Journal für
Kardiologie
Austrian Journal of Cardiology
Österreichische Zeitschrift für Herz-Kreislauferkrankungen

Kardiale Resynchronisationstherapie (CRT) // Cardiac Resynchronisation

Barbieri F, Adukauskaite A
Senoner T, Rubatscher A, Schgör W
Stühlinger M, Pfeifer B, Bauer A
Hintringer F, Dichtl W

Journal für Kardiologie - Austrian Journal of Cardiology 2021; 28 (3-4), 87-92

Homepage:
www.kup.at/kardiologie
Online-Datenbank
mit Autoren-
und Stichwortsuche

ÖKG Österreichische Kardiologische Gesellschaft
Offizielles Partnerjournal der ÖKG

EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY
Member of the ESC-Editor's Club

Offizielles Organ des Österreichischen Herzfonds

ACVC Association for Acute CardioVascular Care
In Kooperation mit der ACVC

Indexed in ESCI part of Web of Science
Indexed in EMBASE

Krause & Pachernegg GmbH • Verlag für Medizin und Wirtschaft • A-3003 Gablitz
P.b.b. 02Z031105M, Verlagsort: 3003 Gablitz, Linzerstraße 177A/21 Preis: EUR 10,–

16. LANDSTEINER TAGUNG

SCIENCE UPDATE: HERZ, HIRN UND GEFÄSSE

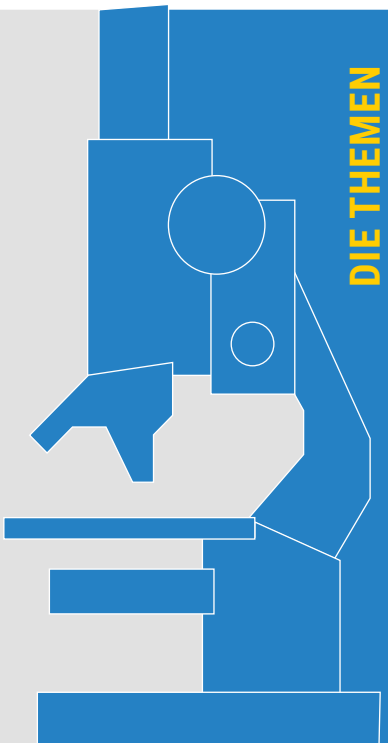
Sa, 7. Nov. 2026
ab 8:30 bis 13 Uhr

Klinik Floridsdorf,
Brünner Straße 68, 1210 Wien

ANMELDEN

Anmeldung & Information:
www.karl-landsteiner.at
events@karl-landsteiner.at

Die Teilnahme ist kostenlos.



DIE THEMEN

- Neue Methoden in der pAVK Therapie
  Thomas Rand
- Der Roboter in der Herzchirurgie
  Bernhard Winkler
- Der totalimplantierbare Herzschrittmacher
  Thomas Aschacher
- Interventionelle Septotomie
  Hubert Trnka
- Chronisches Koronarsyndrom: Revaskularisation vs konservative Therapie. Was ist prognoserelevant?
  Georg Delle-Karth
- Neues in der Sekundärprophylaxe des ischämischen Schlaganfalls
  Peter Lackner
- Vorhofflimmern 2026: Frühe Rythmuskontrolle und Antikoagulation. Was ist neu?
  Ekaterini Skyllouriotis
- Herzklappenersatz bei jungen Patientinnen und Patienten
  Dominik Wiedemann

DFP Die Veranstaltung ist mit 5 DFP-Punkten der ÖÄK approbiert (ID 1061761).

In Kooperation mit: Wiener Gesundheitsverbund | Für die Stadt Wien

Mit freundlicher Unterstützung durch: MSD INVENTING FOR LIFE

ABBOTT

HeartMate 3™ LVAD

Die LVAD-Therapie ist für ausgewählte Patient:innen mit fortgeschrittener Herzinsuffizienz in den **ESC-Leitlinien 2026 nun eine Klasse I Empfehlung.**

Abbott Medical Austria GmbH | Perfektastrasse 84A | 1230 Wien | www.cardiovascular.abbott

Kurze Zusammenfassung: Bitte beachten Sie vor der Anwendung dieser Produkte die vollständige Aufzählung der Indikationen, Kontraindikationen, Warnhinweise, Vorsichtsmaßnahmen, potenziellen Komplikationen und Anwendungsvorschriften in der Gebrauchsanweisung.
© 2026 Abbott. Alle Rechte vorbehalten. | ™ Bezeichnet eine Marke der Abbott Unternehmensgruppe. | MAT-2680469 v1.0 | Dieses Dokument ist nur zur Verwendung in Österreich zugelassen.

For personal use only. Not to be reproduced without permission of Krause & Pachernegg GmbH.

Kardiale Resynchronisationstherapie (CRT)

F. Barbieri[1], A. Adukauskaite[1], T. Senoner[1], A. Rubatscher[1], W. Schgör[1], M. Stühlinger[1], B. Pfeifer[2], A. Bauer[1], F. Hintringer[1], W. Dichtl[1]

Kurzfassung: Die kardiale Resynchronisationstherapie (CRT) ist ein etabliertes Verfahren, um eine elektrische Dyssynchronie des linken Ventrikels zu korrigieren. Damit einhergehende strukturelle Einschränkungen (reduzierte linksventrikuläre Ejektionsfraktion, linksventrikuläre Dilatation, funktionelle Mitralinsuffizienz) werden durch die CRT verbessert. Die CRT lindert Herzinsuffizienzsymptome und wirkt der Gefahr von kardialen Dekompensationen effektiv entgegen. Die klassische CRT als biventrikuläre Stimulation (BiV) basiert auf der endovaskulären Implantation einer linksventrikulären Sonde durch das kardiale Venensystem (via Sinus coronarius bzw. Vena cordis magna/möglichst lateral verlaufende Zielvene). Diese linksventrikulären Sonden wurden in der letzten Dekade technisch entscheidend verbessert (vierpolig, einschraubbar). Dadurch können nun zuvor häufig auftretende Probleme wie extrakardiale Stimulation des Nervus phrenicus oder Sondendislokationen vermieden werden. Alternativ – wenngleich invasiver – kann diese Sondenanlage von außen mittels Minithorakotomie erfolgen. Das Hauptproblem der CRT ist eine unverändert hohe Rate an sogenannten „Non-Respondern" (ca. 30 %). Dagegen gibt es ungefähr 10 % „Super-Responder", bei denen sich die strukturelle Herzerkrankung im Verlauf annähernd normalisiert. Drei Aspekte sind entscheidend, die Non-Responderrate gering und die Super-Responderrate hoch zu halten: (1) die adäquate Patientenselektion, (2) der richtige Implantationsort der linksventrikulären Sonde, (3) die postoperative Device-Optimierung (v. a. AV-Zeit-Optimierung) und weitere Adhärenz zur maximal dosierten neurohumoralen Therapie. Alternativ zur biventrikulären Stimulation (zum Beispiel bei unpassender Venenanatomie) kommen zunehmend neue Methoden des Conduction-System-Pacing, allen voran das His-Bundle-Pacing (HBP), zum Einsatz.

Schlüsselwörter: Dyssynchronie, Non-Responder, Super-Responder, AV-Zeit Optimierung, funktionelle Mitralinsuffizienz

Abstract: Cardiac Resynchronisation. Cardiac resynchronisation therapy (CRT) is an established therapeutic modality to correct left ventricular dyssynchrony. Structural consequences such as reduced ejection fraction, left ventricular dilatation and functional mitral regurgitation can be ameliorated by CRT resulting in reduced heart failure symptoms and less cardiac decompensations requiring hospitalisations. Classical CRT is performed through biventricular pacing (BiV) using an endocardially positioned left venticular lead via the cardiac venous system (sinus coronarius, lateral vein). Technical improvements of these electrodes have been achieved in the last decade (quadripolarity, active fixation) preventing complications such as extracardiac stimulation (e.g. phrenic nerve) or lead dislodgement. Left ventricular leads can also be placed epicardially through mini-thoracotomy by heart surgeons. The main limitation of classical CRT is the rate of non-responders which is still around 30%. However, there are also super-responders (around 10%) who almost normalise left ventricular function at follow-up. Three aspects are key to minimize non-responder and maximize super-responder rates: (1) identification of the appropriate patient receiving CRT, (2) optimized implantation of the left ventricular lead, (3) adequate device programing (in particular, adequate AV delay) and adherence to appropriately dosed neurohumoral medication. In recent years alternatives to classical CRT have entered the clinical scenario such as His-Bundle Pacing (HBP) and other forms of conduction system pacing, e.g. in patients with non-suitable venous anatomy. **J Kardiol 2021; 28 (3–4): 87–92.**

Key words: dyssynchrony, non-responder, super-responder, AV delay optimisation, functional mitral insufficiency

Kardiale Resynchonisation mittels klassischer biventrikulärer Stimulation (BiV)

Adäquate Patientenselektion für BiV

Bei Patienten mit einer LVEF < 35 % und Herzinsuffizienzsymptomatik trotz optimierter medikamentöser Therapie sollte die Möglichkeit einer CRT überprüft werden. Hier ist das 12-Ableitungs-EKG die wichtigste Informationsquelle. Eine QRS-Dauer < 130 Millisekunden schließt eine CRT aus (Ausnahme geplantes „ablate & pace" – siehe unten) [1]. Patienten mit einem klassischen Linksschenkelblock sind optimale Kandidaten, da hier bereits im NYHA-Stadium II eine Mortalitätsreduktion im Langzeitverlauf erreicht werden kann. In der MADIT-CRT-Studie [2] reduzierte sich die Gesamtmortalität in dieser Patientengruppe um 30 %. Diese Indikation ist daher in den aktuellen Guidelines eine Klasse IA-Empfehlung.

Das Vorgehen bei Patienten mit breitem QRS-Komplex, aber ohne Linksschenkelblock-Morphologie wird seit Beginn der CRT immer wieder kontrovers diskutiert und diese Indikation erhält in den unterschiedlichen Guidelines zumeist eine Klasse-IIa- oder eine Klasse-IIb-Empfehlung. Allgemein muss festgehalten werden, dass das Ansprechen auf die CRT bei einem klassischen Rechtsschenkelblock deutlich schlechter ist als bei einem Linksschenkelblock. Allerdings findet sich bei vielen CMP-Patienten kein klassischer RSB, sondern das unspezifische Bild eines oder mehrerer intraventrikulärer Leitungsblöcke. Bei deutlich verlängertem PQ-Intervall (> 250 Millisekunden) ist daher das Ansprechen auf die CRT auch bei Nicht-LSB-Morphologie, aber QRS-Verbreiterung zumeist sehr gut [3].

Bei Patienten mit Tachymyopathie aufgrund von nicht Frequenz-kontrollierbarem Vorhofflimmern oder atrialen Tachykardien sollte primär eine Ablationstherapie in Betracht gezogen werden, um den Sinusrhythmus wiederherzustellen. Dies gelingt jedoch nicht immer, sodass das alte Therapiekonzept „ablate & pace" unverändert regelmäßig zur Anwendung kommt (Abb. 1). Bei anhaltend eingeschränkter LVEF < 40 % sollte bevorzugt ein Schrittmachersystem implantiert werden, mit dem eine kardiale Resynchronisation gewährleistet ist, bevor dann zeitnah eine AV-Knotenablation erfolgt. Die rezent publizierte APART-CRT-Studie [4] hat bestätigt, dass so ein Vorgehen auch bei Patienten mit einer QRS-Dauer < 130 Millisekunden sinnvoll ist (hier spielt die native QRS-Dauer keine Rolle, da ja nach der AV-Knotenverödung der Patient durchgehend vom Schrittmacher stimuliert werden wird und die reine rechtsventrikuläre Stimulation eine vorbestehende CMP verschlechtern kann).

Eingelangt am 31.10.2020, angenommen nach Revision am 17.11.2020
Aus der [1]Universitätsklinik Innere Medizin III – Kardiologie und Angiologie, Medizinische Universität Innsbruck/Tirol Kliniken, Innsbruck und der [2]UMIT Tirol, Division für Gesundheitsvernetzung & Tele-Health, Hall in Tirol
Korrespondenzadresse: Priv.-Doz. DDr. Wolfgang Dichtl, Universitätsklinik Innere Medizin III (Kardiologie und Angiologie), Medizinische Universität Innsbruck/Tirol Kliniken, Anichstraße 35, 6020 Innsbruck;
E-Mail: wolfgang.dichtl@tirol-kliniken.at

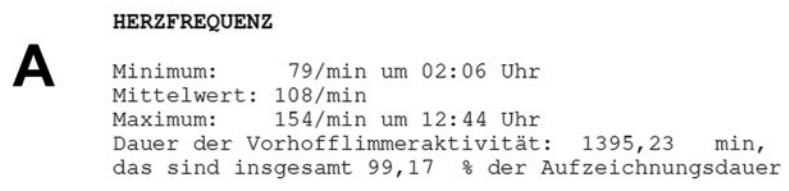
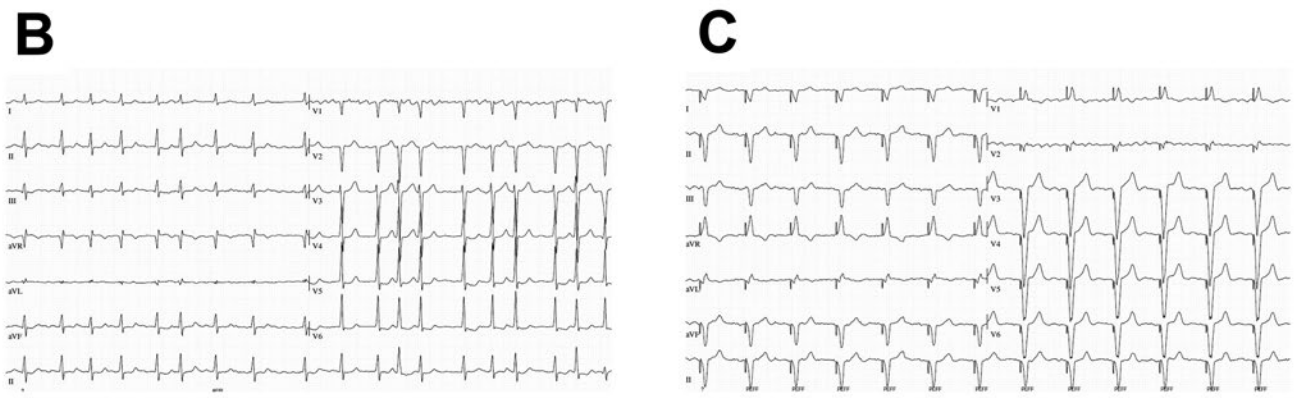


Abbildung 1: Ablate & Pace Therapiekonzept: **(A):** Im ursprünglichen Langzeit-EKG zeigt sich eine unzureichende Frequenzkontrolle des Vorhofflimmerns (trotz medikamentöser Mehrfachkombination). **(B):** 12-Ableitungs-EKG vor und **(C)** nach Implantation eines CRT-Geräts mit anschließender AV-Knotenablation.



Das Bild der „Pacing-induzierten Kardiomyopathie" trifft man in der klinischen Routine häufig an, zumal auf Dauer die konventionelle rechtsventrikuläre Stimulation in 10–20 % der Fälle eine Kardiomyopathie verursacht. Hier hilft es, neben der bereits implantierten rechtsventrikulären Sonde eine zusätzliche linksventrikuläre Sonde zu implantieren. Diese *Upgradings* sind technisch schwieriger (Abb. 2) und durch Studien bisher schlecht untersucht (daher nur Empfehlung Klasse II). Im letzten CRT-Survey der ESC zeigte sich aber, dass fast ein Viertel aller CRT-Eingriffe solche *Upgradings* darstellen [5]. Eine rezente randomisierte akademische Eigenstudie hat die guten strukturellen Effekte dieser Intervention hier in Innsbruck bestätigen können, wobei auch eine häufig begleitende zentrale Schlafapnoe analog mit der CRT abnimmt [6].

Optimierung der linksventrikulären Sondenimplantation

Die Implantation der linksventrikulären Sonde braucht Erfahrung und im Einzelfall zusätzliches Material wie spezielle Katheter bei ungünstiger Anatomie. Die linke Sonde muss

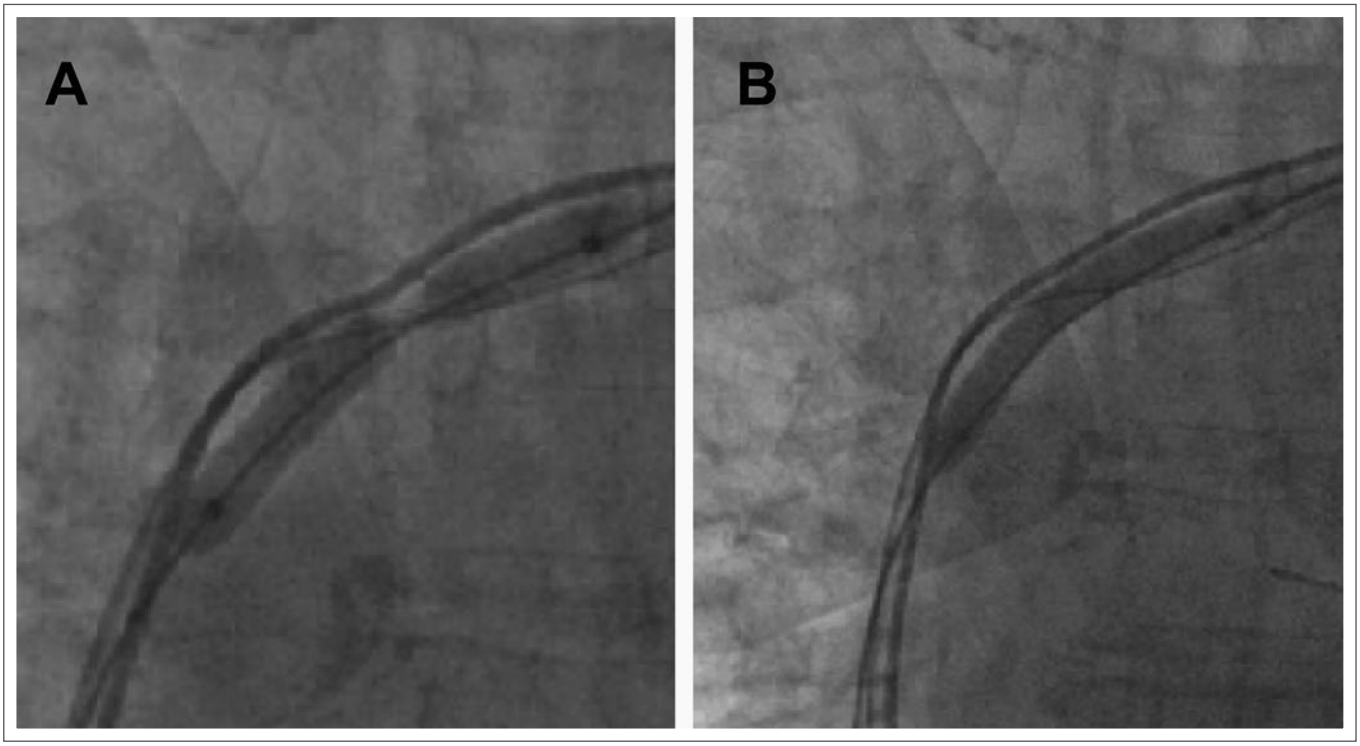
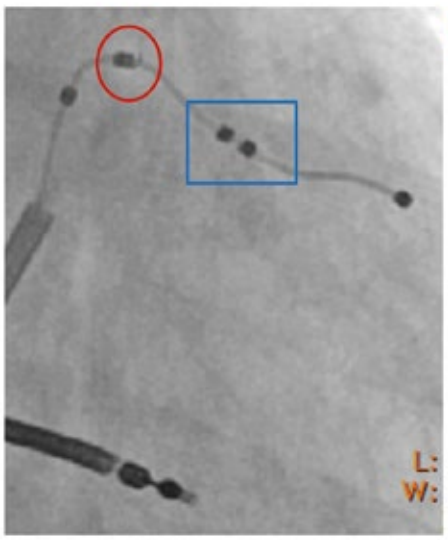


Abbildung 2: Im Rahmen eines Upgrades zeigt sich die Vena anonyma hochgradig eingeengt **(A)**. Vor zusätzlicher Implantation einer linksventrikulären Sonde erfolgt eine Venoplastie **(B)**. (Gemeinsam mit Prof. Johannes Petersen von der interventionellen Radiologie/MUI im HK Labor durchgeführt).



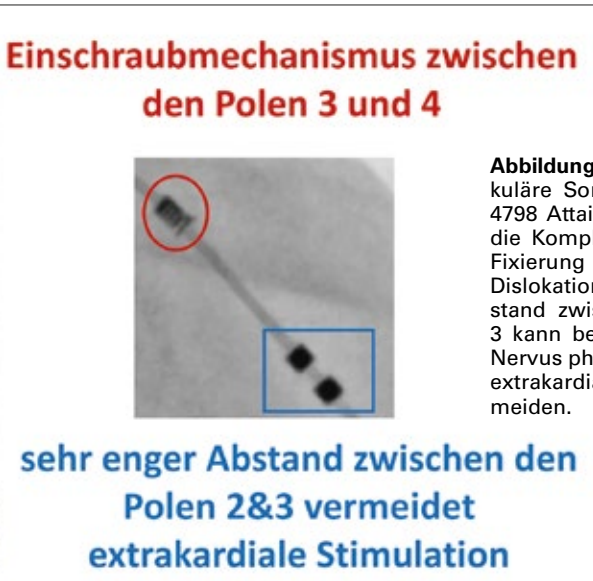


Abbildung 3: Moderne linksventrikuläre Sonden wie die Medtronic 4798 Attain Stability Quad senken die Komplikationsrate: Eine aktive Fixierung reduziert die Gefahr von Dislokationen, ein sehr enger Abstand zwischen den Polen 2 und 3 kann bei Lage in der Nähe des Nervus phrenicus hilfreich sein, um extrakardiale Stimulation zu vermeiden.

ausreichend stabil liegen, und im Zweifelsfall sollte eine aktiv zu fixierende Sonde verwendet werden (Abb. 3). Quadripolare Sonden sollten standardmäßig verwendet werden (Tab. 1). In den vergangenen Jahren verschwanden bipolare LV-Sonden kontinuierlich aus dem klinischen Alltag, da vierpolige Sonden die Programmierung von > 10 Vektoren ermöglichen, sodass sich in > 95% aller Fälle zumindest ein Vektor findet, der eine akzeptable Reizschwelle (< 2 Volt) ohne Induktion einer extrakardialen Stimulation (Phrenikusstimulation, „Zwerchfellzucken") bietet. Eine große retrospektive Studie verglich 18.406 CRTD-Patienten mit quadripolaren LV-Sonden mit 5164 CRTD-Patienten mit bipolaren LV-Sonden und bestätigte eindrücklich den Benefit der quadripolaren LV-Sonden, auch hinsichtlich eines verbesserten Überlebens [7].

Tabelle 1: Vierpolige linksventrikuläre Sonden mit Angabe der Abstände zwischen den Polen bzw. Bezeichnung der multipolaren Programmierung (letzte Spalte rechts), je nach Hersteller.

Hersteller	Model	Form	D1 zu M2 (mm)	D1 zu M3 (mm)	D1 zu P4 (mm)	Name
Abbott	Quartet 1456Q	kleine S-Form	20	30	40	MultiPoint Pacing (MPP)
	Quartet 1457Q	doppelte Biegung	20	30	47	
	Quartet 1458Q	S-Form – kurz	20	30	47	
	Quartet 1458L	S-Form – lang	20	47	60	
Biotronik	Sentus QP L	S-Kurve	21	41	61	MultiPol-Stimulation (MPS)
	Sentus QP L/49	S-Kurve	21	36	46	
	Sentus QP S	Silikonschraube	21	41	61	
	Sentus QP S/49	Silikonschraube	21	36	46	
Boston Scientific	Acuity X4 4671(2)	gerade	12	24	36	MultiSite Pacing (MSP)
	Acuity X4 4674(2)	Spirale – kurz	20,5	28	35,5	
	Acuity X4 4677(8)	Spirale – lang	35,5	43	50,5	
Medtronic	Attain Performa 4298	doppelte Biegung	21	22,3	43,3	Multiple Point Pacing (MPP)
	Attain Performa S 4598	S-Form				
	Attain Performa Straight 4398	gerade				
	Attain Stability Quad 4798	einfache Biegung, aktive Fixierung	21	22,3	43,3	
MicroPort	NAVIGO 4LV 2D	S-Form	19	32	52	Multipoint LV Pacing (MP)
	NAVIGO 4LV ARC	doppelte Biegung	19	32	52	
	NAVIGO 4LV PILOT	gerade	13	26	46	

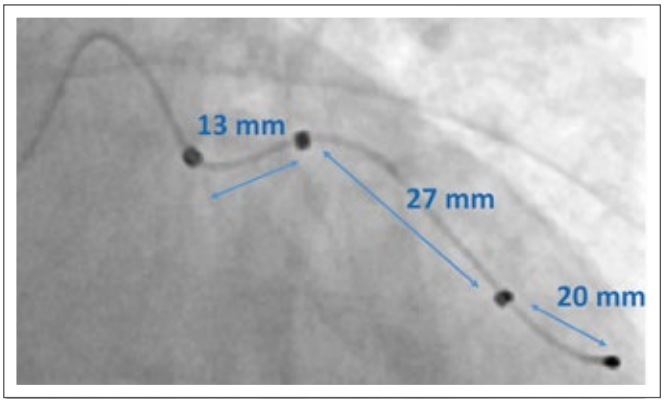


Abbildung 4: Bei passender Venenanatomie und geplanter mehrpoliger Stimulation können linksventrikuläre Sonden mit längeren Abständen zwischen den Polen verwendet werden (siehe Tab. 1; hier dargestellt ist die Abbott Quartet 1458QL).

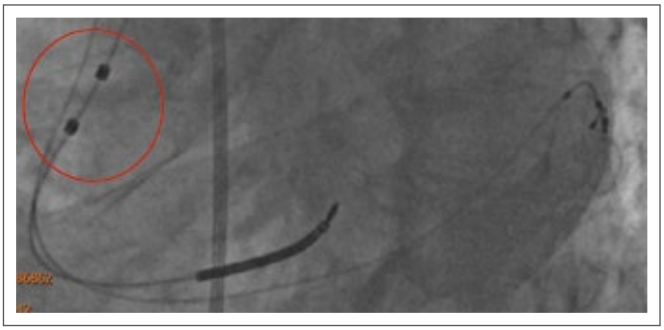


Abbildung 5: Vierpolige linksventrikuläre Sonde in lateraler Position (LAO-Projektion) im Rahmen einer CRT-D-Implantation. Bei adäquater Sinusknotenfunktion wird eine VDD-ICD-Elektrode (Biotronik Plexa proMRI S DX 65/17) verwendet, sodass mit nur 2 Elektroden das Auslangen erreicht werden kann. Die beiden Pole für die Wahrnehmung der Vorhofaktivität sind mit einem roten Kreis markiert.

In ausgewählten Fällen kann der linke Ventrikel durch eine quadripolare LV-Sonde an 2 separaten Stellen stimuliert werden. Dies wird je nach Hersteller als *Multipoint Pacing (MPP), Multisite Pacing (MSP), MultiPol Stimulation* u. ä. bezeichnet (Tab. 1). Hierfür gibt es Sonden mit sehr weiten Abständen zwischen den distalen und proximalen Polen (Abb. 4). Case reports mit 2 separaten LV-Sonden (diese Subform wird auch als Multibranch Pacing bezeichnet) wurden auch von den Autoren beschrieben [8]. Stimulation an 2 Stellen im linken Ventrikel verkürzt jedoch naturgemäß die Laufzeit der Batterie und sollte nicht standardmäßig programmiert werden. Ob bei Non-Respondern dieses Konzept das Ansprechen doch noch verbessern kann, wird unterschiedlich berichtet [9, 10].

Rein theoretisch ist es natürlich das Ziel, an der Stelle der spätesten linksventrikulären Aktivierung zu stimulieren. Zeitaufwendige und kostenintensive Ansätze, die Platzierung der LV-Sonde intraoperativ dahingehend zu optimieren, sind bisher gescheitert. Besser ist das geschulte Verständnis der anatomischen Gegebenheiten, die Stimulation möglichst lateral und basisnahe zu erreichen. In der LAO-Projektion sollten die Stimulationsorte der rechten und linken Sonden außerdem möglichst weit voneinander entfernt sein (Abb. 5). Die stimulierten Laufzeiten zwischen den beiden ventrikulären Sonden sollten dementsprechend immer > 100 Millisekunden betragen.

Holistische Nachsorge

In Innsbruck hat sich ein holistisches Konzept bewährt (das EP-Team ist für das gesamte CRT-Programm von der Indikationsstellung, über die Implantation bis zur Nachsorge verantwortlich). Für den Implanteur ist das Feedback der Patienten im Langzeitverlauf wichtig, um Motivation durch die Responder zu erhalten und aus den Non-Responder zu lernen und bei diesen Alternativen (LVAD-Implantation, HTX) rechtzeitig in die Wege zu leiten. Von großer Bedeutung ist die wiederkehrende Optimierung der medikamentösen Therapie im Rahmen der Nachsorgekontrollen, wobei die neuen Substanzgruppen ARNI und SGLT2I die Möglichkeiten erfreulich erweitert haben. Bei Patienten mit weiterhin bestehender hochgradiger funktioneller Mitralinsuffizienz sollte zudem die Option einer Mitral-Clip-Intervention im Heart Team besprochen werden.

Die Geräteprogrammierung ist rezent Gegenstand der großen CRT-Studien. In der RESPOND-CRT-Studie wurde eine innovative Form der automatischen AV-/VV-Zeit-Optimierung mittels Messung der endokardialen Akzeleration erfolgreich getestet. In Innsbruck haben wir diese Studie mit Engagement unterstützt (29 Patienten) und den klinischen Benefit dieser Innovation im klinischen Alltag erkannt [11]. Leider haben wir aber eine hohe Dysfunktionsrate dieser speziell konfigurierten atrialen Sonde nach 1–3 Jahren erkennen müssen, die sich auch in anderen österreichischen Zentren fand [12].

Aktuelle Konzepte verfolgen eine auf IEGM-Messungen basierte AV-Zeit-Optimierung bei Patienten mit normaler oder nur gering verlängerter nativer PQ-Zeit (Tab. 2). Letztlich geht es darum, den rechten Ventrikel gänzlich oder zumindest teilweise auf natürlichem Weg über das körpereigene spezifische Reizleitungssystem aktivieren zu lassen und nur den linken Ventrikel gänzlich über die LV-Sonde zu stimulieren. Die bisher größte CRT-Studie ist die noch laufende ADAPT-RESPONSE-Studie, die die Überlegenheit einer rei-

Tabelle 2: Konzepte der AV- und VV-Zeit-Optimierung durch das CRT-Device selbst, je nach Hersteller.

Hersteller	Name	AV-Zeit Opt.	VV-Zeit Opt.	Technik	RCT
Abbott	SyncAV plus CRT Quickopt	ja ja	nein ja	IEGM-basiert	
Biotronik	CRT AutoAdapt	ja	nein	IEGM-basiert	
Medtronic	Adaptive CRT	ja (nur wenn PQ < 220 ms)	ja	IEGM-basiert	ADAPT RESPONSE (n = 3620)
Boston Scientific	SmartDelay	ja	nein	IEGM-basiert	SMART CRT (n = 699)
MicroPort	SonR	ja	ja	endokardiale Akzeleration – korreliert mit LV dP/dt max	RESPOND CRT (n = 998)

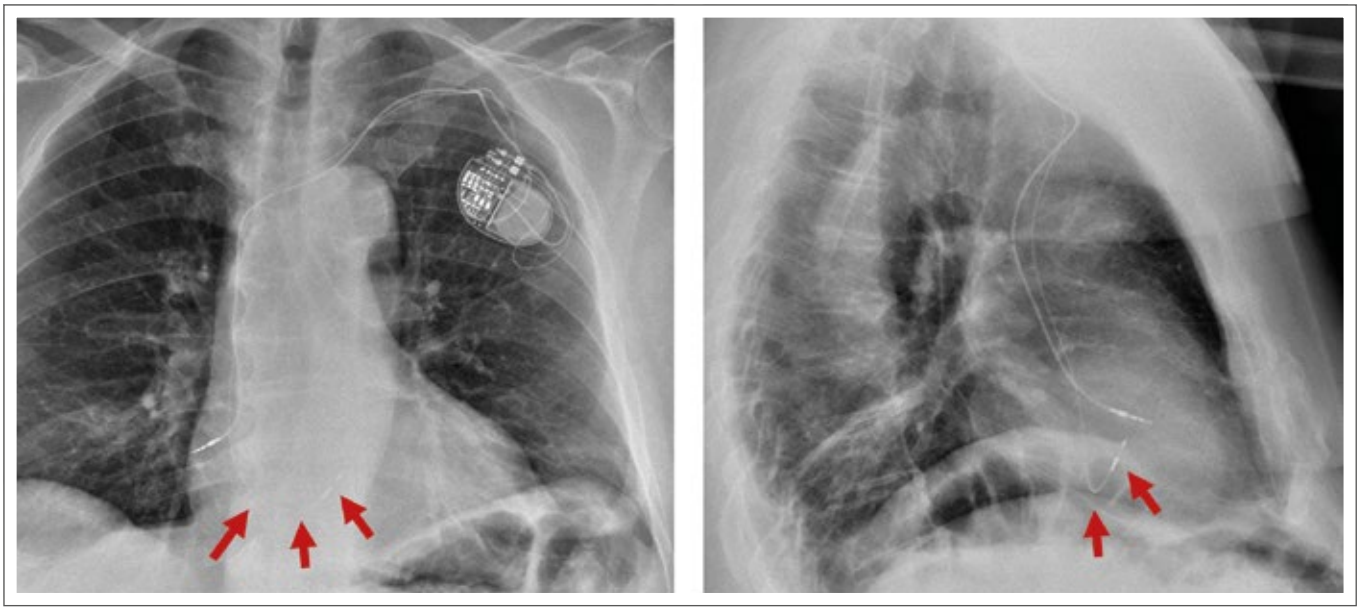


Abbildung 6: Thoraxröntgen in 2 Ebenen: Die Stimulationselektrode in His-Position (Medtronic 3830 Select Secure) ist sehr dünnkalibrig (4.1 French) und ist zur besseren Darstellung mit roten Pfeilen markiert.

nen LV-Stimulation bei normaler nativer AV-Überleitung in 3620 Patienten prospektiv testet.

Wie in vielen Bereichen der Medizin hat sich auch die Telemedizin zur Device-Nachsorge längst etabliert. Wenn die telemedizinische Überwachung adäquat durchgeführt wird, profitieren Patienten und die betreuenden Ärzte gleichermaßen [13, 14]. Ob eine drohende Verschlechterung der Herzinsuffizienz durch CRT-Geräte verlässlich genug prognostiziert werden kann, ist noch unklar. Definitiv ist die alleinige Messung der Thoraximpedanz zu wenig. Interessant ist ein multimodaler Ansatz [15] mit zahlreichen Sensoren. Hierbei werden neben der Thoraximpedanz auch die Herztöne S1/S3, die Herzfrequenz, die Respiration (Atemfrequenz/-volumen) und die Aktivität in ein Vorhersagemodell integriert, mit dem die Gefahr einer kardialen Dekompensation bereits bis zu 30 Tage vorher mit einer Sensitivität von 70 % erkannt werden kann. Dies ermöglicht eine rechtzeitige Intervention, in der Regel die Steigerung der Diuretika. Entscheidend ist, dass Alarme vom Gerät nicht inflationär abgegeben werden, da dies sogar die Hospitalisierungsrate unnötigerweise steigern kann [16]. In der MultiSENSE-Studie hatten die Patienten durchschnittlich weniger als 2 Alarme pro Jahr. Die Messung der Schlafapnoe in CRT-Geräten muss dagegen noch verbessert werden [17].

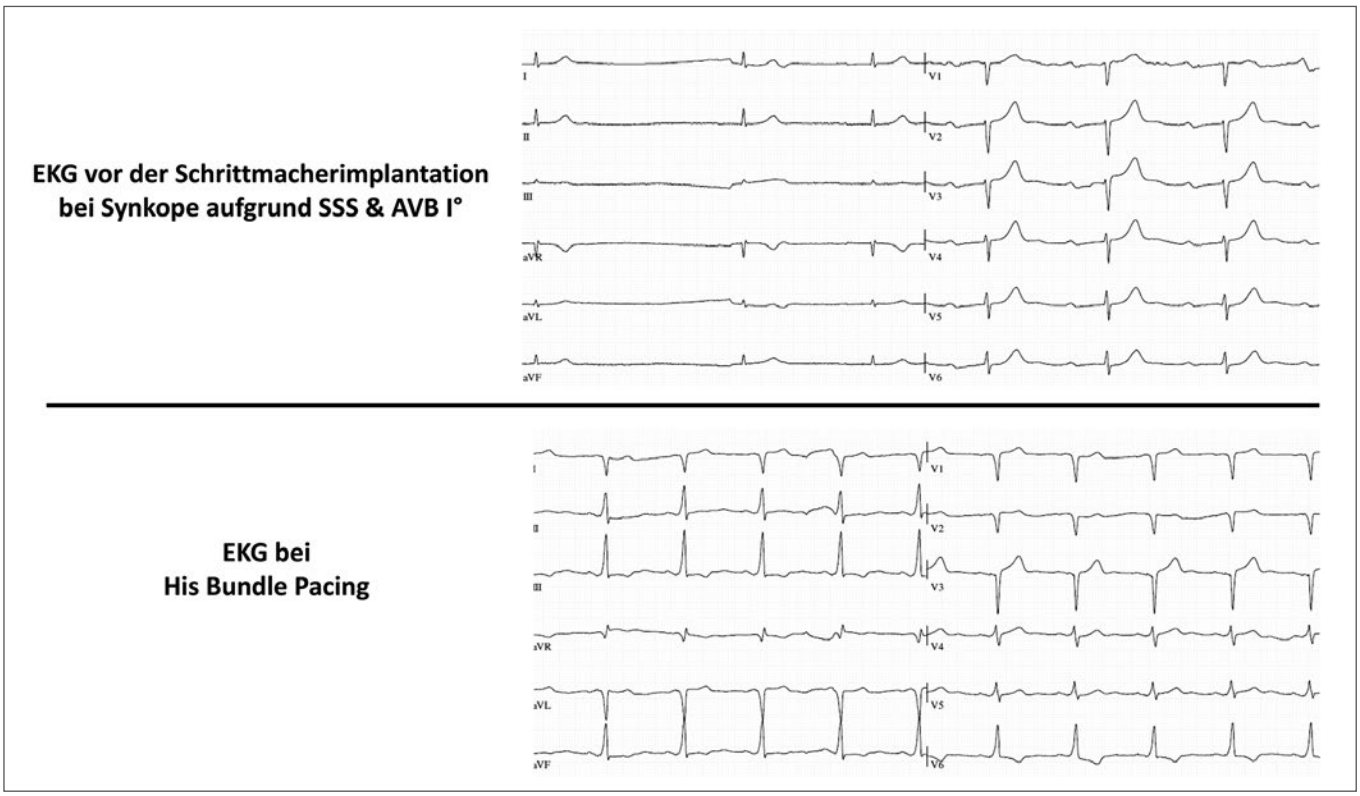


Abbildung 7: EKG vor und nach Implantation eines DDDR-Herzschrittmachers mit ventrikulärer Stimulation mittels His-Bundle-Pacing.

Innovation 1: Kardiale Resynchronisation mittels Stimulation des His-Bündels (His-Bundle-Pacing – HBP)

Das His-Bündel besteht aus Fasern, die sich bereits sehr weit proximal für die Impulsweiterleitung zu den Tawara-Schenkeln differenzieren (sogenannte *longitudinale Dissoziation*). Bei Schädigung einzelner Fasern resultiert ein Blockbild, welches sich jedoch durch distales Pacing (mit entsprechendem Output) korrigieren lässt [18]. Dadurch entsteht ein sogenanntes His-Bundle-Pacing, das im Falle eines intakten distalen spezifischen Reizleitungssystem eine weitgehend physiologische elektrische Aktivierung des Herzens mit entsprechend schmalen Kammerkomplexen ermöglicht (Abb. 6 und 7).

Der entscheidende Schritt bei der Implantation ist die Lokalisation des His-Potentials. Hierzu ist es vorteilhaft, auch intraoperativ ein 12-Ableitungs-EKG abzuleiten, um selektives oder nicht-selektives His-Pacing verlässlich aufzuspüren (ersichtlich durch schmale stimulierte Kammerkomplexe, eventuell mit sogenannten Pseudodeltawellen). Elektroanatomisches Mapping zur His-Lokalisation ist nur im Ausnahmefall notwendig und in der klinischen Routine weder vom Zeit- noch vom Kostenaufwand praktikabel.

Eine zusätzliche Backup-Elektrode im rechtsventrikulären Apex ist nicht notwendig, da eine spezielle Schraubelektrode mit Hilfe eines vorgebogenen Katheters in der His-Region sehr stabil verankert werden kann.

Unter HOT-CRT [19] versteht man die Kombination aus HBP und BIV (His-Optimized Cardiac Resynchronisation Therapy). Hierbei wird also neben der klassischen LV-Sonde durch den Koronarsinus auch eine RV-Sonde in His-Position implantiert. Damit kann die Kammerkomplexbreite nochmals im Vergleich zur alleinigen BIV oder HBP signifikant reduziert werden. Dieses Konzept ist neu und es bleibt abzuwarten, ob es sich in Zukunft gerade bei CRT-P-Implantationen durchsetzen kann (ICD-Sonden können bisher nicht in His-Position implantiert werden).

Innovation 2: Kardiale Resynchronisation mittels Stimulation des linken Tawara-Schenkels (Left-Bundle Branch-Pacing – LBBP)

Durch Punktion durch das interventrikuläre Septum wird der linke Tawara-Schenkel direkt stimuliert, was zu einem Kammerkomplex mit relativ kurzer Dauer führt. Dadurch kann ein Linksschenkelblock korrigiert werden (zumeist handelt es sich ja nicht um einen tatsächlichen Block, sondern um eine extreme Leitungsverzögerung) [20].

Innovation 3: Kardiale Resynchronisation mittels sondenlosem Pacing

Zur Vollständigkeit wird auch diese Sonderform („Wireless Stimulation of the Endocardium" – WiSE CRT) erwähnt, die erst an wenigen Studienpatienten getestet wurde [21, 22]. Aufgrund der beträchtlichen Invasivität (2 Aggregate) ist es unwahrscheinlich, dass sich diese Innovation in den nächsten Jahren in der klinischen Routine etablieren wird können.

Interessenkonflikt

Finanzielle Unterstützung der Firmen Boston Scientific, Abbott und MicroPort für die lokale Durchführung von Industrie-unabhängigen „investigator-initated studies" (UPGRADE, NICE CRT, ACaSA).

Literatur:

1. Ruschitzka F, Abraham WT, Singh JP, et al; EchoCRT Study Group. Cardiac-resynchronization therapy in heart failure with a narrow QRS complex. N Engl J Med 2013; 369: 1395–405.

2. Goldenberg I, Kutyifa V, Klein HU, et al. Survival with cardiac-resynchronization therapy in mild heart failure. N Engl J Med 2014; 370: 1694–701.

3. Kutyifa V, Stockburger M, Daubert JP, et al. PR interval identifies clinical response in patients with non-left bundle branch block: a Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial-Cardiac Resynchronization Therapy substudy. Circ Arrhythm Electrophysiol 2014; 7: 645–51.

4. Brignole M, Pokushalov E, Pentimalli F, et al; APAF-CRT Investigators. A randomized controlled trial of atrioventricular junction ablation and cardiac resynchronization therapy in patients with permanent atrial fibrillation and narrow QRS. Eur Heart J 2018; 39: 3999–4008.

5. Linde CM, Normand C, Bogale N, et al. Upgrades from a previous device compared to de novo cardiac resynchronization therapy in the European Society of Cardiology CRT Survey II. Eur J Heart Fail 2018; 20: 1457–68.

6. Barbieri F, Adukauskaite A, Heidbreder A, et al. Central sleep apnea and pacing-induced cardiomyopathy. Am J Cardiol 2021; 139: 97–104.

7. Turakhia MP, Cao M, Fischer A, et al. Reduced mortality associated with quadripolar compared to biploar left ventricular leads in cardiac resynchronisation therapy. JACC Clin Electrophysiol 2016; 2: 426–33.

8. Barbieri F, Berger T, Pfeifer BE, Dichtl W. Comparison of conventional resynchronization therapy to multipoint pacing using two separate left ventricular leads by non-invasive imaging of cardiac electrophysiology. Eur Heart J 2015; 36: 3237.

9. Niazi I, Baker J II, Corbisiero R, et al; MPP Investigators. Safety and efficacy of multipoint pacing in cardiac resynchronisation therapy: the MultiPoint Pacing Trial. JACC Clin Electrophysiol 2017; 3: 1510–8.

10. Leclercq C, Burri H, Curnis A, et al. Cardiac resynchronization therapy non-responder to responder conversion rate in the more response to cardiac resynchronization therapy with MultiPoint Pacing (MORE-CRT MPP) study: results from Phase I. Eur Heart J 2019; 40: 2979–87.

11. Brugada J, Delnoy PP, Brachmann J, et al. Contractility sensor guided optimization of cardiac resynchronization therapy – results from the RESPOND-CRT trial. Eur Heart J 2017; 38: 730–8.

12. Senoner T, Barbieri F, Semmler G, et al. Long-term performance of an atrial lead capable of accelerometer based detection of cardiac contractility in patients receiving cardiac resynchronisation therapy. PLoS One 2019; 14: e0222269.

13. Varma N, Piccini JP, Snell J, et al. The relationship of level of adherence to automatic wireless remote monitoring and survival in pacemaker and defibrillator patients. J Am Coll Cardiol 2015; 65: 2601–10.

14. Hindricks G, Taborsky M, Glikson M, et al; IN-TIME study group. Implant-based multiparameter telemonitoring of patients with heart failure (IN-TIME). Lancet 2014; 384: 583–90.

15. Boehmer JP, Hariharan R, Devecchi FG, et al. A Multisensor algorithm predicts heart failure events in patients with implanted devices: results from the MultiSENSE study. JACC Heart Fail 2017; 5: 216–25.

16. Van Veldhuisen DJ, Braunschweig F, Conraads V, et al; DOT-HF Investigators. Intrathoracic impedance monitoring, audible patient alerts, and outcome in patients with heart failure. Circulation 2011; 124: 1719–26.

17. Barbieri F, Dichtl W, Heidbreder A, et al. Sleep apnea detection by a cardiac resynchronization device integrated thoracic impedance sensor: a validation study against the gold standard polysomnography. PLoS One 2018; 13: e0195573.

18. Abdelrahman M, Subzposh FA, Beer D, et al. Clinical outcomes of His Bundle Pacing compared to right ventricular pacing. J Am Coll Cardiol 2018; 71: 2319–30.

19. Vijayaraman P, Herweg B, Ellenbogen KA, Gajek J. His-optimized cardiac resynchronization therapy to maximize electrical resynchronization: a feasibility study. Circ Arrhythm Electrophysiol 2019; 12: e006934.

20. Zhang S, Zhou X, Gold MR. Left bundle branch pacing. J Am Coll Cardiol 2019; 74: 3039–49.

21. Auricchio A, Delnoy PP, Butter C, et al; Collaborative Study Group. Feasibility, safety, and short-term outcome of leadless ultrasound-based endocardial left ventricular resynchronization in heart failure patients: results of the wireless stimulation endocardially for CRT (WiSE-CRT) study. Europace 2014; 16: 681–8.

22. Reddy VY, Miller MA, Neuzil P, et al. Cardiac resynchronization therapy with wireless left ventricular endocardial pacing: the SELECT-LV study. J Am Coll Cardiol 2017; 69: 2119–29.

Mitteilungen aus der Redaktion

Besuchen Sie unsere Rubrik

☑ Medizintechnik-Produkte

Neues CRT-D Implantat
Intica 7 HF-T QP von Biotronik

Artis pheno
Siemens Healthcare Diagnostics GmbH

Philips Azurion:
Innovative Bildgebungslösung

Aspirator 3
Labotect GmbH

InControl 1050
Labotect GmbH

e-Journal-Abo

Beziehen Sie die elektronischen Ausgaben dieser Zeitschrift hier.

Die Lieferung umfasst 4–5 Ausgaben pro Jahr zzgl. allfälliger Sonderhefte.

Unsere e-Journale stehen als PDF-Datei zur Verfügung und sind auf den meisten der marktüblichen e-Book-Readern, Tablets sowie auf iPad funktionsfähig.

☑ Bestellung e-Journal-Abo

Haftungsausschluss

Die in unseren Webseiten publizierten Informationen richten sich **ausschließlich an geprüfte und autorisierte medizinische Berufsgruppen** und entbinden nicht von der ärztlichen Sorgfaltspflicht sowie von einer ausführlichen Patientenaufklärung über therapeutische Optionen und deren Wirkungen bzw. Nebenwirkungen. Die entsprechenden Angaben werden von den Autoren mit der größten Sorgfalt recherchiert und zusammengestellt. Die angegebenen Dosierungen sind im Einzelfall anhand der Fachinformationen zu überprüfen. Weder die Autoren, noch die tragenden Gesellschaften noch der Verlag übernehmen irgendwelche Haftungsansprüche.

Bitte beachten Sie auch diese Seiten:

Impressum **Disclaimers & Copyright** **Datenschutzerklärung**