommen werden. Im Notfall kann der Magnet auf dem Krankentransport über den Schrittmacher geklebt werden, ggf. sogar mit breitem Pflaster wie Fixomull®.

Manchmal ist nicht bekannt, ob der Patient einen Schrittmacher oder einen implantierbaren Kardioverter/Defibrillator (ICD) trägt. Im Gegensatz zur Magnet-Auflage beim Schrittmacher hat die Magnet-Auflage beim ICD keinen Einfluss auf die antibradykarde Stimulation. Beim ICD werden temporär die antitachykarden Funktionen wie ICD-Schock deaktiviert. Sowohl für den Schrittmacher als auch für den ICD gilt, dass nach Aufhebung der Magnetwirkung automatisch die ursprünglichen Funktionen wiederhergestellt sind.

## Symptome einer Schrittmacherdysfunktion

Symptome einer Schrittmacherdysfunktion können sein:

- Schwindel oder Synkopen bei Ausfall der Stimulation,
- hämodynamische Instabilität,
- Belastungsdyspnoe bei Batterieerschöpfung,
- Tachykardie bei Schrittmachertachykardien.

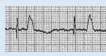
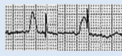

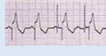

Besteht der Verdacht auf eine Schrittmacherdysfunktion, sollte der Patient in eine Klinik mit Möglichkeiten der Schrittmacherabfrage transportiert werden. Eine präklinische Therapie ist nur bei instabilen Patienten notwendig (■ **Tab. 3**).

Eine Magnet-Auflage sollte nur unter EKG-Monitoring und mit Defibrillator-Back-up durchgeführt werden

Beim ICD werden temporär die antitachykarden Funktionen deaktiviert

Der Verdacht auf Schrittmacherdysfunktion erfordert die Einweisung des Patienten in eine Klinik mit Schrittmacherabfragemöglichkeit

**Tab. 4** Häufige Schrittmacherfehlfunktionen

Schrittmacherfehlfunktion	Beschreibung	EKG-Beispiel
Ventrikulärer „exit block“	Nach dem Ventrikelstimulus kommt keine direkte elektrische Antwort	
Ventrikulärer Wahrnehmungsverlust	Der Stimulus kommt am Ende bzw. nach dem Kammerkomplex	
Atrialer Exit block	Die Vorhofstimuli werden nicht beantwortet	
Intermittierender Verlust der atrialen Wahrnehmung	Die ersten 2 Schläge sind regelrecht, beim 3. und 4. Schlag kommt der atriale Stimulus nach der P-Welle	
Vorhofsondendislokation in den Ventrikel	Der atriale Stimulus (1. „spike“) stimuliert den Ventrikel, der 2. Spike (Ventrikelektrode) kommt am Ende des Kammerkomplexes	

**Tab. 5** Differenzialdiagnose der Schrittmachertachykardien

Schrittmachertachykardien	Beschreibung
„Endless-loop“-Tachykardie (Abb. 7)	Nach ventrikulärer Stimulation kommt es zur retrograden Erregung des Vorhofs. Der Zweikammerschrittmacher erkennt die Vorhoferregung und beantwortet diese im Ventrikel. Dies löst wieder eine retrograde Vorhoferregung aus; der Vorgang wiederholt sich
Tachykardie Überleitung einer atrialen Tachykardie	Eine Vorhofftachykardie wird als Sinustachykardie fehlgedeutet und durch den Schrittmacher 1:1 auf den Ventrikel übergeleitet
Tachykardie Überleitung von Vorhofflattern oder -flimmern bei fehlendem oder nichtfunktionierendem „mode switch“ (Abb. 8 und 9)	Vorhofflattern wird nicht erkannt, da die 2. P-Welle in den Kammerkomplex fällt, oder das Vorhofflimmern wird z. B. bei atrialem „undersensing“ nicht erkannt. Es tritt kein Mode switch auf, und die atriale Erregung wird tachykard übergeleitet
Schrittmachertachykardie durch atriales „oversensing“	Artefakte wie Myopotenziale werden als atriale Potenziale fehlgedeutet und auf den Ventrikel übergeleitet
Schrittmachertachykardie durch überempfindlichen Sensor	Zu hohe Frequenz durch Überreaktion eines nichtoptimierten Sensors

## Synkope

**Beispielhafte Situation.** Ein Schrittmacherpatient hat eine Synkope erlitten oder bemerkt einen **langsamen Puls**. Welche Differenzialdiagnosen sind möglich?

Synkopen bei Schrittmacherpatienten sind auch nach Schrittmacherimplantation häufig. Da es sich bei Schrittmacherpatienten meist um ältere Patienten handelt, können auch neurokardiogene oder orthostatische Synkopen z. B. bei Exsikkose auftreten oder durch Medikamente verursacht sein. Ein EKG und eine Schrittmacherabfrage sind notwendig, um eine **Schrittmacherfehlfunktion** auszuschließen. Beispiele für Synkopen bei Schrittmacherfehlfunktion können sein (Abb. 4):

- Stimulationsverlust des Schrittmachers,
- Oversensing.

### Stimulationsverlust des Schrittmachers

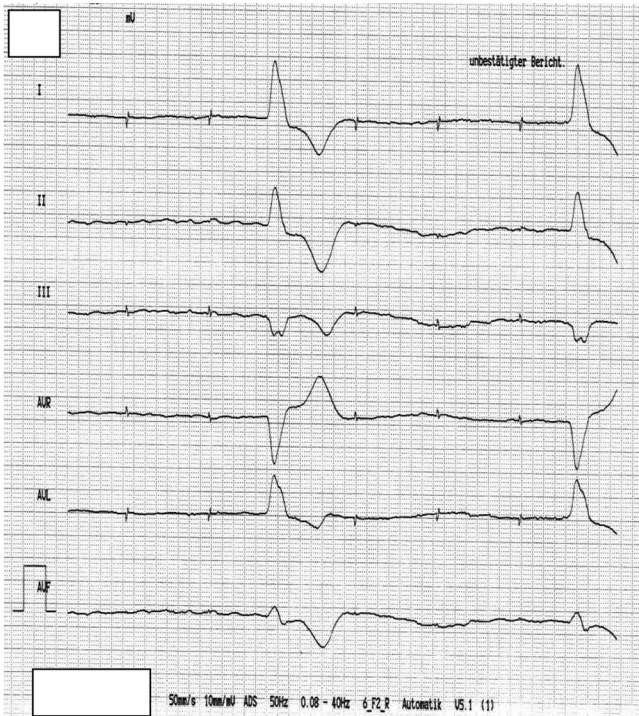
Der „exit block“ (Abb. 4) kann z. B. Folge einer totalen Batterieerschöpfung, einer Sondendislokation (Abb. 5) oder eines Reizschwellenanstiegs sein. Im EKG (Abb. 4) sind noch Spikes zu erkennen, jedoch ist der Stimulus zu schwach, um eine elektrische Erregung zu erzeugen. Im Fall eines Reizschwellenanstiegs könnte eine Anhebung des Schrittmacher-Output das Problem beheben, wenn die Reizschwelle nicht zu weit angestiegen ist. Dies kann durch eine **Umprogrammierung** des Schrittmachers im Krankenhaus gelingen. Bis dahin muss mit Katecholamin- oder/und Atropin-gaben die Eigenfrequenz des Patienten angehoben werden. Bei insuffizientem Eigenrhythmus trotz medikamentöser Therapie besteht die Indikation zum externen Pacing.

Bei externem Pacing ist Folgendes zu beachten:

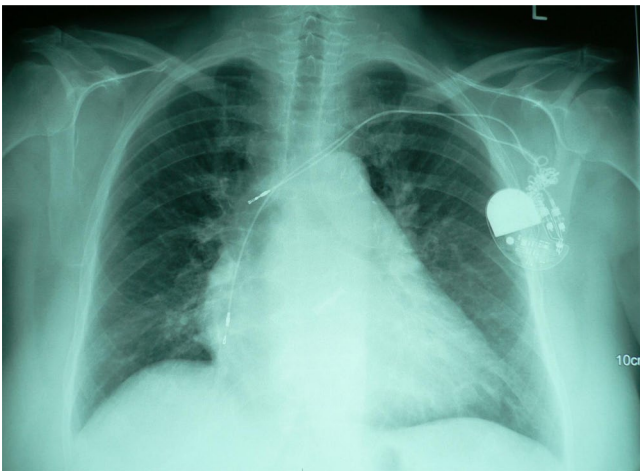
- Der Output sollte hoch gewählt werden, um eine sichere Stimulation zu gewährleisten. Am besten hoch beginnen und dann ggf. langsam absenken, um die Reizschwelle zu bestimmen. Die emp-

Synkopen bei Schrittmacherpatienten sind auch nach Schrittmacherimplantation häufig

Bei nicht zu starkem Reizschwellenanstieg kann die Anhebung des Schrittmacher-Output das Problem beheben



**Abb. 4** ◀ „Exit block“ des Schrittmachers. Nach dem „spike“ folgt keine elektrische Antwort



**Abb. 5** ◀ Dislokation von Vorhof- und Ventrikelsonde bei einem Patienten mit Twiddler-Syndrom. Der Patient hat am Aggregat gedreht und die Sonden dabei aufgewickelt. Alternativ kann sich das Schrittmacheraggregat bei zu lateral angelegter Tasche selbst aufgewickelt haben

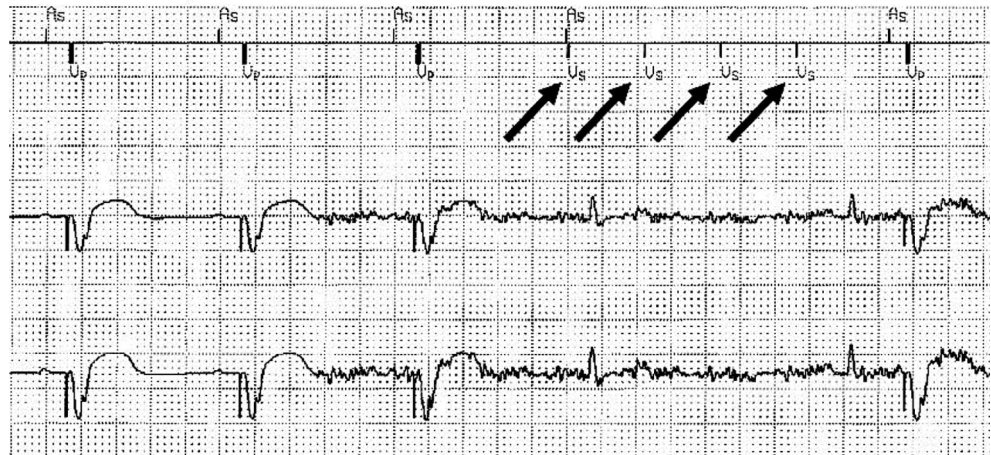
fohlene Stromstärke sollte sicher über der Reizschwelle liegen. Empfohlen werden 5–10 mA über der Reizschwelle.

- Die Überwachung der Stimulation sollte mithilfe der Pulscurve des Pulsoxymeters oder manueller Pulskontrolle erfolgen und nicht allein mithilfe des EKG. Das EKG wird durch die Stimationsartefakte so überlagert, dass ein sicheres Erkennen der effektiven Stimulation nicht möglich ist.
- Der Patient muss sediert werden, da die externe Stimulation sehr schmerzhaft ist.

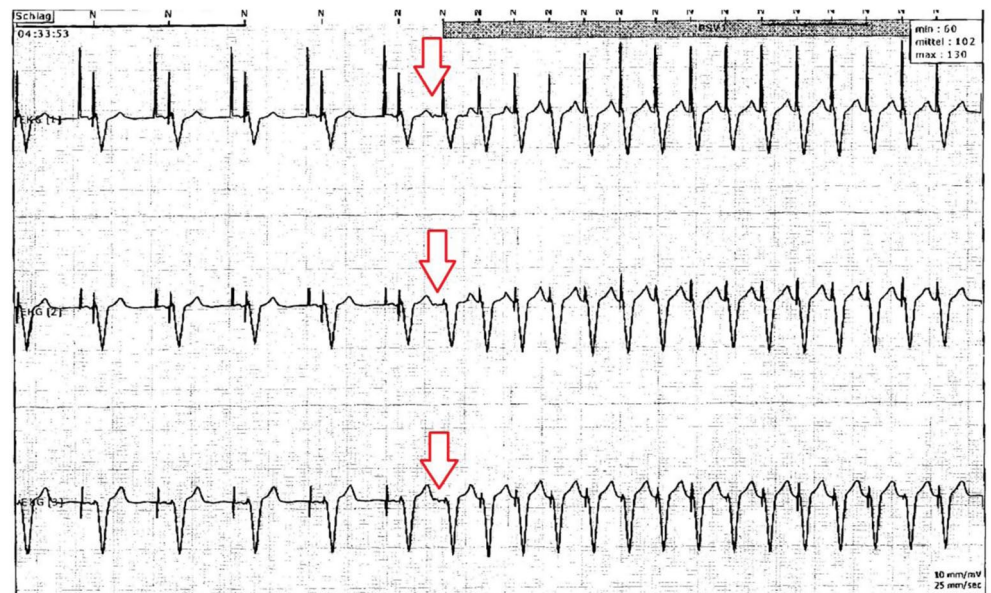
### „Oversensing“

Durch die Fehlwahrnehmung von Muskelartefakten (▣ **Abb. 6**) wird der Schrittmacher inhibiert, sodass die Stimulation ausfällt. Mit der Magnet-Auflage kann hier passager Abhilfe geschaffen werden, da der Magnet die Wahrnehmung aufhebt und eine starrfrequente **blinde Stimulation** (V00 oder D00) bewirkt.

**Der Schrittmacher wird durch die Fehlwahrnehmung von Muskelartefakten inhibiert**



**Abb. 6** ▲ Zunächst eine regelrechte Vorhofwahrnehmung (AS) und getriggerte ventrikuläre Stimulation (VP) in Markerkanal (oberste Zeile) des Schrittmachers und den beiden EKG-Ableitungen. Artefakte wie Myopotenziale, die das EKG überlagern, werden als intrinsische Ventrikelaktionen (Vs) fehlgedeutet („oversensing“, Pfeile) und inhibieren die Schrittmacherstimulation. (Aus „Sachkundekurs HSM-Therapie in Straubing, 11/14, Fall 27“, mit freundlicher Genehmigung der Fa. Biotronik)



**Abb. 7** ▲ Zunächst atriale und ventrikuläre Stimulation, dann führt eine intrinsische atriale Extrasystole (Pfeile) zur Triggerung einer ventrikulären Stimulation mit retrograder Vorhoferregung, die in einer „Endless-loop“-Tachykardie resultiert

## Tachykardien

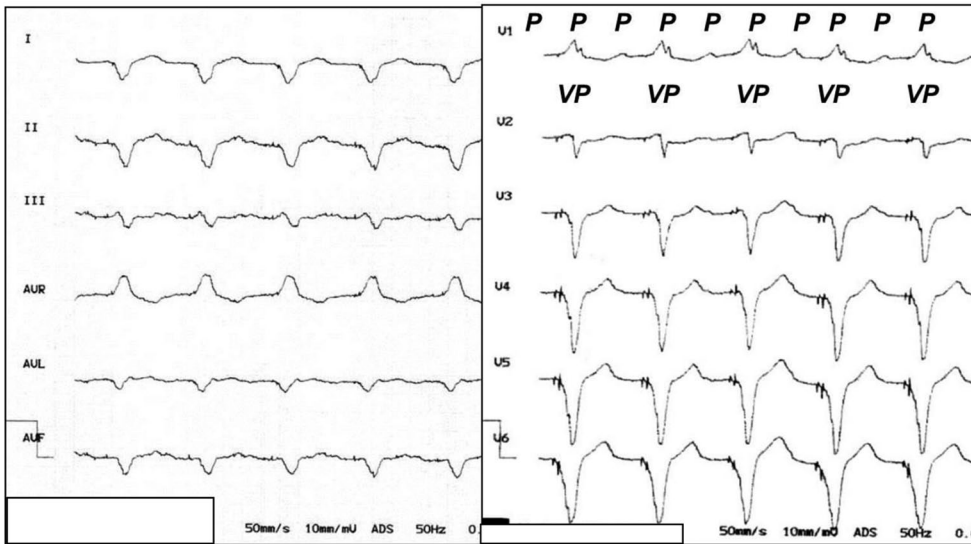
**Beispielhafte Situation.** Ein Schrittmacherträger klagt über **paroxysmales Herzrasen**, das mithilfe des EKG dokumentiert werden konnte (■ Abb. 7). Wie ist das Vorgehen?

Schrittmacherpatienten können mit Tachykardien auffällig werden. Da der Schrittmacher selbst Schrittmachertachykardien verursachen kann, ist es wichtig zu differenzieren, ob eine schrittmacherinduzierte oder eine intrinsische Tachykardie wie z. B. supraventrikuläre oder ventrikuläre Tachykardien vorliegen (■ Tab. 5).

Eine Schrittmachertachykardie kann an folgenden Eigenschaften erkannt werden:

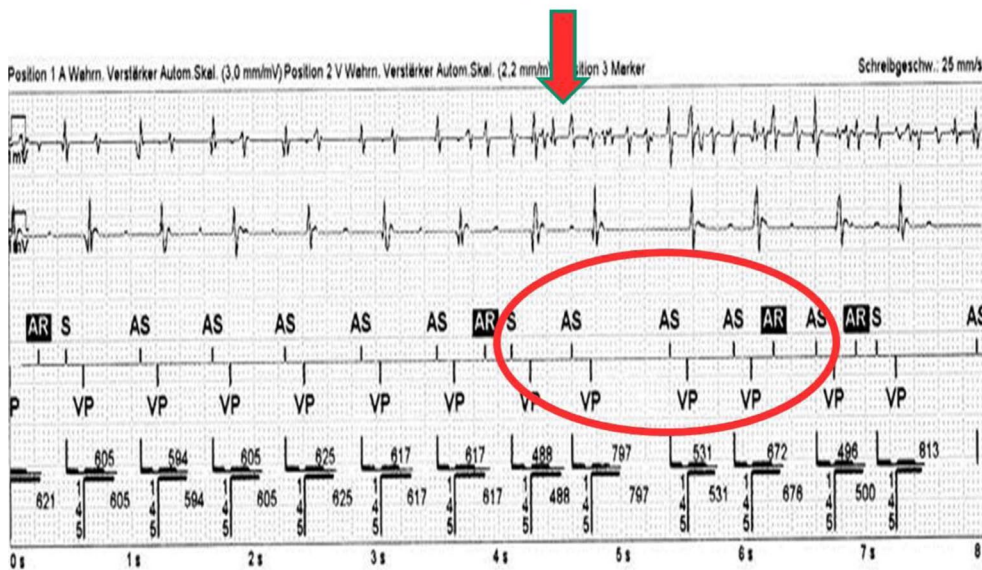
- Es liegt eine Tachykardie mit breiten Kammerkomplexen vor. Jedem Kammerkomplex geht ein Schrittmacherstimulus voraus.
- Die Tachykardiefrequenz ist nicht höher als die programmierte obere Grenzfrequenz.

Zwischen der schrittmacherinduzierten und der intrinsischen Tachykardie muss differenziert werden



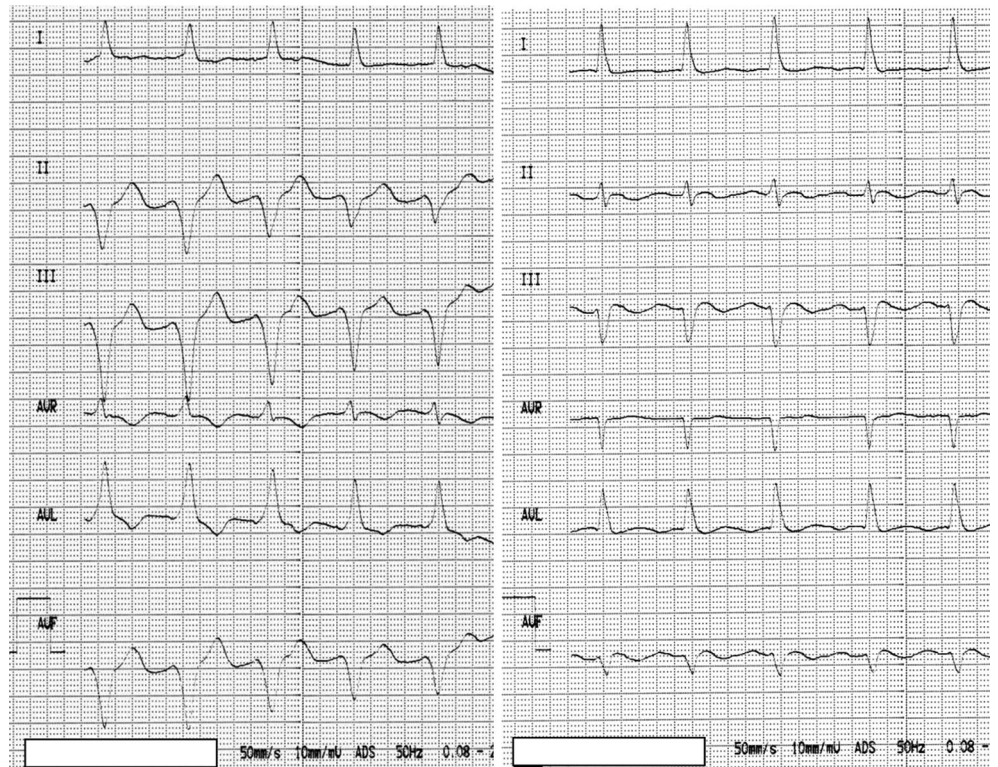
**Abb. 8** ▲ Vorhofflattern mit atrialer Frequenz von 280/min (P) und ventrikulärer Frequenz von 140/min aufgrund tachykarder Überleitung auf den Ventrikel (VP = ventrikuläre Stimulation). Es handelt sich um einen biventrikulären Schrittmacher (CRT-Schrittmacher). Die 2. P-Welle fällt genau in den Kammerkomplex, so dass der Schrittmacher diese nicht erkennt und nicht überleitet. Damit erkennt der Schrittmacher die hohe atriale Frequenz von 280/min nicht, geht folglich nicht in den Mode-Switch, sondern leitet die für ihn sichtbare P-Welle auf den Ventrikel mit einer resultierenden Frequenz von 140/min über.

### Beginn Vorhofflimmern

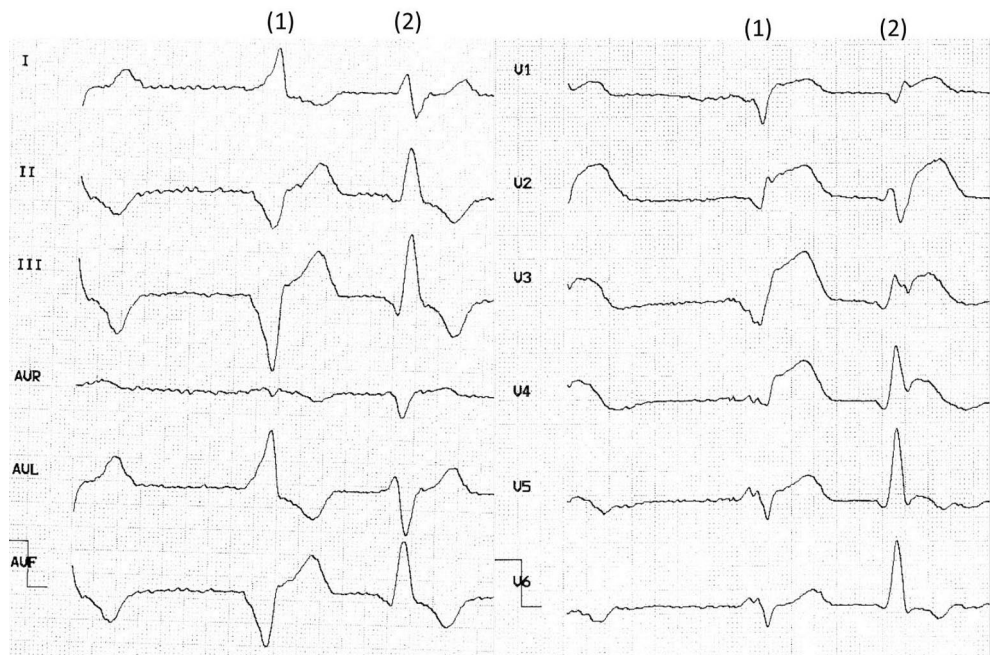


**Abb. 9** ▲ 1. Zeile intrakardiales EKG des Vorhofs, 2. Zeile intrakardiales EKG des Ventrikels, 3. Zeile Markerkanal. Dieser zeigt an, was der Schrittmacher erkennt (AS = intrinsische Vorhofaktivität wahrgenommen, AR = intrinsische Vorhofaktivität wahrgenommen, jedoch in der einprogrammierten atrialen Refraktärzeit). Zu Beginn besteht Sinusrhythmus mit intrinsischer Vorhofwahrnehmung (AS) und ventrikulärer Antwort (VP). Im 2. Teil des EKGs erkennt man hochfrequente Potentiale auf dem Vorhofkanal (Vorhofflimmern), die der Schrittmacher weitgehend nicht wahrnimmt. Es sind deutlich weniger AS- oder AR-Marker annotiert (roter Kreis) als Potentiale im Vorhofkanal zu sehen sind. Es besteht atriales Undersensing, so dass der Schrittmacher den Ventrikel zu schnell stimuliert anstatt in den Mode-Switch zu gehen.

In der Regel beträgt die obere **Grenzfrequenz** ca. 120–150/min je nach Alter des Patienten und Einstellung des Schrittmachers. Diese Information kann aus dem Schrittmacherausweis des Patienten entnommen werden.



**Abb. 10** ▲ Linkes EKG Schrittmachertachykardie (Herzfrequenz 118/min), rechtes EKG nach Ausschalten des Schrittmachers bleibt die Tachykardie bestehen; es handelt sich um eine SM-unabhängige intrinsische Tachykardie

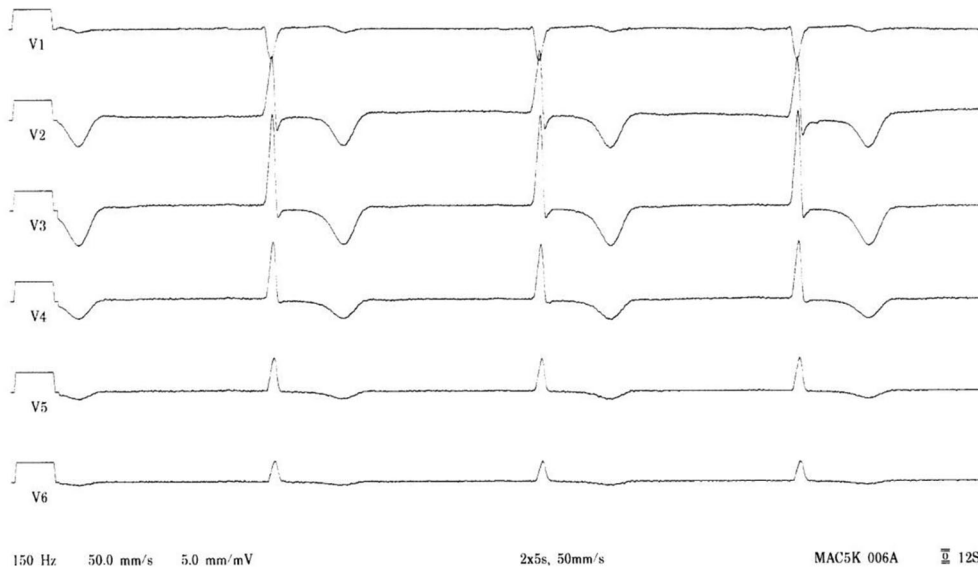


**Abb. 11** ▲ Schrittmacherträger mit akuten thorakalen Beschwerden

Bei der Endless-loop-Tachykardie kommt es nach ventrikulärer Stimulation zu einer retrograden Erregung des Vorhofs über den AV-Knoten

### „Endless-loop“-Tachykardie

Bei der Endless-loop-Tachykardie kommt es nach ventrikulärer Stimulation zu einer retrograden Erregung des Vorhofs über den AV-Knoten. Ein Zweikammerschrittmacher erkennt über die Vorhofsonde die Vorhoferregung und beantwortet diese im Ventrikel. Die Ventrikelstimulation löst wieder eine retrograde Vorhoferregung aus, und der Vorgang wiederholt sich. Die entstandene



**Abb. 12** ▲ Bradykarder junctionaler Eigenrhythmus nach Herabsenkung der Schrittmachergrundfrequenz; für das „cardiac memory“ typische T-Inversionen

Schrittmachertachykardie (Endless loop) kann maximal so schnell wie die obere Grenzfrequenz sein (▣ Abb. 7). Eine Magnet-Auflage kann hier vorübergehend Abhilfe schaffen, da die **Triggerung** durch die Magnet-Auflage ausgesetzt wird (VOO- oder DOO-Modus). Letztlich muss der Schrittmacher umprogrammiert werden, um eine Reduktion der Schrittmachertachykardien zu erreichen.

### Tachykardie bei Vorhofflattern/Vorhofflimmern

Schrittmachertachykardien können im Zusammenhang mit Vorhofflattern oder -flimmern auftreten. Eine Vorhoftachykardie wie Vorhofflattern kann durch den Schrittmacher tachykard auf den Ventrikel übergeleitet werden (▣ Abb. 8). In ▣ Abb. 8 fällt die 2. P-Welle in den Kammerkomplex, sodass der Schrittmacher diese ignoriert. Damit erkennt der Schrittmacher die hohe atriale Frequenz von 280/min nicht und leitet die für ihn sichtbare P-Welle mit der Hälfte der atrialen Frequenz (140/min) auf den Ventrikel über. Ebenso können **feinamplitudige Ausschläge** bei Vorhofflimmern vom Schrittmacher nicht korrekt erkannt werden (▣ Abb. 9, rechter Teil des EKG, Markerkanal AS und AR), sodass der „mode switch“ nicht funktioniert. In ▣ Abb. 9 besteht zu Beginn ein Sinusrhythmus mit intrinsischer Vorhofwahrnehmung (AS) und ventrikulärer Antwort (VP). Im 2. Teil des EKG erkennt man hochfrequente Potenziale auf dem Vorhofkanal (Vorhofflimmern), die der Schrittmacher weitgehend nicht wahrnimmt. Es sind deutlich weniger AS- oder AR-Marker annotiert (*roter Kreis*), als Potenziale im Vorhofkanal zu sehen sind. Es besteht ein atriales „undersensing“, sodass der Schrittmacher den Ventrikel zu schnell stimuliert, anstatt in den „mode switch“ zu gehen.

Unter Mode switch versteht man den Wechsel von DDD auf DDI, wenn ein Patient vom Sinusrhythmus in Vorhofflimmern oder -flattern umspringt. Normalerweise würde im DDD-Modus Vorhofflimmern oder -flattern tachykard übergeleitet werden, da die tachykarde Vorhoferregung jeweils eine ventrikuläre Stimulation triggert. Zum Schutz des Patienten wird ein Mode switch einprogrammiert. Übersteigt die Vorhoffrequenz eine bestimmte Frequenz (in der Regel ca. 175/min), würde der Schrittmacher diese als Vorhoffarrhythmie klassifizieren und nicht mehr überleiten. Der Schrittmacher wechselt in einen anderen Modus, z. B. von DDD auf DDI 70/min und stimuliert nur noch mit 70/min. Funktioniert der Mode switch nicht, kommt es zu einer tachykarden Überleitung des Vorhofflimmerns oder -flatterns, jedoch nicht schneller als die eingestellte obere Grenzfrequenz. In diesen Fällen würde eine Magnet-Auflage die tachykarde Überleitung unterbrechen. Manchmal läuft die Tachykardie trotzdem weiter, wenn die Tachykardie schrittmacherunabhängig und eine **intrinsische Leitung** des Patienten vorhanden ist (▣ Abb. 10).

### Weitere Ursachen

Weitere Ursachen für Schrittmachertachykardien können „Artefakt-Sensing“ im Vorhofkanal wie Myopotenziale sein, die auf den Ventrikel übergeleitet werden. Andere Ursachen für Schrittmacher-

Vorhofflattern kann durch den Schrittmacher tachykard auf den Ventrikel übergeleitet werden

Unter Mode switch versteht man den Wechsel von DDD auf DDI

„Artefakt-Sensing“ im Vorhofkanal kann auf den Ventrikel übergeleitet werden

Ein EKG sollte innerhalb von 10 min geschrieben werden

Ein Schrittmacher kann durch eine externe elektrische Kardioversion zerstört werden

tachykardien können aus der Überreaktion eines **nichtoptimierten Schrittmachersensors** resultieren (■ Tab. 5).

## Akutes Koronarsyndrom

**Beispielhafte Situation.** Ein Schrittmacherpatient stellt sich mit länger anhaltenden **thorakalen Beschwerden** vor. Das EKG zeigt ein Schrittmacher-EKG (■ Abb. 11). Wie ist das Vorgehen?

Für Schrittmacherpatienten mit akutem anhaltenden Thoraxschmerz gelten die gleichen Leitlinien wie für Patienten ohne Schrittmacher. Ein EKG sollte innerhalb von 10 min geschrieben werden. Es ergeben sich 2 Möglichkeiten:

- Der Patient ist durchgehend ventrikulär schrittmacherstimuliert und damit das EKG nichtinterpretierbar. Die Diagnose eines „ST-elevation myocardial infarction“ (STEMI) kann nicht ausgeschlossen werden. Dieser Patient sollte wie ein Patient mit Linksschenkelblock behandelt und sofort einer Koronarangiographie zugeführt werden. Oder es gelingt spätestens in der Klinik mithilfe einer Schrittmacherumprogrammierung, die Schrittmachergrundfrequenz so abzusenken, dass der Eigenrhythmus erkennbar und beurteilbar ist, um einen STEMI zu bestätigen oder auszuschließen. Wichtig hierzu ist die Vorlage des Schrittmacherausweises, damit der Hersteller ermittelt und das geeignete Abfragegerät von der Klinik organisiert werden kann. Eine Absenkung der Schrittmachergrundfrequenz ist dann sinnvoll, wenn bei dem Patienten noch ein Eigenrhythmus mit mindestens junctionalem Rhythmus vorhanden ist. Im Fall des fehlenden oder nur ventrikulären Ersatzrhythmus wie bei vorbestehendem AV-Block III. Grades kann ein STEMI nicht ausgeschlossen werden. In ■ Abb. 11 ist das EKG eines Patienten mit akutem Vorderwandinfarkt und intermittierender Schrittmacherstimulation gezeigt. Der intrinsische Schlag (2) ist diagnostisch und zeigt eine signifikante ST-Hebung. Auch der schrittmacherstimulierte Schlag (1) lässt eine ST-Hebung vermuten, wäre jedoch allein nicht beweisend für einen akuten Vorderwandinfarkt.
- Bei dem Patienten der ■ Abb. 12 erschien nach Herabsenkung der Schrittmachergrundfrequenz ein bradykarder junctionaler Eigenrhythmus. Damit können ST-Hebungen ausgeschlossen werden. Die T-Inversionen können durch Repolarisationsstörungen nach Schrittmacherstimulation entstehen („cardiac memory“) und sind daher nicht als Hinweis für eine koronare Herzkrankheit verwertbar.

## Dyspnoe

Bei Dyspnoe in Zusammenhang mit einer frischen Schrittmacherimplantation sollte an einen Pneumothorax oder Perikarderguss gedacht werden. Ebenso können Schrittmacherfehlfunktionen wie Sondendislokation, Stimulationsverlust, fehlerhafte Programmierung oder Batterieerschöpfung zu einer Dyspnoe führen.

## Fieber

Schrittmachersysteme können sich infizieren und sich wie folgt manifestieren:

- Tascheninfektion (gerötete Schrittmachertasche) oder
- Systeminfektion mit Beteiligung der Sonden (Sondenendokarditis).

Leitsymptome stellen Fieber, Schüttelfrost, eine gerötete oder schmerzhafteste Schrittmachertasche dar.

## Defibrillation bzw. Kardioversion

Ein Schrittmacher kann durch eine externe elektrische Kardioversion zerstört werden. Ebenso kann die Schockenergie im ungünstigen Fall auf die Spitze der ventrikulären Elektrode übertragen und hier einen Exit block erzeugen, der passager (ca. 30 min!) oder auch permanent sein kann. Im Notfall sollten die externen Paddles oder Patch-Elektroden soweit wie möglich vom Schrittmacher entfernt aufgesetzt werden. Ideal wäre eine **anteriorposteriore Position** der Klebeelektroden [2].

## Fazit für die Praxis

- Im Notfall kann bei einem Oversensing oder einer Schrittmachertachykardie die Magnet-Auflage passager hilfreich sein.
- Patienten mit Schrittmacherproblemen sollten in eine Klinik mit Schrittmacherabfragemöglichkeit gebracht werden.
- Bei schrittmacherstimulierten Patienten mit Verdacht auf akuten Herzinfarkt sollte der Schrittmacher so umprogrammiert werden, dass ST-Hebungen im EKG beurteilt werden können.
- Die Mitnahme des Schrittmacherausweises erleichtert das weitere Vorgehen für die Klinik.

## Korrespondenzadresse

### Dr. T. Kleemann

Klinikum Ludwigshafen  
Medizinische Klinik B, Bremserstr. 79, 67063 Ludwigshafen  
kleemann.thomas@web.de

## Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** T. Kleemann, M. Strauß und K. Kouraki geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren.

## Literatur

1. European Society of Cardiology (ESC), European Heart Rhythm Association (EHRA), Brignole M, Auricchio A, Baron-Esquivias G, Bordachar P, Boriani G, Breithardt OA, Cleland J, Deharo JC, Delgado V, Elliott PM, Gorenek B, Israel CW, Leclercq C, Linde C, Mont L, Padeletti L, Sutton R, Vardas PE (2013) ESC guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: the task force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *Europace* 15:1070–1118
2. Israel CW, Nowak B, Willems S, Bänsch D, Butter C, Doll N, Eckardt L, Geller JC, Klingenhöben T, Lewalter T, Schumacher B, Wolpert C (2011) Empfehlungen zur externen Kardioversion bei Patienten mit Herzschrittmacher oder implantiertem Kardioverter/Defibrillator. *Kardiologie* 5:257–263

# CME-Fragebogen

Bitte beachten Sie:

- Teilnahme nur online unter: [springermedizin.de/eAkademie](http://springermedizin.de/eAkademie)
- Die Frage-Antwort-Kombinationen werden online individuell zusammengestellt.
- Es ist immer nur eine Antwort möglich.

## ? Was ist *keine* Schrittmacherindikation?

- AV-Block III. Grades und Synkope
- AV-Block II. Grades Typ Mobitz mit Präsynkope
- Bradykardes Vorhofflimmern (40/min) und Synkope
- AV-Knoten-Ersatzrhythmus von 40/min und Präsynkope
- Asymptomatischer AV-Block I. Grades

## ? Was bewirkt die Magnet-Auflage beim Schrittmacher?

- Der Schrittmacher stellt alle Therapien ein.
- Der Schrittmacher erhöht die intrinsische Wahrnehmung.
- Der Schrittmacher stimuliert mit einer fest vorgegebenen Frequenz.
- Der Schrittmacher erniedrigt den Stimulation-Output.
- Der Schrittmacher löst eine antitachykardie Stimulation aus.

## ? Wann kann eine Magnet-Auflage hilfreich sein? Welche Antwort ist *falsch*?

- Bei Schrittmachertachykardien zur Terminierung der Tachykardie
- Intraoperativ zur Vermeidung einer Schrittmacherdysfunktion, ausgelöst durch Störartefakte wie elektrisches Kautern
- Zur Bestimmung des Batteriestatus
- Bei Vorhofflattern, das tachykard übergeleitet wird
- Bei Patienten mit Thoraxschmerz zur Beurteilung von ST-Hebungen

## ? Ein 75-jähriger Patient berichtet über 30 min anhaltende thorakale Beschwerden. Er ist Schrittmacherträger. Welche Antwort ist korrekt?

- Ein EKG ist nicht notwendig, da der Patient Schrittmacherträger ist.
- Ein ST-Hebungsinfarkt kann in der Regel mithilfe des EKG diagnostiziert werden, wenn der Patient in der Kammer stimuliert wird.
- Das Vorliegen eines ST-Hebungsinfarkts kann mithilfe des EKG nicht beurteilt werden, wenn der Patient nur in der Vorkammer stimuliert wird.
- Bei Schrittmacherpflichtigkeit ist das EKG nicht verwertbar, sodass der Patient wie ein ST-Hebungsinfarkt behandelt werden muss.
- Zur Therapie der thorakalen Beschwerden ist das Auflegen eines Magneten auf den Schrittmacher sinnvoll.

## ? Sie werden zu einer 77-jährigen Patientin gerufen, die über seit 30 min anhaltende Brustschmerzen klagt. Sie ist seit 20 Jahren Schrittmacherträgerin bei AV-Block III. Grades. Im Schrittmacher-EKG folgt nach jedem P eine ventrikuläre Schrittmacherstimulation (VAT-Modus). Welche Antwort ist korrekt?

- Die Patientin muss ins nächstgelegene Krankenhaus, da der Verdacht auf einen akuten Myokardinfarkt besteht.
- Die Patientin sollte wie ein akuter Myokardinfarkt mit Linksschenkelblock behandelt und in das nächstgelegene Krankenhaus mit Herzkatheterlabor gebracht werden.

- Die Patientin sollte in eine Schrittmacherambulanz gebracht werden, um mithilfe einer Umprogrammierung einen akuten Myokardinfarkt auszuschließen.
- Da ein ST-Hebungsinfarkt mithilfe des EKG nicht diagnostizierbar ist, sollte mit der Einleitung einer akuten medikamentösen Therapie bis zum Eintreffen in die Klinik abgewartet werden.
- Ein EKG-Monitoring während des Transports ist nicht sinnvoll, da der Schrittmacher alle Arrhythmien überdeckt.

## ? Sie werden zu einer Patientin gerufen, die über einen plötzlich aufgetretenen Schwindel und einen langsamen Puls von 35/min klagt. Sie hat ihren Schrittmacher vor einer Woche erhalten. Welche Antwort trifft am ehesten zu?

- Die Batterie des Schrittmachers ist leer.
- Es handelt sich um eine akute Schrittmacherinfektion.
- Eine Schrittmacherdysfunktion ist wahrscheinlich.
- Ein Perikarderguss könnte die Ursache der Beschwerden sein.
- Die Patientin hat zu viele bradykardisierende Medikamente eingenommen.

## ? Eine Patientin klagt 2 Wochen nach Schrittmacherimplantation über Fieber und Schmerzen an der Implantationsstelle. Welche Ursache kommt am ehesten infrage?

- Pneumothorax
- Perikarderguss
- Schrittmacherdysfunktion
- Schrittmacherinfektion
- Fehlerhafte Schrittmacherprogrammierung



Für Zeitschriftenabonnenten ist die Teilnahme am e.CME kostenfrei

**? Ein Schrittmacherpatient klagt über Tachykardien. Sie haben den Verdacht auf eine Schrittmachertachykardie. Welche Aussage zur Schrittmachertachykardien ist richtig?**

- Die Herzfrequenz liegt über der maximal eingestellten Schrittmacherfrequenz.
- Im EKG liegt eine ventrikuläre Tachykardie vor.
- Bei Vorhofflimmern kann aufgrund der hohen Flimmerfrequenz keine Schrittmachertachykardie auftreten.
- Schrittmachertachykardien zeichnen sich durch breite Kammerkomplexe mit einem vorangehenden Impuls aus.
- Es handelt sich um eine Fehlprogrammierung.

**? Wie platzieren Sie am besten die externen „paddles“ bei einem Schrittmachert Träger mit Kammerflimmern?**

- Über dem Schrittmacheraggregat
- Im Verlauf der Schrittmacherelektroden
- Über der Herzspitze links sowie auf derselben Höhe am Rücken links
- Zirka 2.–3. ICR Mamillarlinie rechts ventral sowie auf derselben Höhe am Rücken rechts
- Bei implantiertem Schrittmacher ist eine Defibrillation nicht erlaubt

**? Was versteht man unter einem Exit block bei Schrittmacherdysfunktion?**

- Der Stimulus kommt nach dem Kammerkomplex.
- Der erste Stimulus stimuliert den Ventrikel, der 2. kommt am Ende des Kammerkomplexes.
- Die Vorhofstimuli werden nicht beantwortet.
- Es wechseln sich reguläre Überleitungen mit zu späten Überleitungen ab.
- Nach der Ventrikelstimulation kommt keine direkte elektrische Antwort.

Diese zertifizierte Fortbildung ist 12 Monate auf [springermedizin.de/eAkademie](http://springermedizin.de/eAkademie) verfügbar. Dort erfahren Sie auch den genauen Teilnahmeabschluss. Nach Ablauf des Zertifizierungszeitraums können Sie diese Fortbildung und den Fragebogen weitere 24 Monate nutzen.