

# CHIRURGISCHE ALLGEMEINE

CHAZ 7+8\_2021

ZEITUNG FÜR KLINIK UND PRAXIS

Sonderdruck

Thomas Bönsch, Matthias Steinert, Tim Sandhaus

## Resektion von Lungenmetastasen mit dem Diodenlaser

Im Rahmen der pulmonalen Metastasektomie sollte die interdisziplinäre Betreuung von Patienten mit Lungenmetastasen an onkologischen Zentren erfolgen, da die (Langzeit-)Therapie sinnvollerweise in interdisziplinären Tumorboards abgestimmt wird. Für die betreuenden Thoraxchirurginnen und -chirurgen gilt es abzuwägen, auf welche Weise die pulmonalen Metastasen operativ angegangen werden. Die Entfernung von Metastasen mit Hilfe eines Diodenlasers hat sich in den letzten Jahren stetig weiterentwickelt und ermöglicht ein onkologisch sicheres, präzises und parenchymsparendes Vorgehen.

Die pulmonale Metastasektomie macht an onkologischen Zentren der Maximalversorgung einen wesentlichen Anteil der zu operierenden Patienten aus [1]. Allerdings unterliegen diese Eingriffe keiner Qualitätsanalyse, da oftmals nicht anatomische Resektionen als sogenannte Keilresektion durchgeführt werden. Ein Metastasenregister für onkologische Zentren in der Bundesrepublik wäre daher wünschenswert.

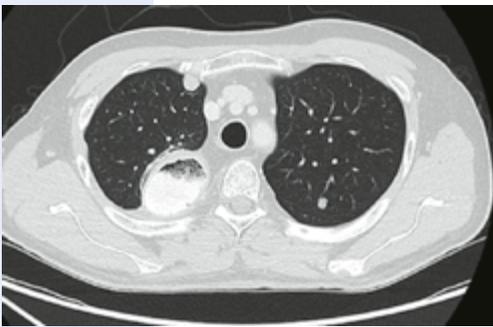
Die Metastasierung beschreibt einen tumorpathologischen komplexen Prozess, bei dem sich maligne Absiedlungen eines Primärtumors außerhalb des betroffenen Organs bilden. Voraussetzung für die Bildung von Metastasen ist ein massiver Tumoreinbruch im Blut oder in den Lymphgefäßen sowie das Überschreiten von Membranen. Dabei können sich Tumorzellen ablösen und sowohl lymphogen als auch hämatogen verschleppt werden. Daher findet man den ersten Zielort von Metastasen in der Regel, indem man den Weg der Blutgefäße und der Lymphgefäße verfolgt [2]. Weiterhin ist bekannt, dass die Metastasierung nicht monophasisch verläuft, sondern von einer Vielzahl an Faktoren bestimmt wird. Die Neigung einzelner Tumorentitäten zur Metastasierung in bestimmten Organen wird als Organotropie bezeichnet [3].

### Die Lunge ist neben der Leber der häufigste Metastasierungsort aller Tumorerkrankungen

Von besonderer Bedeutung für den Thoraxchirurgen sind pulmonale Metastasen. Die Lunge ist neben der Leber der häufigste Metastasierungsort aller Tumorerkrankungen, in zehn bis 15 Prozent der Fälle weist die Lunge multiple Herdbefunde auf. Im eigenen Vorgehen wird grundsätzlich die primäre Leberresektion bei simultanem Vorgehen favorisiert, im Intervall erfolgte der thorakale Prozess. Ursache für die Häufigkeit pulmonaler Metastasen ist die starke Durchblutung der Lunge und die Verzweigung der Lymphbahnen, so dass vor allem Tumore nach Gefäßinfiltration in das Cava-Strömgebiet ein großes Risiko für eine pulmonale Metastasierung aufweisen [4]. Metastasen von Tumoren mit portalvenösem Abstrom nach Passage der Leber können ebenso in die Lunge gelangen. Die Primärtumore, die Lungenmetastasen bilden können, sind sehr heterogen: Am häufigsten und klinisch von Relevanz sind Metastasen des kolorektalen Karzinoms, Metastasen eines hepatozellulären Karzinoms, Nierenzellkarzinom-Metastasen und verschiedene Sarkom-Metastasen der Lunge.



**Abbildung 1** Röntgenthorax mit multilokal verteilten, runden Raumforderungen.



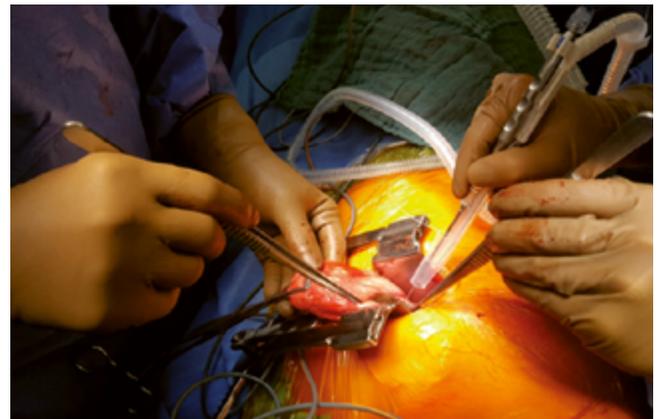
**Abbildung 2** CT im Bereich des Thorax, gut zu sehen sind die Raumforderungen im Bereich des Lungenmantels bilateral, Z.n. Mageninterponat rechts bei distalem Ösophaguskarzinom.

In großen onkologischen Zentren sieht man auch häufig Lungenmetastasen eines anaplastischen oder follikulären Schilddrüsenkarzinoms.

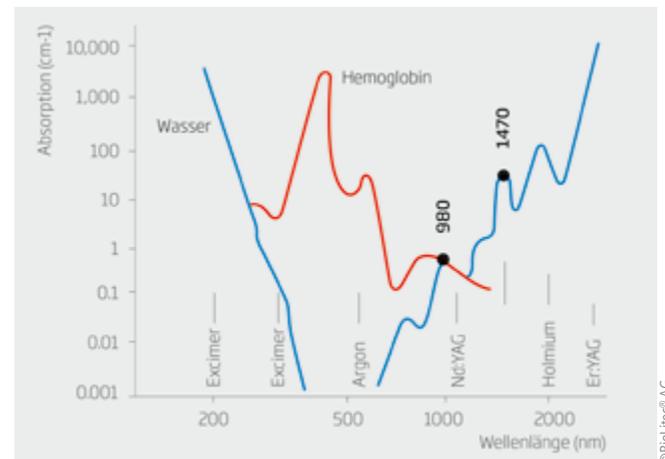
### Die beste Möglichkeit zur Behandlung von Lungenmetastasen ist deren chirurgische Entfernung

Die Diagnostik von Lungenmetastasen erfolgt in der Regel durch eine Röntgenbildgebung (→ Abb. 1, 2) sowie eine Computertomografie (→ Abb. 2). In der Computertomografie, die als Feinschicht-CT mit oder ohne Kontrastmittel erfolgen kann, lassen sich am Bildschirm exzellent das Verteilungsmuster und die Anzahl der Metastasen feststellen. Die PET-CT spielt eine große Rolle bei der Beurteilung, ob der Primärtumor extrathorakal weitere Metastasen oder ein lokales Rezidiv verursacht hat. Insgesamt wird der Stellenwert der PET-CT in verschiedenen Organzentren unterschiedlich bewertet. Sie weist in Abhängigkeit von der Größe der Raumforderung im Vergleich zur konventionellen CT-Diagnostik mitunter eine deutlich bessere Sensitivität und Spezifität auf. Die beste Möglichkeit zur Behandlung von Lungenmetastasen ist deren chirurgische Entfernung [5]. Dies sollte möglichst alle Metastasen im Lungenparenchym einschließen. Mit der Resektion der Metastasen können tumorfreie Lebenszeit, Lebensqualität und Überlebenszeit verbessert werden.

Allerdings ist die Resektion aller pulmonalen Herdbefunde nicht immer möglich. Zudem reduziert jede Resektion auch funktionell gesundes Lungengewebe, da ein Sicherheitsabstand bei allen chirurgischen Verfahren eingehalten werden muss. Um ein effektives Tumordebulking zu ermöglichen, ist es wichtig, das gesunde Parenchym möglichst sparsam zu reseziieren [6]. Auch bei diesen operativen Eingriffen sind die allgemeinen Operationsrisiken zu beachten. Spezielle Komplikationen des thoraxchirurgischen Eingriffs umfassen Einblutungen in das Lungenparenchym und Pneumatozelen. Toxische Pneumonitiden, die sich postoperativ nach länger andauernder Resektion im Bereich des Hemithorax ergeben können, sind in der Literatur nicht beschrieben; hinweisend sind Fieber und entsprechender Sekreterauswurf im postoperativen Verlauf. Bronchopleurale Fisteln treten relativ selten auf [7]. Die Versorgung der Resektionsebenen mit Naht und Titanklammerung zur weiteren onkologischen Kontrolle halten wir im eigenen Vorgehen für essentiell.



**Abbildung 3** Offene Laserresektion von Lungenmetastasen über die anterolaterale Thorakotomie rechts. Im Bild zu sehen ist die neue Absaugvorrichtung.



**Abbildung 4** Absorption in Abhängigkeit von der Wellenlänge.

**Der Diodenlaser bietet in der Thoraxchirurgie einige Vorteile**

Der Einsatz unterschiedlicher Laser in der Medizin ist weit verbreitet. Die Kombination der modernen Laserchirurgie am Lungenparenchym mit minimalinvasiven Verfahren nutzt die Vorteile beider Techniken: Die lasergestützte Resektion bietet die Möglichkeit, Metastasen sicher zu entfernen und gleichzeitig das Lungenparenchym größtmöglich zu schonen [8, 9]. Die Patienten profitieren nicht nur vom geringeren intraoperativen Risiko, sondern auch von den allgemeinen Vorteilen minimalinvasiver Verfahren, wie einer schnelleren postoperativen Erholung, einer kürzen Hospitalisierung und weniger Schmerzen.

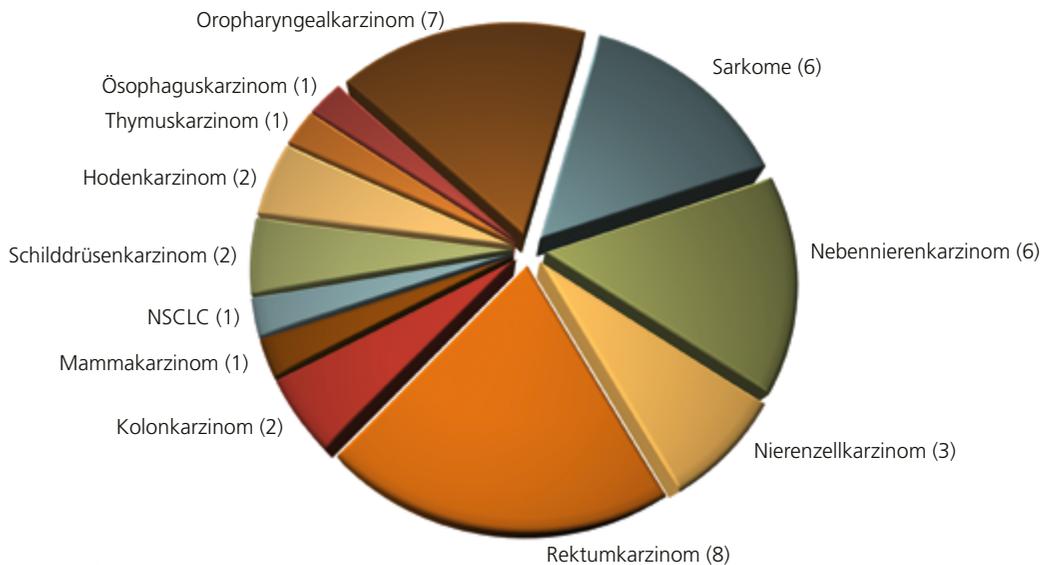
Ein Diodenlaser eröffnet dem operativen Team neue Möglichkeiten der pulmonalen Metastasektomie. Zunächst ist indes zu klären, wie die Resektion der pulmonalen Metastasen durchgeführt werden soll: Ist die bilaterale Resektion indiziert, ist ein simultanes Vorgehen möglich, sollte einzeitig oder zweizeitig vorgegangen werden? Durch die Präzision des Diodenlasers, seine unterschiedlich einstellbare Leistung und der damit verbundenen Resektionsgeschwindigkeit gelingt es unter Verwendung moderner Technologien, den Patientinnen und Patienten eine onkologisch sichere, exakte und gleichzeitig lungenparenchymsparende Technik anzubieten. Die Diodenlaser zeichnen sich durch seine kompakte Bauweise aus, haben einen 25 bis 50 Prozent höheren elektrisch-optischen Wirkungsgrad, längere Wartungsintervalle und eine sehr hohe Lebensdauer. Die Mobilität der Systeme ist zudem vorteilhaft für die interdisziplinäre Therapie. Durch die modernen Diodenlaser mit der Kombination zweier Wellenlängen sind einerseits eine effiziente Koagulation und andererseits eine präzise und sichere onkologische Schnitfführung

**Tabelle 1** \_Durchschnittliche Anzahl der Metastasen abhängig vom Primärtumor.

Primärtumor	Mittelwert	SD
Sarkome	6	7,86
Nebennierenkarzinom	9	4,79
Nierenzellkarzinom	3	4,04
Rektumkarzinom	6	3,5
Kolonkarzinom	2	–
Mammakarzinom	4	–
Oropharyngealkarzinom	6	6,20
NSCLC	2	–
Schilddrüsenkarzinom	3	2,82
Hodenkarzinom	3	1,41
Thymuskarzinom	4	–
Ösophaguskarzinom	1	–
unklar	1	–
Insgesamt	5,5	5,05

am Parenchym möglich. Der Diodenlaser arbeitet im sicheren Non-Kontaktverfahren. Die physikalischen Grundlagen zeigt → Abbildung 4.

Moderne Diodenlasersysteme haben neben dem Pilotstrahl – dem Handstück für den Operateur – eine effektive Rauchgasabsaugung im Hemithorax und schützen Operateure, Assistenten und das medizinische Personal im Raum. Im eigenen Patientenkollektiv wurden verschiedene Primärtumor-Entitäten im Lungenparenchym reseziert. Eine Analyse der Eingriffe aus den Jahren 2017 bis 2019 erfasste 42 Patientinnen und Patienten an zwei Standorten, die mit Hilfe des neu kon-



**Abbildung 5** \_Entitäten des Primärtumors.

zeptionierten Diodenlasers der Firma Biolitec® (LEONARDO® DUAL 100/c) operiert wurden. Das Durchschnittsalter der Betroffenen war 57 Jahre. Die Tumor-Entitäten sind in → Abbildung 5 aufgeführt. Bei 62 Prozent der Betroffenen wurde ein präoperatives PET-CT durchgeführt, um eine extrathorakale Tumormanifestation auszuschließen. Die Anzahl suspekter pulmonaler Raumforderungen zeigt → Tabelle 1.

---

### Die Dauer des Eingriffs wird wesentlich durch die Anzahl der Metastasen sowie deren individuelle anatomische Lokalisation und Größe bestimmt

---

In der mit dem Diodenlaser therapierten Patientengruppe wurden bis zu 22 pulmonale Raumforderungen in einer Sitzung entfernt. Der Operateur kann die Laserapplikation selbstständig steuern und die Leistung innerhalb der festgelegten Grenzen individuell ausloten. Die meisten Thoraxchirurgen in der Arbeitsgruppe Dessau/Jena nutzten 60 Watt bei 980 Nanometer und 30 Watt bei 1470 Nanometern.

Wie zu erwarten, stieg die Gesamtmenge der applizierten Energie mit Anzahl der resezierten Metastasen. Auch die individuelle Größe und anatomische Lage der Metastasen hat Einfluss auf die applizierte Energie. Die Dauer des Eingriffs wird wesentlich durch die Anzahl der Metastasen sowie deren individuelle anatomische Lokalisation und Größe bestimmt. Zudem spielt es eine Rolle, ob unilateral oder bilateral operiert wird. In Studien mit unilateraler Vorgehensweise beträgt die durchschnittliche Operationszeit 100 Minuten. Spannend ist, dass hinsichtlich der postoperativen gewonnenen Histologie zu 88 Prozent der Fälle die Metastasen des Primärtumors bestätigt wurden.

---

### Der Diodenlaser ist eine sichere, effektive und präzise Alternative zu etablierten Verfahren

---

Die Erfahrungen bei der Resektion von Lungenmetastasen mit Hilfe eines Diodenlasers mit zwei unterschiedlichen Wellenlängen zeigen, dass dieses Verfahren eine sichere Alternative zu etablierten Systemen bietet. Durch die Kombination verschiedener Wellenlängen (von 980 nm bis 1480 nm) ergeben sich neue Möglichkeiten der Behandlung von pulmonalen Metastasen. So lassen sich beispielsweise eine deutlich größere Anzahl von Metastasen in einer Sitzung resezieren

und bilaterale Eingriffe durchführen. Die Analyse der Daten von 2017 bis 2019 ergab eine sehr geringe Komplikationsrate in Verbindung mit einer kurzen Hospitalisationszeit. Es ist davon auszugehen, dass die Resektion mit dem Diodenlaser die Lebensqualität verbessert und die tumorfreie Lebenszeit verlängert. Allerdings sind zukünftig größere Patientenzahlen und weitere Studien erforderlich, um den Diodenlaser in der klinischen Anwendung weiter zu objektivieren. Unabhängig davon bleiben eine interdisziplinäre Betreuung der Betroffenen sowie die Vorstellung im Tumorboard obligat. Die technischen Vorteile eines Diodenlasers sollten dem onkologischen Team bekannt sein – es lässt sich effektiver, präziser und zentraler operieren. Nicht zuletzt ist es möglich, bei erneuter pulmonaler Metastasierung im Intervall Re-Operationen durchzuführen. ■■■

---

### Literatur

---

1. Limmer S (2015) Lungenmetastasen: Diagnostik – Therapie – Tumorspezifisches Vorgehen. Springer, Heidelberg, S. 86–93
2. Massague J, Obenauf AC (2016) Metastatic colonization by circulating tumour cells. *Nature* 529: 298–306
3. Uhlenbruck G, Beuth HJ, Oette K, et al (1986) Lektine und die Organotropie der Metastasierung. *Dtsch Med Wochenschr* 111: 991–995
4. Saito Y, Omiya H, Kohno K, et al (2002) Pulmonary metastasectomy for 165 patients with colorectal carcinoma: a prognostic assessment. *J Thorac Cardiovasc Surg* 124: 1007–1013
5. Pastorino U, Buysse M, Friedel G, et al (1997) Long-term results of lung metastasectomy: prognostic analyses based on 5206 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 113: 37–49
6. Ko YD (2019) Die Rolle der Systemtherapie bei Lungenmetastasen mit Lymphknotenbefall. *Chirurg* 90: 997–1002
7. Cheung F, Alam N, Wright G (2018) Pulmonary metastasectomy: analysis of survival and prognostic factors in 243 patients. *ANZ J Surg* 88: 1316–1321
8. Franzke K, Natanov R, Zinne N, et al (2017) Pulmonary metastasectomy – a retrospective comparison of surgical outcomes after laser-assisted and conventional resection. *Eur J Surg Oncol* 43: 1357–1364
9. Mc Loughlin JB, O'Sullivan KE, Brown RH, Eaton DA (2019) Limax Nd:YAG laser-assisted thoracoscopic resection of pulmonary metastases; a single centre's initial experience. *Ir J Med Sci* 188: 771–776

Prof. Dr. med. Matthias Steinert  
Klinik und Poliklinik für Viszeral-, Transplantations-,  
Thorax- und Gefäßchirurgie  
Universitätsklinikum Leipzig AÖR  
Liebigstraße 20  
04103 Leipzig  
✉ matthias.steinert@medizin.uni-leipzig.de