

# **Chirurgische Rauchgase – Gefährdungen und Schutzmaßnahmen**

**Eickmann U.; Falcy M.; Fokuhl I.; Rüegger M.; Bloch M.**

Seit vielen Jahren sind chirurgische Verfahren bekannt, bei denen durch Hitzeinwirkung oder durch Ultraschall Gewebe schonend zertrennt, verschorft oder Blutungen gestillt werden können. Dazu gehören Arbeiten mit elektrochirurgischen Geräten, z.B. Elektrokautern bei der Tumorentfernung, z.B. Peritonektomie [Andreasson, Anundi et al., 2008], Laparoskopie und andere endoskopische Eingriffe [Ball (2004)] sowie Arbeiten mit dem Laser, z.B. Excimer-Laser in der Ophthalmologie [ASORN (2002)] oder mit dem Ultraschallskalpell. Hinzu kommen besondere Tätigkeiten wie z.B. das Entfernen von Knochenzement mit Ultraschalleinrichtungen in der Revisionsendoprothetik [Aldinger et al. (2004)].

Alle diese Verfahren erzeugen Rauche, von denen man auf Grund von in vitro Versuchen und einzelnen Tierexperimenten annehmen muss, dass von ihnen gesundheitsschädliche Auswirkungen auf das exponierte OP-Personal ausgehen können. Die Rauche stellen eine Mischung von gas- und dampfförmigen sowie partikulären Schadstoffen dar, deren Zusammensetzung je nach Verfahren sowie der Art der Anwendung und des Eingriffes sehr unterschiedlich ausfällt.

Trotz dieses Befundes werden die entstehenden Schadstoffe in vielen gesundheitsdienstlichen Einrichtungen nicht als ein Arbeitsschutzproblem wahrgenommen und werden empfohlene Schutzmaßnahmen nur unvollkommen in der Praxis umgesetzt. Daher hat eine Arbeitsgruppe der Sektion Gesundheitswesen der IVSS auf der Grundlage einer umfassenden Literaturrecherche eine Gefährdungsbeurteilung der Tätigkeiten mit einer Entstehung von chirurgischen Rauchgasen vorgenommen und eine gemeinsame Position zu den notwendigen Schutzarbeiten erarbeitet.

Die nun entstandene Arbeit [IVSS 2010] beschreibt einerseits die Zusammensetzung und Wirkung chirurgischer Rauchgase, deren Auswirkungen auf den Menschen sowie die Einflussgrößen auf die Belastung der Beschäftigten. Anschließend widmet sich die Arbeit der Exposition gegenüber chirurgischen Rauchgasen sowie den notwendigen Schutzmaßnahmen bei den oben genannten Tätigkeiten.

## **Zusammensetzung chirurgischer Rauchgase**

Die Rauche, die bei einer chirurgischen Inzision oder einem Eingriff mit Hilfe eines Lasers erzeugt werden, bestehen aus einer komplexen Mischung biologischer, zellulärer, partikelförmiger und gasbzw. dampfförmiger Substanzen. Exponierte Beschäftigte berichten über deutliche Geruchsbelästigungen während der Arbeit [King et al. (2006 a-c)]. Häufig ist die Rauchgasbelastung erheblich, denn im Laufe verschiedener chirurgischer Eingriffe wie zum Beispiel zur Krebsverkleinerung kann die Resektion eines Tumors, des parietalen Bauchfells, verschiedener innerer Organe sowie die Elektrokoagulation von Tumorknötchen an der Oberfläche des viszeralen Bauchfells zwischen 2 und 12 Stunden dauern, womit

eine langdauernde Exposition gegenüber chirurgischem Rauch bestehen kann [Sugarbaker (2003)]. Dieses mit der Elektrokoagulation kombinierte Verfahren wird in der Vorbereitung auf hyperthermische Chemotherapien angewandt und setzt eine große Menge Rauch frei.

Je nach eingesetztem Verfahren und behandeltem Gewebe unterliegt die quantitative Zusammensetzung des Rauches großen Schwankungen [Al Sahaf et al. (2007)]. Insgesamt handelt es sich um eine große Menge an Wasserdampf (bis zu 95%), anorganische und organische Schadstoffe, sehr feine partikuläre Substanzen und auch biologische Schadstoffe.

## Toxische Eigenschaften und Wirkungen am Menschen

Chirurgischer Rauch kann dosisabhängig Symptome einer akuten Intoxikation in Form von Kopfschmerzen, Schwächegefühl, Übelkeit, Muskelschwäche sowie auch Reizungen der Augen und der Atemwege verursachen. Insbesondere Astmatiker reagieren recht häufig empfindlich auf eingearmte Partikel.

Ferner kann der Rauch einen unangenehmen Geruch hervorrufen, der vom Personal häufig als störend beschrieben wird, und den Operateur in seiner Sicht auf den OP-Bereich behindern.

Details zur Toxikologie und Wirkung einzelner Inhaltsstoffe von Rauchgasen und des gesamten Rauchgasgemisches sind in [IVSS 2010] gesammelt und aufbereitet worden. Die gesammelten Daten zeigen unzweifelhaft, dass auf Grund von in vitro Untersuchungen und Tierversuchen ein fundiertes toxikologisches Wissen bezüglich der Gefährdung von OP-Rauchen vorhanden ist. Die praktischen Auswirkungen dieses Wissens auf das exponierte OP-Personal sind bisher aber kaum bzw. nur in geringem Ausmaß belegt worden. Das führt bei Vielen dazu, dass die Umsetzung der Erkenntnisse und der daraus sich ergebenden Maßnahmen nur zögerlich an die Hand genommen wird. Diese abwartende Haltung wird zusätzlich durch vielerorts fehlende konkrete Vorgaben der für die Arbeitssicherheit verantwortlichen Behörden begünstigt. Es geht letztendlich um die Frage, ob Maßnahmen zur Verminderung einer Gesundheitsgefahr für Arbeitnehmende erst bei Vorliegen ausreichender und kohärenter wissenschaftlicher Daten ergriffen werden sollen, einschließlich solcher aus epidemiologischen Studien oder ob vielmehr ein präventives Vorgehen gemäß dem Vorsorgeprinzip angezeigt ist. Da dieses wesentlich weiter geht und im Vergleich mit einem „post hoc“ Vorgehen mit Mehraufwand verbunden ist, werden rasch Kostenfragen und solche der Verhältnismäßigkeit ins Spiel gebracht. Es handelt sich deshalb auch um einen politischen Prozess, der in den einzelnen Ländern unter Umständen unterschiedlich beurteilt wird.

Fest steht, dass die Exposition gegenüber OP-Rauchen auf Grund von gut belegten toxikologischen Daten mit ernsthaften gesundheitlichen Gefahren einhergehen kann. Mit den folgenden Ausführungen soll deshalb aufgezeigt werden, was zur Verminderung dieser Gefahren zu unternehmen ist. Es versteht sich von selbst, dass dies unter Respektierung der nationalen Gesetzgebungen zu erfolgen hat.

## Schutzmaßnahmen

Zur Vermeidung der Exposition gegenüber chirurgischen Rauchgasen bieten sich die klassischen Schutzmaßnahmen an, die auch an technischen Arbeitsplätzen zur Expositionsvermeidung oder – reduzierung eingesetzt werden. An medizinischen Arbeitsplätzen ist zudem auch die Reihenfolge der Wahl von Schutzmaßnahmen im Sinne der Europäischen Arbeitsschutzrichtlinie zu beachten, d.h. zuerst die Vermeidung einer Gefährdung (Substitution), dann der Einsatz von technischen Schutzmaßnahmen (Kapselung der Gefahr, Lokalabsaugungen), dann der Einsatz organisatorischer Schutzmaßnahmen (Trennung von Mensch und Gefahr), und erst zuletzt der Einsatz persönlicher Schutzmaßnahmen (Atemschutzmaske etc.).

## Technische Schutzmaßnahmen

Die Absaugung von Chirurgischen Rauchgasen an der Entstehungsstelle ist die technisch sinnvollste Schutzmaßnahme. Dabei lassen sich folgende Empfehlungen formulieren:

### a) chirurgische Absaugsysteme

Wenn die Menge des chirurgischen Rauches gering ist, sollte ein chirurgisches Absauggerät mit einem zwischengeschalteten Einmalfilter verwendet werden, um den Rauch aus dem Operationsfeld zu entfernen [DIN EN 60601 und Ball (2005)]. Der zwischengeschaltete Filter soll eine Kontamination der Absaugleitungssysteme und deren Korrosion verhindern. Die klassischen Wandabsaugungen sind in der Regel nicht leistungsstark genug, größere Mengen an Rauchgasen abzusaugen. Hier sollten eigenständige (mobile) Rauchabsaugsysteme verwendet werden, die eine über zwanzigfach höhere Absaugleistung aufweisen können. Während die chirurgischen Absaugsysteme Saugleistungen von bis zu 100 l/min aufweisen, liegen sie bei eigenständigen Systemen in der Größenordnung m<sup>3</sup>/min (vgl. Abschnitt b)).

### b) mobile Rauchgasabsaugungen

Individuelle Rauchgasabsaugungen werden von den Herstellern sowohl für die Laserchirurgie als auch die Elektrochirurgie angeboten. Diese Systeme bestehen in der Regel aus

- dem eigentlichen Absauggerät dem Filtersystem für partikuläre und gas/dampfförmige Substanzen
- einem Schlauch, der mit dem Handstück oder einem Absaugrohr verbunden ist
- dem Handstück oder dem Absaugrohr.

Das **Absauggerät** muss für eine angemessene Absaugleistung unter Betriebsbedingungen sorgen. Dabei werden ca. 0,5 – 0,75 m/s (entsprechend 100 bis 150 Fuß/Minute) als eine ausreichende Absauggeschwindigkeit an der Düse angesehen [NIOSH (1998)]. Bei einem Düsendurchmesser von 20 mm entspricht dies einem Luftvolumenstrom von ca. 0,6 bis 0,9 m<sup>3</sup>/h, bei einem Durchmesser des Absaugrohres von 100 mm liegt er bei ca. 15 bis 20 m<sup>3</sup>/h. Wie bei einem Staubsauger wird die Absaugleistung durch ein rotierendes Turbinenrad erreicht und sie hängt von dem Widerstand in der

Absaugleitung und im Filtersystem ab. Verstopfungen in den Leitungen können die Absaugleistung deutlich reduzieren. Bei der Auswahl des Gerätes sollte man auch auf den Geräuschpegel achten, der sowohl durch das Aggregat selbst als auch durch den Absaugvorgang entstehen kann.

Bei den üblichen Absaugsystemen mit Luftrückführung sollte das **Filtersystem** sowohl partikelförmige als auch gas-/dampfförmige Substanzen reduzieren können. Während in der Literatur Absaugeinrichtungen mit Aktivkohlefiltern und ULPA-Filters (ULPA = Ultra Low Penetration Air) empfohlen werden [Ball (2005)], haben sich diese Empfehlungen bisher nicht in den normativen Vorgaben durchsetzen können. Die NIOSH-Publikation von 1998 empfiehlt HEPAFilter (High Efficiency Particulate Air), drängt aber nicht zu Aktivkohlefiltern. Die Norm DIN EN 60601-2-22 (Beiblatt1) empfiehlt ULPA-Filter, die bei einer Partikelgröße von mindestens 0,1 µm einen Rückhaltewirkungsgrad von mindestens 99,999% aufweisen. Diese Forderung entspricht einer Expositionsbewertung, die eine Gefährdung besonders durch partikuläre Substanzen sieht. Allerdings wurden bei der Empfehlung des NIOSH (1998) noch keine Expositionen gegenüber ultrafeinen, im Nanometerbereich angesiedelten Partikeln berücksichtigt. Hier steht eine endgültige Bewertung der Exposition wegen des noch mangelhaften toxikologischen Wissens weiterhin aus.

Werden allerdings chirurgische Rauchgase regelmäßig in schlecht gelüfteten Räumen freigesetzt, wie z.B. in Praxis- oder Ambulanzräumen mit nur natürlicher Lüftung, kann es wegen der Geruchsbelästigung und wegen der Freisetzung auch gas- und dampfförmiger Pyrolyseprodukte sinnvoll sein, den Einsatz von Aktivkohlefiltern in den Aussageeinrichtungen vorzusehen.

Austauschbare Filter sollten regelmäßig kontrolliert und entsprechend den Herstellerempfehlungen gewechselt werden. Da die Partikelfilter unter Umständen biologisch aktive Zellen oder Zellbruchstücke speichern, sollte ein Filterwechsel unter hygienischen Mindestanforderungen ablaufen [Ball (2004)]. Dies umfasst die Verwendung von Einmalhandschuhen und das Ablegen der gebrauchten Filter in Plastiktüten zur weiteren Abfallentsorgung. Im Rahmen des Abfallmanagement sollte auf der Grundlage einer Bewertung der anfallenden Operationen entschieden werden, ob die Filter als allgemeiner Abfall oder als gefährlicher, evtl. infektiöser Abfall angesehen werden müssen. (Hinweis: In Deutschland gibt es z.B. die Abfallbezeichnung AS 15 02 02 „Aufsaug- und Filtermaterialien (einschließlich Ölfilter a. n. g.), Wischtücher und Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind“)

**Schlauch und Absaugdüse** bzw. Handstück stellen einen zusätzlichen, die Absaugleistung reduzierenden Widerstand dar. Sie sollten daher in Länge und Form für den speziellen Einsatz angepasst sein. Der Erfassungsgrad einer Rauchabsaugung ist umso größer, je näher die Düse an der Entstehungsstelle des Rauches positioniert ist (kleiner 5 cm). Dies spricht einerseits für die Verwendung von Handstücken mit einer integrierten Absaugung. Andererseits kann die Integration die Handhabbarkeit des Handstückes erschweren und die Akzeptanz einer Absaugung bei den Chirurgen reduzieren.

## c) Technische Raumlüftungen

Medizinische Behandlungsräume verfügen in der Regel über eine technische Raumlüftung nach nationalen Vorgaben, die den dort notwendigen hygienischen Bedürfnissen Rechnung tragen (z.B. DIN 1946 Teil 4). OP-Lüftungen müssen beispielsweise die Keim- und Partikelanzahl in der Luft reduzieren

und gleichzeitig die entstehende Wärmelast und die Gefahrstoffemissionen sicher aus dem Raum abführen. Dies kann über verschiedene Luftzufuhr- und –ableitsysteme erfolgen, etwa über deckennahe Lufteinleitungen und bodennahe Luftauslässe, oder über Laminarflow-Decken, die über dem OP-Feld angebracht sind und eine turbulenzarme Luftströmung von oben nach unten garantieren sollen. Dabei werden große Luftmengen benötigt, die etwa bei 1000 – 2000 m<sup>3</sup>/h Frischluft liegen. Dies entspricht einem stündlichen Luftwechsel von ca. 10 bis 20.

Geringe Mengen an Rauchgasen werden von technischen Lüftungen dieses Ausmaßes schnell aus dem Raum geführt. Es kommt zu keiner relevanten Anreicherung der Rauchgase in den einzelnen Arbeitsbereichen.

Die technischen Raumlüftungen in OPs sind bei den oben genannten Frischluftmengen ca. 20- bis 40-mal leistungsfähiger als eine mobile Rauchgasabsaugung. Eine wesentliche Beeinflussung der Raumlüftung durch die Rauchgasabsaugung sollte daher unter diesen Umständen nicht zu erwarten sein.

#### **d) Absaugung von Rauch aus Endoskopen**

Eine Absaugung von Rauchen aus Körperhöhlen, z.B. bei endoskopischen Eingriffen, ist technisch aufwändig. Diese Rauchgase stellen kein arbeitsmedizinisches Problem für die behandelnden Personen dar, sondern sind wegen der Beeinflussung der Sicht bei den endoskopischen Behandlungen eher ein Problem für den Chirurgen, welches im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht weiter behandelt werden soll.

### **Überwachung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen**

Eine Überwachung der getroffenen Schutzmaßnahmen hilft, den Schutzstandard der Beschäftigten zu sichern. Daher sollten die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen (z.B. Lüftungseinrichtungen, Absaugeinrichtungen) und das Verhalten der Beschäftigten in regelmäßigen Abständen kritisch überprüft werden. Weiterhin sollte regelmäßig überprüft werden, ob die Gefährdungsbeurteilung als Entscheidungsgrundlage für die getroffenen Maßnahmen noch aktuell ist und ob sie die realen Verhältnisse vor Ort ausreichend berücksichtigt.

### **Organisatorische Schutzmaßnahmen**

Es bietet sich an, durch arbeitsorganisatorische Maßnahmen wie z.B. die Erstellung wirksamer Arbeitspläne dafür zu sorgen, dass eine möglichst effektive Trennung eines Großteils der Beschäftigten und der entstehenden chirurgischen Rauchgase erreicht wird.

Die Beschäftigten in Operationseinheiten können sich am besten vor chirurgischen Rauchgasen schützen, wenn sie über die Entstehungsmechanismen des Rauchs, die dadurch bestehenden Gefährdungen und die möglichen Schutzmaßnahmen informiert sind. Bei den regelmäßigen **arbeitsschutzbezogenen Unterweisungen** sollten daher auch diese Themen aufgeführt und die Einflüsse der verschiedenen Expositionsdeterminanten besprochen werden. Einige Hersteller von

Rauchgasabsaugungen bieten zu diesen Zwecken Lehrmaterialien an, die für diese Unterweisungen genutzt werden können.

Arbeitsschutzunterweisungen sollten erstmalig vor Beginn der Tätigkeit eines Beschäftigten durchgeführt werden, ebenso bei wesentlichen Änderungen in Arbeitsabläufen und ansonsten regelmäßig, zum Beispiel jährlich und in Übereinstimmung mit den nationalen Vorgaben. Dies kann auch eine schriftliche Dokumentation der Unterweisung beinhalten.

## **Persönliche Schutzmaßnahmen**

### **a) bei chirurgischen Eingriffen**

Sind eine wirksame Absaugung und eine ausreichende Raumlüftung vorhanden, besteht keine Notwendigkeit, persönliche Schutzmaßnahmen zu ergreifen, vielmehr bestimmen dann allein die hygienischen Anforderungen an die Durchführung chirurgischer Eingriffe, welche persönlichen Schutzmaßnahmen für die Beschäftigten erforderlich sind.

Der normale medizinische Mundschutz (surgical mask) stellt eine hygienische Maßnahme dar, die gegenüber gas- oder dampfförmigen Substanzen keinen adäquaten Schutz bietet. Er hält auch keine kleinstskaligen Partikel zurück, die bei Pyrolysevorgängen entstehen können, ebenso ist dieser Mundschutz kein geeignetes Mittel, um sich gegen biologische Risiken (Viren, Zellteile) zu schützen.

Persönliche Schutzmaßnahmen gegenüber chemischen und/oder biologischen Gefährdungen müssen vielmehr in Europa der europäischen PSA-Richtlinie entsprechen und die dort genannten Anforderungen erfüllen, insbesondere den Nachweis der Einhaltung technischer Standards [PSARL 89/686/EWG].

Geeigneter Atemschutz vor partikulären Komponenten der chirurgischen Rauchgase sind Masken mindestens der Schutzklasse FFP2. Gas- und dampfförmige Komponenten können nur durch geeignete Aktivkohlefilter zurückgehalten werden.

### **b) bei Wartungsarbeiten**

Da die Partikelfilter der Rauchgasabsaugungen unter Umständen biologisch aktive Zellen, oder Bakterien und Viren mit unterschiedlicher Lebensdauer speichern, sollte ein Filterwechsel unter Berücksichtigung der üblichen hygienischen Maßnahmen und unter Verwendung von Einmalhandschuhen ablaufen.

## **Arbeitsmedizinische Vorsorge**

Zurzeit verfügt die Arbeitsmedizin nur über sehr wenige Kriterien für eine medizinische Vorsorge bei den hier präsentierten Tätigkeiten und Expositionen. Bis jetzt sind praktisch keine Erkrankungen durch OP-Rauche bekannt geworden, und es fragt sich, ob solche in Zukunft überhaupt fassbar werden. Dies scheint zurzeit eher nicht der Fall zu sein. Eine spezielle arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchung mit

dem Ziel einer Früherkennung OP-Rauch induzierter Erkrankungen ist deshalb weder sinnvoll noch möglich.

Vorsorgeprogramme, die im Wesentlichen auf die Exposition gegenüber chirurgischen Rauchgasen ausgerichtet sind, werden nach unseren Kenntnissen nirgends routinemäßig durchgeführt.

Da aber in vielen Ländern regelmäßig allgemeine arbeitsmedizinische/ betriebsärztliche Untersuchungen durchgeführt werden, kann man sie dazu nützen, das Rauchgas exponierte Personal ärztlich zu überwachen, um eventuell auftretende Gefährdungen frühzeitig erkennen und in geeignetem Sinne intervenieren zu können. Sinnvoll ist außerdem, dass Personen mit individueller Prädisposition – etwa einer kompromittierten Immunabwehr oder allenfalls vorbestehender Atemwegserkrankungen – im Rahmen dieser Untersuchungen erkannt und von Expositionen gegenüber chirurgischen Rauchgasen ferngehalten werden könnten. Eine solche Vorsorgeuntersuchung müsste sich vorwiegend auf das Erheben der entsprechenden Anamnese, einen klinischen Status und allenfalls die Durchführung ausgewählter Laboruntersuchungen sowie einer Spirometrie beschränken.

Man darf aber davon ausgehen, dass im Rahmen der in den meisten Institutionen des Gesundheitswesens üblichen Eintritts- und Kontrolluntersuchungen des Personals auch auf die Belange der Exposition gegenüber chirurgischen Rauchgasen eingegangen wird oder eingegangen werden könnte. Dieses ist das unseres Erachtens zurzeit sinnvollste Vorgehen.

# Quellenverzeichnis

- Al Sahaf O.S.; Vega-Carrascal I.; Cunningham F.O.; McGrath J.P.; Bloomfield F.J.; Chemical composition of smoke produced by high-frequency electrosurgery. *Ir J Med Sci* (2007). DOI 10.1007/s11845-007-0068-0. 176: 229-232
- Aldinger P.R.; Kleine H.; Goebel A.; Eickmann U.; Breusch S.J.; Schadstoffemissionen bei der Entfernung von Knochenzement mit Ultraschallgeräten in der Revisionsendoprothetik. *Biomed. Technik* (2001) 46: 287-289
- American Society of Ophthalmic Registered Nurses (ASORN); Recommended Practices for Laser Refractive Surgery. Kendall/Hunt Publishing Company, 405 C Westmark Drive Dubuque IOWA 5 2002
- Andreasson S.N.; Anundi H.; Sahlberg B.; Ericsson C.-G.; Wälinder R.; Enlund G.; Pahlman L.; Mahteme H.; Peritonectomy with high voltage electrocautery generates higher levels of ultrafine smoke particles. *Eur J Surg Oncol* (2008).DOI: 10.1016/j.ejso.2008.09.002
- Ball K.; Controlling Surgical Smoke: A Team Approach. Information Booklet (2004). IC Medical Inc. 2002 W. Quail Avenue, Phoenix, AZ 85027
- DIN 1946 Teil 4; Raumlufttechnik –Teil 4: Raumlufttechnische Anlagen in Gebäuden und Räumen des Gesundheitswesens. Dezember (2008). Beuth-Verlag, Berlin
- DIN EN 60601-22; Medizinische elektrische Geräte - Teil 2-22: Besondere Festlegungen für die Sicherheit einschließlich der wesentlichen Leistungsmerkmale für chirurgische, therapeutische und diagnostische Lasergeräte (IEC 76/314/CDV:2005); Deutsche Fassung prEN 60601-2-22:2005 VDE 0750-2-22:2005-11
- DIN EN 60601-2-22 Beiblatt 1; Sicherheit von Lasereinrichtungen – Leitfaden für die sichere Anwendung von Laserstrahlung am Menschen (IEC/TR 60825-8-2006). Oktober (2007).
- IVSS: Eickmann U.; Falcy M.; Fokuhl I.; Rüegger M.; Bloch M.; Chirurgische Rauchgase – Gefährdungen und Schutzmaßnahmen, Hamburg 2010, erhältlich unter [www.issa.int](http://www.issa.int)
- King B.; McCullough J.; Health Hazard Evaluation Report. HETA ,#2000-0402-3021 Inova Fairfax Hospital Falls Church, Virginia. November 2006 (2006a)
- King B.; McCullough J.; Health Hazard Evaluation Report. HETA ,#2001-0066-3019 Morton Plant Hospital Dunedin, Florida. October 2006 (2006b)
- King B.; McCullough J.; Health Hazard Evaluation Report. HETA ,#2001-0030-3020 Carolinas Medical Center Charlotte, North Carolina. November 2006 (2006c)
- NIOSH1998; Control of Smoke From Laser/Electric Surgical Procedures. DHHS (NIOSH) Publication No. 96-128
- PSA-Richtlinie 89/686/EWG; Richtlinie 89/686/EWG des Rates vom 21. Dezember 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen, Amtsblatt Nr. L 399 vom 30/12/1989 S. 0018 – 0038
- Sugarbaker P.H.; Peritonectomy procedures. *Surg Oncol Clin N Am* (2003). 12,3: 703-27