

## Schockelektroden-Impedanztest

**Produkt-Updates** enthalten klinische und technische Informationen bezüglich der Funktion und Leistung von Herzrhythmus-Managementprodukten von Boston Scientific.

### Zusammenfassung

Die Messung der Elektrodenimpedanz ist eine gute Methode zur Bewertung der Funktionstüchtigkeit des Schockelektrodensystems eines implantierten Defibrillators. Neuere Entwicklungen in der Auswahl der Elektroden (mehr Single-Coil-Elektroden), die Einführung der Elektrodenvektor-Programmierbarkeit (Single-Coil-Schockvektoren können für Dual-Coil-Elektroden programmiert werden) sowie Fortschritte in der Schaltkreistechnik bei neueren Defibrillatorgenerationen haben Änderungen bei den Testmethoden und der Auswertung der Elektrodenimpedanz-Testresultate zur Folge. Die nachstehenden Ausführungen erläutern Änderungen in der Elektrodenkonfiguration und neue Testmethoden für die Defibrillatorfamilien COGNIS<sup>®</sup>, TELIGEN<sup>®</sup>, INCEPTA<sup>™</sup>, PUNCTUA<sup>™</sup> und ENERGEN<sup>™</sup> und erklären die Auswertung von Testergebnissen, die gegenüber früheren Defibrillator-Elektroden-Kombinationen differieren.

### Gilt für folgende Produkte\*

COGNIS<sup>®</sup>, TELIGEN<sup>®</sup>, INCEPTA<sup>™</sup>, PUNCTUA<sup>™</sup> und ENERGEN<sup>™</sup> CRT-Ds und ICDs sowie das LATITUDE<sup>®</sup> Fernüberwachungssystem

*\*Einige der in diesem Artikel genannten Produkte sind möglicherweise nicht in allen Ländern zugelassen.*

*Für umfassende Informationen zum Gerätebetrieb und Indikationen bitte die entsprechende Produktdokumentation verwenden.*

© 2011 by Boston Scientific Corporation or its affiliates. All rights reserved.

## Methoden zur Schockelektroden-Impedanzmessung

Die Auswertung der Schockelektrodenimpedanz kann zusammen mit anderen nicht invasiven diagnostischen Methoden zur Einschätzung von und Fehlersuche bei möglichen Problemen mit der Elektrodenfunktion oder der Elektroden/Aggregat-Konnektion beitragen. Alle Defibrillatoren von Boston Scientific verfügen über zwei Methoden zur Messung der Schockelektrodenimpedanz:

**Hochenergieschocks:** Die Schockelektrodenimpedanz wird bei jedem therapeutischen oder befohlenen Schock gemessen und angezeigt. Die Hochenergieschock-Messung liefert unmittelbare Rückmeldungen bezüglich der Funktionstüchtigkeit des Elektrodensystems, indem sie Impedanzwerte außerhalb des zulässigen Bereichs erfasst und entsprechende Bildschirmmeldungen auf dem Programmiergerät sowie akustische Signale auslöst. In diesem Artikel geht es weniger um Hochenergie- als um Niedrigenergie-Impedanztests.

**Niedrigenergie-Test:** Die Impedanz der Schockelektroden wird alle 21 Stunden mithilfe einer schmerzfreien, unterschwelligeren Messung bestimmt, die auch als Schockelektroden-Integritätstest bezeichnet wird. Bei diesem Test gibt das Aggregat einen Niedrigenergie-Impuls an die Schockelektroden ab und misst die sich ergebende Impedanz. Aufgrund des erheblich geringeren Energieniveaus kann es bei dieser Messmethode zu Resultaten kommen, die von den Messwerten bei Schockabgabe abweichen.

## Meldung „Schockelektrode prüfen“ und Alarmstufe Rot bei LATITUDE

Defibrillatoren und das LATITUDE Fernüberwachungssystem von Boston Scientific können einen Hinweis auf Schockelektrodenimpedanz-Messwerte liefern, die ein vorgegebenes Minimum oder Maximum unter- bzw. überschreiten:

- Wenn die gemessene Schockelektrodenimpedanz unter 20 Ohm oder über 125 Ohm<sup>§</sup> liegt, gibt der implantierte Defibrillator eine Meldung „Schockelektrode prüfen“ (über das Programmiergerät) aus. Der Messwert wird als „>125 Ohm“ bzw. „<20 Ohm“ angezeigt (der tatsächliche Wert wird nicht angezeigt). In ähnlicher Weise werden Impedanzwerte außerhalb des zulässigen Bereichs nicht in Trendkurven auf dem Programmiergerät aufgezeichnet, sondern erscheinen als Datenlücken, die mithilfe des Schiebers identifiziert werden können.
- Das LATITUDE Fernüberwachungssystem löst Alarmstufe Rot aus, wenn es an einem implantierten Defibrillator die Meldung „Schockelektrode prüfen“ feststellt. Nach der Überprüfung kann Alarmstufe Rot auf der LATITUDE Website-Anzeige aufgehoben werden. Ein Hinweis auf ein erneutes Unter- oder Überschreiten der Schockelektrodenimpedanz erfolgt jedoch erst, wenn der implantierte Defibrillator mit dem Programmiergerät bei einem Klinikbesuch abgefragt und die frühere Meldung überprüft wurde.

<sup>§</sup> Programmierbar bei einigen älteren Geräten, mit einem nominellen Wert von 80 Ohm

Es ist zu beachten, dass die Meldung „Schockelektrode prüfen“ und Alarmstufe Rot bei LATITUDE nicht unbedingt ein Problem mit dem Elektrodensystem anzeigen, sondern nur darauf hinweisen, dass die Elektrodenimpedanz den normalen Betriebsbereich verlassen hat. Die Funktionstüchtigkeit des Elektrodensystems kann dann mit standardmäßigen diagnostischen Tests beurteilt werden. Hierzu können weitere Niedrigenergie-Impedanztests mit oder ohne Isometrie-Übungen, Programmierung und Auswertung anderer Schockelektroden-Konfigurationen, Überprüfung von im Gerät gespeicherten Impedanzwerten und sonstigen diagnostischen Daten, Überprüfung der Elektroden und ihrer Verbindungen im Röntgen- oder Fluoroskopiebild, Schocks mit maximaler Energie und (falls notwendig) invasive visuelle Inspektion gehören. **Wenden Sie sich bitte an den technischen Service von Boston Scientific, falls Sie bei der Fehlerbehebung von Elektrodenimpedanzwerten, die außerhalb des zulässigen Bereichs liegen, Hilfe benötigen.**

## **Einflussfaktoren für Schockelektroden-Impedanzmessungen**

Unter den vielen technischen und physiologischen Variablen, die sich auf Schockelektroden-Impedanzmessungen auswirken können, gibt es drei Faktoren, die in den letzten Jahren in den Vordergrund gerückt sind: die Verwendung von Single-Coil-Elektroden, die Programmierbarkeit der Elektrodenkonfiguration (mit der Möglichkeit von Single-Coil-Konfigurationen) und die Testmethoden bei der Schockelektroden-Impedanzmessung.

### **Single-Coil-Elektroden**

Daten aus der Geräte-Rückverfolgung bei Boston Scientific (USA) weisen darauf hin, dass heute mehr Single-Coil-Elektroden implantiert werden als früher – 2010/2011 möglicherweise 15 % oder mehr (gegenüber 2-3 % in 2002). Die häufigere Verwendung von Single-Coil-Elektroden kann zu häufigerem Unter- oder Überschreiten der Impedanzwerte (Meldung „Schockelektrode prüfen“ und Alarmstufe Rot bei LATITUDE) führen, besonders bei Patienten mit höherer Schockelektrodenimpedanz, wie unten erläutert.

Die insgesamt kleinere Elektrodenoberfläche eines Single-Coil-Elektrodensystems führt zu einer höheren durchschnittlichen Elektrodenimpedanz als bei Dual-Coil-Konfigurationen. LATITUDE-Daten<sup>†</sup> zeigen für ein Single-Coil-System eine 10 bis 25 Ohm höhere durchschnittliche Elektrodenimpedanz als bei einer TRIAD-Konfiguration (RV-Coil zu RA-Coil und Gehäuse). Bei einem typischen Patienten mit Single-Coil-Elektrode treten durchschnittlich 55 bis 75 Ohm auf, wobei tägliche Abweichungen von 70 bis 90 Ohm möglich sind. Bei den 5 % der Patienten mit der höchsten durchschnittlichen Single-Coil-Impedanz (75-100 Ohm) treten tägliche Abweichungen von 90 bis 130 Ohm auf, womit das Messbereichslimit des Geräts von 125 Ohm überschritten wird (siehe Abbildung A1 im Anhang). Eine Zusammenfassung von LATITUDE-Daten<sup>†</sup> zur Single-Coil-Schockelektrodenimpedanz befindet sich in Tabelle 1 und 2.

### **Programmierbarkeit der Elektrodenkonfiguration**

Die Defibrillatorserien COGNIS, TELIGEN, INCEPTA, PUNCTUA, ENERGEN von Boston Scientific verfügen über einen **programmierbaren** Schockelektrodenvektor, der die Lokalisierung vermuteter Elektrodenprobleme erleichtert und Optionen zur Handhabung von Defibrillationsschwellen-Herausforderungen bereitstellt. Wird der Schockelektrodenvektor für eine Dual-Coil-Elektrode auf eine Single-Coil-Konfiguration programmiert (RV-Coil zu Gehäuse), ergeben sich bei der Messung ebenfalls Werte, die 10-25 Ohm höher liegen als bei TRIAD-Konfiguration.

Bei neueren Geräten mit auf TRIAD-Konfiguration programmierter Dual-Coil-Elektrode (RV-Coil zu RA-Coil und Gehäuse) misst der Niedrigenergie-Elektrodenimpedanztest jeden Vektor in der TRIAD-Konfiguration separat. Die Impedanzwerte der individuellen Vektoren werden dann rechnerisch zu einem einzigen TRIAD-Wert kombiniert, der auf dem Programmiergerät angezeigt wird. Bezieht die TRIAD-Konfiguration einen Coil-Gehäusevektor mit höherer Impedanz ein, kann die Gesamtimpedanz der Konfiguration höher liegen.

### **Methodik des Niedrigenergie-Elektrodenimpedanztests**

Zur Durchführung eines Niedrigenergie-Elektrodenimpedanztests bei älteren Geräten wird ein Testimpuls (15 mA für 60 µsec) an das angeschlossene Elektrodensystem abgegeben. Die Reaktion wird gemessen und die Impedanz berechnet und angezeigt.

Um die Möglichkeit auszuschließen, dass der Testimpuls der Impedanzmessung das Herz erregt, verwendet der Niedrigenergie-Elektrodenimpedanztest der neueren Defibrillatoren von Boston Scientific (COGNIS, TELIGEN, INCEPTA, PUNCTUA, ENERGEN) einen erheblich schwächeren Testimpuls (80 µA für 156 µsec). Der schwächere Testimpuls liefert Impedanzwerte, die in der Regel bei Dual-Coil-Elektroden um 10 Ohm und bei Single-Coil-Elektroden<sup>†</sup> um 20 Ohm höher liegen (siehe Tabelle 1 und 2 und Abbildung A3 im Anhang).

Niedrigenergie-Impedanzmessungen erfolgen automatisch alle 21 Stunden und damit zu verschiedenen Tageszeiten. Körperhaltung, Schlaf-/Wach-Rhythmus, Hydratation und Medikation können Abweichungen der Impedanzwerte verursachen. Außerdem reduziert das schwächere Testsignal den Signal-Rausch-Abstand, wodurch es bei den Resultaten von täglichen oder befohlenen Impedanztests zu größeren Fluktuationen kommen kann, wenn das Gerät/der Patient bei der Impedanzmessung einer elektromagnetischen Störung (EMS) ausgesetzt ist. LATITUDE-Daten<sup>†</sup> zeigen eine leicht höhere Variabilität der Resultate von Impedanztests bei neueren Geräten als bei älteren Defibrillatoren, und zwar für Single-Coil- **und** Dual-Coil-Elektroden.

## Interpretation von Einflussfaktoren für Schockelektroden-Impedanzmessungen

Wie oben ausgeführt, können Single-Coil-Elektrodensysteme, egal ob via Programmierung oder via Auswahl des Elektrodenmodells konfiguriert, Elektrodenimpedanzen aufweisen, die 10 bis 25 Ohm höher liegen als bei TRIAD-Systemen. Außerdem kann das schwächere Testsignal der neueren Defibrillatoren von Boston Scientific Impedanztestresultate ergeben, die 10 bis 20 Ohm höher liegen als bei älteren Gerätserien. Die Kombination einer Single-Coil-Elektrode mit einem Gerät der neuesten Generation kann zu einer Impedanz führen, die 20 bis 45 Ohm höher liegt als bei einem Dual-Coil-System, das an einen älteren Defibrillator angeschlossen ist, und damit näher an die 125-Ohm-Schwelle heranrückt, die am Gerät die Meldung „Schockelektrode prüfen“ und Alarmstufe Rot bei LATITUDE auslöst.

Tabelle 1 und 2 zeigen LATITUDE-Daten zur Schockelektrodenimpedanz für Single-Coil- und TRIAD-Elektrodenkonfigurationen aus Messungen an älteren und neueren implantierten Defibrillatoren. Abbildung A1, A2 und A3 im Anhang zeigen klinische Beispiele für täglich gemessene und in LATITUDE angezeigte Schockelektrodenimpedanzen.

**Tabelle 1. Schockelektrodenimpedanz<sup>†</sup> für die Mehrzahl von Elektrodensystemen**

Defibrillatorgeneration	Single-Coil-Elektrodenimpedanz (Ohm) Durchschnitt / Maximum	TRIAD-Elektrodenimpedanz (Ohm) Durchschnitt / Maximum
Vor COGNIS / TELIGEN	55 / 70	43 / 50
COGNIS, TELIGEN, INCEPTA, PUNCTUA und ENERGEN	74 / 90	51 / 60

**Tabelle 2. Schockelektrodenimpedanz<sup>†</sup> für die 5 % Elektrodensysteme mit der höchsten Durchschnittsimpedanz**

Defibrillatorgeneration	Single-Coil-Elektrodenimpedanz (Ohm) Durchschnitt / Maximum	TRIAD-Elektrodenimpedanz (Ohm) Durchschnitt / Maximum
Vor COGNIS / TELIGEN	70-80 / 85-95	50-55 / 60-70
COGNIS, TELIGEN, INCEPTA, PUNCTUA und ENERGEN	90-100 / 110-130	60-65 / 70-80

## Schlussfolgerungen

Da ein außerhalb des zulässigen Bereichs liegendes Testresultat auf ein Elektrodenversagen oder eine fehlerhafte Verbindung zwischen Elektrode und Aggregat hinweisen kann, ist bei Meldung „Schockelektrode prüfen“ und Alarmstufe Rot bei LATITUDE, die ja auf ein Über- oder Unterschreiten der festgelegten Grenzen für die Schockelektrodenimpedanz hinweisen, eine weitere Untersuchung angezeigt. Es ist jedoch zu beachten, dass die Meldung „Schockelektrode prüfen“ und Alarmstufe Rot bei LATITUDE nicht unbedingt auf ein tatsächliches Elektrodenproblem hinweisen, sondern mit dem Elektrodentyp oder der programmierten Konfiguration (Single-Coil) und/oder einer neuen/anderen Messmethode zusammenhängen können. **Wenden Sie sich bitte an den technischen Service von Boston Scientific, falls Sie bei der Fehlerbehebung von Elektrodenimpedanzwerten, die außerhalb des zulässigen Bereichs liegen, Hilfe benötigen.**

<sup>†</sup>Daten aus dem Boston Scientific LATITUDE Fernüberwachungssystem, 2010

## Anhang A: Beispiele für tägliche Messkurven aus LATITUDE

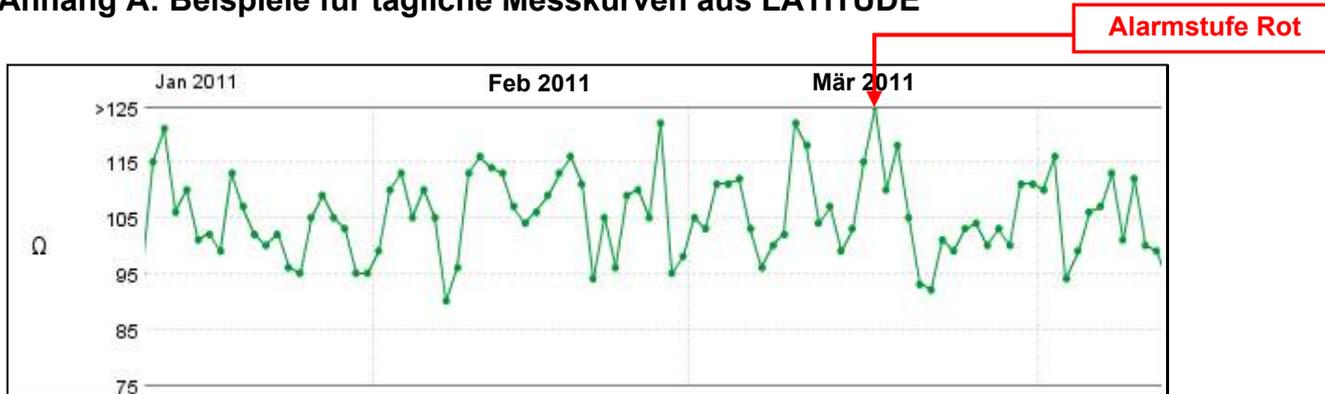


Abbildung A1. Normale Single-Coil-Elektrode mit hoher Durchschnittsimpedanz, die gelegentlich 125 Ohm überschreitet.

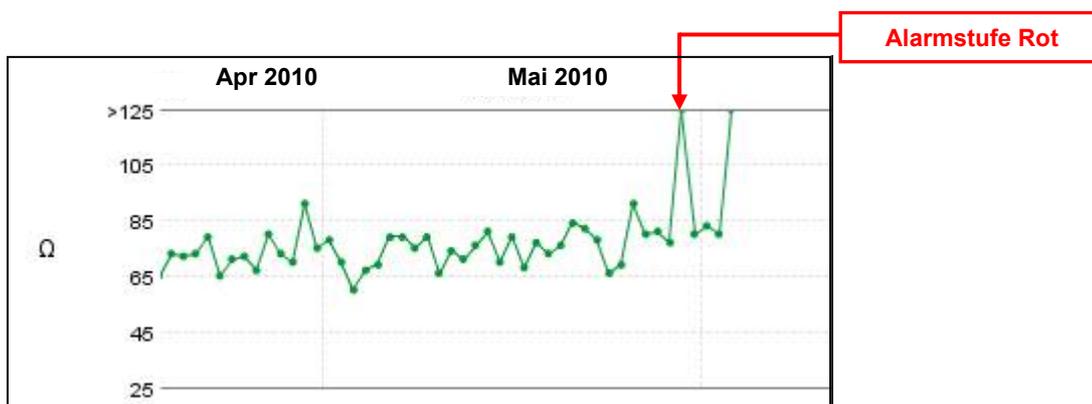


Abbildung A2. Single-Coil-Elektrode mit 65 bis 85 Ohm, die später aufgrund eines Elektrodenbruchs oder Konnektionsproblems 125 Ohm überschreitet.

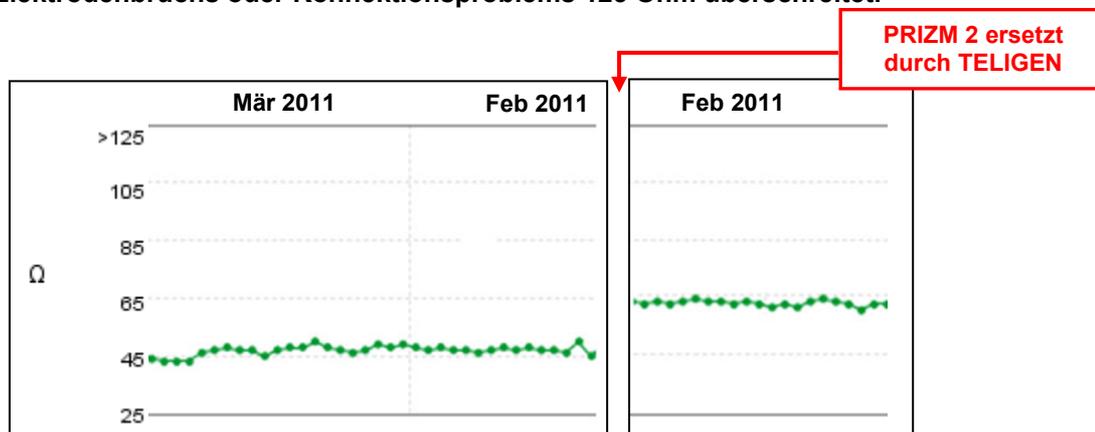


Abbildung A3. Durchschnittliche Elektrodenimpedanz erhöhte sich um ~20 Ohm, nachdem der ältere Defibrillator mit einem TELIGEN ICD ersetzt wurde.

### Kontaktinformation

#### America

(Karibik, und Mittelamerika, Nord-und Südamerika)

[www.bostonscientific.com](http://www.bostonscientific.com)

Technischer Service  
LATITUDE® Klinischer Support  
1.800.CARDIAC (227.3422)  
+1.651.582.4000

Patienten Service  
1.866.484.3268

#### Europa, Japan, Naher Osten, Afrika

Technischer Service

+32 2 416 7222

[eurtechservice@bsci.com](mailto:eurtechservice@bsci.com)

LATITUDE® Klinischer Support  
[latitude.europe@bsci.com](mailto:latitude.europe@bsci.com)

#### Asien-Pazifik

Technischer Service

[aptechservice@bsci.com](mailto:aptechservice@bsci.com)

LATITUDE® Klinischer Support  
[latitude.asiapacific@bsci.com](mailto:latitude.asiapacific@bsci.com)