

B. Nowak<sup>1</sup> · C.W. Israel<sup>2</sup> · S. Willems<sup>3</sup> · D. Bänsch<sup>4</sup> · C. Butter<sup>5</sup> · N. Doll<sup>6</sup> · L. Eckardt<sup>7</sup> ·  
 J.C. Geller<sup>8</sup> · T. Klingenhöben<sup>9</sup> · T. Lewalter<sup>10</sup> · B. Schumacher<sup>11</sup> · C. Wolpert<sup>12</sup>

- <sup>1</sup> CCB, Cardioangiologisches Centrum Bethanien, Frankfurt a.M.
- <sup>2</sup> Klinik für Innere Medizin – Kardiologie und Angiologie, Ev. Krankenhaus Bielefeld
- <sup>3</sup> Klinik für Kardiologie mit Schwerpunkt Elektrophysiologie, Universitäres Herzzentrum, Hamburg
- <sup>4</sup> Abteilung für Kardiologie, Universitätsklinikum Rostock
- <sup>5</sup> Kardiologie, Herzzentrum Brandenburg in Bernau, Bernau
- <sup>6</sup> Sana Herzchirurgie Stuttgart
- <sup>7</sup> Med.Klinik Poliklinik C, Universitätsklinikum Münster
- <sup>8</sup> Abteilung Rhythmologie und invasive Elektrophysiologie, Zentralklinik Bad Berka
- <sup>9</sup> Praxis für Kardiologie in Bonn, Bonn-Lengsdorf
- <sup>10</sup> St.-Marien-Hospital, Bonn
- <sup>11</sup> Klinik für Kardiologie, Herz- und Gefäßklinik, Bad Neustadt/Saale
- <sup>12</sup> Klinikum Ludwigsburg

# Empfehlungen zum Einsatz von Elektrokautern bei Patienten mit Herzschrittmachern und implantierten Defibrillatoren

## 1. Präambel

Diese Empfehlungen sind eine Stellungnahme der Deutschen Gesellschaft für Kardiologie – Herz- und Kreislaufrorschung e.V. (DGK), die den gegenwärtigen Erkenntnisstand wiedergibt und allen Ärzten und ihren Patienten die Entscheidungsfindung erleichtern soll. Es werden bisher publizierte, relevante Studien herangezogen, gelöste Fragen beantwortet und ungelöste aufgezeigt. Es wird eine Empfehlung abgegeben, für welche Patienten das vorgestellte (diagnostische und/oder therapeutische) Verfahren infrage kommt. Der Zusammenhang zwischen der jeweiligen Empfehlung und dem zugehörigen Evidenzgrad ist gekennzeichnet (■ **Tab. 1, 2**).

Diese Empfehlungen ersetzen nicht die ärztliche Evaluation des individuellen Patienten und die Anpassung der Diagnostik und Therapie an dessen spezifische Situation.

## 2. Einleitung

Jedes Jahr werden in Deutschland nahezu 100.000 Herzschrittmacher, implantierbare Defibrillatoren (ICD) inklusive kardialer Resynchronisationssysteme (CRT) implantiert [1, 2]. Meist handelt es sich hierbei um ältere, teils multimorbide Patienten, die sich gehäuft unterschiedlichen operativen Eingriffen unterziehen müssen. Hierbei ist eine Vielzahl von Störbeeinflussungen von Herzschrittmachern und implantierten Defibrillatoren durch den Einsatz von Elektrokautern bekannt

[3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Diese sind in ■ **Tab. 3** aufgeführt.

Daher sollte der Einsatz von Elektrokautern bei Patienten mit implantiertem Herzschrittmacher oder ICD jeweils kritisch hinterfragt werden. Sofern ein Elektrokauter eingesetzt werden muss, sollte ein bipolarer Modus des Kauters bevorzugt werden [5, 6, 10], wenngleich auch unipolare Kauter eingesetzt werden können. Vorliegende Empfehlung soll praktische Hinweise zum perioperativen Management bei diesen Patienten geben [5, 6, 10, 11]. Kontrollierte Untersuchungen

**Tab. 1** Empfehlungsgrade

I	Evidenz und/oder allgemeine Übereinkunft, dass eine Therapieform oder eine diagnostische Maßnahme effektiv, nützlich oder heilsam ist
II	Widersprüchliche Evidenz und/oder unterschiedliche Meinungen über den Nutzen/die Effektivität einer Therapieform oder einer diagnostischen Maßnahme
Ila	Evidenzen/Meinungen favorisieren den Nutzen bzw. die Effektivität einer Maßnahme
Ilb	Nutzen/Effektivität einer Maßnahme ist weniger gut durch Evidenzen/Meinungen belegt
III	Evidenz und/oder allgemeine Übereinkunft, dass eine Therapieform oder eine diagnostische Maßnahme nicht effektiv, nicht möglich oder nicht heilsam und im Einzelfall schädlich ist

**Tab. 2** Evidenzgrade

A	Daten aus mehreren ausreichend großen, randomisierten Studien oder Metaanalysen
B	Daten aus einer randomisierten Studie oder mehreren großen, nicht randomisierten Studien
C	Konsensusmeinung von Experten, basierend auf Studien und klinischer Erfahrung

**Tab. 3** Mögliche Störbeeinflussung implantierter Schrittmacher und ICDs durch Elektrokauter

– Inhibierung der Stimulation
– Asynchrone Stimulation
– Triggerung einer schnellen Stimulation
– Inadäquater Mode-Switch
– Abnorme Frequenzanstiege durch Beeinflussung von Atemminutenvolumensensoren
– Inadäquate Tachykardiedetektion
– Inadäquate Tachykardietherapie (Stimulation oder Schock)
– Inhibierung einer adäquaten Tachykardietherapie
– Umprogrammierung/Reset
– Backup-Stimulation
– Aktivierung des End-of-life-Indikators
– Reizschwellenanstieg
– Induktion von ventrikulären Tachykardien oder Kammerflimmern
– Aggregatdefekte/Aggregatausfall

liegen zu diesem Thema nicht vor. Daher entsprechen alle Empfehlungen dem Evidenzgrad C.

### 3. Physikalische Grundlagen des Einsatzes von Elektrokautern

Bei dem Einsatz von Elektrokautern wird Wechselstrom mit Frequenzen oberhalb von 300 kHz angewandt. Hierdurch entsteht ein thermischer Effekt, der keine mechanische Kraft erfordert. Gleichzeitig erfolgt eine Hämostase, einhergehend mit einem Gefäßverschluss.

Elektrokauter werden daher sowohl zum Schneiden als auch zur Blutstillung eingesetzt. Beim Schneiden ist das Risiko einer Interferenz höher als beim Koagulieren [10, 12].

Es stehen unipolare und bipolare Geräte zur Verfügung. Bei unipolarem Einsatz ist die Messerspitze die Kathode und die Neutralelektrode die Anode. Die Neu-

tralelektrode hat die Aufgabe, den Stromkreis zwischen Hochfrequenzchirurgiegerät und aktiver Elektrode zu schließen. Der Hochfrequenzstrom, der die Neutralelektrode durchfließt, ist nahezu identisch mit dem Strom, der an der aktiven Elektrode fließt. Deshalb muss die Fläche einer Neutralelektrode ausreichend groß sein, um eine Erwärmung und dadurch eine thermische Schädigung des Gewebes durch hohe Stromdichten zu vermeiden. Bei bipolarem Modus fließt der Strom über 2 Pole eines Gerätes, z. B. die beiden Spitzen einer Pinzette.

Jeder durch den Körper fließende Strom kann einen Schrittmacher oder ICD beeinflussen [13]. Wenn ein Hochfrequenzstrom zwischen Elektrokauter und indifferenten Elektrode fließt, kann ein Teil dieses Stromes über die implantierten Elektroden abfließen, wodurch es zu thermischen Läsionen am Myokard kommen kann. Dies kann durch protektive Bauteile im Aggregat wie Zener-Dioden verstärkt werden, da diese Strom vom Aggregat weggleiten [3].

Grundsätzlich sinkt das Risiko einer Interaktion mit zunehmendem Abstand zwischen Aggregat samt Elektroden und Elektrokauter. Interferenzen sind bei Eingriffen am Thorax und Abdomen am wahrscheinlichsten. Ein Elektrokauter sollte mit einem Mindestabstand von 15 cm vom Schrittmacher bzw. Defibrillator eingesetzt werden [3, 10].

### 4. Einsatz bei Patienten mit Herzschrittmachern

Präoperativ muss der aktuelle Status des implantierten Systems bekannt sein: Modell, Implantationsdatum, Stimulationsmodus, Eigenrhythmus und Datum der letzten Aggregatkontrolle. Liegt die letzte Kontrolle mehr als 12 Monate zurück bzw. bei vor über 5 Jahren implantierten Aggregaten länger als 6 Monate, ist eine präoperative Kontrolle erforderlich. Das Gleiche gilt für thorakale Operationen in der Nähe des Aggregates (I). Der Inhalt der präoperativen Kontrolle ist in **Tab. 4** wiedergegeben.

Eine präoperative Umprogrammierung des Herzschrittmachers dient in erster Linie dazu, Fehlinterpretationen des Überwachungs-EKGs zu vermeiden. Sie

ist sinnvoll, sofern Interferenzen durch den Einsatz eines Kauters in Aggregatnähe zu erwarten sind (IIa). Empfehlungen hierzu sind in **Tab. 5** aufgelistet. Allerdings schützt eine Umprogrammierung nicht vor Aggregatschäden.

Bei häufiger Schrittmachereinhibierung durch den Kauter und Schrittmacherabhängigen Patienten kann ebenfalls ein Magnet auf dem Aggregat platziert werden (IIa). Herzschrittmacher schalten im Allgemeinen bei Magnetauflage auf eine festfrequente Betriebsart um. Die entsprechenden Magnetfrequenzen und das Verhalten der Schrittmacher bei Magnetauflage variiert jedoch je nach Hersteller, was zu beachten ist. Auch kann bei Schrittmachern einiger Hersteller bei aufgelegtem Magneten der Telemetriekanal geöffnet werden, sodass das Aggregat technisch noch empfindlicher gegen Störungen wird.

Eine postoperative Schrittmacherkontrolle ist in folgenden Situationen so bald wie möglich erforderlich: Kautereinsatz am Thorax, Nachweis intraoperativer Interferenzen, nach präoperativer Umprogrammierung, Hinweise für Aggregatfunktionsstörung. Ansonsten sollte sie vor Entlassung des Patienten erfolgen (I). Die Inhalte dieser Kontrolle sind in **Tab. 6** dargestellt. Wichtig ist der Vergleich der postoperativen Werte mit den präoperativen Messwerten [5]. Bei einer etwaigen Verschlechterung müssten dann je nach Situation weitere engmaschige Kontrollen erfolgen.

### 5. Einsatz bei Patienten mit implantierten Defibrillatoren

Die für Herzschrittmacher gegebenen Empfehlungen gelten genauso für ICDs.

Bei ICD-Patienten muss zusätzlich die Tachykardiedetektion bzw. -therapie perioperativ deaktiviert werden, um inadäquate antitachykarde Therapien zu vermeiden. Dies geschieht am besten durch Umprogrammierung. Während dieser Zeit sind eine kontinuierliche Rhythmusüberwachung und die Möglichkeit zur externen Defibrillation erforderlich, bis diese Funktionen wieder aktiviert sind (I). Der Patient ist in dieser Zeit bei Tachykardien nicht durch das Aggregat geschützt. Die Reaktivierung des ICD im Rahmen

der postoperativen Kontrolle darf keinesfalls übersehen werden.

Einzelne Aggregate haben einen temporären „Elektrokauter-Modus“, bei dem die Tachykardiedetektion ausgeschaltet wird und der Schrittmachermodus auf asynchrone Stimulation (V<sub>oo</sub> oder D<sub>oo</sub>) bei definierter Stimulationsfrequenz gestellt werden kann.

Alternativ zur Umprogrammierung des ICDs kann während der Operation eine Deaktivierung der antitachykarden Funktionen durch eine Magnetauflage erfolgen (IIa). Wie bei Schrittmachern kann auch bei ICDs einiger Hersteller bei aufgelegtem Magneten der Telemetriekanal geöffnet werden, sodass das Aggregat technisch noch empfindlicher gegen Störungen wird und ein erhöhtes Beschädigungsrisiko des ICDs besteht. Allerdings kann die Magnetreaktion in den Aggregaten deaktiviert sein, sodass trotz korrekter Magnetauflage antitachykarde Therapien abgegeben werden können.

## 6. Intraoperative Maßnahmen

Die intraoperativen Maßnahmen sind in **Tab. 7** zusammengefasst. Grundsätzlich sind bevorzugt bipolare Kauter einzusetzen (I). Bei unipolarem Kauter muss der Strompfad so weit wie möglich vom implantierten Aggregat und den Elektroden weg liegen [5, 6, 12]. Durch die Position der Neutralelektrode muss der Strompfad so gelenkt werden, dass der Energiefluss nicht durch das implantierte System führt (I).

Sofern Hochfrequenzstrom am Körperstamm eingesetzt wird, muss die Neutralelektrode bei unipolaren Geräten so nah wie möglich an das Operationsfeld und so weit wie möglich vom Aggregat entfernt positioniert werden [3, 6]. Dadurch kann der Strompfad vom Schrittmacher-/ICD-System weggeleitet werden.

Sofern möglich, sollte der Bereich, innerhalb dessen der Hochfrequenzstrom fließt, elektrisch vom Thorax separiert sein [14]. Bei einem Eingriff, z. B. an den Extremitäten, kann daher die Neutralelektrode proximal angebracht werden, am besten durch völliges Umschlingen der Extremität. Es wurde vorgeschlagen dies bei Eingriffen im abdominalen Be-

## Zusammenfassung · Abstract

Kardiologie 2010 DOI 10.1007/s12181-010-0295-x

© Deutsche Gesellschaft für Kardiologie - Herz- und Kreislaufforschung e.V. Published by Springer Medizin Verlag - all rights reserved 2010

B. Nowak · C.W. Israel · S. Willems · D. Bänsch · C. Butter · N. Doll · L. Eckardt · J.C. Geller · T. Klingenheben · T. Lewalter · B. Schumacher · C. Wolpert

### Empfehlungen zum Einsatz von Elektrokautern bei Patienten mit Herzschrittmachern und implantierten Defibrillatoren

#### Zusammenfassung

Der Einsatz von Elektrokautern kann bei Patienten mit Herzschrittmachern oder implantierten Kardioverttern/Defibrillatoren eine Vielzahl von Störungen bis hin zu Aggregatbeschädigungen zur Folge haben. Ihr Einsatz muss daher in jedem Fall kritisch hinterfragt werden. Sofern Elektrokauter bei diesen Patienten eingesetzt werden müssen, werden hier Empfehlungen für die prä- und postoperativen Maßnahmen bei beiden Aggregattypen gegeben. Diese betreffen sowohl die notwendigen Kontrollen als auch erforderliche Umprogrammierungen. Weiterhin

werden intraoperative Maßnahmen empfohlen, um Interferenzen zwischen Elektrokauter und implantiertem Aggregat zu vermeiden. Grundsätzlich sollten bevorzugt bipolare Kauter eingesetzt werden, da diese ein geringeres Risiko für Störbeeinflussungen aufweisen.

#### Schlüsselwörter

Elektrokauter · Hochfrequenzstrom · Herzschrittmacher · Implantierbarer Kardioverter/Defibrillator · Störbeeinflussung

### Recommendations for the use of electrocautery in patients with pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators

#### Abstract

The use of electrocautery in patients with pacemakers or implantable cardioverter-defibrillators may cause a variety of interactions or even device damage. Its use must therefore be scrutinized in each case. This paper gives recommendations if electrocautery is necessary in those patients. These include pre- and postoperative procedures in patients with those devices. They apply to required additional device follow-ups, as well as to required changes of programmed pa-

rameters. Additionally, intraoperative measures are recommended to avoid interactions between the electrocautery and implanted devices. Generally, bipolar cauters should be preferred, as they have a lower potential for interference.

#### Keywords

Electrocautery · High-frequency current · Pacemaker · Implantable cardioverter-defibrillator · Interference

**Tab. 4 Präoperative Aggregatkontrolle**

– Bestimmung des Eigenrhythmus bzw. der Schrittmacherabhängigkeit
– Bestimmung der Reiz- und Wahrnehmungsschwellen
– Dokumentation der Messwerte (Stromverbrauch) und der Programmierung zum postoperativen Vergleich
– Dokumentation des implantierten Aggregates in der Patientenakte, damit im Notfall das richtige Programmiergerät verfügbar ist

**Tab. 5 Präoperative Programmierung**

– Deaktivierungen eines frequenzadaptiven Sensors (insbesondere Atemminutenvolumensensor)
– Deaktivierung von Algorithmen wie Hysteresen oder atriale Arrhythmieprävention, da diese perioperativ als Fehlfunktionen missinterpretiert werden können
– Umprogrammierung auf bipolare Wahrnehmung, falls möglich
– Bei schrittmacherabhängigen Patienten kann D00/A00/V00 programmiert werden
– ICD: Deaktivierung der Tachykardiedetektion bzw. -therapie mit anschließendem kontinuierlichem Rhythmusmonitoring und Defibrillationsbereitschaft

**Tab. 6 Postoperative Aggregatkontrolle**

– Bestimmung der Reiz- und Wahrnehmungsschwellen sowie des Stromverbrauches
– Vergleich mit den präoperativen Messwerten
– Bei Änderungen erneute Kontrolle nach 24–48 h sowie ggf. engmaschige Überwachung des Patienten
– Reaktivierung der präoperativ deaktivierten Funktionen, insbesondere ausgeschalteter Tachykardietherapien bzw. -detektion bei ICDs

**Tab. 7 Intraoperative Maßnahmen**

– Bevorzugt bipolare Elektrokaute verwenden
– Bei unipolarem Elektrokaute Strompfad vom Aggregat weggleiten
– Mindestens 15 cm Abstand zwischen Elektrokaute und Aggregat
– Elektrokaute auf möglichst niedrige Energie einstellen
– Elektrokaute nur mit kurzen Bursts (<1 s) einsetzen, mit einer Pause von mindestens 5–10 s zwischen den Bursts
– Kein Kontakt zwischen der aktiven Elektrode des Elektrokautes und dem implantierten Aggregat
– Kontinuierliche EKG-Überwachung (häufig durch Elektrokaute temporär gestört)
– Kontinuierliche Patientenüberwachung mit Pulsoxymetrie oder arterieller Druckmessung
– Unmittelbare Erreichbarkeit eines aggregatkundigen Arztes mit passendem Programmiergerät
– Möglichkeit zur Defibrillation
– Möglichkeit der passageren Stimulation (transvenös oder transkutan)

reich z. B. durch einen metallischen Gürtel zu tun, der zur Neutralelektrode parallel geschaltet wird. Dabei sollte der maximale mögliche Abstand zwischen Schrittmacher und Neutralelektrode eingehalten werden [15].

Der Kontakt zwischen Neutralelektrode und Haut muss immer großflächig und gut gegeben sein. Die intraoperative Verschlechterung der Kontaktfläche, z. B. durch Ablösen der Neutralelektrode, kann zur thermischen Schädigung der Haut führen [15]. Ungeeignet für das Anbringen der Neutralelektrode sind knochige oder unebene Oberflächen, Stellen, unter denen ein Implantat liegt, Stellen mit di-

cken Fettschichten, wie z. B. Bauch oder Gesäß, sowie vernarbtes Gewebe [15].

Sofern Elektroden präpariert werden müssen, kann der Elektrokaute eine sinnvolle Alternative zur mechanischen Präparation der Elektroden sein. Hierzu muss das Aggregat entfernt sein. Allerdings kann es dabei zu thermischen Schädigungen an der Elektrodenisolation kommen. Der Kaute muss daher in ständiger Bewegung bleiben und mit möglichst niedriger Energie betrieben werden (I). Eine Polyurethanisolation ist in der Regel hitzeempfindlicher als eine Silikonisolation [16, 17]. Ein Kontakt der Elektrodenstecker zur Aggregattasche und zum Kaute ist unter allen Umständen zu ver-

meiden, da dauerhafte Schädigungen des Myokards im Bereich der Elektroden Spitze die Folge sein können. Eine Isolation der Elektrodenstecker mittels geeigneter Silikonkappen schützt vor diesem Risiko während der Anwendung eines Kautes im Bereich der Aggregattasche (I).

## Zusammenfassung

**Der Einsatz von Elektrokauten beinhaltet bei Patienten mit Herzschrittmachern und implantierten Defibrillatoren spezifische Risiken und muss daher bei jedem betroffenen Patienten kritisch hinterfragt werden. Sofern ein Elektrokaute bei diesen Patienten eingesetzt wird, sind bipolare Kaute zu bevorzugen, der Einsatz unipolarer Kaute ist jedoch möglich. Die angeführten Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten.**

## Korrespondenzadresse

**Prof. Dr. B. Nowak**

CCB, Cardioangiologisches Centrum Bethanien  
Im Prüfling 23, 60389 Frankfurt a.M.  
b.nowak@ccb.de

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

1. BQS-Qualitätsreport 2008: Herzschrittmacher-Implantation. [http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/herzschritt\\_erst/index\\_html](http://www.bqs-qualitaetsreport.de/2008/ergebnisse/leistungsbereiche/herzschritt_erst/index_html)
2. Brugada J, Vardas P, Wolpert C (2009) The EHRA Whitebook 2009. <http://www.escardio.org/communities/EHRA/publications/Documents/ehra-white-book-2009.pdf>
3. Pinski SL, Trohman RG (2002) Interference in implanted cardiac devices, Part II. *PACE* 25:1496–1508
4. Goel AK, Korotkin S, Walsh D et al (2009) Monomorphic ventricular tachycardia caused by electrocautery during pacemaker generator change in a patient with normal left ventricular function. *PACE* 32:957–958
5. Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA et al (2009) 2009 ACCF/AHA focused update on perioperative beta blockade incorporated into the ACC/AHA 2007 guidelines on perioperative cardiovascular evaluation and care for noncardiac surgery. *JACC* 54:e13–e118
6. American Society of Anaesthesiologists Task Force on Perioperative Management of Patients with Cardiac Rhythm Management Devices (2005) Practice advisory for the perioperative management of patients with cardiac rhythm management devices: Pacemakers and implantable cardioverter-defibrillators. *Anesthesiology* 103:186–198

7. Cheng A, Nazarian S, Spragg DD et al (2008) Effects of surgical and endoscopic electrocautery on modern-day permanent pacemaker and implantable cardioverter-defibrillator systems. *PACE* 31:344–350
8. Lo R, Mitrache A, Quan W, Cohen TJ (2007) Electrocautery-induced ventricular tachycardia and fibrillation during device implantation and explantation. *J Invasive Cardiol* 19:12–15
9. Wilson S, Neustein SN, Camunas J (2006) Rapid ventricular pacing due to electrocautery: a case report and review. *Mt Sinai J Med* 73:880–883
10. Gombotz H, Anelli Monti M, Leitgeb N et al (2009) Perioperatives Management von Patienten mit implantiertem Schrittmacher oder Kardioverter/Defibrillator. Empfehlungen der Österreichischen Gesellschaft für Anästhesiologie, Reanimation und Intensivmedizin, der Österreichischen Kardiologischen Gesellschaft und der Österreichischen Gesellschaft für Chirurgie. *Anaesthesist* 58:485–498
11. Niehaus M, Tebbenjohanns J (2001) Electromagnetic Interference in patients with implanted pacemakers or cardioverter-defibrillators. *Heart* 86:246–248
12. Rozner MA (2003) Letter to the editor. *PACE* 26:923–925
13. Volkmann H (2004) Störbeeinflussung von implantierten Herzschrittmachern im medizinischen Bereich. *Herzschr Elektrophys* 15:65–72
14. Irnich W (1992) Herzschrittmacher – Störmöglichkeiten durch medizintechnische Behandlungsverfahren. *Dtsch Arztebl* 89:B-1880–B-1883
15. Irnich W (2003) Letter to the editor. *PACE* 26:658
16. Lim KK, Reddy S, Desai S et al (2008) Effects of electrocautery on transvenous lead insulation materials. *J Cardiovasc Electrophysiol* 20:429–435
17. Kennergren C (2008) Hands on: a European perspective on lead extraction: Part I. *Heart Rhythm* 5:160–162