

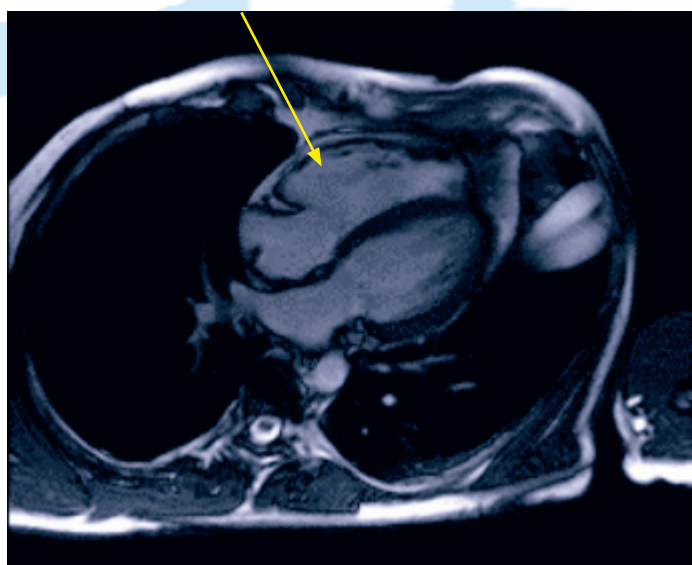


Daiichi-Sankyo

Passion & Precision  
For Medicines – since 1899

# Moderne Diagnoseverfahren in der Kardiologie

*Aktuelles Review-Journal*



## 1-2011

Transthorakale  
Echokardiografie/  
Gewebedoppler

Computertomografie/  
Magnetresonanztomografie

Invasive Diagnostik

Gefäßmedizin

Arrhythmien

Metabolismus

Verschiedenes

# Moderne Diagnoseverfahren in der Kardiologie

## Wissenschaftliche Leitung

Lambertz H  
Wiesbaden

## Wissenschaftliches Komitee

Beuckelmann DJ  
Berg

Hess O  
Bern

Ischinger T  
München

Mügge A  
Bochum

Schwaiger M  
München

Sechtem U  
Stuttgart

## Wissenschaftlicher Beirat

Andresen D  
Berlin

Bartel T  
Innsbruck

Becher H  
Edmonton, Kanada

Bönnner G  
Bad Krozingen

Dietz U  
Wiesbaden

Ekinci O  
Uttenreuth

Flachskampf FA  
Uppsala

Geller JC  
Bad Berka

Griebenow R  
Köln

Hagendorff A  
Leipzig

Hoffmann R  
Aachen

Klein H  
Idar-Oberstein

Konz K  
Wiesbaden

Kreuzer J  
Limburg

Maisch B  
Marburg

Meinertz T  
Hamburg

Michel R  
Wiesbaden

Nienaber C  
Rostock

Reithmann C  
München

Rienmüller R  
Graz

Simon R  
Kiel

Stellwaag M  
Wiesbaden

Tillmanns H  
Gießen

Zimmermann R  
Pforzheim

Voigt JU  
Leuven

Reviews und Abstracts aus der  
aktuellen kardiologischen Literatur

## Herausgeber

Lambertz H  
Wiesbaden

Erdlenbruch W  
München

## Titelbild

Bei einem 50-jährigen Patienten mit hämodynamisch tolerierten, monomorphen, Linkschenkelblock-förmig deformierten ventrikulären Tachykardien wurde mittels kardialer MRT eine fokale Verfettung an der anterioren Wand des rechten Ventrikels (Pfeil) nachgewiesen.

(Prof. Dr. med.  
C. Reithmann,  
Klinikum München  
Pasing, München)

Editorial		
	<i>Diagnostisches Vorgehen bei ventrikulären Arrhythmien</i>	5
<hr/>		
Transthorakale Echokardiografie/Gewebedoppler		
	<i>Prognostische Bedeutung von Strain und Strain-Rate nach akutem Myokardinfarkt</i>	10
	<i>Regionale links- und rechtsventrikuläre Funktionsstörungen während perkutaner Koronarintervention</i>	14
	<i>Bedeutung des linksventrikulären endsystolischen Durchmessers (LVESD) auf die Prognose bei Patienten mit isolierter Mitralinsuffizienz</i>	18
<hr/>		
Computertomografie/Magnetresonanztomografie		
	<i>Hat die Bestimmung des Infarktausmaßes bzw. der kontraktiven Funktionsreserve mittels CMR prognostische Bedeutung bei Patienten mit chronischem Myokardinfarkt?</i>	20
	<i>Koronarer Kalzium-Score und Myokardperfusionsbildgebung sind unabhängige und komplementäre Prädiktoren des kardiovaskulären Risikos</i>	22
<hr/>		
Invasive Diagnostik		
	<i>Die Strategie einer systematischen, vorbeugenden Koronarangiografie verbessert das Langzeitergebnis nach größeren gefäßchirurgischen Eingriffen in einer Mittel- bis Hochrisikopopulation</i>	27
	<i>Stent-Lücken detektiert mittels kardialer 64-Zeilen-CT-Angiografie – Bedeutung für In-Stent-Restenosen, Stent-Frakturen oder bei unzureichender Gefäßabstützung</i>	29

## Gefäßmedizin

---

*Querschnittsanalyse von Basisdaten zur Identifizierung der Hauptdeterminanten für die Intima-Media-Dicke der Karotiden bei Europäern: Die IMPROVE-Studie* 33

## Arrhythmien

---

*Übergang von paroxysmalem in persistierendes Vorhofflimmern* 35

*Triggerung von nächtlichen Arrhythmien durch schlafassoziierte Atmungsstörungen* 38

## Metabolismus

---

*Der OGTT-2-Stunden-Wert ist eng assoziiert mit makrovaskulären Ereignissen und der Gesamtmortalität bei angiografisch gesicherter koronarer Herzkrankheit* 40

*Erhöhte CRP-Werte und Mortalität: Ergebnisse aus der Kopenhagen-Herz-Studie* 42

## Verschiedenes

---

*Elektroden-Extraktion in der heutigen Zeit: Die LEXICON-Studie. Eine retrospektive Beobachtungsstudie von konsekutiven Patienten mit Laser-unterstützter Elektroden-Entfernung* 46

*Blutungsrisiko bei über 80 Jahre alten Patienten mit Vorhofflimmern und oraler Antikoagulation* 49

*Moderne Diagnoseverfahren  
in der Kardiologie*

ist ein Review-Journal, das halbjährlich erscheint. Ansinnen der Herausgeber ist es, den kardiologisch interessierten Leser über aktuelle Entwicklungen auf dem Sektor der kardiologischen Diagnostik zu informieren.

Hierbei werden folgende Diagnoseverfahren getrennt behandelt:

**transthorakale  
Echokardiografie/  
Gewebedoppler**

**Computertomografie/  
Magnetresonanztomografie**

**Invasive Diagnostik**

**Gefäßmedizin**

**Arrhythmien**

**Metabolismus**

**Verschiedenes**

Jede Ausgabe dieser Zeitschrift gliedert sich in mehrere Abschnitte auf:

Einem Editorial folgen die Stellungnahmen namhafter Experten zu ausgewählten Beiträgen der aktuellen Literatur. Hierbei werden Studienergebnisse, insbesondere in Bezug auf ihre praktische Anwendung im klinischen Alltag, kritisch gewertet.

## Diagnostisches Vorgehen bei ventrikulären Arrhythmien

C. Reithmann  
Medizinische Klinik I,  
Klinikum München Pasing

### KLINISCHE PRÄSENTATION VON PATIENTEN MIT VENTRIKULÄREN ARRHYTHMIEN

Ventrikuläre Arrhythmien können bei Individuen mit oder ohne Herzerkrankung auftreten. Es besteht ein sehr großer Überlappungsbereich zwischen der klinischen Präsentati-

### DIAGNOSTISCHES VORGEHEN BEI PATIENTEN MIT DOKUMENTIERTEN ODER VERMUTETEN VENTRIKULÄREN ARRHYTHMIEN

**Anamnese und körperliche Untersuchung.** Palpitationen, Präsynkope und Synkope sind die

**Ruhe-12-Kanal-EKG.** Ein Ruhe 12-Kanal-EKG ist bei allen Patienten indiziert, bei denen ventrikuläre Tachyarrhythmien vermutet werden oder dokumentiert sind. Ein Standard-12-Kanal-EKG erlaubt die Identifikation kongenitaler Abnormalitäten, die mit einer ventrikulären Arrhythmie und dem plötzlichen Herztod assoziiert sein können (z.B. Long-QT-Syndrom, Short-QT-Syndrom, Brugada-Syndrom, Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie). Darüber hinaus erlaubt das 12-Kanal-EKG die Diagnose funktioneller reversibler Störungen, z.B. Koronarischämie oder Elektrolytstörungen, die ursächlich für das Auftreten ventrikulärer Tachykardien sein können. Das 12-Kanal-EKG kann wichtige Hinweise auf eine zugrundeliegende strukturelle Herzerkrankung, z.B. Schenkelblock, AV-Block, ventrikuläre Hypertrophie

#### Klinische Präsentation von Patienten mit ventrikulären Arrhythmien und plötzlichem Herztod

##### asymptomatische Individuen mit oder ohne elektrokardiografischen Abnormalitäten

##### Personen mit Symptomen, die möglicherweise einer ventrikulären Arrhythmie zuzuordnen sind

- Palpitationen
- Dyspnoe
- Brustschmerz
- Synkope oder Präsynkope

##### hämodynamisch stabile ventrikuläre Tachykardien

##### hämodynamisch instabile ventrikuläre Tachykardien

##### Herz-Kreislauf-Stillstand

- Asystolie
- Ventrikuläre Tachykardie
- Kammerflimmern
- Pulslose elektrische Aktivität

on der Patienten und der Schwere und des Typs ventrikulärer Arrhythmien (Tab. 1).

drei wichtigsten Symptome bei Patienten mit der Verdachtsdiagnose ventrikulärer Arrhythmien, die einer weiteren Abklärung bedürfen. Andere Symptome einer zugrundeliegenden Herzerkrankung, z.B. Brustschmerzen, Dyspnoe oder Abgeschlagenheit, können ebenfalls vorliegen. Wichtig sind auch die Erhebung der Medikamentenanamnese und die Offenlegung einer möglichen Familienanamnese des plötzlichen Herztodes.

und Q-Zacken als Ausdruck einer ischämischen oder infiltrativen Herzerkrankung sein. Die QRS-Dauer- und Repolarisationsstörungen sind als unabhängige Prädiktoren des plötzlichen Herztodes identifiziert worden (1).

Tabelle 2  
Stellenwert der  
Echokardiografie bei  
Herzerkrankungen,  
die mit ventrikulären  
Arrhythmien ver-  
gesellschaftet sind

Erkrankung	diagnostische	Aussagekraft
Dilatative Kardiomyopathie	hoch	
Ischämische Kardiomyopathie	hoch	
Hypertonie mit mäßiger bis schwerer linksventrikulärer Hypertrophie	hoch	
Hypertrophe Kardiomyopathie	hoch	
Valvuläre Kardiomyopathie	hoch	
Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie	hoch	
Brugada-Syndrom	gering	

Die Aufzeichnung eines »Anfalls«-12-Kanal EKGs sollte immer angestrebt werden, wenn dies bei hämodynamisch stabilen anhaltenden Tachykardien möglich ist (2). Die EKG-Dokumentation kann für das weitere therapeutische Vorgehen in der Sekundärprävention ventrikulärer Tachyarrhythmien wegweisend sein.

**Belastungstests.** Belastungstests (z.B. Fahrrad-Ergometrie oder pharmakologische Belastung) mit dem Ziel der Provokation ischämischer Veränderungen oder ventrikulärer Tachyarrhythmien sind bei erwachsenen Patienten mit ventrikulären Arrhythmien indiziert, wenn nach Symptomatik, Alter und Geschlecht ein mittleres bis hohes Risiko einer koronaren Herzerkrankung besteht. Unabhängig vom Alter sind Belastungstests bei Patienten mit bekannten oder vermuteten belastungsinduzierten ventrikulären Arrhythmien, einschließlich der Katecholamin-induzierten ventrikulären Tachykardien, angezeigt,

um durch Auslösung der Tachykardie eine Diagnose zu stellen oder um unter einer medikamentösen Behandlung oder nach einer Katheterablation die Wirksamkeit der Therapie zu überprüfen. Die Belastungstests müssen unter Vorhaltung aller Voraussetzungen für eine kardio-pulmonale Reanimation von geschultem Personal durchgeführt werden.

**Langzeit-EKG, Event-Rekorder, Telemetrie.** Ein Langzeit-EKG ist indiziert, wenn zur Klärung der Diagnose die Dokumentation einer vermuteten ventrikulären Tachykardie angestrebt wird. Eine Bestimmung von QT-Intervall-Veränderungen, T-Wellen-Alternans oder ST-Streckenveränderungen kann ebenfalls zur Risikoabschätzung sinnvoll sein. Mittels eines Event-Rekorders kann geklärt werden, ob sporadisch auftretende Symptome durch transiente ventrikuläre Arrhythmien verursacht werden. Implantierbare Loop-Rekorder sind vor allem dann zur Symptom-Rhythmus-Kontrolle sinnvoll, wenn ventrikuläre Arrhythmien als mögliche Synkopenursache nicht durch andere diagnostische Verfahren ausgeschlossen oder bestätigt werden können.

**Ventrikuläre Funktion und Bildgebung.** Die Echokardiografie wird für alle Patienten mit ventrikulären Tachyarrhythmien empfohlen, vor allem, wenn der Verdacht auf eine strukturelle Herzerkrankung besteht (Tab. 2). Eine Echokardiografie sollte durchgeführt werden bei Patienten mit erhöhtem Risiko für ventrikuläre Arrhythmien, z.B. dilatativer Kardiomyopathie, ischämischer Kardiomyopathie, rechtsventrikulärer Kardiomyopathie, durchgemachtem Myokardinfarkt, sowie bei Angehörigen von Patienten mit genetisch determinierten Herzerkrankungen, die mit einem plötzlichen Herztod assoziiert sind. Bildgebende Untersuchungen (Echokardiografie, nuklearmedizinische Untersuchungen, Magnetresonanztomografie) in Kombination mit einer Stressuntersuchung in Form einer Ergometrie oder pharmakologischen Belastung (Adenosin, Dobutamin) sind sinnvoll, wenn bei Patienten mit ventrikulären Tachyarrhythmien eine verborgene Myokardischämie als ursächlich für die ventrikuläre Arrhythmie vermutet wird. Eine Koronarangiografie wird durchgeführt, wenn bei Patienten mit lebensbedrohlichen ventrikulären Arrhythmien oder überlebtem plötzlichem Herztod eine signifikante koronare Herzerkrankung nicht mit ausreichender Sicherheit durch andere Untersuchungen ausgeschlossen werden kann.

**Kardiale Magnetresonanztomografie (kardiale MRT).**

Die exzellente Bildauflösung der kardialen MRT in der Quantifizierung kardialer Volumina sowie der links- und rechtsventrikulären Masse und Funktion erlaubt eine Evaluation der Struktur und Funktion des schlagenden Herzens. Bei der rechtsventrikulären Kardiomyopathie stellt die kardiale MRT zur Bestimmung regionaler Wandbewegungsstörungen und Erkennung fibro-fettiger Veränderungen die Methode der Wahl dar (Abb. 1). Auch bei anderen Herzerkrankungen, die mit ventrikulären Arrhythmien assoziiert sind, ist die kardiale MRT eine hervorragende Methode zur Detektion und Quantifizierung von Fibrose oder Infarkt Narbe. Ob die Quantifizierung der Infarkt Narbe mittels Kardio-MRT bei Patienten nach Myokardinfarkt im Hinblick auf die Risikoabschätzung des Auftretens ventrikulärer Arrhythmien der Bestimmung der linksventrikulären Auswurfraction überlegen ist (3), müssen künftige Untersuchungen zeigen.

**Kardiale Computertomografie (kardiale CT).**

Mittels der kardialen CT können neben der Bestimmung der linksventrikulären Volumina, Auswurfraction und Masse auch eine Koronarkalkbestimmung und nicht invasive Koronarangiografie durchgeführt werden. Im Hinblick auf die Evaluation kardialer Strukturen bei Patienten mit ventrikulären Tachyarrhythmien kommt die kardiale CT in Ausnahmefällen in

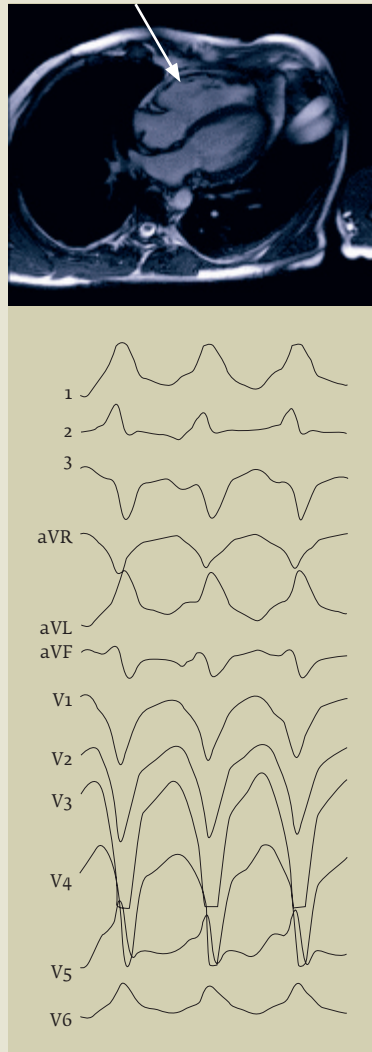


Abbildung 1  
Bei einem 50-jährigen Patienten mit hämodynamisch tolerierten, monomorphen, Links-schenkelblock-förmig deformierten ventrikulären Tachykardien wurde mittels kardialer MRT eine fokale Verfettung an der anterioren Wand des rechten Ventrikels (Pfeil) nachgewiesen. Die Befunde sprechen für eine arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie. Die Behandlung bestand in einer erfolgreichen Ablation der ventrikulären Tachykardie und engmaschiger Kontrolle des Patienten.

Betracht, wenn eine Echokardiografie und kardiale MRT nicht durchführbar sind. Zur Abklärung einer signifikanten koronaren Herzerkrankung bei Patienten mit ventrikulären Arrhythmien ist die kardiale CT nur in Einzelfällen geeignet.

**Elektrophysiologische Untersuchung (EPU).**

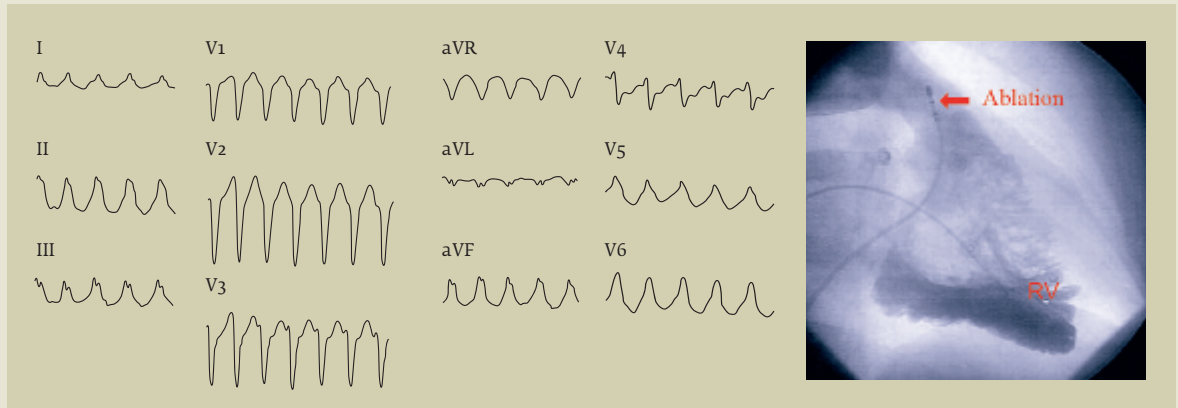
Die EPU ist zur diagnostischen Evaluation von dokumentierten Tachykardien mit breitem Kammerkomplex mit ungeklärtem Mechanismus indiziert (4). Zur Auflistung weiterer Indikationen zur EPU bei Patienten mit vermuteten oder dokumentierten ventrikulären Tachykardien, Patienten mit Synkope und Patienten mit erhöhtem Risiko eines plötzlichen Herztodes, wird auf die entsprechenden Empfehlungen der Fachgesellschaften verwiesen (1,4).

**Bildgebung bei der Katheterablation ventrikulärer Tachykardien.**

Medikamentös therapierefraktäre ventrikuläre Tachykardien bei Patienten ohne strukturelle Herzerkrankung können mit sehr hohen Erfolgsraten durch die Katheterablation behandelt werden. Auch bei struktureller Herzerkrankung stellt die Katheterablation zur Vermeidung häufiger ICD-Schocks oder beim elektrischen Sturm mit häufigen oder unaufhörlichen ventrikulären Tachykardien in vielen Fällen die Therapie der Wahl dar. Durch die simultane Angiografie des rechten bzw. linken Ventrikels kann die Zuordnung der Position des Map-

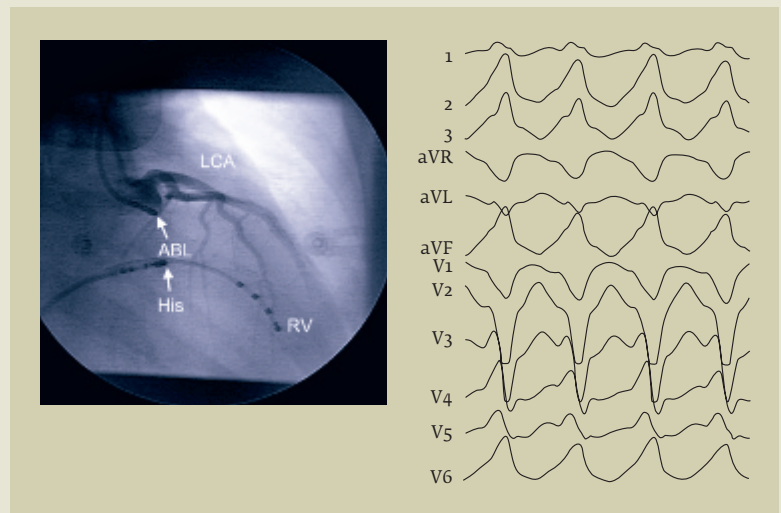


**Abbildung 2**  
Eine 45-jährige Patientin stellte sich mit einer Katecholaminsensitiven, salvenartigen ventrikulären Tachykardie aus dem rechtsventrikulären Ausflusstrakt ohne Nachweis einer strukturellen Herzerkrankung vor. Die erfolgreiche Ablationsposition der Ausflusstrakttachykardie unmittelbar unterhalb der Pulmonalklappe wird durch eine simultane rechtsventrikuläre Angiografie visualisiert.



**Abbildung 3**  
Eine 21-jährige Patientin ohne strukturelle Herzerkrankung litt unter täglichen Episoden einer ventrikulären Tachykardie. Die erfolgreiche Ablation der linksventrikulären Ausflusstrakttachykardie konnte von der Aortenwurzel aus vorgenommen werden. Aufgrund der Nähe zum Ostium des Hauptstamms der

linken Koronararterie (LCA) ist die simultane Durchführung einer Koronarangiografie obligat (4). His, Elektrodenkatheter in Hisbündel-Position. ABL, Ablationskatheter an der erfolgreichen Position in der Aortenwurzel. RV, Elektrodenkatheter im rechtsventrikulären Apex.



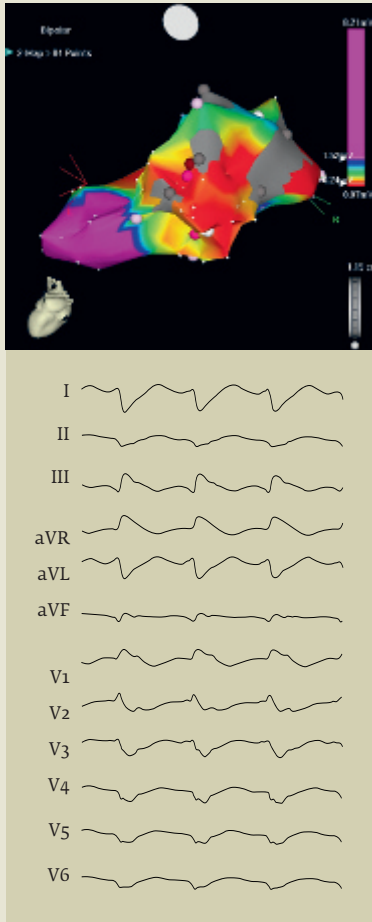
ping- und Ablationskatheters zu den anatomischen Strukturen der untersuchten Herzkammer erleichtert werden (Abb. 2).

Bei der häufigsten Form der linksventrikulären Ausflusstrakttachykardie mit Ursprung in der Aortenwurzel ist aufgrund der anatomischen Nähe des Ablationsortes zu den Koronararterienostien die simultane Durchführung einer Koronarangiografie obligat (Abb. 3) (5).

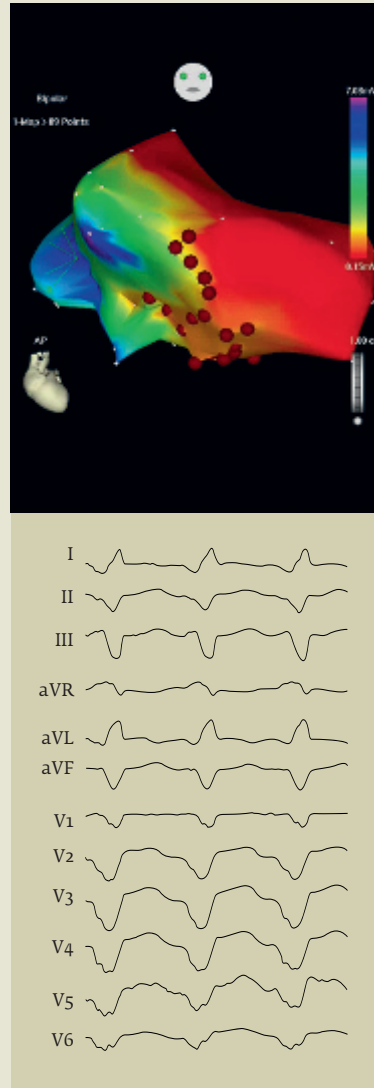
Die Ablation ventrikulärer Tachykardien bei Patienten mit struktureller Herzerkrankung wird in der Regel mit Hilfe eines dreidimensionalen Mapping-Systems durchgeführt.

Die elektro-anatomischen Mapping-Systeme (CARTO oder ENSITE NAVX) ermöglichen die präzise Zuordnung elektrischer Potenziale zu den anatomischen Strukturen in einer dreidimensionalen Darstellung. Insbesondere die Auftragung eines Spannungs-Maps (voltage map) stellt häufig die Voraussetzung für die erfolgreiche Katheterablation komplexer ventrikulärer Tachykardien bei Patienten mit ischämischer Kardiomyopathie oder rechtsventrikulärer Kardiomyopathie dar. Bei der überwiegend elektrophysiologisch geführten Ablation ventrikulärer Tachykardien dient das dreidimensionale Spannungs-Map als Orientierung zum Auffinden möglicher Ablationspositionen, deren Relevanz als

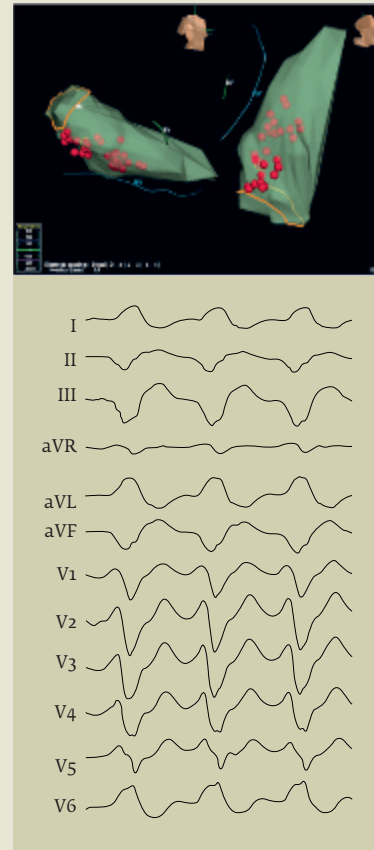
kritische Anteile des Reentrykreises dann durch elektrophysiologische Manöver überprüft wird (Abb. 4). Bei der überwiegend Substrat-basierter Katheterablation ventrikulärer Tachykardien, die bei multiplen QRS-Morphologien oder hämodynamisch instabilen ventrikulären Tachykardien durchgeführt wird, erfolgt die Platzierung der Ablationsläsionen anatomisch orientiert entlang von Narbenregionen oder als linienförmige Durchschneidung von Fibrose- oder Infarktarealen (Abb. 5, 6).



**Abbildung 4**  
Bei einem 75-jährigen Patienten nach Myokardinfarkt mit Zustand nach ICD-Implantation traten häufige adäquate ICD-Schocks auf. Zur Ablation der ventrikulären Tachykardien wurde mittels des dreidimensionalen Mapping-Systems CARTO zunächst ein Spannungs-Map durchgeführt. Nach der Durchführung elektro-physiologischer Mapping- und Stimulationsmanöver (entrainment, pace mapping) wurde durch Ablation (roter Punkt) zwischen Narbenarealen (grau) eine erfolgreiche Ablation der ventrikulären Tachykardie durchgeführt und weitere ICD-Schocks konnten verhindert werden.



**Abbildung 5**  
Ein 62-jähriger Patient nach Myokardinfarkt stellte sich mit einem elektrischen Sturm und häufigen ICD-Schocks vor. Die Substrat-basierte Ablation multipler ventrikulärer Tachykardien mit unterschiedlicher Morphologie nach Myokardinfarkt bestand in Ablationsläsionen (rote Punkte) entlang des Randbereiches einer großen Infarktregion (rote Fläche). Durch die ausgedehnte anatomisch orientierte Ablation mit Hilfe des CARTO-Systems konnten die ventrikulären Tachykardien eliminiert werden.



**Abbildung 6**  
Bei hämodynamisch instabilen ventrikulären Tachykardien nach Hinterwandinfarkt erfolgte bei einem 59-jährigen ICD-Patienten eine lineare Ablation mit dem ENSITE NAVX Mapping-System vom gesunden Myokard als inferior apikale Begrenzung der Ablationsläsion bis zum Mitralklappenannulus als basale Begrenzung. Ein 2,2 French-multipolarer Elektrodenkatheter in der Vena interventricular posterior (PIV), der zum Mapping möglicher epikardialer Anteile der ventrikulären Tachykardien verwendet wurde, ist in dem dreidimensionalen Map ebenfalls dargestellt. RV, Elektrodenkatheter im rechten Ventrikel.

**L I T E R A T U R**

<p>1 Zipes DP et al. ACC/AHA/ESC 2006 Guidelines for management of patients with ventricular arrhythmias and the prevention of sudden cardiac death. <i>Circulation</i> 2006;114:e385</p>	<p>2 American Heart Association. Management of symptomatic bradycardia and tachycardia. <i>Circulation</i> 2005;112: IV-67</p>	<p>4 Willems S et al. Leitlinien invasive elektrophysiologische Diagnostik. <i>Clin Res Cardiol</i> 96:634</p>
<p>3 Bello D et al. Infarct morphology identifies patients with substrate for sustained ventricular tachycardia. <i>Am J Coll Cardiol</i> 2005;45:1104</p>	<p>5 Aliot et al. EHRA/HRS Expert Consensus on Catheter Ablation of Ventricular Arrhythmias. <i>Europace</i> 2009; 11:771</p>	

(Abb. von C. Reithmann, Klinikum München Pasing)