

# Positionspapier der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin und der Deutschen Gesellschaft für Thoraxchirurgie in Kooperation mit der Deutschen Röntgengesellschaft: Strukturvoraussetzungen von Zentren für die interventionelle Emphysemtherapie

## Joint Statement of the German Respiratory Society and German Society of Thoracic Surgery in Cooperation with the German Radiological Society: Structural Prerequisites of Centers for Interventional Treatment of Emphysema

### Autoren

W. Gesierich<sup>1</sup>, K. Darwiche<sup>2</sup>, F. Döllinger<sup>3</sup>, R. Eberhardt<sup>4,5</sup>, S. Eisenmann<sup>6</sup>, C. Grah<sup>7</sup>, C.-P. Heußel<sup>5,8,9</sup>, R.-H. Hübner<sup>10</sup>, J. Ley-Zaporozhan<sup>11</sup>, F. Stanzel<sup>12</sup>, S. Welter<sup>13</sup>, H. Hoffmann<sup>14,1</sup>

Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin

M. Pfeifer, T. T. Bauer, W. J. Randerath, T. Köhnlein, K. F. Rabe

Vorstand der Deutschen Gesellschaft für Thoraxchirurgie

H.-S. Hofmann, K. Welcker, E. Stoelben, L. Hillejan, E. Hecker, S. Bölükbas, C. Ludwig, R. Scheubel

Vorstand der Deutschen Röntgengesellschaft

G. Antoch, S. O. Schönberg, J. Barkhausen, F. Anton, S. Neumann, G. Layer, A. Dörfler, F. Körber, J. Weßling, M. Wucherer

### Institute

- |  |   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1 Lungenzentrum am Helios Klinikum München West, München</li> <li>2 Klinik für Pneumologie, Sektion Interventionelle Bronchologie, Ruhrlandklinik – Universitätsmedizin Essen, Essen</li> <li>3 Klinik für Radiologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin</li> <li>4 Klinik für Pneumologie und Beatmungsmedizin, Thoraxklinik an der Universität Heidelberg, Heidelberg</li> <li>5 Translational Lung Research Center Heidelberg (TLRC), Deutsches Zentrum für Lungenforschung (DZL), Universität Heidelberg, Heidelberg</li> <li>6 Klinik für Innere Medizin I, Universitätsklinikum Halle (Saale), Halle</li> <li>7 Abteilung für Pneumologie, Gemeinschaftskrankenhaus Havelhöhe, Berlin</li> <li>8 Abteilung für diagnostische und interventionelle Radiologie, Universitätsklinikum Heidelberg, Heidelberg</li> <li>9 Diagnostische und interventionelle Radiologie und Nuklearmedizin, Thoraxklinik an der Universität Heidelberg, Heidelberg</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>10 Medizinische Klinik mit Schwerpunkt Infektiologie und Pneumologie, Charité – Universitätsmedizin Berlin, Berlin</li> <li>11 Klinik und Poliklinik für Radiologie, Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität München, München</li> <li>12 Pneumologie – Thorakale Endoskopie, Lungenklinik Hemer, Hemer</li> <li>13 Thoraxchirurgie, Lungenklinik Hemer, Hemer</li> <li>14 Sektion Thoraxchirurgie, Klinikum rechts der Isar der Technischen Universität, München</li> </ol> |
|--|---|

### Bibliografie

DOI <https://doi.org/10.1055/a-1069-2474> |  
Pneumologie 2020; 74: 17–23  
© Georg Thieme Verlag KG Stuttgart · New York  
ISSN 0934-8387

### Korrespondenzadresse

Dr. med. Wolfgang Gesierich, Lungenzentrum am Helios Klinikum München West, Steinerweg 5, 81241 München  
[Wolfgang.Gesierich@helios-gesundheit.de](mailto:Wolfgang.Gesierich@helios-gesundheit.de)

## ZUSAMMENFASSUNG

Die interventionelle Emphysemtherapie bietet ein breites Spektrum an chirurgischen und endoskopischen Optionen zur Behandlung von Patienten mit fortgeschrittenem Lungenemphysem. Zur Sicherstellung der Behandlungsqualität ist eine interdisziplinäre Zusammenarbeit von Pneumologie, Thoraxchirurgie und bildgebenden Disziplinen in der Auswahl, Therapie und Nachsorge von Emphysem-Patienten erforderlich. Das vorliegende Positionspapier beschreibt erforderliche Struktur- und Qualitätsvoraussetzungen von Behandlungszentren.

## ABSTRACT

Interventional treatment of emphysema offers a wide range of surgical and endoscopic options for patients with advanced disease. Multidisciplinary collaboration of pulmonology, thoracic surgery and imaging disciplines in patient selection, therapy and follow up ensures treatment quality. The present joint statement describes the required structural and quality prerequisites of treatment centres.

## Einleitung

Die chronisch obstruktive Lungenerkrankung (COPD) und das Lungenemphysem sind charakterisiert durch irreversible, strukturelle Schäden an den Atemwegen und am Lungenparenchym. Dementsprechend stößt die konservative Therapie der Erkrankung an Grenzen. Aufgrund des hohen klinischen Bedarfs hat sich neben der etablierten chirurgischen Lungenvolumenreduktion [1,2] ein großes Spektrum an interventionellen Therapiemöglichkeiten entwickelt, das bronchoskopische und chirurgische Optionen umfasst [3].

Der Therapieerfolg beruht dabei auf der Auswahl geeigneter Patienten und der jeweils individuell am besten geeigneten interventionellen Methode anhand einer Vielzahl klinischer und radiologischer Kriterien auf der Basis eines Diagnose- und Therapiealgorithmus [4–6].

Der Gemeinsame Bundesausschuss schreibt in seinem Beschluss zu den Endobronchialventilen vom 20.12.2018: „...Voraussetzung für den Behandlungserfolg sind eine sorgfältige Indikationsstellung unter Einbezug aller zu beteiligenden Fachdisziplinen (bspw. Ärztinnen bzw. Ärzten der Fachrichtungen Pneumologie, Radiologie und Thoraxchirurgie) sowie eine Einrichtungsstruktur (bspw. Intensivstation, Thoraxchirurgie), die in der Nachsorge der schwerkranken Patientinnen und Patienten die Beherrschung eingriffsbezogener Komplikationen (Pneumothoraces, Hämoptysen) erlaubt.“ Das höchste Gremium der gemeinsamen Selbstverwaltung im deutschen Gesundheitssystem kündigt im selben Beschluss Beratungen zur Erstellung einer Richtlinie zur Qualitätssicherung nach § 136 SGB V an. Diese Beratungen wurden im Sommer 2019 aufgenommen.

Anforderungen an die Struktur- und Prozessqualität von Zentren für die interventionelle Emphysemtherapie werden also genauer definiert werden. Die an diesem Positionspapier beteiligten Fachgesellschaften sehen es als ihre Aufgabe an, diesen Prozess entscheidend mitzugestalten, und definieren im Folgenden Voraussetzungen, die ein Emphysemzentrum in der interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen Pneumologie, Thoraxchirurgie und bildgebenden Disziplinen erfüllen soll (► **Tab. 1**).

## Pneumologische Diagnostik

Die Auswahl geeigneter Patienten für die interventionelle Emphysemtherapie beginnt mit einer umfassenden pneumologischen Anamnese. Dabei muss besonderes Augenmerk auf Symptomlast, Einschränkungen der Leistungsfähigkeit und der Aktivitäten des täglichen Lebens sowie auf Komorbiditäten gerichtet werden (insbesondere: kardiovaskulärer Bereich, Notwendigkeit einer Therapie mit Antikoagulantien). Der Raucherstatus ist zu erfassen (Anzahl der Packungsjahre, Karenzzeiten). Der Nichtraucherstatus des Patienten muss durch Bestimmung des Carboxyhämoglobins (CO-Hb) im Rahmen der Blutgasanalyse und/oder des stabilen Nikotin-Metaboliten Cotinin im Serum oder Urin belegt werden. Der Alpha-1-Antitrypsin-Status des Patienten muss anamnestisch erfasst und, sofern bisher unbekannt, durch entsprechende Labordiagnostik bestimmt werden.

Nächster Schritt in der Evaluation ist der Nachweis einer schweren, nicht reversiblen Bronchialobstruktion und Lungenüberblähung. Hierfür ist eine differenzierte und nach internationalen Qualitätskriterien [7] standardisierte Lungenfunktionsdiagnostik erforderlich. Diese muss eine Spirometrie und Bodyplethysmografie nach Bronchospasmodolyse mit kurz wirksamen Bronchodilatoren, eine Messung der Diffusionskapazität für Kohlenmonoxid (DLCO), eine kapilläre oder arterielle Blutgasanalyse und eine Bestimmung der 6-Minuten-Gehstrecke umfassen.

Außerdem sollen die Symptome und die Lebensqualität mit Skalen und Fragebögen erfasst werden. Geeignete mögliche Instrumente hierfür sind: die modifizierte Medical-Research-Council-Dyspnoe-Skala (mMRC-Skala) [8], der COPD-Assessment-Test (CAT) [9] und das Saint-George-Respiratory-Questionnaire (SGRQ) [10].

Bei klinischem Verdacht auf eine schlafbezogene Atemstörung oder chronische ventilatorische Insuffizienz sollte mit geeigneten Screening-Methoden überprüft werden, ob eine Indikation für eine CPAP-Therapie oder eine nicht-invasive Beatmung besteht. In diesem Zusammenhang soll das Zentrum über die Möglichkeit zur kardio-respiratorischen Polygrafie („Schlafapnoe-Screening“) und zur transkutanen CO<sub>2</sub>-Messung verfügen.

► **Tab. 1** Übersicht über die Struktur- und Qualitätsvoraussetzungen eines Zentrums zur interventionellen Emphysemtherapie.

1. Pneumologische Diagnostik	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Anamnese: Symptomlast, Einschränkungen der Leistungsfähigkeit, Raucherstatus, Komorbiditäten, Antikoagulation, Alpha-1-Antitrypsin-Status</li> <li>▪ Lungenfunktion: Spirometrie und Bodyplethysmografie nach Broncholyse, Diffusionskapazität, Blutgasanalyse</li> <li>▪ 6-Minuten-Gehstrecke</li> <li>▪ Screening bez. nächtlicher Hyperkapnie</li> </ul>
2. Pneumologische Therapie	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Optimierte medikamentöse Therapie inklusive Patientenschulung</li> <li>▪ Raucherentwöhnung</li> <li>▪ Atemphysiotherapie</li> <li>▪ Sauerstofflangzeittherapie</li> <li>▪ CPAP-Therapie und nicht-invasive Beatmung</li> <li>▪ Personelle Voraussetzungen: durchgehende 24-stündige pneumologisch-fachärztliche Betreuung, spezialisierter Atemphysiotherapeut oder Atemtherapeut</li> </ul>
3. Kardiologische Diagnostik	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ultraschall-Kardiogramm</li> <li>▪ Zugang zu invasiver, kardiologischer Diagnostik, insbesondere Rechtsherzkatheter</li> </ul>
4. Radiologie und Nuklearmedizin	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hochauflösende Spiral-CT der Lunge (Nativuntersuchung, Schichtdicke <math>\leq 1,5</math> mm)</li> <li>▪ Quantitative CT-Analyse: Emphysemverteilung, Volumetrie, Fissurenstatus</li> <li>▪ Perfusionszintigrafie mit SPECT-Aufnahmen</li> </ul>
5. Multidisziplinäre Konferenz	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Vorstellung aller Patienten, die einer bronchoskopischen oder chirurgischen Intervention zugeführt werden sollen</li> <li>▪ Teilnehmer: Pneumologe mit Expertise in der interventionellen Bronchologie, Radiologe, Thoraxchirurg</li> </ul>
6. Interventionelle Pneumologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Expertise in folgenden Techniken: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bronchoskopische Messung der kollateralen Ventilation</li> <li>– Endobronchialventile</li> </ul> </li> <li>▪ Mindestens ein Mitarbeiter mit Nachweis von 25 bronchoskopischen Interventionen zur Volumenreduktion</li> <li>▪ Mindestens 500 Bronchoskopien, davon mindestens 25 Interventionen zur Volumenreduktion pro Jahr</li> <li>▪ 24-Stunden-Bereitschaft zur flexiblen und starren Bronchoskopie und Anlage von Thoraxdrainagen</li> </ul>
7. Thoraxchirurgie	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ VATS-Technik</li> <li>▪ 24-Stunden-OP-Bereitschaft mit Facharztstandard</li> </ul>
8. Intensiv- und Beatmungsmedizin	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Intensivstation am Zentrum</li> <li>▪ Möglichkeit zur invasiven Beatmung</li> </ul>
9. Studienteilnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Teilnahme an aktuellen Registern und Therapiestudien</li> <li>▪ Vorhaltung entsprechender Strukturen (Studynurse)</li> </ul>
10. Kooperation mit einem Lungen-Transplantationszentrum	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Methoden der Volumenreduktion als Bridging zur Transplantation</li> <li>▪ Rechtzeitige Vorstellung von Patienten im Terminalstadium am Transplantationszentrum</li> </ul>
11. Strukturierte Nachsorge	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mindestens eine Nachsorgevisite 1 – 3 Monate nach der Intervention am Zentrum mit Erfassung der Effektivität und von Komplikationen</li> <li>▪ Weitere Nachsorge in Kooperation mit niedergelassenen Pneumologen</li> </ul>
12. Dokumentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Erstellen einer Standard-Arbeitsanweisung (SOP) unter Berücksichtigung zentrumsindividueller Gegebenheiten</li> <li>▪ Erstellung von Protokollen der multidisziplinären Konferenz</li> </ul>

Geeignete Patienten sollen vor einer definitiven Intervention mit flexibler Bronchoskopie in Lokalanästhesie voruntersucht werden mit der Frage nach dem Ausmaß der Sekretion, nach der Keimbesiedelung, nach endobronchialen Frühkarzinomen und nach Befunden, die eine Intervention erschweren können, wie bspw. eine Instabilität der zentralen Atemwege („excessive dynamic airway collapse“/„EDAC“). Falls erforderlich, kann in dieser Untersuchung auch bereits die katheterbasierte Messung der Kollateralventilation (Chartis®-Messung) erfolgen [11 – 13].

## Pneumologische Therapie

Das Zentrum muss über eine umfangreiche Expertise in der konservativen Therapie der COPD entsprechend nationalen und internationalen Leitlinien [14] verfügen. Hierzu gehören eine Optimierung der medikamentösen Therapie inklusive Patientenschulung, Angebote zur Raucherentwöhnung, spezialisierte Atemphysiotherapie, die Erstellung eines Bewegungskonzeptes (eine Kooperation mit lokalen Lungensportgruppen ist dabei wünschenswert) und bei entsprechender Indikation die Möglichkeit zur Einleitung und Überprüfung einer Sauerstofflangzeittherapie, einer CPAP-Therapie oder einer nicht-in-

vasiven Beatmung in Zusammenarbeit mit einem Schlaflabor oder einer Beatmungsstation.

Hierfür müssen folgende personelle Voraussetzungen erfüllt sein: Das ärztliche Team des Zentrums muss eine durchgehende 24-stündige pneumologisch-fachärztliche Betreuung – ggf. auch über Rufdienste – sicherstellen. Es muss über mindestens einen spezialisierten Atem-Physiotherapeuten oder Atemtherapeuten verfügen. Ein Mitarbeiter des Zentrums soll eine Qualifikation zur strukturierten Raucherentwöhnung (z. B.: nach dem Curriculum „Ärztlich begleitete Tabakentwöhnung“ der Bundesärztekammer) erworben haben.

## Kardiologische Diagnostik

Zur Differenzialdiagnose von Dyspnoe und zur Beurteilung der Risikokonstellation muss das Zentrum Zugang zu kardiologischer Diagnostik haben, evtl. in Form einer externen Kooperation. Ein Ultraschall-Kardiogramm und die Bestimmung von NT-pro-BNP stellen die Basis dar. Bei relevant erhöhtem rechtskardialen Druck soll eine Rechtsherzkatheter-Untersuchung möglich sein. Bei entsprechender Indikation soll auch weiterführende, invasive kardiologische Diagnostik verfügbar sein.

## Radiologie und Nuklearmedizin

Nach Feststellung der klinischen und lungenfunktionellen Eignung eines Patienten für eine interventionelle Emphysemtherapie ist bildgebende Diagnostik erforderlich. Basis für die Emphysemanalyse aus Bilddaten ist die Erstellung einer lückenlosen Spiral-Computertomografie (CT) des Thorax bei maximaler Inspiration. Dabei sind folgende Qualitätsanforderungen zu beachten: Es muss ein Mehrzeilen-Scanner (mindestens 16-Zeilen) bei schnellstmöglicher Röhrenrotation und einem Pitchfaktor von bis zu 2 verwendet werden, um den Atemanhalt für die häufig dyspnoeischen COPD-Patienten möglichst kurz zu halten. Die Untersuchung muss in nativer Technik erfolgen, da eine Kontrastmittelgabe die physikalische Lungendichte anhebt und eine computergestützte Emphysem-Quantifizierung beeinträchtigt [15]. Es muss ein volumetrischer Datensatz mit einer Schichtdicke  $\leq 1,5$  mm und sich überlappenden Schichten akquiriert werden. Dieselbe Serie kann bei Patienten mit COPD 3–4 in expiratorischem Atemanhalt wiederholt werden, um Hinweise auf einen tracheobronchialen Kollaps und das sog. „air trapping“ zu bekommen. Für die visuelle Bildanalyse sollen multiplanare Reformatierungen und MIP-Rekonstruktionen zur Verfügung stehen. Für Betrachtung und quantitative Analyse sind sowohl kanten- als auch flächenbetonte Rekonstruktionen anzufertigen. Durchaus können dosissparende Techniken wie z. B. iterative Rekonstruktionen [16] zum Einsatz kommen, sog. Ultra-low-dose-Untersuchungen sind aufgrund des ungünstigen Rauschverhältnisses im Niederkontrastbereich des Emphysems aber meistens ungeeignet.

Die CT muss durch einen erfahrenen Thoraxradiologen visuell beurteilt werden. Da die visuelle Analyse aber insbesondere bei geringen regionalen Unterschieden der Emphysemverteilung benutzerabhängig und fehleranfällig ist [17, 18], muss sie durch eine computergestützte quantitative Analyse (qCT) er-

gänzt werden [19–21]. Diese kann direkt am Zentrum erfolgen, kann aber aufgrund der Komplexität der erforderlichen Software [22] und Expertise auch durch externe Kooperationspartner durchgeführt werden. Die quantitative Analyse soll lappengetrennt Lungenvolumen, prozentualen Emphysemanteil (d. h. den Anteil aller Voxel mit einer CT-Dichte unterhalb eines definierten Schwellenwerts, z. B.  $-950$  HU) und eine Beurteilung der Vollständigkeit der interlobären Fissuren umfassen. In der visuellen Analyse soll außerdem auf sonstige relevante Befunde geachtet werden, wie bspw. Pneumonie, Erguss, Voroperationen, malignitätsverdächtige Herde, relevante Bronchiektasen, Hinweise auf eine interstitielle Lungenerkrankung oder einen pulmonalen Hypertonus sowie Pleuraverdickungen und ausgeprägte postentzündliche Narben- und Schwielenbildungen. Sofern in der CT dignitätsunklare Verdichtungsherde festgestellt werden, muss vor der interventionellen Emphysemtherapie eine leitliniengerechte Abklärung erfolgen. Wird hierfür die CT-Verlaufskontrolle gewählt, können die aktuell gültigen Empfehlungen der Fleischner-Gesellschaft [23] Anwendung finden.

Die computertomografische Beurteilung der Emphysem-Morphologie soll durch ein bildgebendes Verfahren ergänzt werden, das eine Beurteilung der regionalen Perfusion in der Zielregion der Intervention erlaubt. I. d. R. wird hierfür die Perfusionszintigrafie mit Technetium-markierten Albumin-Partikeln ( $^{99m}\text{Tc-MAA}$ ) herangezogen [24–26]. Für die visuelle Analyse sollen sowohl planare als auch SPECT-Aufnahmen zur Verfügung stehen. Hybridverfahren wie z. B. SPECT-CT sind aufgrund der überlegenen Ortsauflösung wünschenswert, sofern verfügbar. Alternativ können zeitaufgelöste MRT-Sequenzen („4D-MRA“) oder KM-verstärkte Perfusions-CT zur Perfusionsbeurteilung herangezogen werden.

## Multidisziplinäre Konferenz („Emphyseboard“)

Für alle Patienten, die einer interventionellen Emphysemtherapie am Zentrum zugeführt werden, muss eine dokumentierte Therapieentscheidung aus einer interdisziplinären Fallbesprechung vorliegen. Diese Forderung gilt gleichermaßen für Patienten, die einer endoskopischen als auch einer chirurgischen Intervention zugeführt werden. An der Konferenz müssen mindestens ein Pneumologe mit Expertise in der interventionellen Bronchologie, ein Radiologe und ein Thoraxchirurg teilnehmen.

Daneben gibt es fakultative Kooperationspartner, die nach Bedarf hinzugezogen werden können. Hierzu gehören Intensivmediziner, Nuklearmediziner, Infektiologen, Rehabilitationsmediziner, Transplantationsmediziner, Atemtherapeuten, Physiotherapeuten, Trainingsleiter von Lungensportgruppen und Psychologen.

## Interventionelle Pneumologie

Die interventionelle Pneumologie am Zentrum muss praktische Expertise in den gängigen und zugelassenen Verfahren der endoskopischen Volumenreduktion (ELVR) haben. Hierzu gehören insbesondere: die bronchoskopische Messung der kollateralen

Ventilation mit dem Chartis-System und die Implantation von Endobronchialventilen. Weitere Verfahren (z. B. Lungen-Volumen-Reduktions-Spiralen/LVRC und thermische Vaporablation/BTVA) sollten bekannt sein.

Mindestens ein ärztlicher Mitarbeiter des pneumologischen Teams muss eine Mindestzahl von 25 Eingriffen aus dem Bereich der ELVR (evtl. auch über eine Hospitation) nachweisen.

Das Zentrum soll mindestens 500 Bronchoskopien pro Jahr durchführen, davon mindestens 25 Interventionen zur Emphysemtherapie. In der Bronchoskopie-Einheit muss ein direkter PACS-Zugriff auf die Bildgebung des jeweiligen Patienten bestehen, der Untersucher muss während des Eingriffs Zugang dazu haben.

Das Zentrum muss eine durchgehende 24-Stunden-Bereitschaft für die flexible und starre Bronchoskopie sowie für die Anlage von Thoraxdrainagen vorhalten. Für das effektive Pneumothorax-Management soll das Zentrum über digitale Thoraxdrainage-Systeme verfügen.

## Thoraxchirurgie

Die Thoraxchirurgie erlangt in der interventionellen Emphysemtherapie wieder steigende Bedeutung, da die Grenzen der endoskopischen Methoden zunehmend besser definiert werden und erfahrene Zentren durch eine Verbesserung der OP-Technik eine Senkung der Komplikationsrate im Vergleich zum 2003 publizierten NETT-Trial [27] vorweisen können [28–30]. Einige Sondersituationen wie bspw. das Vorhandensein sehr großer Bullae, eines paraseptal betonten Emphysems oder von suspekten Rundherden in der Zielregion stellen eine Domäne für die chirurgische Therapie dar.

Die chirurgische Intervention erfolgt standardmäßig und bevorzugt im Rahmen einer Videothorakoskopie (VATS), ggf. als offene Thorakotomie. Bevorzugte Operationsmethode ist die hufeisenförmige, atypische, periphere Lungenresektion mit Klammernahtgeräten, ggf. die anatomische Lungenresektion (Segmentresektion oder Lobektomie).

Die Thoraxchirurgie hat außerdem eine wichtige Rolle im Komplikationsmanagement, insbesondere des Pneumothorax, falls dieser durch alleinige Drainagetherapie nicht zu beherrschen ist.

Die Thoraxchirurgie muss personell in der Lage sein, eine durchgehende 24-Stunden-OP-Bereitschaft mit Facharztstandard vorzuhalten. Um dies zu gewährleisten, sollen am Zentrum mindestens 2 Fachärzte für Thoraxchirurgie in Vollzeit beschäftigt sein.

Das Zentrum kann mit einer externen Thoraxchirurgie kooperieren, wenn die Pneumologie vor Ort das Notfallmanagement des Pneumothorax, insbesondere die Anlage von Thoraxdrainagen beherrscht.

## Intensiv- und Beatmungsmedizin

Das Zentrum muss vor Ort über eine Intensiv- und Beatmungsstation verfügen.

Präinterventionell kommt dieser Abteilung die Aufgabe zu, bei chronischer ventilatorischer Insuffizienz entsprechend den

Leitlinienempfehlungen [31] eine nicht-invasive Beatmung (NIV) einzuleiten.

Postinterventionell muss im Bedarfsfall eine intensivmedizinische Überwachung und ein interdisziplinäres Therapiemanagement bei Komplikationen möglich sein. Aufgrund der evtl. schweren respiratorischen Insuffizienz der in Frage kommenden Patienten soll neben der Möglichkeit einer invasiven Beatmung – häufig über eine externe Kooperation – auch Zugang zu Methoden der extrakorporalen Oxygenierung und CO<sub>2</sub>-Elimination (ECMO) bestehen.

## Studienteilnahme

Die interventionelle Emphysemtherapie ist ein klinisches Gebiet in Entwicklung. Einerseits muss die Evidenzbasis der bereits zugelassenen Verfahren erweitert werden. Andererseits sind einige Methoden aktuell nur im Rahmen von Studien verfügbar. Hierzu gehören bspw. die bronchoskopische thermische Vaporablation (BTVA) [32], die Volumenreduktion durch Instillation von Polymerschaum [33] und die selektive Lungendenerverung („Targeted Lung Denervation“/ TLD) [34].

Das Zentrum soll daher die Teilnahme an aktuell laufenden Therapiestudien anstreben. Auch bei der Anwendung bereits zugelassener Methoden sollen die Patienten, soweit möglich, im Rahmen von Studien und Registern behandelt werden. Das Zentrum soll dafür entsprechende Strukturen vorhalten, in der Durchführung von klinischen Studien geschulte Mitarbeiter (Studienkoordinator, Studienurse) sollen vorhanden sein.

## Kooperation mit einem Lungen-Transplantationszentrum

Die Methoden der interventionellen Emphysemtherapie kommen in einem fortgeschrittenen Erkrankungsstadium mit eingeschränkten Therapiemöglichkeiten zum Einsatz. Zum einen können die Methoden zur Überbrückung der Wartezeit auf eine Transplantation eingesetzt werden [35,36]. Zum anderen darf in Terminalstadien der Erkrankung der rechte Zeitpunkt zur Vorstellung in einem Transplantationszentrum nicht verpasst werden.

Das Emphysemzentrum soll daher mit einem Lungentransplantationszentrum kooperieren. Der Austausch von Patienten kann dabei in beide Richtungen erfolgen.

## Strukturierte Nachsorge am Zentrum

Die effektive Nachsorge der interventionell therapierten Patienten erfordert die spezielle Expertise des multidisziplinären Teams am Zentrum. Dieses muss daher in enger Kooperation mit den niedergelassenen Pneumologen eine strukturierte Nachsorge anbieten und sicherstellen. Im Rahmen von klinischen Studien wird die Nachsorge durch das Studienprotokoll vorgegeben. Außerhalb von klinischen Studien muss mindestens eine Nachsorge-Visite 1–3 Monate nach Intervention am Zentrum erfolgen. Diese dient dem Erkennen und Therapieren von Komplikationen und der Beurteilung der Effektivität der durchgeführten interventionellen Maßnahme mittels geeigneter

ter radiologischer Methoden, Lungenfunktionsdiagnostik, Blutgasanalyse, Bestimmung der 6-Minuten-Gehstrecke, Erfassung der Symptomlast und Lebensqualität mit Fragebögen und – falls erforderlich – flexibler Bronchoskopie.

Weitere regelmäßige Verlaufskontrollen sind notwendig, im Verlauf mindestens einmal pro Jahr. Sofern diese nicht am Zentrum selbst durchgeführt werden können, kann bei komplikationslosem Verlauf und Effektivität im erwarteten Bereich die weitere Betreuung an den niedergelassenen Pneumologen übergeben werden. Anderenfalls muss am Zentrum nach Ursachen gesucht und, soweit möglich, die interventionelle Therapie optimiert bzw. auf alternative Behandlungsmöglichkeiten gewechselt werden. Diese Patienten sollen erneut in die interdisziplinäre Fallkonferenz eingebracht werden.

## Dokumentation

Das Zentrum muss eine Standard-Arbeitsanweisung („Standard Operating Procedure“/SOP) für die Evaluation, Therapie und Nachsorge der Patienten erstellen, welche zentrumsindividuelle Gegebenheiten berücksichtigt.

Die Protokolle der interdisziplinären Fallkonferenz („Emphyseboard“) müssen eine nachvollziehbar begründete Dokumentation der Therapieentscheidung enthalten.

Es wird angeregt, dass das Zentrum alle Patienten in einer eigenen Datenbank dokumentiert und/oder die eigenen Daten in regionale und überregionale Register einbringt, soweit diese verfügbar sind. Die beteiligten Fachgesellschaften unterstützen und fördern die Etablierung solcher Register.

## Interessenkonflikt

W. Gesierich hat Referentenhonorare und Reiseunterstützung von PulmonX, PneumRx/BTG und Astra Zeneca erhalten.

K. Darwiche hat Forschungsunterstützung und Referentenhonorare von PulmonX, PneumRx/BTG und Boston Scientific sowie Referentenhonorare bzw. Reiseunterstützung von Olympus und Böhlinger Ingelheim erhalten.

C.-P. Heußel hat Referentenhonorare von Novartis, Basilea und Bayer erhalten.

R.-H. Hübner hat Referentenhonorare von PneumRx/BTG und PulmonX und ein Reisehonorar von Uptake Medical erhalten. Er ist Principle Investigator von industriegeförderten klinischen Studien der Firmen PneumRx (Elevate), PulmonX (Stage) und Uptake (BTVA Registry). Er ist im Vorstand des Lungenemphysem Registers e.V.

F. Döllinger, R. Eberhardt, S. Eisenmann, C. Grah, J. Ley-Zaporozhan, F. Stanzel, S. Welter und H. Hoffmann geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

## Literatur

- [1] Brantigan OC, Mueller E. Surgical treatment of pulmonary emphysema. *Am Surg* 1957; 23: 789–804
- [2] Cooper JD, Trulock EP, Triantafillou AN et al. Bilateral pneumectomy (volume reduction) for chronic obstructive pulmonary disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 106–116
- [3] van Geffen WH, Slebos DJ, Herth FJ et al. Surgical and endoscopic interventions that reduce lung volume for emphysema: a systemic review and meta-analysis. *Lancet Respir Med* 2019; 7: 313–324
- [4] Herth FJ, Slebos DJ, Rabe KF et al. Endoscopic Lung Volume Reduction: An Expert Panel Recommendation. *Respiration* 2016; 91: 241–250
- [5] Herth FJF, Slebos DJ, Criner GJ et al. Endoscopic Lung Volume Reduction: An Expert Panel Recommendation – Update 2017. *Respiration* 2017; 94: 380–388
- [6] Herth FJF, Slebos DJ, Criner GJ et al. Endoscopic Lung Volume Reduction: An Expert Panel Recommendation – Update 2019. *Respiration* 2019; 97: 548–557
- [7] Miller MR, Crapo R, Hankinson J et al. General considerations for lung function testing. *Eur Respir J* 2005; 26: 153–161
- [8] Bestall JC, Paul EA, Garrod R et al. Usefulness of the Medical Research Council (MRC) dyspnoea scale as a measure of disability in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1999; 54: 581–586
- [9] Kon SS, Canavan JL, Jones SE et al. Minimum clinically important difference for the COPD Assessment Test: a prospective analysis. *Lancet Respir Med* 2014; 2: 195–203
- [10] Meguro M, Barley EA, Spencer S et al. Development and Validation of an Improved, COPD-Specific Version of the St. George Respiratory Questionnaire. *Chest* 2007; 132: 456–463
- [11] Koster TD, van Rikxoort EM, Huebner RH et al. Predicting Lung Volume Reduction after Endobronchial Valve Therapy Is Maximized Using a Combination of Diagnostic Tools. *Respiration* 2016; 92: 150–157
- [12] Gesierich W, Samitas K, Reichenberger F et al. Collapse phenomenon during Chartist collateral ventilation assessment. *Eur Respir J* 2016; 47: 1657–1667
- [13] Herzog D, Thomsen C, Poellinger A et al. Outcomes of Endobronchial Valve Treatment Based on the Precise Criteria of an Endobronchial Catheter for Detection of Collateral Ventilation under Spontaneous Breathing. *Respiration* 2016; 91: 69–78
- [14] Vogelmeier C, Buhl R, Burghuber O et al. [Guideline for the Diagnosis and Treatment of COPD Patients – Issued by the German Respiratory Society and the German Atemwegsliga in Cooperation with the Austrian Society of Pneumology]. *Pneumologie* 2018; 72: 253–308
- [15] Heussel CP, Kappes J, Hantusch R et al. Contrast enhanced CT-scans are not comparable to non-enhanced scans in emphysema quantification. *Eur J Radiol* 2010; 74: 473–478
- [16] Martin SP, Gariani J, Hachulla AL et al. Impact of iterative reconstructions on objective and subjective emphysema assessment with computed tomography: a prospective study. *Eur Radiol* 2017; 27: 2950–2956
- [17] Slebos DJ, Cicienia J, Sciruba FC et al. Predictors of Response to Endobronchial Coil Therapy in Patients With Advanced Emphysema. *Chest* 2019; 155: 928–937
- [18] Mascalchi M, Diciotti S, Sverzellati N et al. Low agreement of visual rating for detailed quantification of pulmonary emphysema in whole-lung CT. *Acta Radiol* 2012; 53: 53–60
- [19] Mets OM, de Jong PA, van Ginneken B et al. Quantitative computed tomography in COPD: possibilities and limitations. *Lung* 2012; 190: 133–145
- [20] Mascalchi M, Camiciottoli G, Diciotti S. Lung densitometry: why, how and when. *J Thorac Dis* 2017; 9: 3319–3345
- [21] Heussel CP, Herth FJ, Kappes J et al. Fully automatic quantitative assessment of emphysema in computed tomography: comparison with pulmonary function testing and normal values. *Eur Radiol* 2009; 19: 2391–2402
- [22] Lim HJ, Weinheimer O, Wielputz MO et al. Fully Automated Pulmonary Lobar Segmentation: Influence of Different Prototype Software

- Programs onto Quantitative Evaluation of Chronic Obstructive Lung Disease. *PLoS One* 2016; 11: e0151498
- [23] MacMahon H, Naidich DP, Goo JM et al. Guidelines for Management of Incidental Pulmonary Nodules Detected on CT Images: From the Fleischner Society 2017. *Radiology* 2017; 284: 228–243
- [24] Thomsen C, Theilig D, Herzog D et al. Lung perfusion and emphysema distribution affect the outcome of endobronchial valve therapy. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis* 2016; 11: 1245–1259
- [25] Argula RG, Strange C, Ramakrishnan V et al. Baseline regional perfusion impacts exercise response to endobronchial valve therapy in advanced pulmonary emphysema. *Chest* 2013; 144: 1578–1586
- [26] Chandra D, Lipson DA, Hoffman EA et al. Perfusion scintigraphy and patient selection for lung volume reduction surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 2010; 182: 937–946
- [27] Fishman A, Martinez F, Naunheim K et al. A randomized trial comparing lung-volume-reduction surgery with medical therapy for severe emphysema. *N Engl J Med* 2003; 348: 2059–2073
- [28] Stanifer BP, Ginsburg ME. Lung volume reduction surgery in the post-National Emphysema Treatment Trial era. *J Thorac Dis* 2018; 10: S2744–S7
- [29] Perikleous P, Sharkey A, Oey I et al. Long-term survival and symptomatic relief in lower lobe lung volume reduction surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2017; 52: 982–988
- [30] Fujimoto T, Teschler H, Hillejan L et al. Long-term results of lung volume reduction surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21: 483–488
- [31] Windisch W, Dreher M, Geiseler J et al. [Guidelines for Non-Invasive and Invasive Home Mechanical Ventilation for Treatment of Chronic Respiratory Failure – Update 2017]. *Pneumologie* 2017; 71: 722–795
- [32] Herth FJ, Valipour A, Shah PL et al. Segmental volume reduction using thermal vapour ablation in patients with severe emphysema: 6-month results of the multicentre, parallel-group, open-label, randomised controlled STEP-UP trial. *Lancet Respir Med* 2016; 4: 185–193
- [33] Come CE, Kramer MR, Dransfield MT et al. A randomised trial of lung sealant versus medical therapy for advanced emphysema. *Eur Respir J* 2015; 46: 651–662
- [34] Valipour A, Shah PL, Pison C et al. Safety and Dose Study of Targeted Lung Denervation in Moderate/Severe COPD Patients. *Respiration* 2019: 1–11
- [35] Fuehner T, Clajus C, Fuge J et al. Lung transplantation after endoscopic lung volume reduction. *Respiration* 2015; 90: 243–250
- [36] Tutic M, Lardinois D, Imfeld S et al. Lung-volume reduction surgery as an alternative or bridging procedure to lung transplantation. *Ann Thorac Surg* 2006; 82: 208–213