

# Elektrochirurgie

## Elektrochirurgie und OP-Handschuhe - wo liegen die Schnittstellen?

Zu den Berufsrisiken bei der Arbeit im OP zählen versehentliche Stromschläge oder Verbrennungen bei elektro-chirurgischen Eingriffen. Die betroffenen Personen führen diese Vorfälle normalerweise auf ein Loch im OP-Handschuh zurück. Die Elektrochirurgie birgt jedoch noch andere Ursachen für Stromschläge oder Verbrennungen. Dieses Informationsblatt möchte daher

1. ein Grundverständnis der Prinzipien der Elektrochirurgie im Zusammenhang mit OP-Handschuhen und dem Phänomen introspektiver Verbrennungen oder Stromschläge vermitteln und
2. ein Bewusstsein für derartige Gefahren im OP schaffen.

## Kernbegriffe

**Elektrischer Strom:** Die Anzahl von Elektronen, die pro Sekunde einen bestimmten Punkt passieren. Der in Ampere (A) gemessene elektrische Strom kann ein Wechselstrom (WS) sein, bei dem die positiven und negativen Ionen in wechselnde Richtungen fließen, oder ein Gleichstrom (GS) mit einem Ionenfluss nur in eine Richtung.

**Kapazitive Kopplung:** Eine Bedingung, die dann eintritt, wenn Wechselstrom (WS) von einem Leiter (einer Elektrode) über eine intakte Isolierung in ein leitfähiges Material (Gewebe oder Haut) oder ein anderes OP-Instrument aus Metall übertragen wird. Kapazität ist eine gespeicherte elektrische Ladung.

**Elektrochirurgie:** Die Passage von Hochfrequenz (HF) oder eines elektrischen Hochfrequenzstroms durch Gewebe für die Erzeugung eines gewünschten klinischen Effekts am Gewebe. HF wird in Zyklen pro Sekunde gemessen.

**Widerstand (Impedanz):** Die mangelnde Leitfähigkeit bzw. das Gegenteil eines Stromflusses. Der elektrische Widerstand wird in Ohm ( $\Omega$ ) gemessen.

**Durchschlag:** Isolationsausfall eines nicht leitfähigen Materials (z.B. Gummihandschuh), der von der Hochspannungsausgabe des Stromgenerators ausgelöst werden kann.

# Erläuterung der Verbindung zwischen OP-Handschuhen und Elektrochirurgie

## Was ist Elektrochirurgie?

Elektrochirurgie ist die Behandlung von biologischem Gewebe mit Hochfrequenzstrom. Ein elektrochirurgischer Generator erzeugt den elektrischen Strom, der Energie (Elektronen) auf das Gewebe überträgt. Der Begriff „Bovie“, eine nach dem Pionier Dr. William T. Bovie benannte Herstellermarke, wird häufig als Synonym für den Begriff „Elektrochirurgie“ verwendet. Die Begriffe „Elektrochirurgie“ und „Elektrokauterisation“ werden ebenfalls häufig synonym verwendet.

Das ist allerdings nicht richtig: In der Elektrochirurgie wird der elektrische Strom direkt in das Gewebe geleitet, der Patient ist in den Stromkreis integriert. Die Elektrokauterisation ist die indirekte Anwendung von elektrischem Strom durch die Erhitzung eines leitfähigen Elements, das Gewebe verbrennt. Ein weiterer eindeutiger Unterschied ist, dass die in der Elektrochirurgie eingesetzten Stromquellen Wechselstrom und die in der Elektrokauterisation eingesetzten Stromquellen Gleichstrom erzeugen. (Eine elektrochirurgische Stromquelle in einem OP lässt sich leicht anhand der am Patienten angebrachten Erdungselektrode identifizieren.)

## Wie verbreitet ist die Elektrochirurgie?

Der Einsatz der Elektrochirurgie bei operativen Eingriffen ist weit verbreitet, wobei verschiedene Energiequellen und Methoden angewandt werden. Hochfrequenzstrom ist eine von Chirurgen häufig verwendete Energie für das Sezieren von Gewebe oder Stillen einer Blutung (Hemostasis). Die Elektrochirurgie ist ein sicheres und wirksames Instrument sowohl für invasive als auch minimal invasive Eingriffe.

## Wie funktioniert ein elektrochirurgischer Eingriff?

Der Stromkreislauf einer elektrochirurgischen Einheit besteht aus einem Generator, einer Aktivelektrode (handgeführtes Instrument), dem Patienten und der Rücklaufelektrode des Patienten, die manchmal auch als Passiv- oder Erdungselektrode (Patientenpad oder -platte) bezeichnet wird. Elektronen bzw. elektrische Ladungen fließen vom Generator durch die Aktivelektrode, über den Patienten und dann – zur Schließung des Stromkreises – über die am Patienten angebrachte Erdungselektrode zurück in den Generator.

Siehe Diagramm 1.

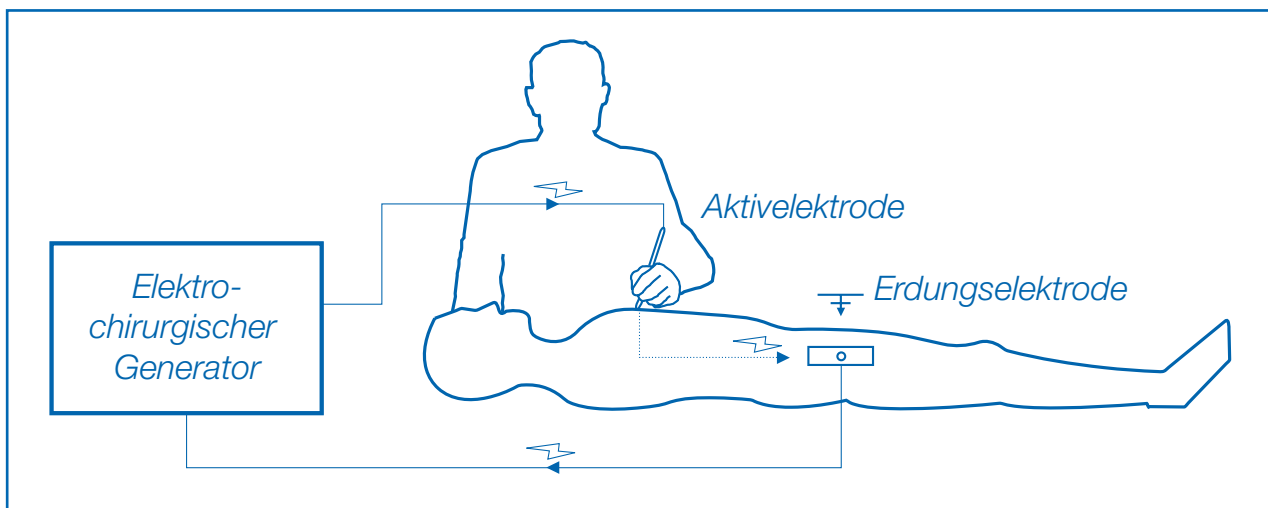


Diagramm 1

Wenn Strom durch die Aktivelektrode fließt, wird elektrische Energie in thermische Energie umgewandelt, und die erzeugt hochenergetische Hitze. Diese Hitze bewirkt eine Auflösung von Gewebezellen, die als eine Exsikkation (Zerstörung) oder Hemostasis des Gewebes betrachtet werden kann. Die Wirkung auf das Gewebe ist selbstverständlich abhängig von mehreren Faktoren, wie der Amperezahl des Stroms, der Größe der Spitze der Aktivelektrode und dem Zeitpunkt der Aktivierung des Generators.

Ein Punkt, der im OP unbedingt beachtet werden muss, ist das absolute Gesetz der Elektrizität: Elektrischer Strom folgt immer dem Weg des geringsten Widerstands. Während eines elektrochirurgischen Eingriffs kann, wenn das Umfeld „stimmt“, die Hand des operierenden Chirurgen oder seines Assistenten diesen optimalen Weg bieten.

## Welche Problematiken birgt die Elektrochirurgie?

Technische Fortschritte in der Elektrochirurgie haben sie zu einer sicheren und notwendigen Praxis für alle Arten von chirurgischen Eingriffen gemacht. Mit der Art ihrer Einsetzung sind allerdings Idiosynkrasien verbunden, die von allen Mitgliedern des OP-Teams eine wache Aufmerksamkeit verlangt. Potenzielle Störfaktoren für das OP-Team sind unter anderem: Interferenzen mit den Video- und Anästhesieüberwachungsgeräten, Verbrennungen an der Rückklaufelektrode (Pad) und alternierende Verbrennungen am Patienten, die auftreten können, wenn sich der elektro-chirurgische Strom zu stark an einer anderen Stelle als der Rückklaufelektrode konzentriert. Außerdem kann Funkenflug, der an einer elektro-chirurgischen Anlage entsteht, einen Brand während der Operation auslösen.

Ein weiteres Problem bei der Elektrochirurgie können Stromschläge oder Verbrennungen sein, die durch den OP-Handschuh des Chirurgen oder seines Assistenten dringen.<sup>1</sup> Wenn dieser Fall eintritt, führt die betroffene Person das häufig auf ein bereits vorhandenes Loch, d.h. eine Isolationslücke, im Handschuh zurück, wechselt den Handschuh und fährt mit dem Eingriff fort.

Obwohl die Begründung zutreffend und der Handschuhwechsel eine Lösung sein kann, müssen weitere Variablen beachtet werden. So besteht die Möglichkeit, dass der Zwischenfall nicht durch ein bereits im Handschuh vorhandenes Loch ausgelöst wurde, sondern das Loch vielmehr erst aus dem elektrischen Zwischenfall resultiert. Die Isolationsfunktion des

Handschuhs kann also intakt gewesen sein, bevor der Zwischenfall eintrat.

Forscher haben darauf hingewiesen, dass Mitglieder von OP-Teams neben einem bereits vorhandenen Loch drei weiteren möglichen Gefahren von Stromschlägen oder Verbrennungen über den OP-Handschuh (aus Naturlatex oder Synthetikmaterial) ausgesetzt sind.

### Direkter Stromzufluss

Eine Möglichkeit: Die Impedanz des Handschuhs ist so niedrig, dass der Strom hindurchfließen kann. Die Impedanz eines OP-Handschuhs kann durch Verschleiß, Blut und andere Körperflüssigkeiten oder Schweißbildung im Inneren des Handschuhs beeinträchtigt werden. An den Fingerspitzen des Handschuhs lässt sich normalerweise ein „Balloneffekt“ feststellen, der darauf schließen lässt, dass der Handschuh einen Teil seiner Schutzeigenschaften verloren hat.

Ein anderer Begriff, mit dem die Beeinträchtigung der Isolationsfunktion umschrieben wird, ist „Hydratation“, dessen einfache Definition lautet: die Absorption von Wasser in einem Latexfilm. Ein hydrierter Handschuh hat einen geringeren elektrischen Widerstand als ein nicht hydrierter Handschuh. Ein OP-Handschuh, der langsam hydriert, kann einen zusätzlichen Schutz gegen elektro-chirurgische Stromschläge bieten. Ein regelmäßiger Handschuhwechsel oder das Tragen von zwei Handschuhpaaren übereinander kann diesem Problem ebenfalls vorbeugen.

Siehe Diagramm 2.

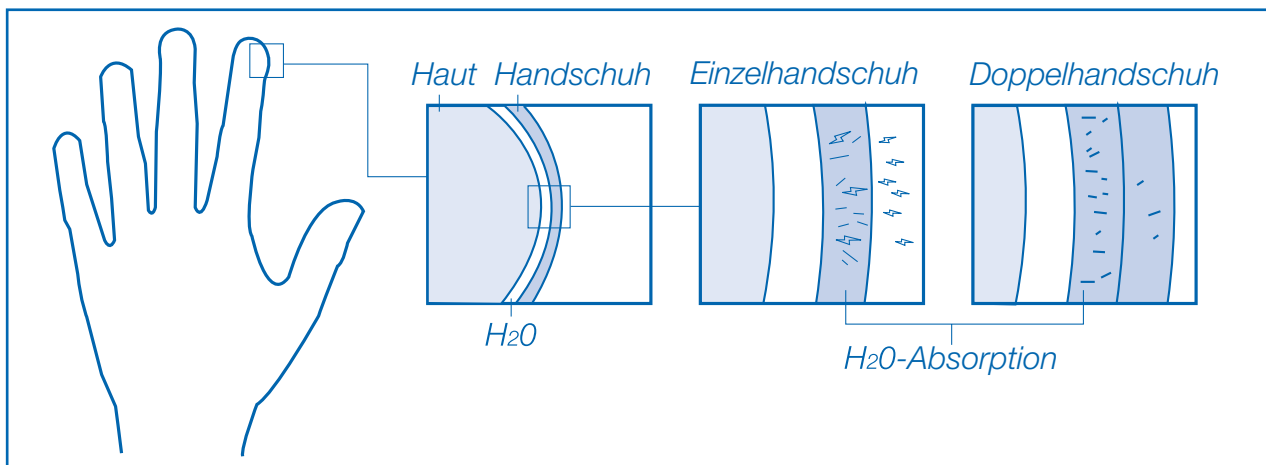


Diagramm 2

### Kapazitive Hochfrequenzkopplung

Während eines elektro-chirurgischen Eingriffs agieren die transpirierende, leitfähige Haut des operierenden Chirurgen und das verwendete metallene Hemostat (z.B. an einem Blutgefäß) als Kondensatoren, die von einem Isolator (dem Handschuh) getrennt sind. Wird dem Hemostat über die Aktivelektrode dann Wechselstrom zugeführt, induziert er damit eine elektrische Ladung am anderen Leiter. Je dünner der Handschuh ist, desto wirksamer können Stromstöße von einem Leiter (Hemostat) zum anderen Leiter (Hand des Chirurgen) induziert werden. Das impliziert

nicht, dass Stromschläge in jedem Verfahren eine immanente Gefahr sind, denn es müssen bestimmte Bedingungen (wie hier beschrieben) vorhanden sein. Worauf die entsprechende Literatur jedoch hinweist: Alle Handschuhe, ob intakt oder nicht, können große Mengen an Hochfrequenzstrom transportieren.<sup>1</sup> Hier kann sich für den Chirurgen erneut die sorgfältige Auswahl eines optimalen Schutzhandschuhs (z.B. eines extrem dicken Handschuhs) als ein wirksamer Isolator bei einem elektro-chirurgischen Eingriff erweisen.

Siehe Diagramm 3.

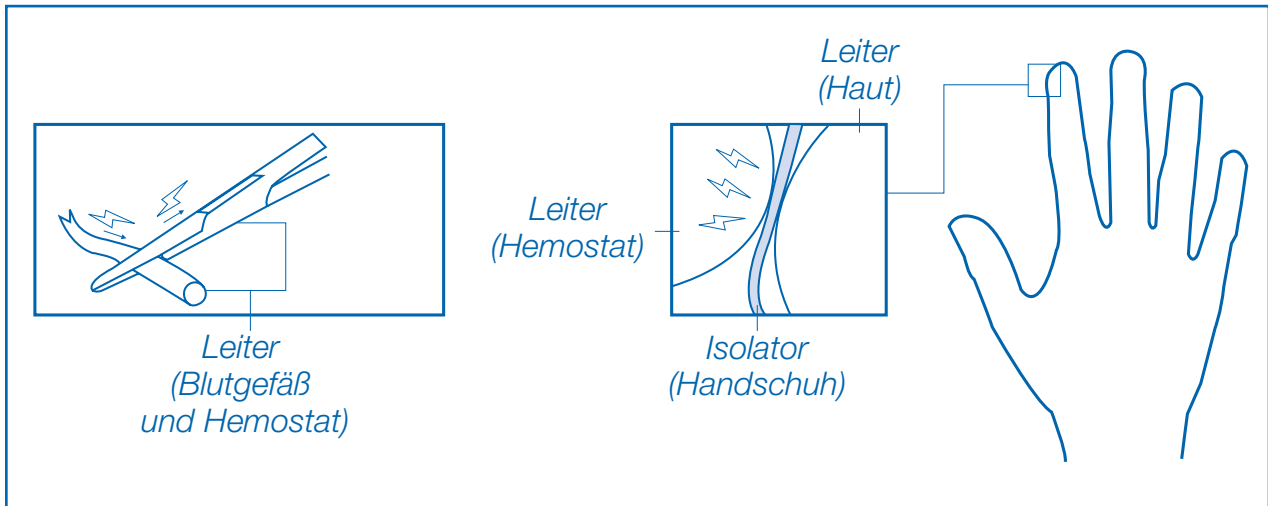


Diagramm 3

### Hochspannungsdurchschlag

Wenn die Widerstandsfähigkeit eines Handschuhs gegen die Einwirkung der hochenergetischen Kraft eines elektro-chirurgischen Generators zu gering ist, kann die hohe Spannung ein Loch im Handschuh erzeugen und eine Verbrennung bewirken. Auch hier sind weitere mitwirkende Variablen zu beachten, beispielsweise die Anwendungsdauer des Stroms oder die angewandte chirurgische Technik.

Beispiel: Es ist gängige Praxis, dass der Chirurg oder sein erster Assistent ein blutendes Gefäß zuerst abklemmt und dann mit der Aktivelektrode verödet, während er das hemostatische Instrument festhält. Damit steht die gesamte Klammer unter der elektrischen Spannung des Generators. Die Gefahr eines Stromschlags besteht für die Person, die die Klammer

hält. Wird die Klammer lediglich mit der Spitze eines Fingers gehalten, kann sich die Stromspannung nur an einer kleinen Kontaktfläche konzentrieren, wodurch ihre Stärke am Finger erhöht wird – kommen alle Bedingungen zusammen, kann es einen „elektrischen Schlag“ geben. Das entspricht einer bekannten Erfahrung: Wenn man über einen Teppichboden geht, kommt es zu einer statischen Aufladung – und beim Griff an die Türklinke zu einer Entladung.

Eine sichere Methode ist, den Hemostat während der Blutstillung mit dem elektro-chirurgischen Instrument fest im Griff zu halten.<sup>4</sup> Dadurch wird die Kontaktfläche vergrößert und das Risiko einer zu hohen Spannung an dieser Stelle gesenkt.

Siehe Diagramm 4.

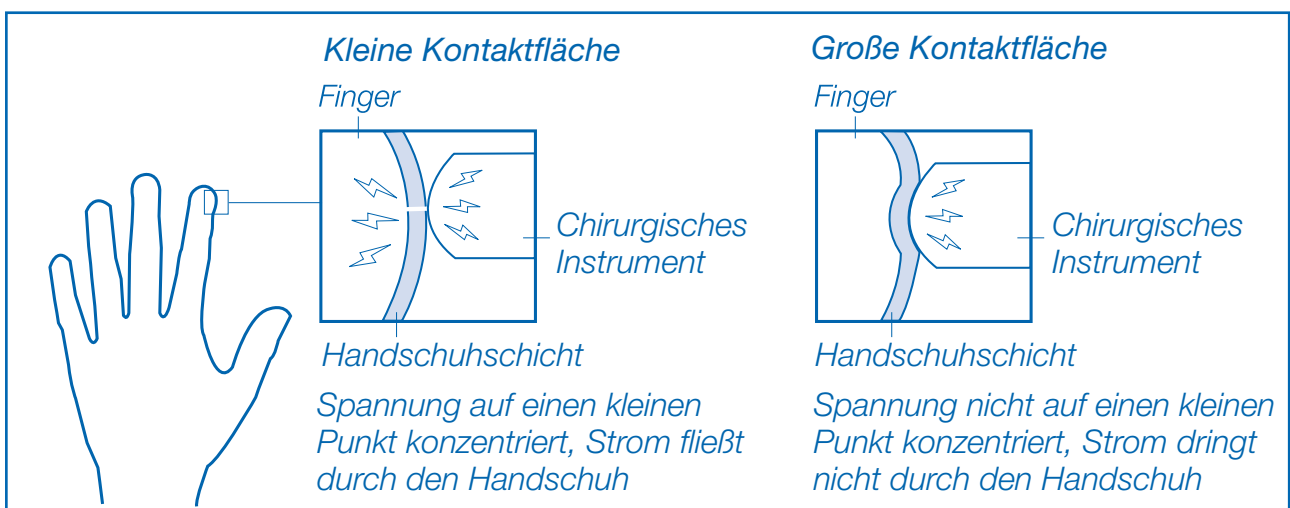


Diagramm 4

OP-Handschuhe können aufgrund der Isolationseigenschaften von Gummi als nicht leitfähig und damit als geeignetes Isolationsmedium bei der Elektrochirurgie betrachtet werden. Handschuhe werden allerdings nicht zu diesem Zweck hergestellt, daher darf man sie nicht als einen „ausfallsicheren Isolator“ betrachten. Das Wissen, wie man einen optimalen Schutz und eine optimale Leistung gewährleistet, ist

im Gesundheitswesen so unverzichtbar wie niemals zuvor, insbesondere angesichts der Gefahr von AIDS und anderen durch Blut übertragbaren pathogenen Erkrankungen. Die Instrumente und Geräte, von denen wir zur Gewährleistung einer qualitativen Patientenversorgung abhängig sind, funktionieren dann optimal, wenn wir größtmögliche Sorge dafür tragen, diese ordnungsgemäß und effizient einzusetzen.

# Literaturempfehlung

1. Tucker RD. The physics of electrosurgery. Continuing education; Aug. 1985; 574-89.
2. Luciano AA, et al. Essential principals of electro surgery in operative laparoscopy; J AM Assoc Gynecol Lapar 1984; 1(3): 189-95.
3. Hausner K. Endoscopic electrode safety. Medical electronics; April 1993; 94-6.
4. Odell RC. Biophysics of electrical energy, In operative laparoscopy. The Master's techniques. New York Raven Press 1993; 35-44.
5. Tucker RD, et al. Capacitive couple stray current doing laparoscopic and endoscopic electrosurgical procedures. Biomed Instrum Tech 1992; 26: 303-11.
6. Pearce JA. Hazards in electrosurgery. London, Chapman & Hall 1986: 179-223.
7. Latex surgical gloves. Health devices sourcebook 1983; 12: 83-98.
8. Beck WC. Glove testing for holes. Guthrie Journal 1988; 57: 67-70.
9. Brough SJ, et al. Surgical glove perforations. Brit J Surg 1988; 75: 317.
10. Update: Controlling the risks of electrosurgery. ECRI Health Devices Dec. 1989; 18(12): 430-2.
11. Vancallie TG. Electrosurgery: Principles and risks. Center for gynecologic endoscopy, San Antonio, TX 1994.
12. Charles NC, et al. Causes and Prevention of Electrosurgical injuries in laparoscopy. J Am Col Surg Aug. 1994; 179: 161-70.

**Ansell GmbH**

Stadtquartier Riem Arcaden, Lehrer-Wirth-Str. 2,  
D-81829 München  
Tel.: 089 45 118 0 - Fax: 089 45 118 140  
Tel. für österreichische Kunden: +49 (0) 89 45 118 163  
<http://www.ansell.de> - E-mail [info@eu.ansell.com](mailto:info@eu.ansell.com)

**Ansell Healthcare Europe N.V.**

Riverside Business Park, Spey House  
Boulevard International 55, B-1070 Brussels, Belgium  
Tel. +32 (0) 2 528 74 00 Fax +32 (0) 2 528 74 01  
Fax Customer Service +32 (2) 528 74 03  
<http://www.anselleurope.com>, E-mail [info@eu.ansell.com](mailto:info@eu.ansell.com)

**Ansell Cares**

