

## **Der Einsatz des biolitec EVOLVE Lasers in der interventionellen Bronchologie**

Die Einführung verschiedener neuer Techniken in die therapeutische Bronchoskopie führte zu einer Reduktion der Morbidität und Mortalität der häufig schwer kranken Patienten. Im meist palliativen Ansatz der Atemwegsrekanalisation bei zentraler maligner Obstruktion bieten die Laser-Resektion, der Elektro-Kauter oder die Elektro-Koagulation, der Argonplasmabeamer, die („neue“) Kryo-Rekanalisation wie auch das Atemwegs-Stenting bei geeigneten Fällen die Chance einer sofortigen Symptom-Reduktion. Die klassische Kryotherapie, die Brachytherapie wie auch die photodynamische Therapie haben meist nur einen mit Latenz einsetzenden Effekt.

### ***Klinischer Background***

Fortgeschrittene Lungenkarzinome führen häufig wegen des lokalen Tumorwachstums zu einer massiven Einschränkung der Lebensqualität. Eine signifikante zentrale Atemwegsobstruktion mit bedrohlichen Symptomen erfordert rasches therapeutisches Eingreifen mit sofortiger Wiederherstellung der Atemwegspassage. Die zentrale Atemwegsobstruktion beruht auf intraluminalen Tumorwachstum, extraluminaler Kompression oder am häufigsten einer Kombination beider. Meist besteht die Atemwegsverlegung im fortgeschrittenen Krankheitsstadium, wenn diverse Therapien wie Chemotherapie und Radiotherapie nicht mehr erfolgreich eingesetzt werden können. Die akzeptierte therapeutische Strategie beinhaltet die Tumorkoagulation zur Reduktion der Blutungsgefahr gefolgt von der – falls möglich - mechanischen Abtragung und – falls danach noch eine signifikante Kompression besteht – der Stenteinlage.

### ***Laser-Resektion***

Unter Laser-Resektion versteht man die Applikation von Laser-Energie über ein starres und/oder flexibles Bronchoskop, um verschiedene endoluminale Läsionen kurativ oder palliativ zu behandeln. Laser steht für „light amplification of stimulated emission of radiation“. Das Laser-Licht wird über optische Fasern, die für die Bronchoskopie geeignet sind, appliziert. Die Wirkung des Lasers ist charakterisiert durch: 1. Stärke-Einstellungen am Lasergerät; 2. Absorptions- und Streu-Koeffizienten im Gewebe; 3. das Applikationssystem. Der Laser-Effekt wird durch den Laser-Typ, Gewebeeigenschaften und die Applikationszeit beeinflusst. Ein für die Bronchoskopie geeigneter Laser ermöglicht neben der Gewebsvaporisation und eine gute Gewebskoagulation. Deshalb wurde meist der Nd:YAG-Laser bronchoskopisch eingesetzt. Neuerdings werden auch andere geeignete Laser wie der Diodenlaser angeboten und von uns verwendet. In der Regel werden Fasern für den Kontakt-Modus und das Non-Kontakt-Verfahren angeboten. Die Koagulation wird durch einen größeren Abstand der Faser zum Gewebe erreicht, die Vaporisation durch einen geringeren Abstand zum Gewebe und Modifikation der Einstellungen.

Die gewählte Taktik hängt davon ab, ob die starre Bronchoskopie zur Verfügung steht oder nicht. Beim starren oder kombinierten Verfahren wird zunächst der Tumor koaguliert und dann meist bei reduzierter Blutungsgefahr mechanisch mit dem starren Rohr abgetragen. Eine Rauchabsaugung über das starre Rohr ist sinnvoll. Beim flexiblen Verfahren wird auch koaguliert, anschließend wird der Tumor gänzlich vaporisiert oder mit kleineren Instrumenten mechanisch abgetragen. Dadurch ist das Vorgehen natürlich limitiert. Die LASER-Resektion erfordert eine gute Anästhesie, meist beim flexiblen Vorgehen in Form einer Lokalanästhesie mit Sedierung oder Allgemeinnarkose, beim starren Vorgehen in der Regel eine Allgemeinnarkose mit Muskelrelaxation.

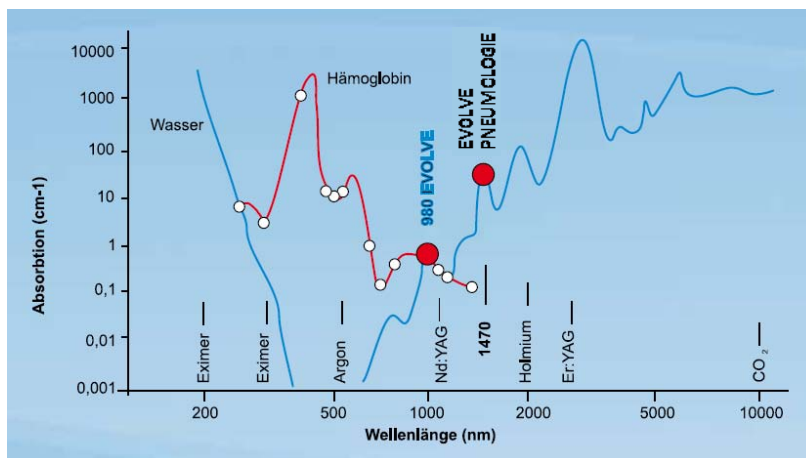


Abb. 1: Verschiedene Laser-Typen, deren Wellenlänge und der Bezug zur Absorptionskurve von Wasser und Hämoglobin. Der eingesetzte Diodenlaser EVOLVE hat eine Wellenlänge von 1470 nm.

### ***Klinische Erfahrung und Ergebnisse***

Nach der ersten Publikation zur Laser-Resektion im Jahre 1976 durch Laforet et al. wurde diese zur am häufigsten angewandten nicht-chirurgischen Technik bei malignen, semimalignen und auch benignen endoluminalen Atemwegerkrankungen. Die Indikation zur Laser-Resektion besteht bei obstruktiven Läsionen der Trachea, der Hauptbronchien, des Bronchus intermedius oder von Lappenostien, die die Ventilation beeinträchtigen oder Symptome wie Stridor, Husten, Hämoptysen/Hämoptoe oder Sekretretention bedingen. Die Laser-Therapie bei weiter peripher gelegenen Läsionen ist nur ausnahmsweise indiziert. Am häufigsten erfolgt die Laser-Therapie beim inoperablen Lungen- oder Bronchialkarzinom mit endoluminaler Manifestation unter palliativer Zielsetzung. Sie wird dann häufig mit anderen Behandlungsverfahren wie externer Bestrahlung, Brachytherapie und/oder Stentapplikation kombiniert.

Die Kontraindikationen sind meist relativ. Das Fehlen einer intraluminalen Komponente stellt eine absolute Kontraindikation dar. Relative sind Hypoxämie, Fisteln und Koagulopathien. Komplikationen der Laser-Resektion sind Hypoxämie, Blutung, Perforation und Fistelbildung sowie Endo bronchiales Feuer. Deshalb muss die Laser-Resektion bei einem FiO<sub>2</sub> unter 0,4 erfolgen.

Das Vorgehen über ein starres Bronchoskop oder Tracheoskop erlaubt gleichzeitig eine ausreichende Ventilation, die Applikation der Laser-Faser und das Einbringen von Saugkathetern. Starre Rohre ermöglichen zudem gleichzeitig eine gute Dilatation der Atemwege. Deshalb wird die starre Technik von den meisten Bronchoskopikern, die diese beherrschen, auch bevorzugt. Die Patienten sollten wenn möglich an Zentren behandelt werden, wo ausreichend Erfahrung im Umgang mit den Techniken besteht.

### ***Erfahrungen mit dem biolitec EVOLVE™***

Der biolitec EVOLVE™ bietet ein breites Applikationsspektrum auch für den Einsatz in der interventionellen Bronchologie. Es handelt sich um einen Diodenlaser mit einer Wellenlänge von 1470 nm.

Die vorgehensweise im Bronchialsystem richtet sich nach dem Befund. In der Regel führen wir die Tumorabtragung im Rahmen einer starren Bronchoskopie durch. Dabei gehen wir zusätzlich mit dem flexiblen Bronchoskop unter Jet-Ventilation und Vollnarkose mit Muskelrelaxation über das starre Rohr vor. Das Verfahren ist dann sicherer. Das starre Bronchoskop dient als Zugang und als Tubus für die Ventilation. Es ermöglicht das jederzeitige Entfernen des Fiberskops, die Reinigung der Linse und der Laser-Faser. Diese wird über das flexible Bronchoskop eingebracht und unter direkter Sichtkontrolle mit Hilfe der Steuerung des Fiberskops und des Pilotstrahls gelenkt. Gegebenenfalls kann dann auch über das starre Rohr interveniert werden, insbesondere bei stärkeren Blutungen oder wenn eine zusätzliche mechanische Abtragung sinnvoll ist.

Kleine Tumoren werden zunächst koaguliert und dann vaporisiert und komplett unblutig abgetragen. Dabei ist es besonders vorteilhaft, im Non-Kontakt-Verfahren mit der gasgekühlten CERALAS-Faser zu arbeiten. Dies führt auch zu einem Kühleffekt und zu einer „Reinigung“ des Arbeitsgebietes. Unsere bevorzugte Anfangseinstellung ist eine Leistung von 15 bis 20 W. Damit wird mit einem geringen Abstand zum Gewebe (wenige Millimeter) der Pilotstrahl über die Oberfläche des Tumors geführt, bis eine weißliche Verfärbung des Gewebes erkennbar wird. Die Applikationszeit wird in der Regel mit einem Fußschalter nach dem sichtbaren Effekt gesteuert. Dadurch wird eine Reduktion der Blutungsneigung erreicht. Anschließend wird gegebenenfalls unter stufenweiser Erhöhung der Leistung in 5 W-Schritten bis in der Regel maximal 30 W „schichtweise“ bis ins Schleimhautniveau abgetragen. Dabei kommt es zunächst zur Carbonisation des Gewebes, anschließend verdampft und verraucht es. Ein entscheidender Vorteil des Lasers ist, dass dieser ein sehr präzises und gut steuerbares Abtragungsinstrument darstellt. Eine Modifikation erfolgt durch Änderung der Einwirkungszeit des Laserstrahls mit dem Fußschalter und durch gegebenenfalls Erhöhung der Laserleistung. Eine Perforation wird durch ein schritt- und schichtweises Vorgehen vermieden. Die Orientierung an der normalen Oberfläche und der Kontinuität der Atemwege hilft, nicht zu tief ins Gewebe zu geraten und eine Via falsa zu erzeugen. Daraus ergibt sich aber, dass zumindest ein gewisses Einsehen des Arbeitsgebietes eine Voraussetzung für die Anwendung des Lasers ist.

Handelt es sich um größere Tumore, ist prinzipiell ein identisches Vorgehen möglich und manchmal auch allein sinnvoll. Dies betrifft vor allem stark vaskularisierte Tumore wegen der erhöhten Blutungsneigung. Der Nachteil ist der höhere Zeitaufwand. Beim kombinierten Vorgehen mit dem starrem Bronchoskop und dem Fiberskop ist eine enorme Verkürzung der Abtragszeit dadurch zu erreichen, dass entweder primär oder sekundär nach Koagulation exophytische Anteile mechanisch abgetragen werden. Bei kugeligen Tumoren ist die Schlinge (meist ohne Strom) ein Instrument, das zunehmend auch in der Bronchologie zum Einsatz kommt. Andernfalls kommen optische Instrumente wie Zangen oder Scheren zum Einsatz. Auch die Spitze des starren Rohres ist ein hervorragendes altbewährtes Abtragungsinstrument (sogenanntes Coring out). Danach ist es aber wichtig, die Tumorbasis mit dem Laser zu behandeln. Mit der Laser-Koagulation wird die Blutung aus der Wundfläche gestillt bzw. reduziert. Die Koagulation der Basis reduziert aber auch das Risiko der Re-Obstruktion. Der Laser hat einen Koagulationseffekt, der einige Millimeter in die Tiefe der Wand reicht. Dadurch werden die Tumorzellen so weit geschädigt, dass es länger dauert, bis das Tumorgewebe wieder nachwächst.

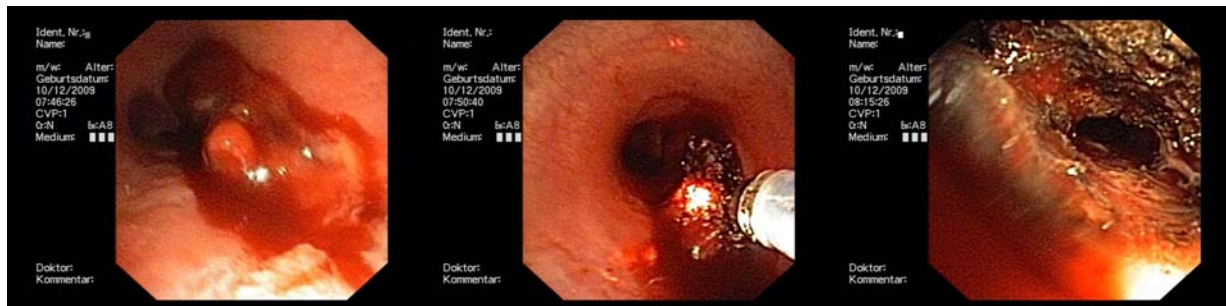


Abb. 1 – 3: Blutender Tumor rechts in der distalen Trachea. Laserkoagulation und Abtragung. Wiederherstellung des Lumens zum rechten Haupt- und Zwischenbronchus.



Abb. 4, 5: Wiederhergestelltes Lumen der distalen Trachea mit Kompression von rechts vorne. Intaktes Lumen des Zwischenbronchus mit Abgang des Mittellappens und freiem Unterlappenbronchus.

Abb. 6: Sicherung des wiederhergestellten Lumens durch einen Y-Metall-Stent.

Eine erfolgreiche Rekanalisation ist meist dadurch erkennbar, dass sich aus den vormals verschlossenen Atemwegen reichlich Atelektase-Sekret oder, falls es schon zu einer Infektion

gekommen ist, schleimig-eitriges Sekret entleert. Radiologisch kann man diese Wiedereröffnung mit der Beseitigung einer Atelektase sehr gut dokumentieren. Der Patient äußert in der Regel eine dramatische Besserung der begleitenden Ruhe- oder Belastungsdyspnoe. In der Lungenfunktionskontrolle kann diese Besserung ebenfalls nachgewiesen werden.



Abb. 7 – 9: Verschluss des linken Hauptbronchus durch ein Plattenepithelkarzinom. Minimales Restlumen zum Oberlappenbronchus. Laserkoagulation und –vaporisation mit Wiedereröffnung des Oberlappenbronchus.



Abb. 10: Verschluss des Unterlappenbronchus durch carbonisiertes Tumorgewebe, offener Oberlappenbronchus.

Abb. 11: Rekanalisation des Unterlappenbronchus durch Vaporisation des Tumorgewebes mit der CERALAS-Faser. Sichtbarer roter Pilotstrahl.

Abb. 12: Blick auf die Oberlappenkarina links, die vorher komplett durch Tumor verdeckt war.



Abb. 13: Komplette freier Oberlappenbronchus ohne erkennbare Tumorerkrankung.

Abb. 14: Ende eines Ultraflex- Stents im basalen Unterlappenbronchus mit freien Segmentostien.

Abb. 15: Unterlappenbronchus links mit liegendem Ultraflex- Stent zur Sicherung der Rekanalisation, freier Oberlappenbronchus. Gutes Ergebnis der Intervention.



Die Nachbehandlung nach Laserabtragung wird unterschiedlich gehandhabt. Häufig werden in der post interventionellen Phase systemische Steroide vor dem Hintergrund eingesetzt, die potentiell toxischen Effekte des Rauchs und die lokalen entzündlichen Effekte zu reduzieren. Hierüber liegen aber keine kontrollierten Studien vor. Zumindest bei eitriger Infektion ist es unumstritten, auch Antibiotika einzusetzen. Wichtig ist eine Kontrolle des Befundes nach Laserabtragung. In der Regel kommt es zu einer heftigen lokalen Reaktion mit Fibrinausschwitzung und Bildung von klebrigen Belägen im Lasergebiet. Diese können meist nicht abgehustet werden, sondern müssen mechanisch mit Hilfe des Fiberbronchoskops oder von Zangen oder dem starren Rohr entfernt werden. Deshalb führen wir in der Regel eine Kontrollbronchoskopie 2 Tage nach dem Eingriff durch. Dabei wird auch kontrolliert, ob der Abtragungseffekt ausreichend ist. Bei zusätzlicher Kompression der Atemwege oder bei raschem Nachwachsen und wiederholt notwendiger Abtragung kann ein Stent zur Sicherung des Lumens sinnvoll sein. Die Kombination mit der Brachytherapie oder der externen Bestrahlung stellt gegebenenfalls ebenfalls eine sinnvolle Alternative in der Palliation bei inoperablen Tumoren dar.

### **Zusammenfassung**

Der biolitec EVOLVE ist ein Dioden-Laser, der sich hervorragend zur Anwendung in den Atemwegen eignet. Dabei bevorzugen wir den Non-Kontakt-Mode unter Verwendung der gasgekühlten CERALAS-Faser über das flexible Bronchoskop in kombinierter starrer Technik. Die Standardeinstellungen sind 15 bis 30 W Laser-Leistung und eine Applikation des Laserstrahls unter direkter Sichtkontrolle mit Steuerung nach dem sichtbaren Effekt. Dabei sind die hervorragende Koagulation und Vaporisation von Gewebe ganz besonders zu betonen. Der biolitec EVOLVE Laser stellt damit eine sinnvolle Erweiterung des Spektrums der interventionellen Bronchologie dar.

Dr. med. Franz Stanzel  
Chefarzt  
Lungenklinik Hemer  
Pneumologie II – Schwerpunkt Thorakale Endoskopie  
Theo-Funccius-Str. 1  
58675 Hemer  
Tel. 02372 908 2201  
E-Mail [franz.stanzel@lkhemer.de](mailto:franz.stanzel@lkhemer.de)