

Institut für Röntgendiagnostik der Technischen Universität München;
Klinikum rechts der Isar
(Direktor: Univ.-Prof.Dr. E. Rummeny)
Abteilung für Interventionelle Radiologie
(Leiter: Univ.-Prof.Dr. H. Berger)

Metall-Stent-Implantation bei Tracheomalazie:

Früh- und Langzeitergebnisse

Michael Heinrich Röttinger

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin
der Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Medizin
genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: **Univ.-Prof.Dr. D. Neumeier**

Prüfer der Dissertation:

- 1. Univ.-Prof.Dr. H. Berger**
- 2. Privatdozent Dr. R.W. Hauck**

Die Dissertation wurde am **27.12.2000** bei der Technischen Universität München eingereicht
und durch die Fakultät für Medizin am **07.02.2001** angenommen.

Gliederung

1. Einleitung

- 1.1. Diagnostik
- 1.2. Malazie
- 1.3. Stenosen
- 1.4. Therapie
- 1.5. Zielsetzung dieser Arbeit

2. Material und Methodik

- 2.1. Patienten
- 2.2. Datenerfassung
 - 2.2.1. Voruntersuchungen
 - 2.2.2. Nachuntersuchungen
- 2.3. Technik
 - 2.3.1. Stent-Übersicht
 - 2.3.2. Stent-Implantation
- 2.4. Auswertung der Ergebnisse

3. Ergebnisse

- 3.1. Initiale Ergebnisse der Stent-Implantation
 - 3.1.1. Methodisch bedingte Schwierigkeiten
 - 3.1.2. Komplikationen
- 3.2. Nachuntersuchungen
 - 3.2.1. Endoskopische und radiologische Untersuchungen
 - 3.2.1.1. Verlaufsbeobachtungen nach Stent-Implantation
 - 3.2.2. Lungenfunktionen
 - 3.2.3. Histologische Untersuchungen von Probeexcisionen
- 3.3. Klinische Verlaufsbeobachtungen
 - 3.3.1. Nachuntersuchungszeitraum
- 3.4. Aktivitätsgrad der Patienten

4. Diskussion

4.1. Dyspnoe

4.2. Ursachen der Dyspnoe

4.2.1. Ursachen für benigne tracheo-bronchiale Einengungen

4.2.1.1. Stenosen

4.2.1.2. Malazien

4.3. Indikation zur Stent-Implantation

4.3.1. Palliative Indikation bei malignen Stenosen

4.3.2. Kurative Indikation bei nicht-malignen Stenosen

4.3.1.1. Operative Möglichkeiten und Grenzen

4.3.1.2. Endoskopische Therapieverfahren bei intraluminalen Gewebsvermehrungen oder Narbenstenosen

4.3.1.3. Endoluminale Verfahren

4.3.2. Weitere Indikation

4.4. Der Stent

4.4.1. Grundsätzliche Anforderungen an einen tracheo-bronchialen Stent

4.4.2. Stent-Beschaffenheit

4.4.2.1. Biofunktionalität

4.4.2.2. Biokompatibilität

4.4.2.3. Voraussetzungen der Stenose

4.4.3. Silikon-Stents

4.4.3.1. Historie

4.4.3.2. Nachteile der Silikon-Stents

4.4.4. Metall-Stents

4.4.4.1. Einsatzgebiete von Metallmaschen-Stents

4.4.4.2. Metallmaschen-Stents im Tracheo-Bronchial-System

4.4.4.3. Nachteile der Metallmaschen-Stents

4.4.4.4. Ballondilatierbar vs. selbstentfaltend

4.4.5. Vorteile des Metallmaschen-Stents gegenüber Silikon-Stents

4.4.6. Nachteile des Metallmaschen-Stent

4.5. Klinische Ergebnisse in der Literatur

4.6. Eigene Ergebnisse

4.6.1. Anzahl von Patienten und Stents

4.6.2. Indikationen

4.6.3. Stent – Implantation

4.6.3.1.Selbstexpandierende, vollelastische Metall-Stents

4.6.3.2.Balldilatierbare Metall-Stents

4.6.4. Dilatation bei der Stent-Implantation

4.6.5. Langzeitnachuntersuchung

4.6.5.1.Lebensqualität

4.7. Letzte Entwicklung und Aussichten für die Zukunft

5. Zusammenfassung

6. Literaturnachweis

7. Anhang

1. Einleitung

Atemnot ist ein Krankheitsbild, das zu unterschiedlich starker Beeinträchtigung des Patienten führen kann und dessen Ursachen vielfältiger Natur sein können.

Neben einer fortgeschrittenen Herzinsuffizienz, metabolischen Störungen oder Schädigungen des Atemzentrums im Gehirn führen vor allem Erkrankungen des Lungenparenchyms und Einengungen der großen Atemwege zu einer Dyspnoe.

Bei der Klärung der Ursache werden neben der klinischen Befunderhebung, laborchemische Analysen, Lungenfunktionsdiagnostik, konventionelle Röntgenuntersuchungen, Schnittbilddiagnostik und schließlich endoskopische und biopsische Verfahren eingesetzt.

In dieser Arbeit werden die Ursachen, Diagnostik und Therapie von Einengungen der großen Atemwege behandelt.

1.1. Diagnostik:

Durch die Anamnese und die körperliche Untersuchung soll neben dem Allgemeinzustand des Patienten auch die subjektive Beeinträchtigung durch die Dyspnoe geklärt werden.

Die Lungenfunktionsprüfung, die aus Ventilations-, Perfusions- und Diffusionsmessungen besteht, und die ergänzende Blutgasanalyse soll objektive Werte für das Ausmaß einer vorhandenen Ventilationsstörung liefern und eine Differenzierung zwischen einer obstruktiven oder restriktiven Ventilationsstörung ermöglichen.

Diese Untersuchungen können einen Hinweis auf eine Einengung im Tracheo-Bronchial-System geben, werden jedoch durch bestehende Lungenparenchymerkrankungen teilweise verfälscht. Sie setzen auch die Kooperationsfähigkeit der Patienten voraus. Bei Patienten mit Tracheostoma ist eine Lungenfunktionsprüfung nur bedingt durchführbar und verwertbar.

Grundlage der Diagnostik funktioneller oder patho-anatomischer Einengungen der großen Atemwege ist die bildgebende Darstellung mit endoskopischen oder radiologischen Verfahren.

Bei der Verdachtsdiagnose Tracheomalazie hilft ein dynamischer Saug-Press-Versuch unter Durchleuchtungskontrolle bei der Objektivierung des Ausmaßes der Läsion, indem das Lumen der Trachea beim Saugen und Blasen gegen einen Widerstand verglichen wird. Eine Lumenschwankung von über 50% spricht für eine pathologische Wandinstabilität.

Da die Spiral-Computertomographie eine statische Untersuchung ist und in Atemanhaltetechnik durchgeführt wird, können nur Stenosen im Tracheo-Bronchial-System dargestellt werden. Dabei können zur besseren und anschaulicheren Beurteilung Bildrekonstruktionen in multiplanaren Projektionen oder in Form einer virtuellen Endoskopie angefertigt werden. Mit einem EBT (electron beam tomography) ist eine dynamische Untersuchung einer trachealen Instabilität möglich.

Steht eine Einengung im Tracheo-Bronchial-System als Ursache für die Dyspnoe fest, ist bei der Entscheidung über die Therapieform die Lokalisation, die Ausdehnung und die Genese der Läsion richtungsweisend.

Zur Sicherung der Diagnose und zur genauen Bestimmung der Lokalisation und des Ausmaßes der Läsion dient die Bronchoskopie. Außerdem erfolgt die Inspektion des Larynx und Pharynx zum Ausschluß weiterer Stenosen.

1.2. Malazie:

Malazische Wandveränderungen im Tracheo-Bronchial-System verursachen eine Wandinstabilität und dadurch bei stärkerer Ausprägung eine Lumeneinengung. Dabei kommt es zu einer Strukturveränderung in den elastisch tragenden Knorpelspannen, die ihre stützende Spannkraft verlieren.

Bei Patienten mit chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen (COPD) wird der erhöhte Druck in den Atemwegen, ob mit oder ohne chronisch-entzündlicher Komponente, für die Schädigung der Knorpelspannen verantwortlich gemacht [58]. Durch die ständige intraluminale Druckbelastung in der Trachea kann es auch zu einer Elongation der Bindegewebsfasern der pars membranacea kommen.

Auch lang anhaltender mechanischer Druck von extraluminal durch cervicale oder mediastinale Raumforderungen [58] oder von intraluminal durch Trachealkanülen [57; 59] oder durch strahlentherapeutische Behandlungen, bei denen die großen Atemwege im Strahlenfeld liegen [44], können solchen Wandveränderungen verursachen.

Nach rekonstruierenden oder resezierenden Operationsverfahren am Tracheo-Bronchial-System kommt es in ca. 1/7 aller Fälle im Anastomosen- oder Stumpfbereich zu instabilen oder stenosierenden Wandveränderungen [69; 86; 90; 122; 132].

Auch posttraumatische, postoperative und postentzündliche Wandveränderungen können instabil oder stenosierend werden. So kann es durch eine Tracheotomie im Rahmen einer Langzeitintubation oder bei Patienten mit Recurrensparesen oder Läsionen im Larynx-Pharynx-Bereich sowohl am Stoma, als auch am distalen Kanülenende zu stenosierenden Schleimhautreaktionen kommen [57; 59].

Als Folge dieser Wandinstabilität beim Atemvorgang verändert sich die notwendige dynamische Compliance. Liegt die Veränderung intrathorakal, kann eine Erhöhung des intrathorakalen Drucks bei der Expiration, vor allem aber beim Hustenstoß zu einer Atemwegsstenosierung bis hin zum Kollaps führen. Dadurch erfolgt nur eine inkomplette Expiration („air trapping,“) und ein Sekretstau. Bei extrathorakal gelegenen Läsionen reduziert sich das Lumen der Trachea bei Inspiration durch den Unterdruck und führt so zur Atemnot. Der inspiratorische Stridor ist hierbei ein führendes klinisches Zeichen, tritt jedoch auch bei einengenden Veränderungen im Larynx-Pharynx-Bereich auf [88].

Tritt eine Tracheomalazie oder Tracheo-Broncho-Malazie bereits im Säuglings- oder Kindesalter auf, ist sie entweder mit tracheo-ösophagealen Fisteln und kongenitalen Ösophagusatresien assoziiert oder entwickelt sich nach deren Korrekturoperationen. Auch die Kompression durch große mediastinale Arterien, meist im Rahmen von Gefäßanomalien, kann eine Malazie verursachen. Eine angeborene, idiopathische Malazie der großen Atemwege ist zwar beschrieben, aber extrem selten [8; 54].

1.3. Stenosen:

Bei einer bestehenden Tracheo-Broncho-Malazie kommt es auch zu stenosierenden Narbenbildungen. Durch eine Hyperplasie oder durch Schrumpfung des Narbengewebes wird das Lumen schließlich eingeengt.

Weitere Ursachen für rein stenotische Lumeneinengungen sind benigne oder maligne Neoplasien, die von den Atemwegen selbst oder von den umgebenden Strukturen am Hals oder im Mediastinum ausgehen. Diese führen zu einer Stenosierung durch intra- oder extraluminales Wachstum.

Infektionen und Entzündungen des Tracheo-Bronchial-Systems können zur Lumeneinengung führen. Aber auch im Rahmen von systemischen Erkrankungen kann es zu einem Befall der großen Atemwege kommen [56; 58].

Stenosen imponieren in der Regel kurzstreckig und „Web-ähnlich“ oder langstreckig und diffus [17].

In selten Fällen finden sich idiopathischen Stenosen, vor allem in der oberen Trachea, die in den überwiegenden Fällen Frauen betreffen. Eine eindeutige Ursache für die relativ kurzstreckigen, narbenartigen, meist zirkulär wachsenden Läsionen ist noch unbekannt [60].

1.4. Therapie:

Ziel der Behandlung ist eine dauerhafte Wiederherstellung des Lumens im Tracheo-Bronchial-System und somit die Beseitigung der Dyspnoe.

Operative Verfahren zur Versorgung sowohl von Trachealstenosen als auch von Tracheomalazien reichen von der Resektion über die Anheftungsoperation bis zur Tracheoplastik [8; 14; 31; 49; 56]. Diese Verfahren weisen jedoch zum Teil erhebliche Komplikationsraten (zwischen sieben und 39 %) auf. Vor allem nach Durchführung eines „laryngeal release“, einer Mobilisation des Larynx bei langstreckiger Trachealresektion, steigt die Komplikationsrate an. Neben Insuffizienzen, Blutungen und Fistelbildung kommt es zu Narbengranulationen, Strikturen und Wundinfektionen. An post-operativen Komplikationen versterben ca. 2,5 Prozent [8; 58; 31].

Voraussetzungen für den operativen Eingriff sind nicht nur primär die Narkose- und Operationsfähigkeit des Patienten, sondern auch die technisch Durchführbarkeit. Sowohl die Lokalisation der Läsion, als auch die Ausdehnung ist für den Eingriff limitierend. In der Literatur sind zwar maximale Resektionslängen von 7,5 cm beschrieben, für die jedoch ein „laryngeal release“ nötig war. Durchschnittlich werden Resektionen von 3,5 cm durchgeführt. Dabei sind Resektion von Läsionen im Bifurkations- oder gar Bronchialbereich technisch schwieriger, als im oberen Trachealabschnitt [8; 58].

Alternativ stehen endoskopische Verfahren zur Verfügung. Zur Therapie von intraluminalem Gewebsvermehrungen wurden endoskopische Zangenabtragung [91], Bougierung oder Ballondilatation [21; 24], Elektrokautern [52; 72] und Kryochirurgie [71; 90], Laserabtragung [36; 30; 145] und endoluminale Kleinraumbestrahlung, die Brachytherapie, mit einer Afterloading-Sonde [20; 87] entwickelt.

Die Implantation von Platzhaltern, sogenannten Stents, zählt ebenfalls zu den endoluminalen Therapieformen, galt bislang jedoch nur als Übergangslösung, da die bislang hauptsächlich verwendeten Silikon-Stents eine Reihe von systemspezifischen Nachteilen aufweisen.

Der Hauptbestandteil dieser traditionellen Stents ist ein Silikonrohr. Sie halten das stenosierte Lumen sicher offen, verhindern das Einwachsen von Gewebe in das Lumen und bei Bedarf sind sie wieder relativ einfach entfernbar.

Sie weisen aber wegen der großen Wandstärke ein relativ geringes Innenlumen auf [3]. Sie haben eine erhöhte Dislokationstendenz [5; 11; 12; 33; 89; 131; 144], verursachen häufig ein Fremdkörpergefühl mit Hustenreiz [131] und durch die geschlossene Bauweise eine Sekretretention, was teilweise zu einer therapiebedürftigen endoluminalen Verkrustung führt [27; 82; 89; 96].

Die Applikation einzelner Produkte ist technisch schwierig. Aufgrund der geringen Flexibilität und des Design (vor allem bei Y-Prothesen) ist eine translaryngeale Einführung kaum möglich [3; 25] und ist nur über ein starres Bronchoskop oder das Tracheostoma zu bewerkstelligen [92].

Aufgrund dieser erheblichen designspezifischen Nachteile bereitet eine Langzeitanwendung von Silikon-Stents erhebliche Probleme für den Patienten. Ihr Einsatz beschränkt sich in der Regel auf die kausalthérapeutische Maßnahme bei lebensbedrohlichen Atemnotsituationen.

Seit einiger Zeit stehen neuentwickelte Metall-Stents zur Verfügung.

Diese endoluminalen Platzhalter bestehen aus dünnen Metall-Filamenten, die in verschiedenen Maschen-Designs zu einer Röhrenstruktur geformt werden. Sie lassen sich in ballonexpandierbare und selbstexpandierende Modelle unterteilen.

Die ballonexpandierbare Version wird auf einem Angioplastie-Ballon-Katheter montiert und nach Platzierung mit Hilfe des Ballons entfaltet. Das Lumen wird durch die Maschenarchitektur offengehalten.



Bild 1 und 2: Palmaz-Stent; ballondilatierbarer Metall-Stent auf Angioplastie-Katheter im zusammengefalteten (links) und entfaltetem, verkürztem Zustand (rechts); röntgendichte Markierungen an den Ballonenden;

Die selbstexpandierenden Versionen haben jeweils einen durch die Herstellung vorgegebenen Maximaldurchmesser. Der Stent wird auf einem Applikationskatheter geliefert. Nach Positionierung wird der Stent freigegeben und entfaltet sich. Wegen der Tendenz, sich auf seinen maximalen Durchmesser zu entfalten, übt er eine ständige zentrifugale Kraft aus.



Bild 3: Wall-Stent; selbstexpandierender Metall-Stent auf Applikationskatheter; Verkürzung des teilentfalteten Stents (röntgendichte Markierung am Katheter am unteren Bildrand);

Zu den selbstexpandierenden Modellen gehören der Wall-Stent, der Gianturco-Stent und der Ultraflex-Microvasive Stent. Der Palmaz-Stent ist der Hauptvertreter der ballondilatierbaren Modelle.

Seit Ende der achtziger Jahre werden Metallmaschen-Stents vermehrt für die Therapie stenosierter Lumina in nahezu allen Körperregionen verwendet.

Primär waren diese Metallprothesen für den Einsatz in Gallenwegen [75; 110; 112] und Gefäßen [63; 135] konzipiert worden. Später wurden sie auch in der Urethra [1; 93; 107], im oberen und unteren Gastro-Intestinal-Trakt [5; 23; 7; 41; 77; 83; 98; 128], im Tränenkanal und in den Koronararterien [19] angewendet.

Die Ergebnisse der letzten Jahre zeigen, daß die Stent-Implantation in den genannten Einsatzgebieten bei den unterschiedlichsten Stenoseformen eine sichere und erfolgreiche Therapieform darstellt. Im Tracheo-Bronchial-System wurden Metall-Stents bisher vorwiegend als Palliativmaßnahme bei malignen Stenosen verwendet [3; 15; 10; 117], nur vereinzelt erfolgte die Therapie von Tracheomalazien oder benignen Stenosen [7; 42; 88; 99; 116].

Die Anwendung von Stents im Tracheo-Bronchial-System stellt besondere Anforderungen an das Stent-Design. Ein Stent muß mit einer homogenen Kraftverteilung bei minimaler Materialstärke das Lumen sicher offenhalten. Er muß eine ausreichende Flexibilität und Elastizität aufweisen, um den physiologischen Bewegungen des Tracheo-Bronchial-Systems bei den inspiratorischen und expiratorischen Druckschwankungen folgen zu können, ohne dabei zu knicken. Durch die weite Maschenkonstruktion besteht bei Metall-Stents nur eine minimale Kontaktfläche zur Schleimhaut, so daß es nach ein bis drei Wochen zu einer physiologischen Epithelialisierung der Filamenten kommt. So wird das Fremdkörpergefühl und die Sekretretention verhindert. Außerdem ermöglicht die weite Maschenkonstruktion eine Applikation in Bronchien auch über Segmentostien hinweg, ohne diese zu verschließen.

Aufgrund ihres Designs zeigen Metall-Stents im Vergleich zu Silikon-Stents eine bessere dynamische Compliance beim Atem- und Schluckakt, was zusammen mit der besseren Anheftung eine Dislokation nahezu verhindert.

Auch ist die Applikation von Metall-Stents grundsätzlich einfach und auch über ein flexibles Fiberendoskop möglich.

Jedoch sind Metall-Stents nach dem Einwachsen nicht mehr ohne weiteres entfernbar. Daher kommt die Therapie mit Metall-Stents nicht als temporäre Lösung in Frage.

Ein weiterer Nachteil ist das weitgehend ungehinderte Wachstum von Gewebe durch die Metallmaschen.

1.5. Zielsetzung dieser Arbeit:

Tracheo-Broncho-Malazien finden sich vor allem bei Patienten, die chronische Lungenerkrankungen haben, bei langzeittracheotomierten Patienten, bei Patienten mit postoperativen Veränderungen an den großen Atemwegen oder in Fällen von cervicalen und mediastinalen Raumforderungen, die das Tracheo-Bronchial-System einengen.

Die operative Versorgung stellt das Standardtherapieverfahren dar. Lokalisation, Ausdehnung und der klinische Zustand der Patienten sind entscheidende differentialtherapeutische Aspekte für weitere Therapieansätze. Unter den endotrachealen Verfahren gilt die Implantation von Silikon-Stents als Standardtechnik, vor allem in der Notfallversorgung.

Metall-Stents stellen bisher eine Therapieform für Patienten dar, bei denen andere Therapieansätze nicht erfolgreich waren oder alternative Optionen nicht erfolgversprechend erscheinen.

Als palliative Therapieform bei malignen Stenosen erwiesen sich die Metall-Stents bei der Implantation im Tracheo-Bronchial-System als erfolgreich und führten schnell zu subjektiver und objektiver Verbesserung der Symptomatik. Bei intraluminalen Wachstum zeigten sie jedoch konstruktionsbedingte Schwächen. Ihr Einsatz als definitive und kurative Lösung bei der Behandlung von benignen Atemwegseinengungen wurde bisher wegen der fehlenden Entfernbarkeit und den fehlenden Langzeitergebnissen eher kritisch betrachtet.

In dieser Arbeit werden Technik, Implantationsverfahren und klinische Ergebnisse der endoluminalen Schienung tracheo-bronchialen Einengungen bei Malazien oder/und Stenosen dargestellt. Das Indikationsspektrum umfaßt Tracheomalazien mit oder ohne vorhergehender Anlage eines Tracheostomas und post-operative, post-traumatische und post-radiogene Malazien oder Stenosen.

Im Mittelpunkt der Auswertung stehen die klinischen Initialergebnisse und vor allem die Langzeitergebnisse von bis zu sieben Jahren, anhand derer die Zuverlässigkeit, Alltagstauglichkeit und die Problemarmut bei guten klinischen Ergebnissen gezeigt werden.

2. Material und Methodik

2.1. Patienten:

Die Patienten unseres Kollektives mit Dyspnoe aufgrund von Einengungen der großen Atemwege wurden in der Chirurgischen Klinik, der Hals-Nasen-Ohren-Klinik oder der Lungen – Transplantationsambulanz des Klinikums Großhadern der Ludwig-Maximilian-Universität München klinisch betreut.

Die bildgebende Diagnostik und die Stent-Implantation erfolgte in der Radiologischen Klinik unterstützt durch die Endoskopie der Chirurgischen Klinik.

So entstand eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe aus der Radiologischen, der Chirurgischen und der Hals-Nasen-Ohren-Klinik und der Lungen – Transplantationsambulanz.

Das Kollektiv bestand aus insgesamt 26 Patienten mit Malazien oder/ und benignen Stenosen im Tracheo-Bronchial-System. Bei einer Untergruppe von fünf Patienten waren diese Veränderungen im Anastomosenbereich nach Lungentransplantation aufgetreten.

Bei 18 Patienten waren die einengenden Läsionen in der Trachea lokalisiert, davon bestand in einem Fall eine narbige Stenose nach Langzeitintubation, in den restlichen Fällen waren instabile Tracheomalazien die Ursache für die Stenosierung.

In sechs Fällen war annähernd die gesamte Trachea von diesen Veränderungen betroffen. Bei weiteren sieben Patienten zeigten sich längerstreckige Läsionen bis zu 5 cm Länge (siehe Tabelle 6 im Anhang).

In den Haupt- und Segmentbronchien befanden sich die einengenden Läsionen in acht Fällen:

- fünf lungentransplantierte Patienten;
- zwei Patienten nach Lappenresektion;
- eine Patientin (Morbus Marfan) mit Stammbronchus-Stenose links durch Aortenaneurysma;

Narbige Stenosen entwickelten sich im Anastomosenbereich nach Bronchoplastik bei Lobektomie, im Stumpfbereich nach konventioneller Lobektomie und in einem Fall im Anastomosenbereich nach Lungentransplantation. In den restlichen fünf Fällen führten Bronchomalazien zu den Lumeneinengungen (siehe Tabelle 5 im Anhang).

Patienten mit Tracheo-Broncho-Malazie /-Stenose:

Ohne die Gruppe der lungentransplantierten Patienten hatten 12 Frauen und neun Männern Atemwegsstenosen entwickelt.

Das Durchschnittsalter dieser Gruppe lag bei 62 Jahren (16 – 82). Bei 11/26 (42,3%) dieser Patientengruppe lag das Lebensalter zum Zeitpunkt der Intervention bei 65 Jahren und darüber, bei drei davon über 80 Jahre (siehe Tabelle 2 im Anhang).

Neben der Dyspnoe lagen folgende weitere schwere Begleiterkrankungen vor:

Das Marfan-Syndrom und ein Lokalrezidiv nach cervicalen Ösophagus-Ca waren für zwei der Patienten limitierende Grunderkrankungen.

Drei Patienten zeigten ein multimorbides Krankheitsbild (Herz-, Lungen-, Nieren-Insuffizienz., arterielle Verschlusskrankheit, Diabetes mel., Adipositas per magna). Ein Patient litt an schwerer symptomatischer koronarer Herzerkrankung, ein weiterer an schwerem Asthma bronchiale. Insgesamt waren 16 der 26 Patienten langzeittracheotomiert, vier davon nach Schilddrüsenresektionen, einer nach Larynxverletzung und rekonstruierender OP, zwei nach Resektionen im Kehlkopf- und Larynxbereich und neun Patienten im Rahmen von

Langzeitbeatmungen auf Intensivstationen.

Bei zwei dieser Patienten bestanden zum Zeitpunkt der Intervention einseitige, bei drei beidseitige Recurrensparesen.

In zwei Fällen waren Tracheaquerresektionen bei malazischen Läsionen durchgeführt worden, in zwei weiteren Fällen waren mehrere resezierende und rekonstruierende Operationen (Tracheopexie, Rinnenbehandlung, allogener Trachealersatz) erfolgt. Bei drei dieser vier Patienten wurden schließlich Silikon-Stents implantiert.

In drei weiteren Fällen waren Silikon-Stents vor der Versorgung mit Metall-Stents eingesetzt worden. In vier Fällen erfolgten ausschließlich lokale Dilatationen oder Laserungen der Stenosen.

Bei zwei der Patienten wurde zum Zeitpunkt der Metall-Stent-Implantation endoskopisch eine Tracheitis gesichert (siehe Tabelle 1, 3 im Anhang).

Patienten mit Bronchomalazie /-Stenose nach Lungentransplantation:

Die Gruppe der Lungentransplantierten setzte sich aus drei Frauen und zwei Männern zusammen. Das Durchschnittsalter lag bei 46,4 Jahren (33 – 57).

Alle fünf Patienten hatten symptomatische einengende Anastomosenveränderungen entwickelt. In zwei Fällen zeigten sich Veränderungen an der Bronchusanastomose, die sich bis in die Lappenbronchien der Spenderlunge ausbreiteten, bei zwei fanden sich diese Veränderungen von der Anastomose ausgehend im Hauptbronchus des Empfängers und bei einem Patienten wurde nur eine kurzstreckige Anastomoseneinengung festgestellt.

Bei einem dieser Patienten waren bereits frustrane Dilatationen durchgeführt worden. Zwei der Patienten hatten zum Zeitpunkt der Intervention Abstoßungsreaktionen (geringe, akute Abstoßungsreaktionen Grad II nach ISHT). In einem weiteren Fall lag eine Begleitinfektion mit dem Erreger *Pseudomonas aeruginosa* vor.

Bei einem Patient war in der Vorgeschichte eine Bypass-OP bei schwerer koronarer Herzerkrankung durchgeführt worden. Außerdem hatte er eine cerebrale Ischämie mit linksseitiger Hemiparese erlitten. In einem weiteren Fall bestand ein multimorbides Krankheitsbild mit noch kompensierter KHK, zunehmender Niereninsuffizienz und Diabetes mel. (siehe Tabelle 1, 4 im Anhang).

Klinisch bestand unmittelbar vor der Intervention bei sechs Patienten ein inspiratorischer Stridor und bei sieben ein ausgeprägter produktiver Husten, in vier Fällen mit Haemoptysen. Eitrige Sekretretention und Fieber als Zeichen einer postobstruktiven Pneumonie fanden sich in drei Fällen.

In vier Fällen stellte eine akut lebensbedrohliche Dyspnoe eine Notfallindikation mit sofortigem Handlungsbedarf dar. In zwei dieser Fälle war es zu einer Dislokation eines zuvor implantierten Silikon-Stents gekommen. In einem Fall hatte die Läsion zu einem subtotalen Verschuß geführt und bei einem Patient war wegen eines akuten Trachealkollapses eine Beatmung mit positiven Druck notwendig geworden (siehe Tabelle 3, 4 im Anhang).

2.2. Datenerfassung:

Radiologie:

Die konventionellen Röntgen-Thorax-Aufnahmen dienen hauptsächlich der Beurteilung von indirekten Zeichen bei peripheren Atemwegsverschlüssen, wie Minderbelüftungen oder pneumonische Infiltrationen. Bei unklaren Befunden sollten Zielaufnahmen, konventionelle Tomographien, aber vor allem die Computertomographie weitere Aussagen über die Weite von Trachea und Hauptbronchien, die Entfaltung und Lage der implantierten Stents und das Lungenparenchym ermöglichen.

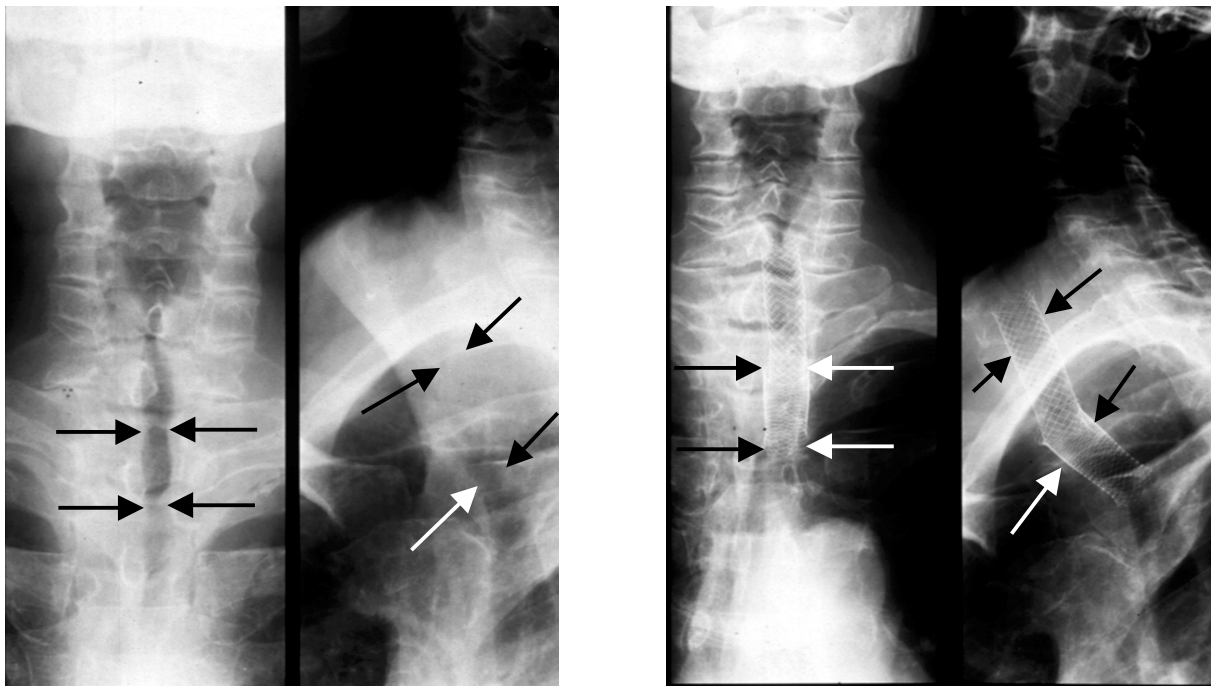


Bild 4 – 5: konventionelle Röntgenaufnahmen vor und nach Implantation von Metallmaschen-Stents in die Trachea; vor Stent-Implantation weist die proximale Trachea langstreckig Lumenschwankungen auf (links); nach der Intervention lassen sich anhand der Aufnahmen Tracheallumen, Stent-Lage und Entfaltung beurteilen (rechts); Pat. Z.A., w, 64 Jahre;

Mit den heutigen Spiral- Computertomographie -Scannern kann ein „volume-scan“ mit Akquisition von Schichtdicken bis in den sub-Millimeter-Bereich durchgeführt werden. Aus diesen 3-D-Datensätze lassen sich multiplanare Rekonstruktionen in allen gewünschten Raumrichtungen und sogenannte virtuelle Endoskopien, „endo-view-Sequenzen“, erstellen. Anhand dieser zusätzlichen Bildinformation mit hoher Ortsauflösung können Stent-Geometrie, Wandadhärenz, Lumenweite und die Anwesenheit von intraluminalen Gewebeneubildung beurteilt werden.

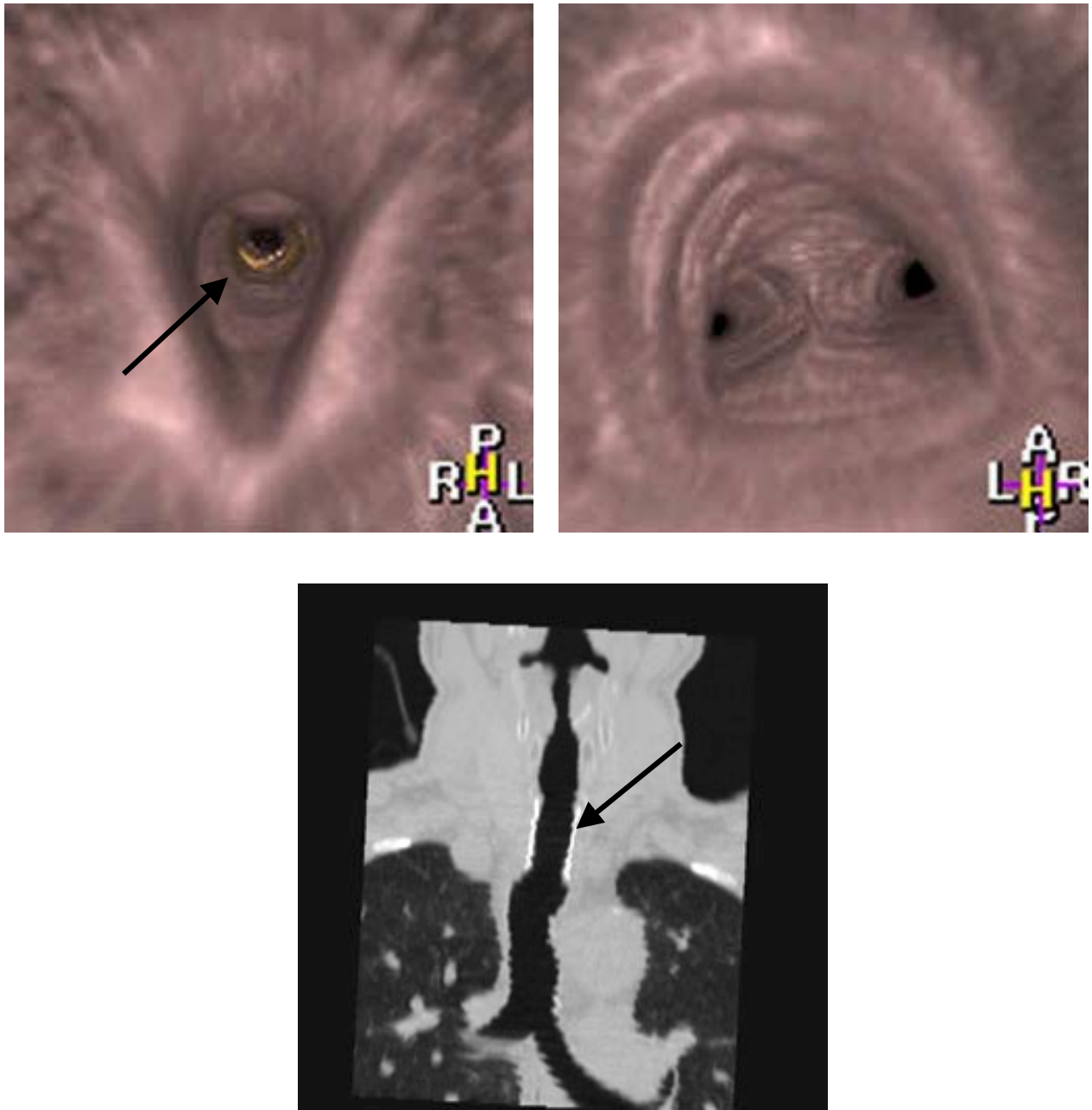


Bild 6 – 8: virtuelle Endoskopie-Bilder und MPR-Bilder, generiert aus Computertomographie -3D-Datensätzen; auf dem ersten virtuellen Endoskopie-Bild (oben links) befindet sich der Betrachter in Höhe der Stimmlippen und erkennt in der Trachea den proximalen Rand des Stents (Pfeil); auf dem zweiten Bild (oben rechts) befindet er sich knapp oberhalb der Trachealbifurkation mit Blick in die beiden Stammbronchien; die anschauliche Schnittbildrekonstruktionen (unten) in coronarer Ansicht ermöglicht eine gute Beurteilung der Stent-Lage, -Entfaltung und -Wandadhärenz (Pfeil); M.H, m, 53 Jahre;

Lungenfunktion:

Die Parameter, die eine Aussage bezüglich des Ausmaßes der Einschränkung der Lungenfunktionsleistung bei einer Stenosierung der großen Atemwege durch Engstellen oder Kollaps erlauben, sind Vitalkapazität, Residualvolumen und die expiratorische Ein-Sekunden-Kapazität (FEV1).

Vitalkapazität (VK) ist das Luftvolumen, das nach maximaler Inspiration maximal ausgeatmet werden kann. Der Wert der Vitalkapazität stellt ein Maß für die Ausdehnfähigkeit der Lunge und des Thorax dar. Die Abnahme dieses Wertes kann ein Anzeichen für das Vorliegen einer restriktiven Störung sein.

Das Residualvolumen (RV) entspricht dem Volumen, das nach maximaler Expiration noch in den Lungen verbleibt. Es nimmt vor allem im Laufe des Alters zu.

Die expiratorische Ein-Sekunden-Kapazität entspricht dem Volumen, das innerhalb der ersten Sekunde forciert ausgeatmet werden kann. Es ist der aussagekräftigste Wert zur Erfassung einer obstruktiven Funktionsstörung. Durch einen erhöhten Strömungswiderstand in den Atemwegen kommt es zu einer verzögerten Ausatmung und einem Abfallen des FEV 1-Wertes.

Endoskopie:

Bronchoskopisch wurden die Lage und Wandadhärenz des eingebrachten Stents, der Grad der Schleimhautüberwachsung der Metall-Filamente und das Ausmaß und die Lokalisation eventuell vorhandener Granulationen beurteilt. Bronchoskopische Kontrollen wurde in der Regel bei symptomatischen Patienten mit dem klinischen Verdacht einer Lumeneinengung durch Stent-Dislokation, Granulationsbildung oder Progression der einengenden Läsion oder bei lungentransplantierten Patienten mit Verdacht auf Transplantatabstoßung durchgeführt.

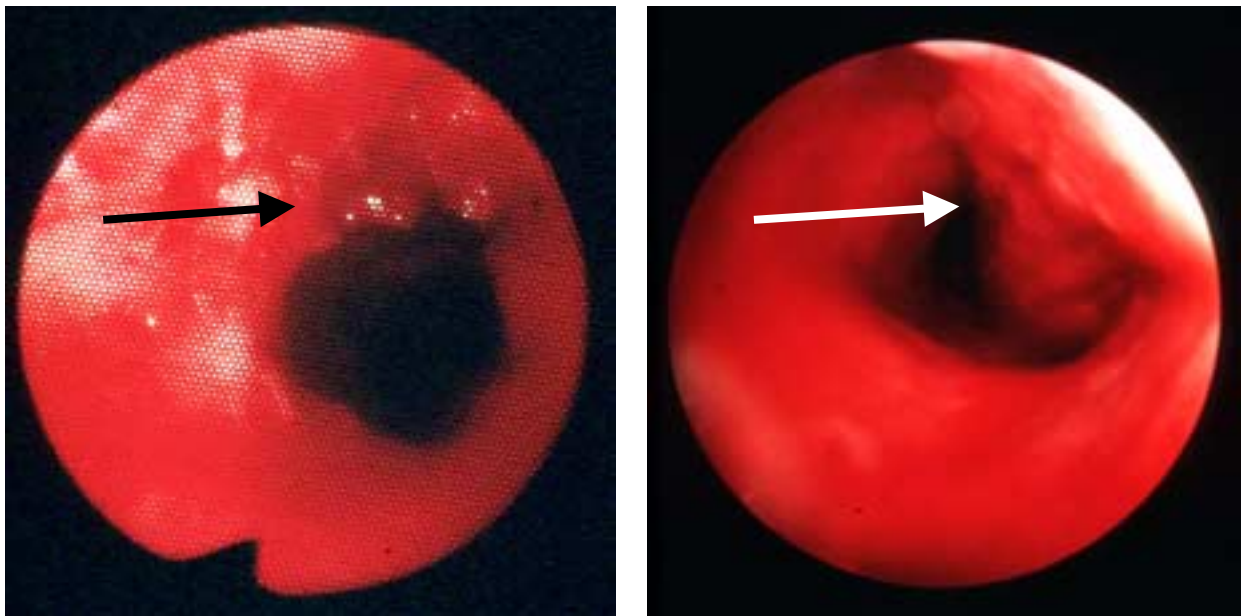


Bild 9 – 10: Granulationen und Tracheomalazie; links erkennt man auf dem endoskopischen Bild mäßige Granulationen in der Trachea (Pfeil), rechts wölbt sich bei Tracheomalazie durch intrathorakalen Druckanstieg die pars membranacea der Trachea in das Lumen (Pfeil); G.H., w, 16 Jahre, Z.A., w, 64 Jahre;

Histologie:

Durch Probenentnahmen mit histologischer Beurteilung sollten der Grad der Neubildung von respiratorischem Epithel, Granulationsentwicklung oder bei lungentransplantierten Patienten der Grad der Abstoßung der Transplantatlungen verifiziert werden.

Stent-Implantation:

Während des Eingriffes wurde der Charakter und das Ausmaß der tracheo-bronchialen Läsion, der Erfolg der Stent-Implantation und eventuelle methodischbedingte Schwierigkeiten oder Komplikationen dokumentiert.

Aktivitätsgrad:

Die subjektive Einschätzung des eignen Aktivitätsgrades der Patienten und dessen Verlauf vor und nach Stent-Applikation wurde durch Befragung der Patienten, der nächsten Angehörigen und betreuenden Ärzte dokumentiert. Die Befragten sollten den Verlauf von Dyspnoe und Aktivitätsgrad im Alltag vor und nach Stent-Applikation und das eventuelle Auftreten eines Fremdkörpergefühls und Hustenreizes durch den Stent beurteilen.

2.2.1. Voruntersuchungen:

Es wurden 26 Patienten retrospektiv ausgewertet, bei denen im Zeitraum zwischen Juni 1991 und Oktober 1997 stenosierende Malazien im Tracheo-Bronchial-System mit Metall-Stents versorgt worden waren. Für die weitere Beobachtung lag ein prospektiv angelegtes Untersuchungsprotokoll vor.

Vor dem Eingriff lag bei 12 Patienten eine Lungenfunktionsprüfung vor, die nicht älter als 12 Tage war. Bei drei der Notfälle mit akuter Dyspnoe konnte keine Lungenfunktionsprüfung durchgeführt werden. In sieben Fällen waren die Messungen wegen des Tracheostomas nicht verwertbar, so daß insgesamt bei zehn Patienten keine aussagekräftige Untersuchung vor dem Eingriff durchgeführt werden konnte. Bei weiteren vier Patienten lag die letzte Untersuchung bereits zwischen einem und acht Monaten zurück (siehe Tabelle 7 im Anhang).

Bei den Voruntersuchungen wurden mit konventionellen Röntgenaufnahmen (26/26), in einigen Fällen ergänzt durch konventionelle Tomographie (1/26), dynamische Durchleuchtungsuntersuchung (4/26), Schnittbilddiagnostik in der Computertomographie (4/26) und Endoskopie (18/26) die Lokalisation und Längenausdehnung der tracheo-bronchialen Lumeneinengung bestimmt (siehe Tabelle 17 im Anhang).

2.2.2. Nachuntersuchungen:

Das Untersuchungsprotokoll sah nach Stent-Implantation neben der klinischen Untersuchung der Patienten radiologische Lagekontrollen und Lungenfunktionsprüfungen am ersten Tag, nach einer Woche, nach sechs Wochen und nach drei Monaten vor. Außerdem sollte zur Kontrolle der stabilen Lage und des Epithelialisierungsgrades nach zwei Wochen und nach drei Monaten eine Kontrollendoskopie mit Probenentnahme durchgeführt werden. Zusätzliche Kontrollen sollten von der klinischen Relevanz abhängig gemacht werden.

In den ersten drei Monaten wurde bei 12 Patienten (incl. vier Lungentransplantierten), in den folgenden drei Monaten bei sechs Patienten (incl. drei Lungentransplantierten) mindestens eine Lungenfunktionsprüfung durchgeführt. Da für eine Verlaufsbeurteilung der einzelnen Parameter mindestens zwei Werte notwendig sind, wurden bei 14 Patienten (incl. vier Lungentransplantierten) die Vitalkapazität, bei 13 (incl. vier Lungentransplantierten) das Residualvolumen und bei 11 (incl. vier Lungentransplantierten) die Ein-Sekunden-Kapazität im Verlauf ausgewertet (siehe Tabelle 18-29 im Anhang).

Nach allen Eingriffen wurden innerhalb der ersten Woche konventionelle Thoraxaufnahmen angefertigt, bei 17 (incl. fünf Lungentransplantierten) mindestens eine weitere in den nächsten drei Wochen. Eine Computertomographie zur weiteren Diagnostik erfolgte innerhalb der ersten Woche in einem Fall, innerhalb des ersten Jahres in zwei weiteren Fällen und innerhalb der folgenden fünf Jahren bei fünf Patienten. Zusätzlich wurden bei den vier im Rahmen der Abschlußuntersuchung durchgeführten Computertomographien im Sommer 1999 zur besseren Anschaulichkeit aus den Datensätzen 3D-Rekonstruktionen und virtuelle Endoskopie-Sequenzen, sogenannte „endo-view“, generiert (siehe Tabelle 17 im Anhang).

Bronchoskopien wurden bei sechs Patienten (incl. zwei Lungentransplantierten) in der ersten Woche nach der Stent-Implantation, bei 14 (incl. drei Lungentransplantierten) in den folgenden drei Wochen und bei 13 (incl. vier Lungentransplantierten) innerhalb der nächsten 11 Monate durchgeführt (siehe Tabelle 16 im Anhang). Bei zwei Patienten war wegen der Progredienz der Tracheomalazie distal der liegenden Stents die sukzessive Implantation von drei Stents (3x Wall-Stent) im zeitlichen Abstand von 2,5 und 6,5 Monaten, bzw. von zwei Stents (2x Wall-Stent) im Abstand von 6 Wochen notwendig:

Bei einer weiteren Patientin (Z.n. Lungentransplantation) war der erste Wall-Stent nach 1,5 Monaten nicht mehr komplett wandanliegend und der danach eingebrachte zweite Wall-Stent dislozierte nach neun Tagen. Beide Stents mußten jeweils entfernt und ersetzt werden.

In einem Fall dislozierte der proximale von zwei Stents (2x Wall-Stent) nach zwei Tagen und wurde entfernt

Bei einem weiteren Patienten wurde wegen der inkompletten Wandadhärenz des proximalen Stents (2x Wall-Stent) nach neun Tagen ein weiterer Stent (Gianturco-Stent) zur Verstärkung der Radial-Expansionskraft überlappend implantiert (siehe Tabelle 11, 32, 33 im Anhang).

Probenentnahmen für die histologische Aufarbeitung wurden bei 13 Patienten durchgeführt (siehe Tabelle 30, 31 im Anhang).

2.3. Technik

Bei den 26 wurden insgesamt 38 Stents eingesetzt.

2.3.1. Stent-Übersicht:

Verwendet wurden 30 Wall-Stents bei 21 Patienten, sechs Palmaz-Stents bei vier Patienten und jeweils ein Ultraflex- und Gianturco-Stent bei zwei Patienten (siehe Tabelle 11-15 im Anhang).

Der Wall-Stent (Fa. Schneider Europe, Zürich, S) (Medivent, Lausanne, S) besteht aus rostfreien Stahl-Monofilamenten, die jeweils eine Dicke von 0,04 inch (0,100 mm) haben. Diese werden zu einem vollelastischen und selbstexpandierenden Drahtnetz gewoben, das sich nach Entfernung der zur Applikation aufgezogenen Schutzhülle mit vordefinierter radialer Wandspannung bis zu einem festgelegten Durchmesser entfaltet. Das Kaliber der Applikationskatheter liegt zwischen 7 und 9 F. Der Wall-Stent wird mit Durchmessern von 6 bis 30 mm und Längen von 25 bis 77 mm geliefert.

Der Gianturco-Stent (Cook Inc. Bloomington, Indiana, USA) (Cook Europe, Bjaerskov, Denmark) (Cook Europe, Mönchengladbach, D) besteht aus Monofilamenten aus rostfreiem Stahl in einer Dicke von 0,0027 - 0,018 inch (0,07 - 0,460 mm).

Diese sind zu einer Zick-Zack-Form gebogen, wobei die Modelle zwischen 5 – 10 Biegungen aufweisen. Die beiden Enden sind so miteinander verbunden, daß sich ein Zylinder bildet. Zusammengefaltet paßt er in ein 12 F-Applikationssystem. Nach Freisetzung aus diesem System, entfaltet er sich aufgrund seiner Wandspannung. Das für die Trachea entwickelte Modell von Gianturco ist 25 mm, das für die Bronchien 20 mm lang. Längere Modelle werden hergestellt durch Verbindung einzelner Stents über Metallbrücken. Der Durchmesser kann maximal 30 bzw., 40 mm betragen.

Der selbstexpandierende Ultraflex-Microvasive-Stent (Boston Scientific Cop.Europe, France,) ist ein zylindrisches, aus miteinander verwobenen Schlaufen bestehendes Drahtgeflecht, das aus einem einzigen Nitinoldraht hergestellt wird. Der Durchmesser des Stents ist abhängig von der Anzahl der Schlaufen. Der gestreckte und komprimierte Stent wird auf einem Angioplastie-Katheter geliefert, auf dem er durch einen gewebten Nylonschlauch fixiert wird, der sich durch Zug an einem Ende auflöst. Verschiedene Modelle ermöglichen eine Freisetzung beginnend entweder mit dem distalen, bzw. mit dem proximalen Ende. Die vier röntgendichten Markierungen zeigen die Stent-Enden in komprimiertem und die zu erwartende Position in maximal entfaltetem Zustand.

Der Palmaz- Stent (Fa. Johnson&Johnson, Interventional Systems, Hamburg, D) ist auf einen Angioplastie-Ballon-Katheter gefaltet und wird über ein 7 – 9 F-Applikationssystem in der Läsion plaziert. Nach Zurückziehen des Sets, wird der Stent durch Expansion des Ballonkatheters entfaltet. Limitierend bei der Implantation ist der Durchmesser des Ballons. Der Palmaz-Stent wird aus einer Röhre aus rostfreiem Stahl lasertechnologisch herausgeschnitten. Die Filament-Dicke beträgt 0,015 inch (0,383 mm) und die Stent-Länge liegt zwischen 10 und 39 mm, der Durchmesser zwischen 7 und 25 mm.

Bei unserem Patientenkollektiv wurden die Palmaz-Stents ausschließlich im Bronchusbereich verwendet, die Gianturco- und Ultraflex-Microvasive- Stents in der Trachea zum Einsatz kamen. Die von uns hauptsächlich verwendeten Wall-Stents kamen sowohl tracheal, als auch bronchial zum Einsatz.

2.3.2. Stent-Implantation:

Es wurden insgesamt 34 Eingriffe durchgeführt (siehe Tabelle 11 im Anhang).

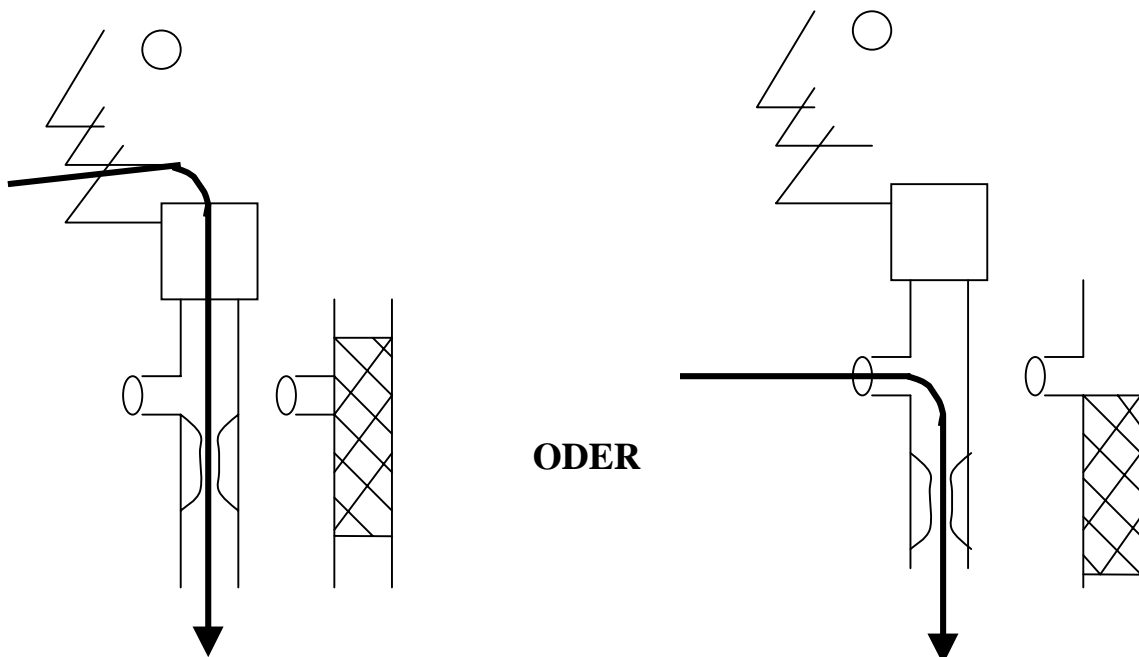
Die kombiniert fluoroskopisch – endoskopische Intervention erfolgt in Vollnarkose (Intubationsnarkose mit JET-Ventilation).

Bei der JET-Ventilation erfolgt die Zufuhr des Sauerstoff-/Luft-Gemisches mit hochfrequenten, (ca. 250 pro Minute) niedrig-volumigen Stößen, so daß es zu keiner wesentlichen Bewegung in den gesamten Atemwege bei fehlender Atemexkursion des Thorax kommt. Durch den Venturi-Effekt kommt es zu einer Gasverwirbelung bis in die Alveolen und somit zu einer ausreichenden Ventilation. Die großen Atemwege müssen bei diesem System nicht durch einen Tubus abgedichtet werden. Bei der transoralen Beatmung reicht eine Platzierung im Hypopharynx aus. Vor allem bei den tracheotomierten Patienten bietet die JET-Ventilation den Vorteil, daß je nach Lage der einengenden Läsion der interventionelle Zugang transoral oder transstomal gewählt werden kann.

Beginnt die Läsion unmittelbar unter dem Tracheostoma ist der transorale Zugang für die Stent-Applikation günstiger. Bei diesem Eingriff wird die Tracheostoma-Öffnung durch den Stent mitverschlossen.

Liegt die Läsion mindestens ein bis zwei cm distal des Tracheostomas kann der Eingriff auch über die Tracheostoma-Öffnung erfolgen. Der Stent liegt auch bei ausreichend „überstenteter“ Läsion komplett unterhalb des Tracheostomas.

Skizze 1: peroraler oder transstomaler Zugang;



Links ist der perorale Zugang bei bestehender Läsion knapp unterhalb des Tracheostomas skizziert. Dabei wird die Stomaöffnung mit dem Stent verschlossen. Rechts erfolgt der Eingriff transstomal, da die Läsion ausreichend weit unterhalb der Stomaöffnung liegt, ohne daß der Stent diese nicht mitverschließt.

Der Patient wurde in Rückenlage und mit nach hinten überstrecktem Kopf auf dem Röntgentisch eines Durchleuchtungsgerätes (Multiskop/Polytron, Siemens, Erlangen) gelagert. Über ein starres Bronchoskop (Olympus, Japan) konnten die Arbeitsinstrumente eingeführt werden.

Zu Beginn der Intervention wurden die Grenzen der Läsion nach endoskopischer und fluoroskopischer Kontrolle außen am Patienten röntgendicht markiert.

Nach Rückzug des Bronchoskop in die proximale Trachea erfolgte vor der endgültigen Stent-Implantation eine probatorische Ballondilatation der Läsion unter Durchleuchtung, zur Unterscheidung und Dokumentation eines eventuell vorliegenden elastischen Stenosecharakters.

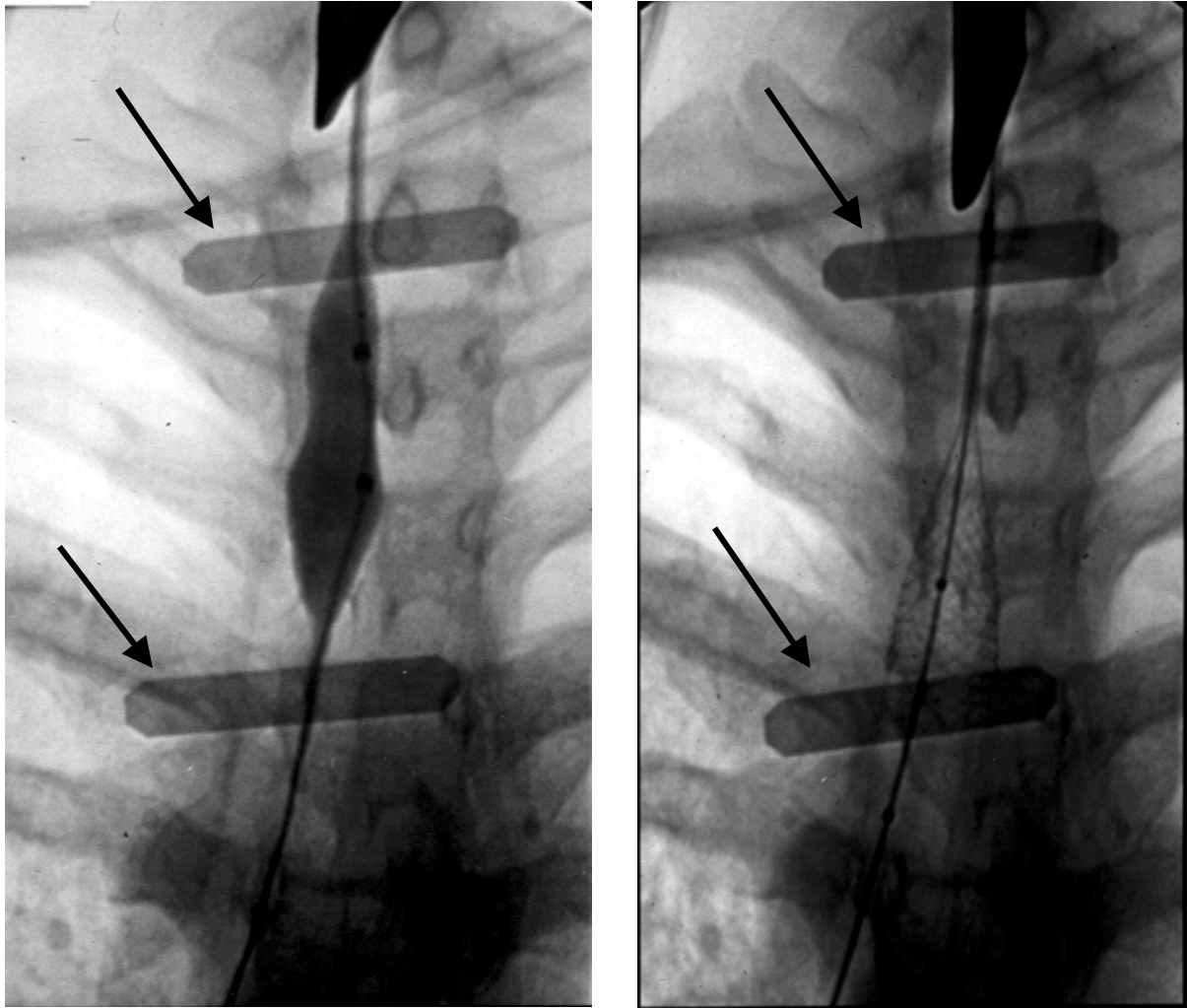


Bild 11 – 12: Ballondilatation und Freisetzung des Metallmaschen-Stents in der Trachea; links erkennt man die Taillierung des mit Kontrastmittel gefüllten Ballons bei der Dilatation der Trachealstenose; die röntgendichten Markierungen (Pfeil) kennzeichnen das proximale und distale Ende der Läsion; rechts wird der Metallmaschen-Stent von distal her freigesetzt; in diesem Stadium kann er korrigiert oder in das Applikationssystem zurückgeholt werden; am Bildoberrand das distale Ende des Bronchoskops; G.H., w, 16 Jahre;

Die Dilatation erfolgte nach folgenden Gesichtspunkten:

- narbige Stenosen wurden sukzessive mit Ballonkatheter mit zunehmenden Durchmessern (in der Regel: 15 und 12 mm) vordilatiert.
- bei Malazien wurde die Dilatation ohne Druckanwendung sofort mit dem geschätzten Maximalkaliber durchgeführt, da sie ausschließlich zur Dokumentation und zur Kaliberbestimmung für die Stent-Auswahl diente.

Zuerst wurde durch das Bronchoskop ein semi-rigider Führungsdraht über die tracheo-bronchiale Einengung hinweg plaziert. Anschließend wurden die Applikationskatheter mit den darauf befestigten Stents unter Durchleuchtungskontrolle über den liegenden Führungsdraht vorgeschoben, wobei dieser als Leitschiene diente. Dieses Verfahren wird in Anlehnung an Angiographie als „Seldinger-Technik“ -over the wire bezeichnet.

An den Enden des Stents weisen die Applikationskatheter punktförmige, röntgendichte Markierungen auf, die unter Durchleuchtungskontrolle auf Höhe der vorher am Patienten angebrachten Markierungen positioniert wurden. Die Läsionen werden mit den Stents vollständig überbrückt.

Bei vier Patienten (1x nach Lungentransplantation) wurde wegen der Länge der Läsion während des Eingriffs ein zweiter Stent überlappend zum ersten plaziert (2x 2 Palmaz- und 2x 2 Wall-Stents).

Die Freisetzung der selbstexpandierenden Stents aus ihrer Schutzhülle oder die Dilatation der ballonexpandierbaren Modelle erfolgte unter permanenter Durchleuchtungskontrolle.

17 von 32 selbst-expandierenden Stents wurden aufgrund inkompletter Entfaltung und fehlender Wandadhärenz nach Freisetzung mit einem Angioplastie-Katheter zusätzlich nachdilatiert.

Nach Plazierung des Stents wurde bronchoskopisch die exakte Position und das vollständige Anliegen des Stents in der Läsion kontrolliert. Dabei wurde auch das dynamische Verhalten des Stents beurteilt.

Schließlich erfolgt in 17 Fällen die Extubation auf dem Röntgentisch, in 17 Fällen zeitversetzt auf der anästhesiologischen Aufwachstation.

Im Rahmen der Extubation wurde unter Durchleuchtung eine mögliche Stent-Dislokation durch einen Hustenstoß kontrolliert. Die endgültige Lage und Form des Stents wurde abschließend radiologisch dokumentiert.

Die gesamte Eingriffsdauer von der Intubation des Patienten bis zur Narkoseausleitung betrug ca. eine Stunde.

Bei 15 Patienten mit Tracheostoma erfolgte ein Verschuß nur in einem Fall unmittelbar nach der Stent-Implantation. Bei den restlichen Patienten geschah dies zeitlich verzögert.

2.4. Auswertung der Ergebnisse:

Radiologie:

Beurteilt wurden direkte oder indirekte Zeichen einer tracheo-bronchialen Einengung und Stent-Lokalisation und -Geometrie.

Bei der abschließenden Untersuchung wurde ein Computertomographie-„volume-scan“ durchgeführt und anhand des 3 D - Datensatzes eine virtuelle Endoskopie-Sequenz und multiplanare Rekonstruktionen erstellt. Mit Hilfe dieser Untersuchungstechnik sollte die Geometrie und Wandadhärenz des Stents und eventuelle intraluminale Gewebeneubildungen beurteilt werden.

Lungenfunktion:

Folgende drei Parameter wurden im Verlauf beurteilt:

(a) Vitalkapazität, (b) Residualvolumen, (c) expiratorische Ein-Sekunden-Kapazität;

Zur besseren Vergleichbarkeit der Patienten untereinander und zur Verlaufbeurteilung wurden alle Absolutwerte in Prozentwerte umgerechnet. Diese entsprechen dem Anteil am errechneten Sollwert unter Berücksichtigung des Alters des Patienten. Verglichen wurden die zeitlich ersten vorhandenen Werte (im Idealfall vor Stent-Implantation) und die zeitlich zuletzt erfaßten Werte. Dabei wurde berücksichtigt, um wieviel Prozentpunkte sich diese verändert hatten (siehe Tabelle 27-29 im Anhang).

Endoskopie:

Beurteilt wurde die Lokalisation, das Ausmaß und Charakter der Läsion. Bei der Stent-Implantation wurde als erfolgreiches Ergebnis gewertet, wenn bei der unmittelbaren endoskopischen und radiologischen Kontrolle die Stent-Lage wie vorgesehen die Läsion ausreichend überbrückte und der Stent vollständig entfaltet und wandadhärent war. Nach Stent-Implantation sollte die Stabilität des Stents, die Epithelialisierung der Filamente, die Granulationsbildung oder der Progress der Malazie beurteilt werden. Ausgewertet wurde ebenfalls die Notwendigkeit und Art interventioneller Maßnahmen.

Aktivitätsgrad:

Neben der subjektiven Einschätzung durch die Patienten wurde die objektive Beurteilung des Aktivitätsgrades und der Dyspnoe der Patienten im Verlauf anhand des Karnofsky-Index, der Hugh-Jones-Klassifikation und des „WHO-activity-index“ dargestellt. Die Einstufung der Patienten in diese Klassifikationen erfolgte nachträglich in allen Fällen anhand der Krankenakten und der Aussagen der betreuenden Ärzte (siehe Tabelle 36-41 im Anhang).

Die Ergebnisse der selektiv durchgeführten radiologischen, endoskopischen und pulmonologischen Untersuchungen wurden durch die interdisziplinäre Arbeitsgruppe prospektiv erfaßt.

Die retrospektive Auswertung der Ergebnisse erfolgte katamnestisch. Im Sommer 1998 wurden Krankenakten ausgewertet und es erfolgte eine Befragung der lebenden Patienten, deren nächsten Angehörigen und der betreuenden Ärzte anhand eines Fragebogens.

Bei der Erhebung aktueller Befunde wurden neun der lebenden Patienten in den Ambulanzen klinisch, radiologisch und pulmonologisch untersucht. In drei dieser Fälle wurde eine Bronchoskopie durchgeführt. Bei vier Patienten führten diese Untersuchungen die betreuenden (Haus-) Ärzte durch, wobei einer der Patient bronchoskopiert wurde.

Im Zeitraum zwischen Mai und August 1999 wurden alle lebenden 13 Patienten abschließend anamnestiziert.

3. Ergebnisse

3.1. Initiale Ergebnisse der Stent-Implantation:

Acht Patienten, darunter die fünf lungentransplantierten Patienten, wurden bei 10 Eingriffen auf Bronchusebene mit 12 Stents versorgt (siehe Tabelle 5 im Anhang). Bei den restlichen 18 Patient mit trachealen Läsionen erfolgten 24 Eingriffe, bei denen 26 Stents implantiert wurden (siehe Tabelle 6 im Anhang).

In 33 von 34 Fällen (94%) waren die Stents wie vorgesehen plaziert, so daß es zu einer vollständigen „Überstentung“ der Läsionen kam. Alle Stents entfalteten sich primär oder nach der anschließenden Nachdilatation vollständig. Danach lagen 32 von 34 Stents der Wand vollständig an (siehe Tabelle 32, 33 im Anhang).

Die abschließende endoskopische und radiologische Kontrolle zeigte bei allen eine stabile Lage. Vor allem bei den Patienten, die auf dem Durchleuchtungstisch extubiert wurden, blieben die Stents beim Schlucken und Husten stabil.

Auch konnte in allen bis auf einen Fall eine unmittelbare klinische Besserung mit Reduktion des Atemwiderstandes bzw. der Dyspnoe beobachtet werden.

3.1.1. Methodisch bedingte Schwierigkeiten:

In drei Fällen kam es im Rahmen der Applikation zur Dislokation der eingebrachten Stents. Bei der Freisetzung in der infracervicalen Trachea dislozierte ein Wall-Stents nach distal Er konnte mit einen Ballonkatheter problemlos korrigiert werden. Nach Dislokation eines Palmaz-Stents im Hauptbronchus und eines Wall-Stents knapp infralaryngeal wurden diese nach frustanen Korrekturversuchen entfernt und sofort oder in einer späteren Sitzung erfolgreich durch einen neuen Stent ersetzt.

Ein Wall-Stent entfaltete und verkürzte sich nach Freisetzung nicht regelrecht und wurde in selber Sitzung ersetzt.

In einem Fall mußte die Patientin nach erfolgreicher Stent-Implantation aufgrund einer weiteren symptomatischen Stenose proximal des Tracheostomas erneut intubiert werden.

In einem weiteren Fall verkürzte sich der zweite eingebrachte Wall-Stent bei der Entfaltung zu stark, so daß es nicht zu der erwünschten Überlappung kam. Dies hatte aber keine klinische Relevanz.

Bei der Applikation eines Wall-Stents im Hauptbronchus lag dieser primär mit dem distalen Ende über einem Lappenostium. Nach Korrekturversuch mittels Biopsiezange zeigte sich in der abschließenden endoskopischen Kontrolle, daß die Stenose nicht mehr vollständig „überstentet“ war.

3.1.2. Komplikationen:

In zwei Fällen lagen die vollständig entfalteten selbst-expandierenden Wall- Stents nur inkomplett an, so daß auch durch Ballondilatation und in einem Fall durch die spätere Implantation eines überdimensionierten Gianturco-Stents mit stärkerer radialer Expansionskraft nicht behoben werden konnte.

Zu interventionell nicht beherrschbaren Notfällen kam es nicht.

3.2. Nachuntersuchungen:

Nachfolgenden wird die Gruppe der lungentransplantierten Patienten getrennt von den restlichen Patienten dargestellt.

In Anbetracht der Inhomogenität des Patientenkollektives und deren Verläufe, erfolgt eine kasuistische Darstellung.

3.2.1. Endoskopische und radiologische Kontrollen:

Gruppe der nicht-lungentransplantierte Patienten:

Bei sechs Patienten (G.H., 16 Jahre, L.B., 74 Jahre, M.H., 53 Jahre, S.K., 62 Jahre, S.P., 51 Jahre, V.F., 56 Jahre) wurden innerhalb des ersten Jahres nach Stent-Implantation Bronchoskopien durchgeführt. In fünf Fällen zeigten sich leichte Granulationen, die in drei Fällen einmalig abgetragen wurden. In zwei Fällen war dies nicht notwendig. Bei einem dieser Patienten fand sich eine leichte Stent-Deformierung, die dilatiert wurde.

Vor der Endoskopie bestand bei 6/6 Patienten eine Dyspnoe-Symptomatik. Nach den Interventionen hatte keiner der sechs Patienten eine wesentliche Dyspnoe. Die durchgeführten konventionellen Röntgenaufnahmen zeigten keine Hinweise für Belüftungsstörungen, pneumonische Infiltrate oder Stent-Dislokationen.

Bei zwei Patienten (G.H., 16 Jahre, M.H., 53 Jahre) wurden abschließend ein Computertomographie-„volume-scan“ durchgeführt mit Erstellung einer virtuellen Endoskopie und multiplanarer Rekonstruktionen. Bei M.H. war der Stent vollentfaltet und lag der Trachealwand vollständig an. Intraluminal fanden sich keine Gewebeneubildung. Ca. 2 cm distal des unteren Stent-Endes läßt sich eine leichte Achsenabweichung der Trachea ohne wesentliche Lumeneinengung erkennen.

Bei G.H. zeigten die virtuelle Endoskopie und die multiplanaren Rekonstruktionsbilder im mittleren Drittel des Stents eine Querstrebe des Wall-Stents, die sich dorsal auf ca. 45 Grad der Zirkumferenz minimal in das Lumen vorwölbte. Ansonsten vollständig entfalteter und komplett wandadhärenter Stent ohne Nachweis von Gewebeneubildungen. Die Patientin war klinisch unauffällig.

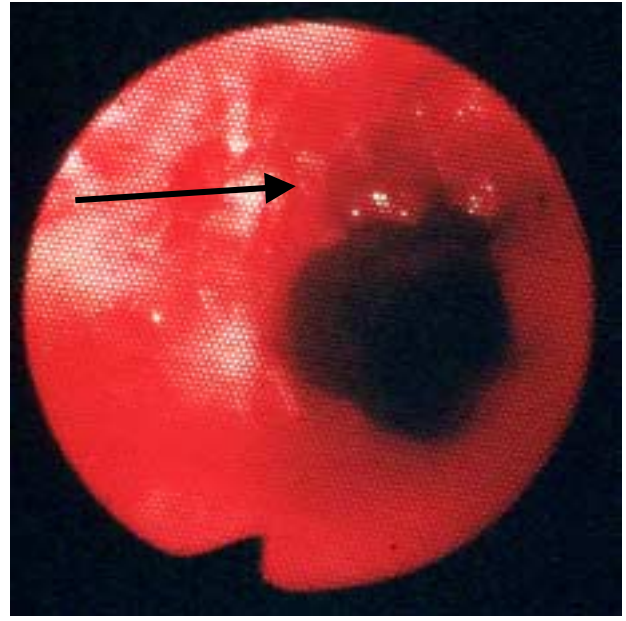
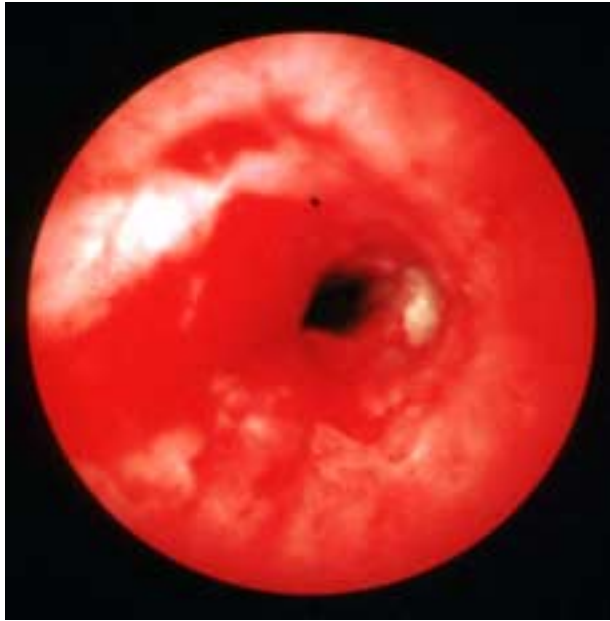


Bild 13 - 15: Endoskopischer Befund vor, sechs Monate und 14 Monate nach Stent-Applikation; bei der Pat. G.H., w, 16 Jahre, bestand eine ausgeprägte Tracheomalazie mit Einengung des Tracheallumens nach Langzeitintubation und Tracheaquerresektion (oben links); sechs Monate nach erfolgreicher Stent-Applikation mäßige Granulationen am proximalen Stent-Ende, die mit Laser abgetragen wurden (oben rechts); der Stent ist zu diesem Zeitpunkt komplett epithelialisiert; Kontrolle 14 Monate nach Stent-Applikation mit unauffälligem Ergebnis (unten);

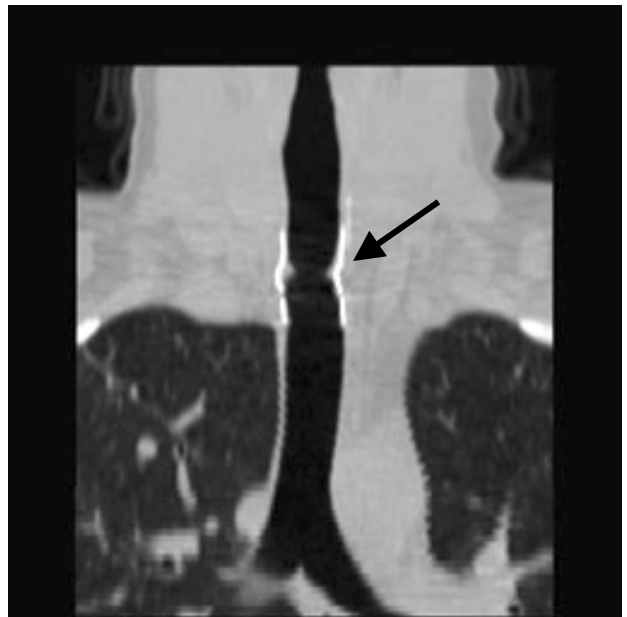
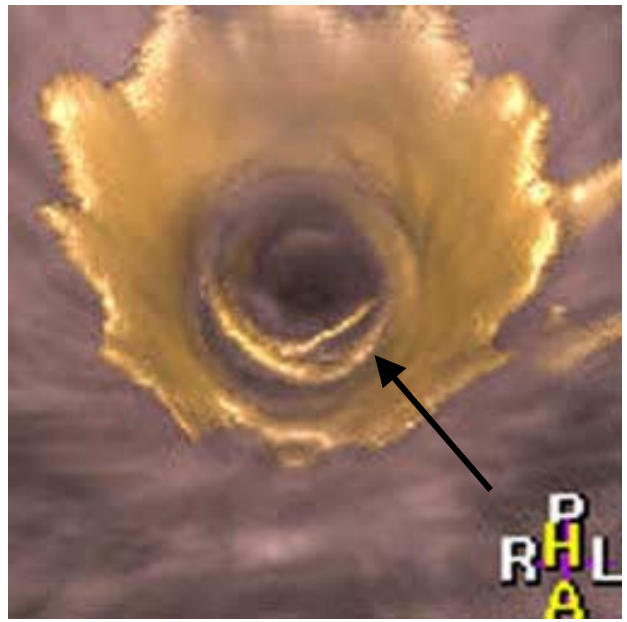
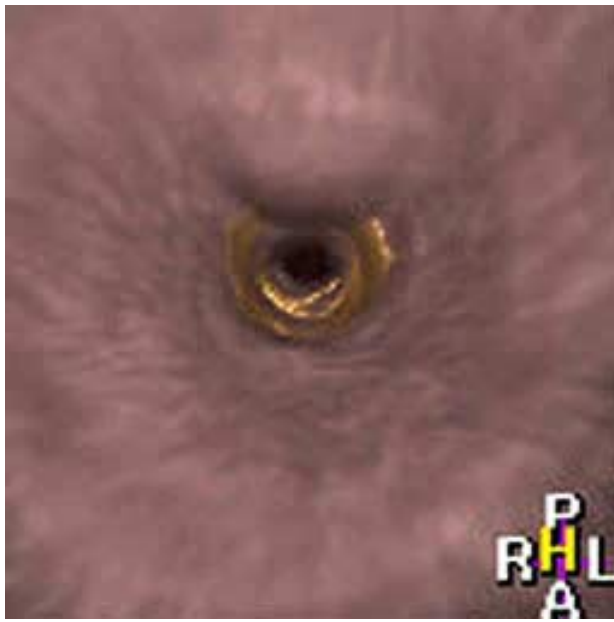


Bild 16-19: „endo-view“- und coronares MPR-Bilder 5,5 Jahre nach Stent-Applikation;

„endo-view“-Bilder: Betrachterposition oben links knapp infralaryngeal mit Blick auf die proximale Trachea, oben rechts am oberen Stent-Rand und unten links am unteren Stent-Rand mit Blick auf die distale Trachea; unten rechts coronare Rekonstruktionsbilder mit Schichtung durch die Trachea; bei der Pat. G.H., w, 16 Jahre, erkennt man bei der elektiven Computertomographie-Untersuchung 5,5 Jahre nach Stent-Applikation sowohl im Stent-Bereich, als auch im cranialen und caudalen Trachealabschnitt ein normal weites Lumen; minimale Vorwölbung einer Stent-Strebe dorsal im mittleren Drittel (Pfeile) ohne klinische Relevanz; kein Nachweis von Gewebeneubildung;

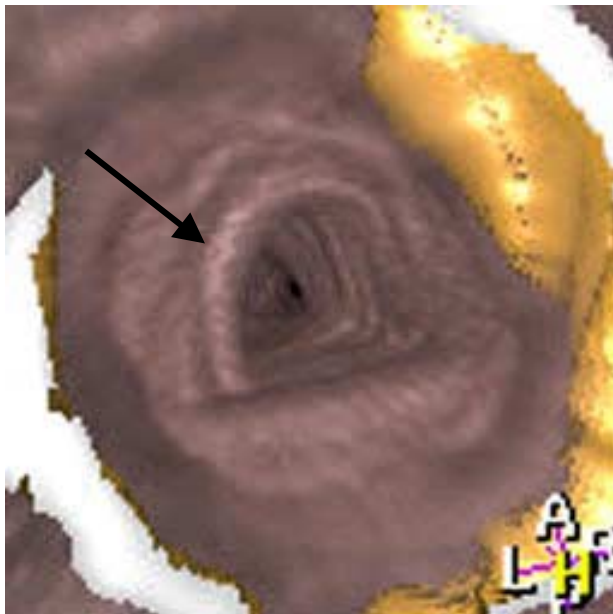
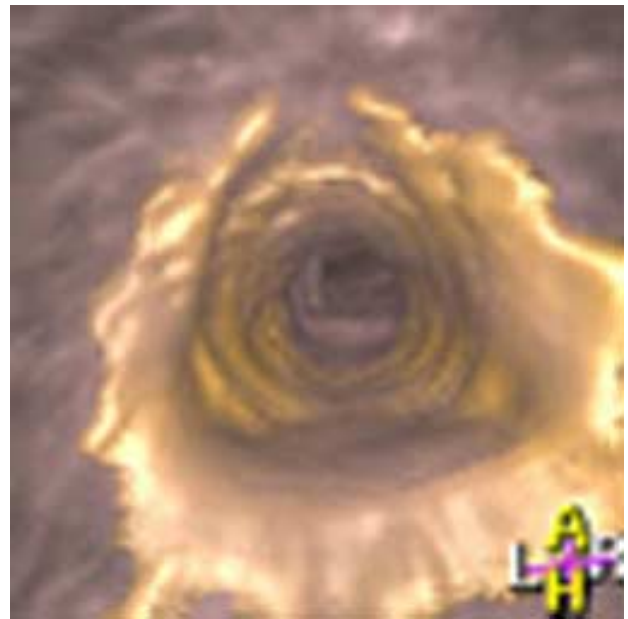
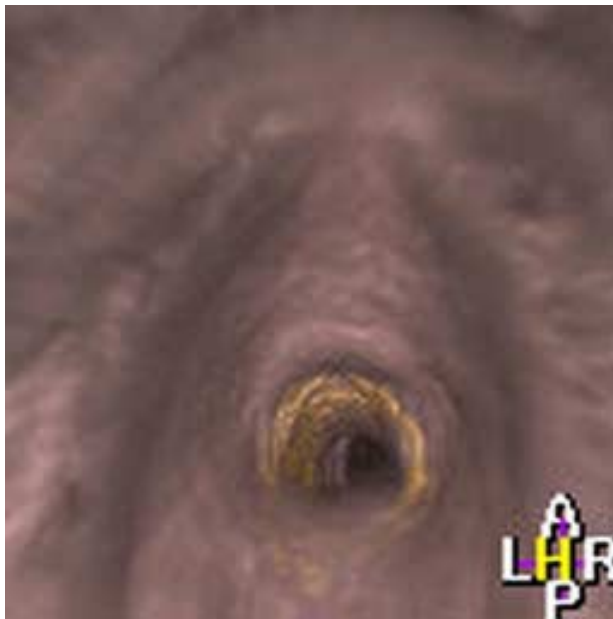


Bild 20 –23: „endo-view“- und coronare MPR-Bilder;

„endoview-Bilder“: Betrachterposition oben links in Höhe der Stimmlippen mit Blick auf die proximale Trachea, oben rechts am oberen Stent-Rand und unten links am unteren Stent-Rand mit Blick auf die distale Trachea; coronar rekonstruierte Bildschichten durch die Trachea; bei M.H., m, 53 Jahre, zeigt die elektive Computertomographie-Untersuchung 3,5 Jahre nach Stent-Applikation einen regelrechten Stent-Sitz mit kompletter Entfaltung ohne Nachweis von Gewebeneubildung; knapp distal des Stents findet sich eine leichte Achsenabweichung (Pfeil) der Trachea ohne wesentliche Lumeneinengung und ohne klinische Relevanz;

Eine Patientin (B.K., 81) wurde 21 Monate nach Stent-Implantation wegen Dyspnoe-Zunahme bei bestehender Recurrensparese bronchoskopiert. Es zeigte sich eine regelrechte Stent-Lage und -entfaltung und unauffällige Schleimhautverhältnisse.

Bei vier weitere Patienten (G.H., 58, K.H., 71, K.D., 57, K.R., 73) traten keine wesentlichen Ateminsuffizienzen nach Stent-Implantation auf, so daß keine endoskopischen Kontrollen nach Stent-Implantationen durchgeführt wurden. Auch die konventionellen radiologischen Kontrollen waren unauffällig.

Bei einem Patienten (B.G., 68 Jahre) hatten sich nach einer Durchschußverletzung und mehreren operativen Eingriffen im laryngo-trachealen Übergang sowohl eine narbige Stenose im Larynxbereich entwickelt, als auch eine langstreckige Malazie distal des Tracheostomas. Vor der Intervention erkrankte der multimorbide Patient rezidivierend an Atemwegsinfekten. 11 Monaten nach Stent-Implantation traten rezidivierend therapieresistente Granulationen am distalen Stent-Ende auf, die in den folgenden vier Jahren mehrmals abgetragen werden mußten. Eine endoluminale Bestrahlung reduzierte die Granulationsbildung deutlich. Die regelrechte Lage des vollentfalteten Stents wurde in Computertomographie-Untersuchungen (2. und 5. Jahr) dokumentiert. 6,5 Jahre nach der ersten Stent-Applikation wurde wegen distalem Fortschreiten der Wandinstabilität die Implantation eines weiteren Stents (Wall-Stent) erforderlich.

In einem Fall (K.E., 65 Jahre) trat nach über vier Jahren mit beschwerdefreiem Verlauf erneute Atemnot auf. Endoskopisch fanden sich zystische Granulationen proximal des Stents im Bereich des ehemaligen Tracheostomas, die in den folgenden sechs Monaten mehrmals abgetragen wurden. Der Stent stellte sich regelrecht entfaltet und epithelialisiert dar. Die angefertigten konventionellen Thorax-Aufnahmen zeigten keine Auffälligkeiten.

P.G., 54 Jahre mußte unmittelbar nach Stent-Implantation wegen einer proximal des Tracheostomas gelegenen signifikanten Stenose erneut intubiert werden. Wegen therapieresistenter Granulationen am distalen Stent-Ende bei bestehender Tracheitis wurde auf einen längeren Tubus gewechselt. Dies führte einer Beschwerdefreiheit. Die Patientin verstarb nach 26 Monaten an einer akuten respiratorischen Insuffizienz infolge eines Trachealkollapses distal des Tubus.

Der Patient S.F., 66 Jahre, mußte aufgrund einer fehlenden Wandadhärenz des Stents nach drei Wochen einmalig nachdilatiert werden. Nach sieben Wochen wurde wegen Fortschreitens der malazischen Wandveränderung nach distal ein weiterer Stent implantiert. Anschließend war der Patient in bezug auf die Dyspnoe beschwerdefrei. Beide Stents waren regelrecht entfaltet, bis der Patient sieben Monate später an einem cerebralen Infarkt verstarb.

Zusätzlich zu einer instabilen Trachealwand fand sich bei der Patientin D.M., 81 Jahre, eine beidseitige Recurrensparese als Ursache für die Dyspnoe. Wegen der Größe der malazischen Wandveränderung mußte einige Tage nach dem ersten Stent ein weiterer implantiert werden. Bei den Kontrollbronchoskopien in den nächsten zwei Jahren fanden sich leichte, nicht stenosierende Granulationen. Die vollständig epithelialisierten Stents waren regelrecht entfaltet, was auch in einer Computertomographie-Untersuchung dokumentiert wurde.

Chronisches Asthma bronchiale und produktive Bronchitis waren bei K.L., 60 Jahre, neben der Tracheomalazie weitere Ursachen für die bestehende Dyspnoe. Computertomographie-Untersuchungen zeigten den konstanten Befund einer relativen Enge (11 mm) im cranialen Stent-Anteil. Endoskopische Kontrollen waren bei relativer Beschwerdefreiheit des Patienten jedoch nicht indiziert.

Die Patientin Z.A., 64 Jahre, hatte infolge einer wiederholten Strumaresektion eine beidseitige Recurrensparese. Bei der Implantation eines weiteren Stents wegen proximalen Fortschreitens der malazischen Wandveränderung dislozierte eine Stent bei der Applikation und konnte wegen dem schlechten Allgemeinzustand der Patientin erst nach zwei Monaten ersetzt werden. Bei den Kontrollen zeigten sich Granulationen zwischen den Stents, die mit Laser

abgetragen wurden. Wegen Ausdehnung der Wandinstabilität nach caudal mit Knickbildung wurde nach neun Monaten erst ein weiterer Stent implantiert. Wegen der Knickbildung und einer Therapieresistenz der Granulationsbildung wurde anschließend eine operative Laterofixation und Ummantelung mit allogener Fascie durchgeführt. Die Patientin verstarb 18 Monate nach Implantation des ersten Stents letztlich an einer unklaren Todesursache.

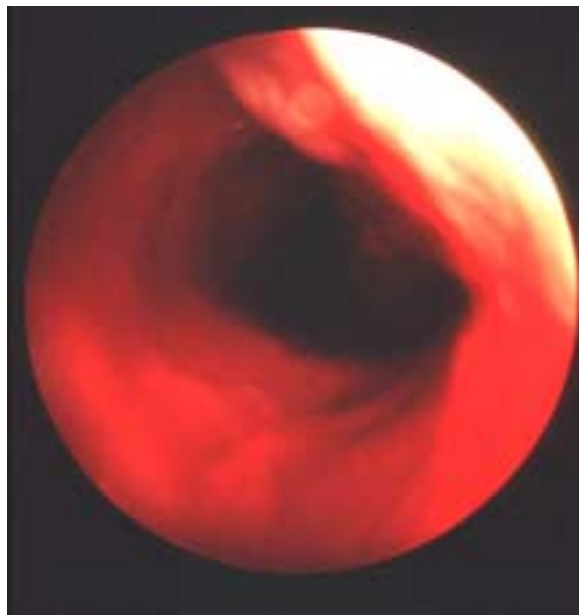
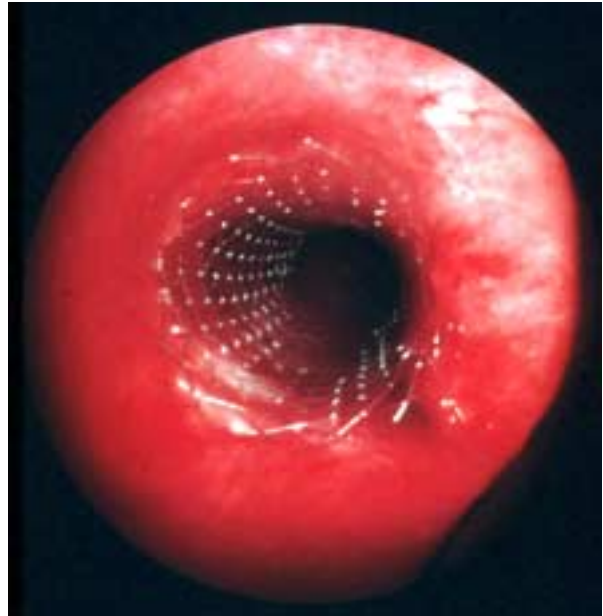


Bild 24 – 26: Endoskopischer Befund vor, acht Tage nach und ein Jahr nach Stent-Applikation; bei Pat. Z.A., w, 64 Jahre, bestand eine ausgedehnte Instabilität der Trachea mit Betonung der Hinterwand (oben links); durch die Stent-Applikation konnte diese suffizient therapiert werden (oben rechts); die Maschen des Metall-Stents waren nach einem Jahr komplett epithelialisiert (unten); aufgrund der Progredienz der Malazie nach distal war im zeitlichen Verlauf die Implantation weiterer Stents und eine operative Stabilisierung der Trachea notwendig;

In den folgenden drei Fällen wurde durch die Stent-Implantation keine wesentliche Verbesserung der Dyspnoe erzielt.

Bei der Patientin (A.F., 39 Jahre) mit bekanntem Marfan-Syndrom verursachte das bestehende Aortenaneurysma eine extraluminale Stenosierung des distalen Stents mit rezidivierender Schleimretention. Die konventionellen Thorax-Aufnahmen zeigten Zeichen einer chronischen Pneumonie in den nachgeschalteten Lungenabschnitten. Die Patientin verstarb 20 Monate nach Stent-Implantation an einer Ruptur des Aortenaneurysmas.

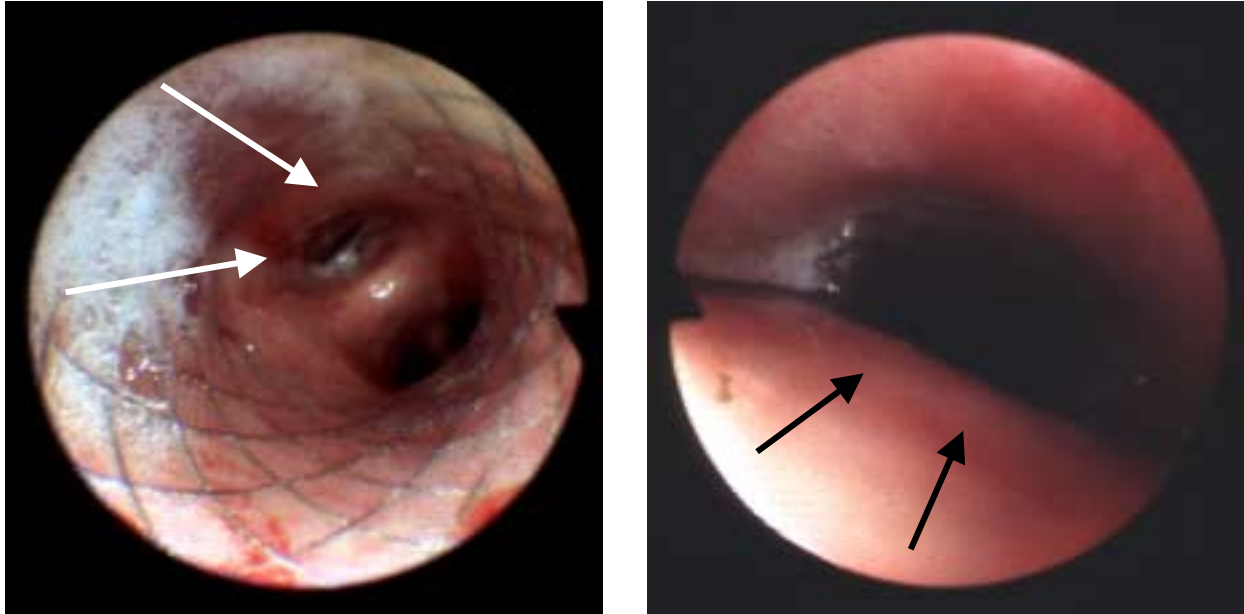


Bild 27 und 28: Stammbronchus- und Lappenbronchusstenose bei Aortenaneurysma bei Morbus Marfan; bei A.F., w, 39 Jahre, links Metallmaschen-Stent im Stammbronchus; distal erkennt man auch eine Stenosierung des Lappenbronchus durch das Aortenaneurysma (Pfeile); bei einer Kontrolle nach 10 Tagen (rechts) zeigt sich, daß die beiden eingebrachten Metallmaschen-Stents das Lumen nicht suffizient gegen die extraluminale Einengung durch das Aortenaneurysma offenhalten (Pfeile);

Bei Patient S.G., 82 Jahre, persistierte auch nach Stent-Implantation die Dyspnoe, da der Stent im proximalen Anteil nicht vollständig wandadhärent war, was auch durch Nachdilatation und Implantation eines weiteren Stents nicht verbessert werden konnte. Histologisch fanden sich bis in die Bronchialperipherie Zeichen einer deformierenden chron. Bronchitis. Er verstarb 18 Monate nach Stent-Implantation an einem neu aufgetretenem Bronchial-Carcinom.

Bei W.J., 71 Jahre, dislozierte der proximale der beiden implantierten Stents nach zwei Tagen und mußte entfernt werden. Nach 12 Monaten entwickelten sich ausgeprägte Granulationen an den Stent-Enden, die sich als therapieresistent gegenüber Zangen- und Laserabtragung, Dilatation, temporärer Silikon-Stent-Implantation und endoluminaler Bestrahlung erwiesen. Der Patient verstarb 49 Monate nach Stent-Implantation an einem Herz-Kreislauf-Versagen (siehe Tabelle 3, 32 im Anhang).

Gruppe der lungentransplantierte Patienten:

In einem Fall (B.B., 48 Jahre) bestand neben der Anastomosenstenose eine Membranstenose am benachbarten Bronchus intermedius, die aufgrund ihres geringen Ausmaßes nicht mit einem Stent versorgt worden war. Diese Stenose erwies sich jedoch als symptomatisch und mußte im Laufe des ersten Jahres mehrere Male dilatiert werden. Die konventionellen Thoraxaufnahmen zeigten Belüftungsstörungen im Mittellappen, die sich jeweils nach den Dilatationen auch radiologisch besserten. Der vollentfaltete Stent zeigte eine stabile und areaktive Lage bei guter Funktion.

Bei T.G., 54 Jahre, zeigten die konventionellen Thorax-Aufnahmen keine Belüftungsstörungen. In der wegen der bekannten rechtsseitigen Lungenfibrose mit bullösen Veränderungen durchgeführte Computertomographie stellte sich der Stent vollständig entfaltet dar ohne weitere Stenosierung des restlichen Lumens. Infolge einer Notlaparotomie 1,5 Jahre nach Stent-Implantation wurde wegen prolongierter Beatmung eine Tracheotomie durchgeführt, an der sich in der Folgezeit leichte Granulationen bildeten. Es erfolgte eine Abtragung und Nachdilatation im Bereich des Stents. Eine Kontrollendoskopie zeigte einen voll epithelialisierten, vollentfalteten Stent mit leichten, nicht-therapiebedürftigen Granulationen.

Bei der Patientin M.M., 33 Jahre, zeigte eine elektive bronchoskopische Kontrolle eine unveränderte Lage des primär nach cranial überkorrigierten Stents, der somit im distalen Anteil nicht mehr vollständig in der bronchialen Läsion lag. Nach fünf Monaten war eine Nachdilatation des Stents notwendig, da dieser leicht nach proximal disloziert und nicht mehr vollständig wandadhärent war, was funktionell stenosierend wirkte. Nach zwei Jahren zeigte sich das proximale Ende des Stents erneut nicht vollständig wandanliegend und wurde zufriedenstellend nachdilatiert. In beiden Fällen fanden sich Zeichen einer Minderbelüftung auf den konventionellen Thorax-Aufnahmen. Nach dem 15. Monat traten an den Stent-Enden rezidivierend leichte Granulationen auf, die jährlich eine Laserabtragung notwendig machten. In den letzten Kontrollen zeigte sich der Stent vollständig entfaltet und wandanliegend. Etwa ein Jahr nach der Stent-Implantation zeigten szintigraphisch fleckige Ventilations- und Perfusionstörungen in beiden Lungenflügeln.

Bei zwei der fünf transplantierten Patienten erfolgten unabhängig von der Stent-Implantation wegen Abstoßungsreaktionen bronchoskopische Kontrollen.

In einem Fall (B.J., 57 Jahre) zeigte sich in der ersten Woche nach Stent-Implantation in einer wegen zunehmender Dyspnoe angefertigte Computertomographie eine Stenosierung im Stent-Bereich. Die Nachdilatation bei inkompletter Wandadhärenz war erfolgreich. Nach acht Monaten wurde der Stent wegen erneuter inkompletter Entfaltung am proximalen Ende endoskopisch gekürzt und zeigte sich bei den nachfolgenden Kontrollbronchoskopien, die wegen Transplantatreaktionen durchgeführt wurden, regelrecht entfaltet und vollständig epithelialisiert.

Bei der Patientin C.D., 40 Jahre mußte der erste implantierte Stent nach sechs Wochen, der zweite nach neun Tagen wegen Dislokation mit akuter Lumenverlegung entfernt werden. In beiden Fällen fanden sich auf den konventionellen Thorax-Aufnahmen Belüftungsstörungen. Bei dem dritten Stent wurde ein größerer Durchmesser gewählt. In den folgenden 24 Monaten war dieser regelrecht entfaltet und hatte eine stabile Lage bis die Patientin an einer respiratorischen Insuffizienz im Rahmen ihrer chronischen Transplantatabstoßung verstarb (siehe Tabelle 4, 33 im Anhang).

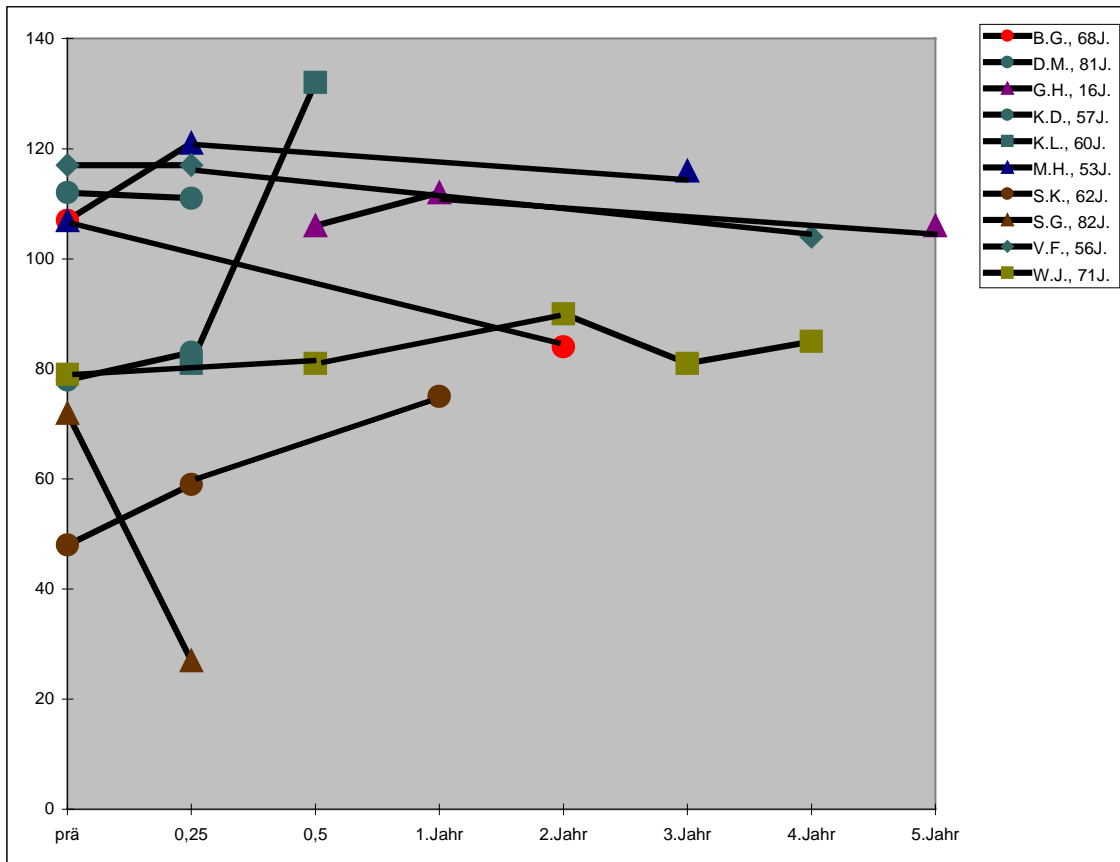
3.2.1.1 Verlaufsbeobachtungen nach Stent-Implantation:

- 6 Pat. (Wall-Stents):
unauffälligen Nachuntersuchungen ohne Granulationen oder Re-Stenosen bei guter Funktion;
- 1 Pat. (Urbaflex-Microvasic):
unauffälligen Nachuntersuchungen ohne Granulationen oder Re-Stenosen bei guter Funktion;
- 3 Pat. (Wall-Stents):
in den ersten 4 Wochen leichte Granulationen; die erfolgreich mit Laser abgetragen wurden;
- 2 Pat. (Wall-Stents):
nach 2-3 Monaten leichte Granulationen, Therapie mit einmalige Laserabtragung bzw. keine Therapie nötig;
- 1 Pat. (Wall-Stent):
nach mehr als 4 Jahren zystische Granulationen unabhängig von der Stent-Lokalisation, Therapie mit mehrmaligen Laserabtragung;
- 1 Pat. (Palmaz-Stents):
persistierende, extraluminale Stenosierung im Bereich des distalen Stents und caudal davon durch ein Aortenaneurysma;
- 1 Pat. (Wall-Stent):
beginnend nach dritten Wochen Granulationen und später Progreß der malazischen Veränderung mit Knickbildung; Therapie mit Laserabtragungen und sukzessiver Implantation von 3 Wall-Stents; schließlich operative Fixierung und allogene Ummantelung der trachealen Läsion;
- 1 Pat. (Wall-Stent):
ab dem ersten Monat rezidivierende Granulationen, Therapie mit mehrmaliger Laserabtragung; nach 3,5 Jahren endoluminale Radiatio; nach 6,5 Jahren weiterer Stent wegen fortschreitender Malazie notwendig;
- 1 Pat. (Wall-Stents):
Dislokation eines von zwei Wall-Stents nach zwei Tagen, der entfernt wurde; ab dem 1. Jahr therapieresistente (Zange, Laser, Dilatation, Bougierung, temporäre Silikon-Stent-Implantation, endoluminale Radiatio) Granulationen;
- 1 Pat. (Palmaz-Stent):
nach zwei Wochen Stent-Deformierung; erfolgreiche Dilatation;
- 1 Pat. (Wall-Stent):
nach einem Monat Deformierung des ersten Stents; erfolgreiche Dilatation;
- 1 Pat. (Wall-Stents/Gianturco-Stent):
primär schon proximal subtotal wandadhärenter Stent, was auch durch Dilatation und weiteren Gianturco-Stent nicht behoben werden konnte;
- 1 Pat. (Wall-Stent):
Stenose proximal des Tracheostomas und des Stents; Therapie mit einer Lanzkanüle, nach fünf Wochen wegen deutlicher Granulationen am distalen Stent-Ende Wechsel auf längere Kanüle ;

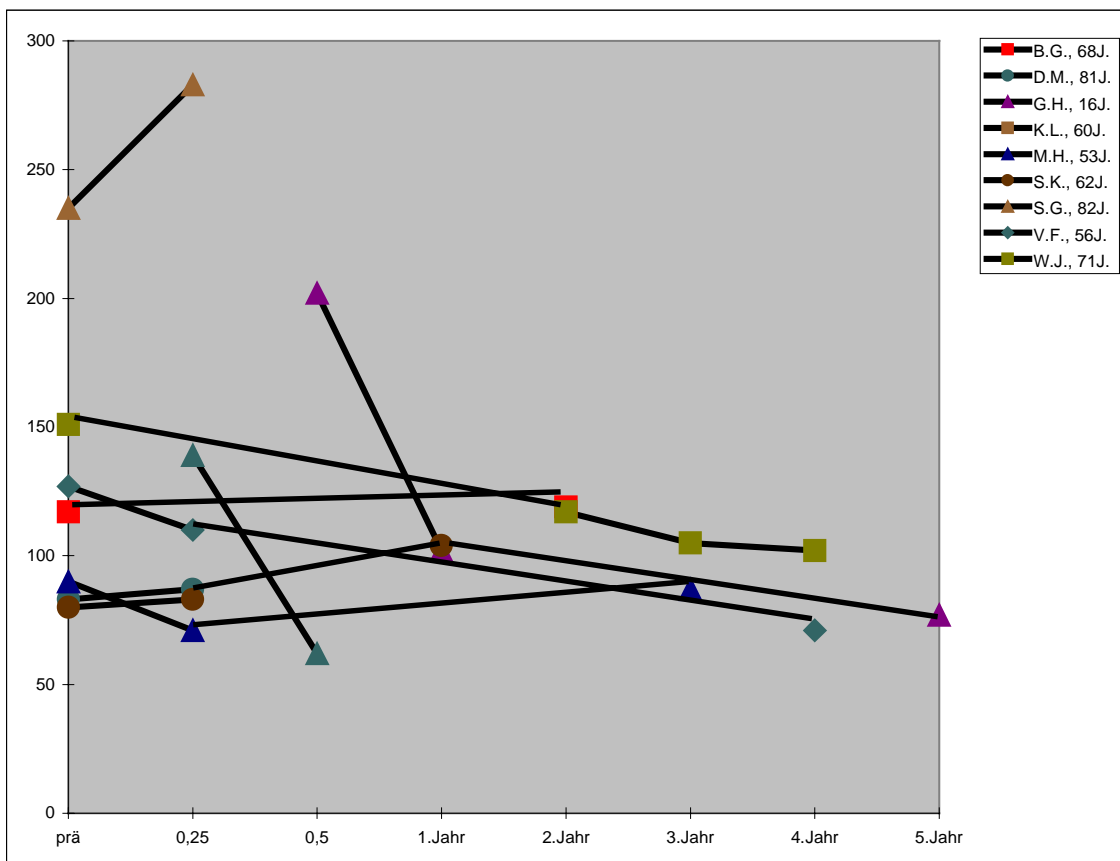
- 1 Pat. (Palmaz-Stents) (Z.n. Lungentransplantation):
nach 2,5 Monaten leichte Granulationen und eine bekannte Membranstenose am ML-Ostium; Therapie mit mehrmaliger Dilatation;
- 1 Pat. (Wall-Stents)(Z.n. Lungentransplantation):
nach 10 Monaten mäßige Granulationen; Therapie mit Laserabtragung;
nach 1,7 Jahren nicht ganz wandadhärend Stent; erfolgreiche Nachdilatation;
- 1 Pat. (Wall-Stent)(Z.n. Lungentransplantation):
am ersten Tag Re-Stenose; Therapie erfolgreiche Dilatation;
nach sieben Monaten fehlender Wandadhärenz des Stents; Therapie mit bronchoskopischer Kürzung des Stents;
- 1 Pat. (Wall-Stents)(Z.n. Lungentransplantation):
Entfernung von zwei Stents wegen Dislokation und Lumenverlegung; dritter Stent mit größerem Durchmesser regelrecht;
- 1 Pat. (Palmaz-Stent) (Z.n. Lungentransplantation):
tracheale Granulationen nach Tracheotomie, Therapie mit Laserabtragung;
fehlende Wandadhärenz des Stent im Bronchus; erfolgreiche Dilatation;

3.2.2. Lungenfunktionen:

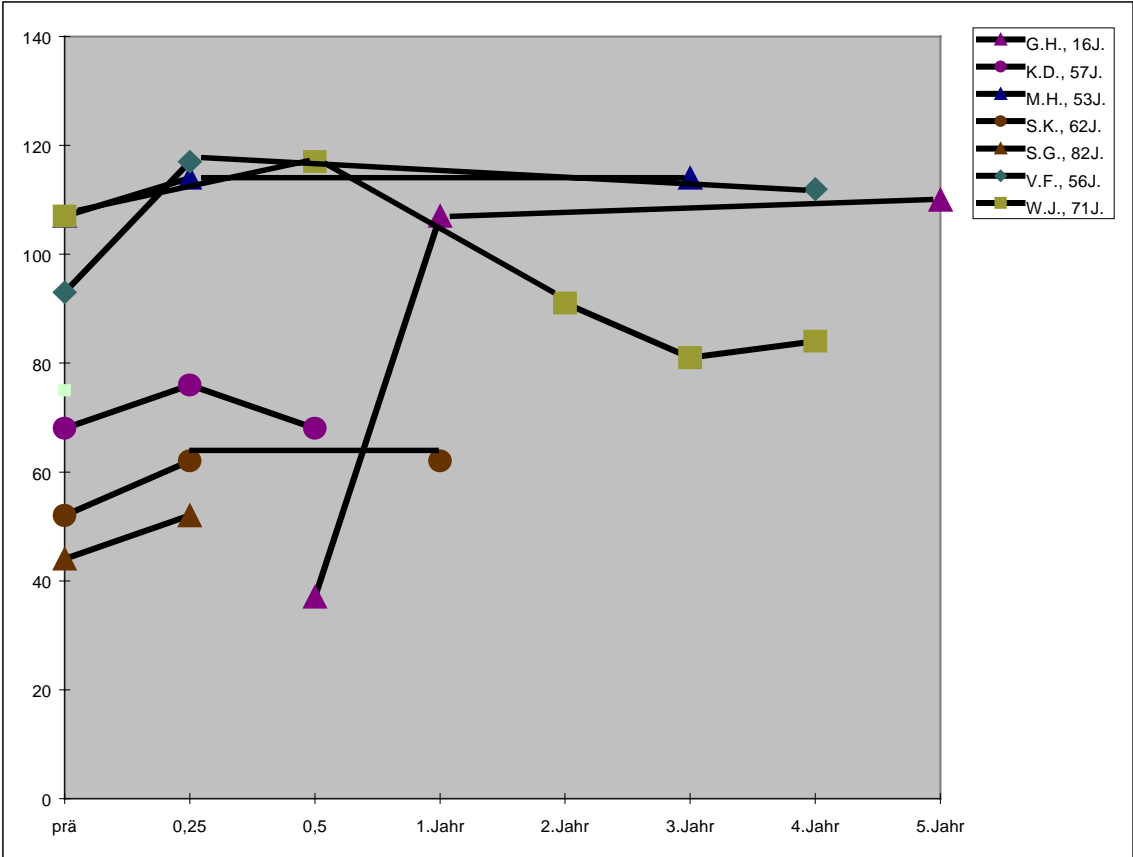
Graphik 1: Vitalkapazität (native Trachea) vor und nach Stent-Implantation:



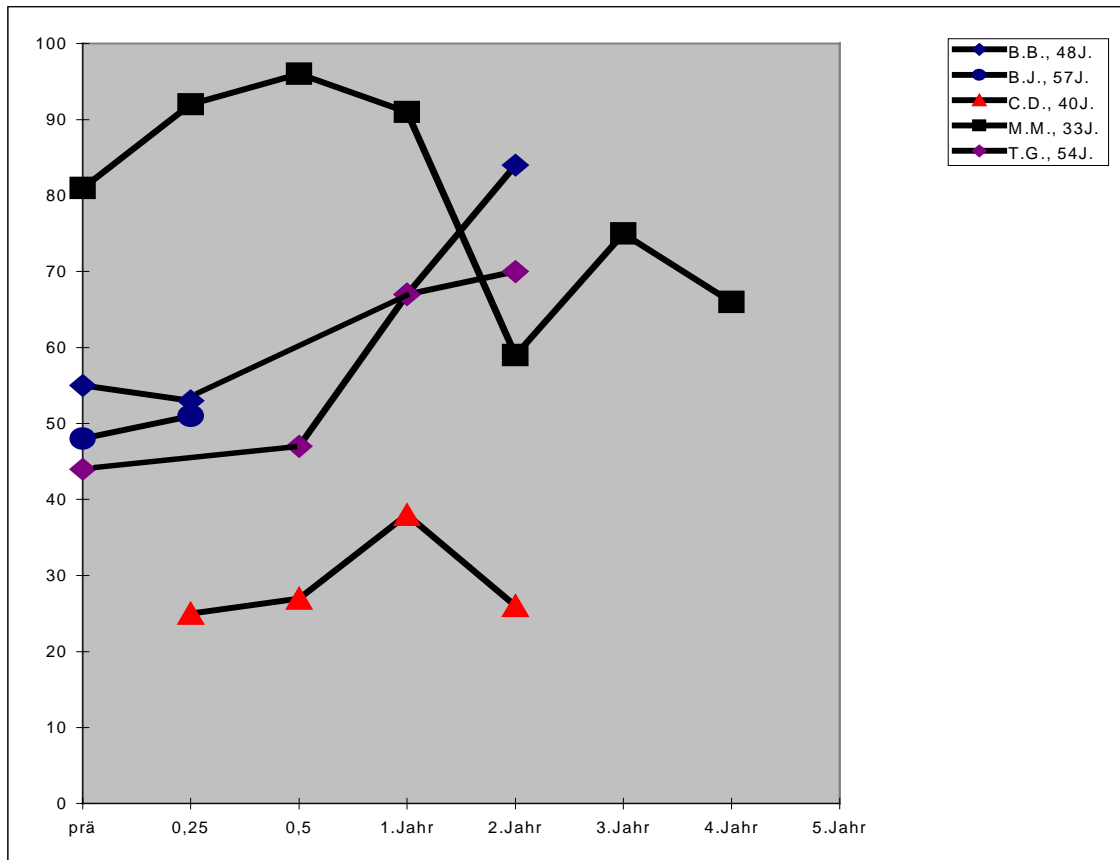
Graphik 2: Residualvolumen (native Trachea) vor und nach Stent-Implantation:



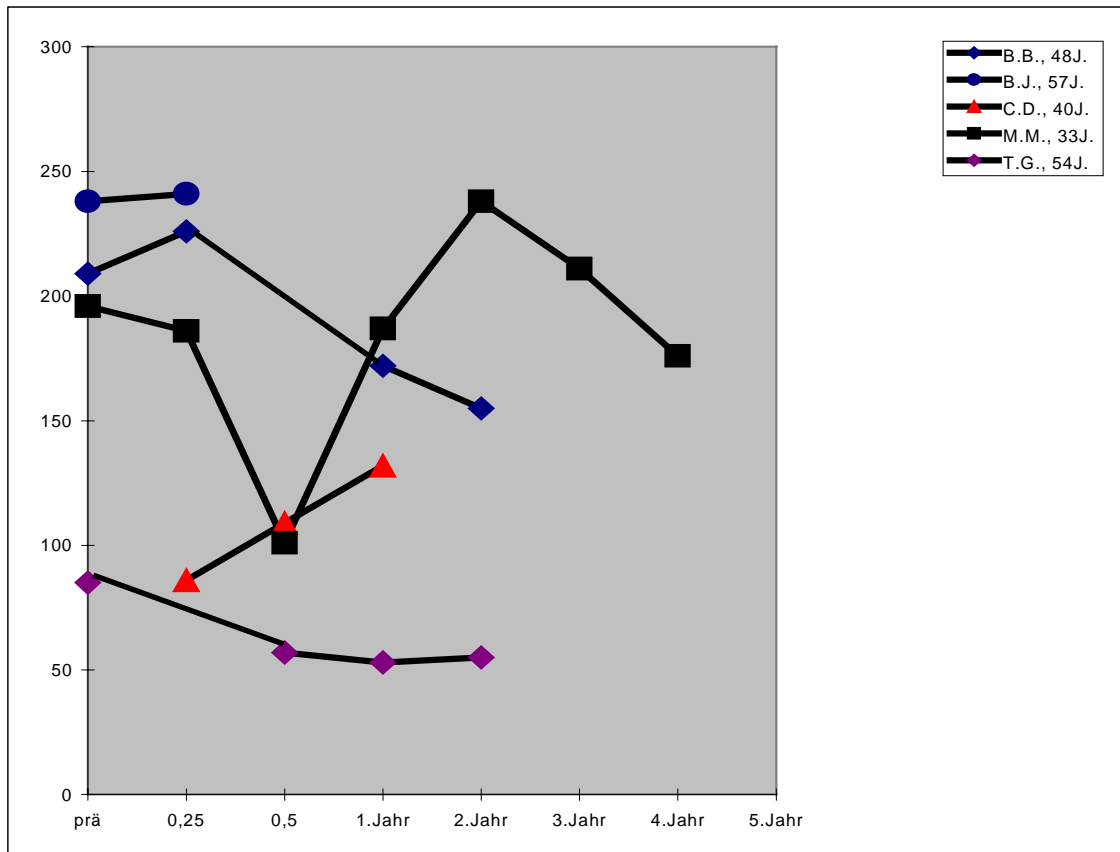
Graphik 3: FEV 1 (native Trachea) vor und nach Stent-Implantation:



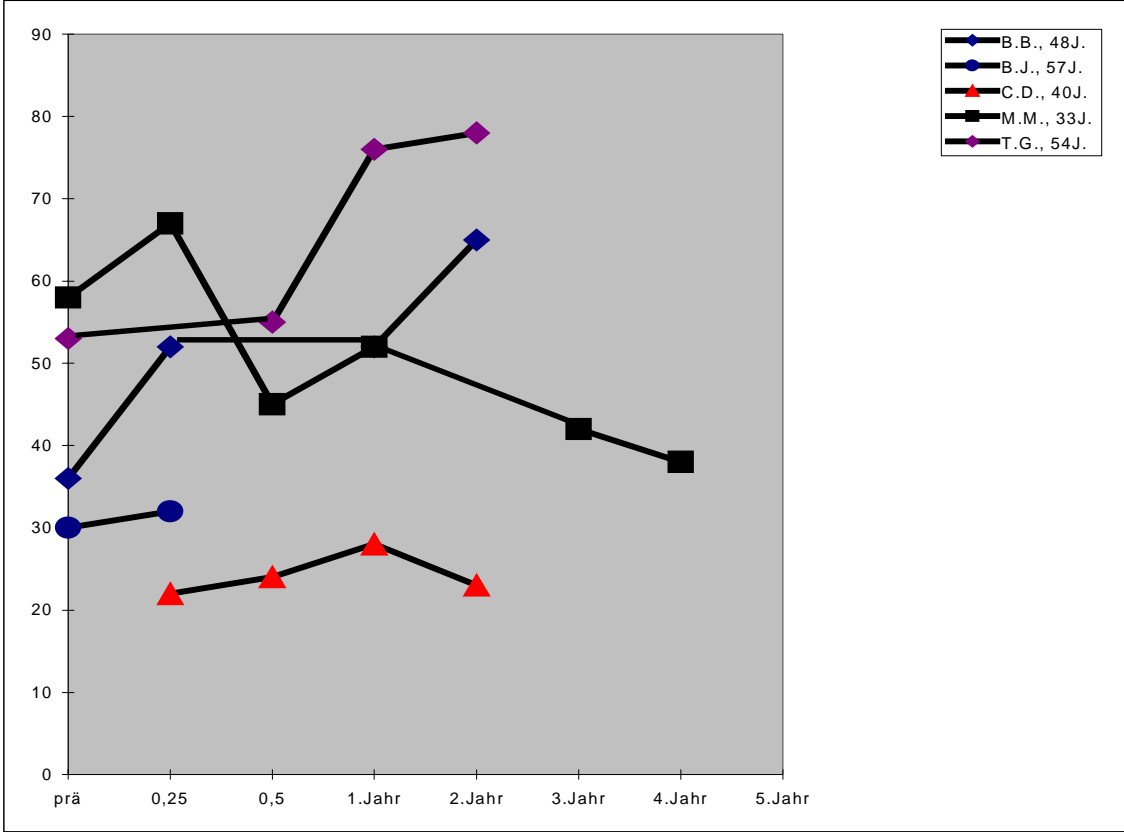
Graphik 4: Vitalkapazität (LTX) vor und nach Stent-Implantation:



Graphik 5: Residualvolumen (LTX) vor und nach Stent-Implantation:



Graphik 6: FEV 1 (LTX) vor und nach Stent-Implantation:



Gruppe der nicht-lungentransplantierten Patienten:

Die Vitalkapazität (VK) zeigte bei 3/10 Patienten eine Steigerung bis zu 30 %, bei 2/10 einen Abfall bis 45 % und bei 5/10 blieb der Wert im Verlauf gleich.

Die Werte des Residualvolumens (RV) stiegen bei 2/9 Patienten um bis zu 50 % an, bei 1/9 fiel er um 15 %, bei 2/9 um bis zu 70 %, bei 1/9 sogar um 130 %.

In 3/9 Fällen blieben sie unverändert.

Die Werte der expiratorischen 1-Sekunden-Kapazität (FEV 1) stiegen bei 4/7 Patienten, bei 1/7 sogar um 70 %. Bei 1/7 kam zu einem Abfallen des Wertes um bis zu 20 % und bei 1/7 stagnierte er.

Gruppe der lungentransplantierten Patienten:

Nach Stent-Implantation stiegen in der Gruppe der Lungentransplantierten die Werte der Vitalkapazität (VK) bei 3/5 um bis 30 %, bei 1/5 fiel er und bei 1/5 blieb er gleich. Alle Werte blieben aber immer deutlich unter dem individuell errechneten Sollwert von 100%.

Die Werte des Residualvolumens (RV) fielen bei 3/5, bei 1/5 stiegen sie und bei 1/5 kam es zu keinen Änderungen.

Die Werte der FEV1 stiegen in 4/5 der Fälle und bei 1/5 blieb er gleich.

Auch hier blieben alle Werte, teilweise 50% und darüber, unter dem individuell errechneten Sollwert von 100 %.

Tabelle 1: Verlauf der Lungenfunktionswerte nach Stent – Applikation;

| Meßwert / Patientengruppe | Besserung der Werte | Stagnation der Werte | Verschlechterung der Werte |
|----------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| VK / ohne-LTX (10) | 3 / 10 | 5 / 10 | 2 / 10 |
| VK / LTX (5) | 3 / 5 | 1 / 5 | 1 / 5 |
| RV / ohne-LTX (9) | 4 / 9 | 3 / 9 | 2 / 9 |
| RV / LTX (5) | 3 / 5 | 1 / 5 | 1 / 5 |
| FEV1 / ohne-LTX (7) | 5 / 7 | 1 / 7 | 1 / 7 |
| FEV1 / LTX (5) | 4 / 5 | 1 / 5 | -- |

Auswertung der Lungenfunktionsmeßwerte:

In der Gruppe der Lungentransplantierten steigt der Mittelwert der Vitalkapazität um 13 Prozent, das Residualvolumen fällt um neun Prozent und der Wert der Ein-Sekunden-Kapazität steigt um neun Prozent (Tabelle 28-30 im Anhang).

Die Beurteilungen der Lungenfunktionen durch die untersuchenden Pneumonologen ergaben bei drei der fünf lungentransplantierten Patienten im Verlauf keine Änderung, bei einer Patientin zeigten sich im Verlauf eine Besserung der Obstruktion (Tabelle 26 im Anhang).

Bei diesem Patientenkollektiv ist jedoch die grundsätzlich vorliegende Kombination von parenchymatöser Organproblematik und der Beeinträchtigung der großen Luftwege zu beachten.

Die jeweils gemittelten Werte der drei gemessenen Lungenfunktionswerte zeigen im Verlauf nach Stent-Implantation eine Besserung.

Die Vitalkapazität nimmt bei der Gruppe der nicht-Lungentransplantierten um 5 Prozent, das Residualvolumen sinkt um 60 Prozent und der Wert der expiratorischen Ein-Sekunden-Kapazität steigt um 14 Prozent (Tabelle 27-29 im Anhang).

Die Beurteilung der Lungenfunktionen ergab für sieben Patienten eine Verbesserung ohne funktionelle Hinweise auf eine extrathorakale Stenosierung. Bei zwei Patienten (K.D., 57J., Z.A., 64J.) blieb die Lungenfunktion unverändert eingeschränkt, in einem weiteren Fall (M.H., 53J.) zeigten sich sowohl vor, als auch nach der Stent-Implantation keine wesentlichen Einschränkungen der Lungenfunktionswerte, wobei der Patient zum Zeitpunkt der Lungenfunktionsprüfung vor Implantation des Metall-Stents einen Silikon-Stent in der Trachea appliziert hatte.

3.2.3. Histologische Untersuchungen von Probeexcisionen:

Bei allen lungentransplantierten Patienten wurden Biopsien der Transplantatlungen entnommen, die in drei Fällen den Nachweis von Transplantatreaktionen erbrachten.

Bei vier Patienten aus der Gruppe der nicht-lungentransplantierten Patienten wurden Biopsien aus den großen Atemwegen entnommen.

Eine Patientin (Z.A., 64J.) hatte bereits vor der Implantation des Metall-Stents ausgedehnte Granulationen im Bereich des Tracheostomas. Diese waren am ehesten auf die operativen Maßnahmen und den liegenden Silikon-Stent zurückzuführen.

Alle Biopsien des Patient B.G., 68J., wiesen hyperplastisches Plattenepithelschleimhaut im Bereich des Stents auf. Die letzte Untersuchung, 5,5 Jahre nach Stent-Implantation zeigte zusätzlich eine entzündliche Komponente.

Die erosiven Schleimhautdefekte mit entzündlichen Anteilen nach Tracheaquerresektion bei der dritten Patientin (G.H., 16J.) hatten sich 5 Monate nach Stent-Implantation zu einer narbige Fibrose zurückgebildet.

Bei dem mehrfach an der Trachea voroperierten Patient W.J., 71J., fanden sich in allen Biopsien vor und nach der Implantation des Stents therapieresistente Granulationen unterschiedlicher Ausprägung und hyperplastische Plattenepithelschleimhaut mit entzündlichen Veränderungen.

Bei 21 Patienten waren keine histologischen Untersuchungen der Tracheal- und Bronchialwände angefertigt worden.

3.3. Klinische Verlaufsbeobachtungen:

Subjektive Einschätzung:

Bei 23 von 26 des Patientenkollektives (88,46 %), darunter alle lungentransplantierten Patienten, ergab die Befragung der Patienten oder der Angehörigen und betreuenden Ärzte bei Verstorbenen eine Besserung der Atemnot nach Stent-Implantation.

Gruppe der nicht-lungentransplantierte Patienten:

Bei zwei Patienten mit beidseitiger Recurrensparese (B.K., 81J., D.M., 81J.), zwei Patienten mit chronischem Asthma bronchiale (K.L., 60J., L.B., 74J.) und ein Patient mit cardial bedingter Belastungsdyspnoe (K.R., 73J.) wurde die Dyspnoe durch die Stent-Implantation deutlich verbessert.

Nach erfolgreicher Therapie rezidivierender Granulationen und nach Applikation eines zweiten Stents nach 5,5 Jahren wegen Ausdehnung der malazischen Wandveränderungen bestand bei dem Patienten B.G., 68J, keine wesentliche Dyspnoe.

Bei K.E., 65J., führte die Bildung eines Granulationspolyps 4,5 Jahre nach Stent-Implantation kurzfristig zur Dyspnoe. Der Polyp wurde erfolgreich abgetragen.

Die Dyspnoe der Patientin Z.A., 64J., wurde bei beidseitiger Recurrensparese durch die Stent-Implantationen gebessert, unterbrochen durch Phasen mit vermehrter Dyspnoe, verursacht durch die kontinuierliche Ausdehnung der malazischen Wandveränderung und die Ausbildung von Granulationen.

Vier zum Zeitpunkt der letzten Befragung noch lebende Patienten (G.H., 16J., K.D., 57J., M.H., 47J., V.F., 56J.) und die verstorbene G.H., 58J., hatten nach der Stent-Implantation einen komplikationslosen Verlauf und eine deutliche Verbesserung der Lebensqualität ohne Dyspnoe ohne wesentliche Einschränkungen im Alltagsleben.

Bei drei Patienten (A.F., 39J., S.G., 82J., W.J., 71J.) wurde durch die Stent-Implantationen subjektiv keine wesentliche Verbesserung der Dyspnoe erreicht.

Bei A.F., 39J., die an dem Marfan - Syndrom mit fortgeschrittenen Veränderungen vor allem des arteriellen Gefäßsystems erkrankt war, wurde durch ein Aortenaneurysma eine signifikante Einengung distal des Stents verursacht. Die Patientin verstarb schließlich an einer Ruptur des thorakalen Aortenaneurysmas.

S.G., 82J., war in deutlich reduziertem Allgemeinzustand mit Schwerpunkt auf arterielle Gefäßerkrankung und chronischen Lungenerkrankungen zum Zeitpunkt der ersten Stent-Implantation. Die Lumeneinengung durch zwei nicht vollständig der Wand anliegende Stents und rezidivierende, therapieresistente Granulationen führten zu persistierender Dyspnoe. Der Patient lebte insgesamt 17 Monate nach der Stent-Versorgung und verstarb an einem neu entdeckten Bronchialkarzinom.

Bei dem mehrfach an der Trachea voroperierter und deutlich reduzierte Patient W.J., 71J., bestanden während der gesamten vier Jahre therapieresistente Granulationen und entzündlichen Schleimhautveränderungen. Todesursache war schließlich Herz-Kreislauf-Versagen.

Gruppe der lungentransplantierte Patienten:

Bei zwei Patienten (B.J., 57J., C.D., 40J.), die unter chronische Transplantat-abstoßungsreaktionen mit respiratorischer Globalinsuffizienz litten, an denen sie schließlich auch verstarben, verbesserte sich die Dyspnoe subjektiv durch die Stent-Implantation.

Bis auf kurze Dyspnoephasen, die durch eine rezidivierende Membranstenose (B.B., 48J.) und durch rezidivierende, therapiebedürftige Granulationen (M.M., 33J., T.G., 54J.) wurde die Dyspnoe nach der Stent-Implantation deutlich reduziert.

Zum Zeitpunkt der letzten Erhebung lebten aus der Gruppe der fünf lungentransplantierten Patienten noch drei, von den nicht-transplantierten 21 Patienten noch 10.

Eine Patientin (P.G., 54J.) ist nach Angaben des behandelnden Arztes an einer durch einen akuten Trachealkollaps bedingten Asphyxie verstorben.

Die übrigen Patienten verstarben an anderweitigen Todesursachen.

3.3.1. Nachuntersuchungszeitraum:

Der durchschnittliche Beobachtungszeitraum im Gesamtkollektiv lag bei 36,62 Monaten.

Bei 11 Patienten, von denen zehn zum Zeitpunkt der letzten Erhebung noch lebten, lag der „follow-up“-Zeitraum über vier Jahre.

Die Verweildauer von drei Stents bei zwei Patienten lag unter drei Monaten. Wobei zwei Stents derselben Patientin vor der Epithelialisierung dislozierten und eine Patientin zwei Monaten nach Stent-Implantation verstarb.

3.4. Aktivitätsgrad der Patienten:

Die Beurteilung der Aktivität und die Einschränkung durch Dyspnoe zeigen, daß die Patienten zum größten Teil von der Therapie ihrer Atemwegseinengung mit Hilfe der Stent-Applikation profitiert haben.

Nach der Bewertungstabelle mit dem Dyspnoe – Index der WHO als Grundlage haben sich 8/21 (38,1 %) aus der Gruppe der nicht-lungentransplantierten Patienten um mindestens einen Punkt verbessert und 11/21 (52,4 %) weder verschlechtert noch verbessert. 2/21 (9,5 %) haben sich um einen Punkt verschlechtert (siehe Tabelle 36 im Anhang).

In der Gruppe der lungentransplantierten Patienten verbesserte sich die Dyspnoe bei 4/5 (80%) nach Stent-Implantation um mindestens einen Punkt. Bei einem Patient blieb die Bewertung unverändert (siehe Tabelle 37 im Anhang).

Bei der Bewertung auf Basis der Hugh–Jones–Klassifikation verbesserten sich 10/21 (47,6%) aus der Gruppe der nicht lungentransplantierten Patienten um mindestens eine Stufe. 6/21 (28,6 %) haben sich über den Beobachtungszeitraum weder verbessert noch verschlechtert. Zu einer Verschlechterung um eine Stufe kam es bei 5/21 (23,8 %) (siehe Tabelle 40 im Anhang).

Die Verteilung bei den Patienten nach Lungentransplantation zeigt, daß sich 2/5 (40 %) um mindestens eine Stufe verbessert und 3/5 (60 %) auf der gleichen Bewertungsstufe geblieben sind (siehe Tabelle 41 im Anhang).

Die Auswertung mit dem Schlüssel nach Karnofsky zeigt bei 7/21 (33,3 %) der Gruppe der nicht lungentransplantierten Patienten nach Stent-Implantation einen Anstieg um 10-20 % und bei 7/21 (33,3 %) einer Verbesserung um 20-40 %. Bei 19,0 % (4/21) änderte sich der Index nicht, bei 3/21 (14,3 %) verschlechterte er sich um 10-20 % - Punkte (siehe Tabelle 40 im Anhang).

Insgesamt zeigten 3/5 (60 %) der lungentransplantierten Patienten eine Verbesserung, zwei davon sogar bis zu 30 % - Punkte. 2/5 (40 %) wiesen im Verlauf keine Änderung auf (siehe Tabelle 41 im Anhang).

4.Diskussion

4.1. Dyspnoe:

Da die Atmung normalerweise weitgehend unbewußt stattfindet, stellt die Dyspnoe, wörtlich „erschwertes Atmen“, einen Zustand dar, in dem die Atmung bewußt erlebt und gesteuert werden muß. Dieses Empfinden der Atemnot tritt dann ein, wenn es ein Ungleichgewicht zwischen Angebot und Nachfrage entsteht, das die körpereigenen Regulationsmechanismen nicht ohne weiteres beheben können.

Der körperliche Sauerstoffbedarf wird im zentralen Nervensystem ermittelt, wobei die Affenzen aus den Golgi-Sehnenorgane (Spannungsrezeptoren) in der Muskulatur dabei eventuell eine verstärkende Wirkung haben. Gleichzeitig gelangen über Muskelspindeln, die auch die Längenänderung der Atemmuskulatur registrieren, Informationen über das aktuelle Lungenvolumen zum zentralen Nervensystem. Ein Dyspnoeempfinden tritt dann ein, wenn ein erhöhter Sauerstoffbedarf nicht mit einer Veränderung im Ventilationsvolumen übereinstimmt [146].

Zentrale Schädigungen des Atemzentrums, metabolische Dysfunktionen, fortgeschrittene cardiale Insuffizienz und ausgeprägte Adipositas beeinflussen neben Erkrankungen des Lungenparenchyms und Einengungen der großen Atemwege, einschließlich Larynx und Pharynx, diese Autoregulation und können zur Dyspnoe führen.

Bei unserem Patientenkollektiv lag in den meisten Fällen eine Kombination von mehreren Ätiologien der Dyspnoe-Symptomatik zugrunde. Dabei kann die Dyspnoe ein breitgefächertes Spektrum von leichten Atemschwierigkeiten bis zur akuten Apnoe bei einen Kollaps der Atemwege aufweisen.

Tritt die Atmungsinsuffizienz bei einer Einengung der großen Atemwege auf, sind Husten, Haemoptysen, Brustschmerzen und Stridor mögliche Begleitsymptome.

4.2. Ursachen der Dyspnoe:

Ursache einer Atmungsinsuffizienz durch tracheo-bronchiale Einengung können Neoplasien mit Verdrängung oder gar Infiltration der Atemwege, narbige Stenosen verschiedenster Genese und malazische Veränderungen mit Kollaps der Atemwege sein.

4.2.1. Ursachen für benigne tracheo-bronchiale Einengungen:

4.2.1.1. Stenosen:

Post-traumatisch, post-operativ, post-entzündlich:

Wie oben bereits erwähnt, findet man relativ oft narbige Trachealstenosen, die post-traumatisch, post-entzündlich oder in Folge eines chirurgischen Eingriff entstanden sind.

Im Rahmen einer Langzeitintubation wird nach einer gewissen Zeit zur Schonung der Pharynxschleimhaut eine Tracheotomie mit Platzierung einer Trachealkanüle durchgeführt. Dabei kann es vor allem unmittelbar im Bereich des Tracheostomas und an der Spitze der Trachealkanüle im Bereich des „cuffs“ zu lokalisierten Schleimhautreaktionen in Form von Atrophie, Fremdkörper-Reaktionen oder Nekrosen kommen[57; 59]. Im Verlauf können diese Veränderungen narbig ausheilen und dabei schrumpfen [31].

Für die Reaktionen an der Tubusspitze wurden vor allem die „cuffs“, die zur Blockung aufgeblasen werden, verantwortlich gemacht [57]. Bei den neueren Modelle ist dieser „cuff „ breiter, so daß sich der Druck auf eine größere Fläche verteilen kann [25].

Ebenso stellen Narbenstenosen und Granulationen im Bereich von Anastomosen nach Lungentransplantationen oder Resektionen ein großes therapeutisches Problem dar. In der Literatur finden sich Angaben, daß diese stenosierenden, post-operativen Veränderungen bei 7 – 17 % aller lungen- und herz – lungen – transplantierten Patienten auftreten [69; 86; 90; 122; 132]. Laut einer Untersuchung in Nordamerika machen diese Anastomosenveränderungen immerhin 12 – 40 % aller post-operativen Komplikationen nach Lungentransplantationen aus [130]. Vergleichbare Häufigkeit zeigen diese post-operativen Komplikationen bei anderen Anastomosen oder Stümpfen im Bereich des tracheo-bronchialen Systems, wie bei Lungenresektionen, Tracheaquerresektionen oder Manschettenresektionen [122].

Schließlich können auch Infektionen oder Entzündung des Tracheo-Bronchial-Systems oder der Befall bei systemischen Erkrankungen die Ursache für die Entstehung von Stenosen sein. Man findet unter anderem die tracheale Beteiligung bei Diphtherie, Herpes, Tuberkulose, Wegner`schen Granulomatose, Sarkoidose, Papillomatose und Amyloidose oder im Rahmen einer Mediastinitis [25].

Vermehrt treten auch opportunistischen Erkrankungen im Tracheo-Bronchial-System bei immunsupprimierten Patienten oder bei HIV-Erkrankten auf [79].

Benigne Raumforderungen:

Benigne mediastinale Raumforderungen, die chirurgisch nicht oder noch nicht entfernt worden sind, können zu extraluminale Einengungen der Atemwege führen.

Hierzu zählen vor allem Aortenaneurysmen, große retrosternale Strumen, reife Teratome, Thymome und Lymphome [58].

Idiopathische Stenosen:

In selten Fällen treten idiopathische Stenosen der Trachea auf, von der in den überwiegenden Fällen Frauen betroffen sind. Diese durchschnittlich ein bis drei cm langen Läsionen sind meist in der oberen Trachea oder am laryngo-trachealen Übergang lokalisiert und führen zu einer weitgehend zirkulären, zu gleichen Teilen konzentrischen und exzentrischen Lumeneinengung. Histopathologisch zeigt sich eine sehr dichte, keloidartige Fibrose, welche die Lamina propria auftreibt, die Schleimdrüsenausgänge verstopft, jedoch keine Malignitätszeichen aufweist. Eine auslösende Ursache konnte noch nicht gefunden werden [60].

Stenosen, die durch die Beteiligung an systemischen Erkrankungen, entzündlich oder infektiös verursacht sind, sind eher langstreckig und diffus. Kurzstreckige und „Web-ähnliche“ Stenosen entstehen meist nach prolongierten Intubationen, Tracheotomien, post-traumatisch oder post-operativ [17].

4.2.1.2. Malazien:

Im Rahmen einer Chondromalazie der großen Atemwege kommt es zu Strukturveränderungen, die als „Erweichung„ der elastisch tragenden Knorpelspannen beschrieben werden kann. Dies kann sowohl in der Trachea, als auch in den Bronchien auftreten. Dabei kommt es zu einer Veränderung der Compliance beim dynamischen Atemvorgang. Bei intrathorakal gelegener Malazie kann eine Erhöhung des intrathorakalen Druck bei der Expiration und vor allem beim Hustenstoß zu einer Atemwegseinengung bis hin zum Kollaps führen. Dadurch erfolgt nur eine inkomplette Expiration („air trapping„) und ein Sekretstau.

Bei extrathorakal gelegenen Läsionen reduziert sich das Lumen der Trachea bei Inspiration durch den Unterdruck. Das führende klinische Zeichen ist der inspiratorische Stridor, der jedoch auch bei Veränderungen im Larynx-Pharynx-Bereich auftreten kann [88].

Die Genese der Chondromalazie kann traumatischer oder idiopathischer Natur sein.

Langzeitintubation:

Die Inzidenz für die Ausbildung einer trachealen Stenose (von mehr als 2/3 des Durchmessers) liegt bei acht bis zehn Prozent aller langzeitintubierten Patienten. Die Häufigkeit liegt bei tracheotomierten Patienten höher, als bei translaryngealen Intubationen [141]. Jedoch können durch die transorale oder transnasale Intubation bedingten iatrogenen Schleimhautverletzungen im Pharynx- und Glottisbereich Narbenzüge verursachen, die ein therapeutisches Problem darstellen.

Nach Tracheotomien bilden sich Stenosen vor allem unmittelbar am Stoma und distal im Bereich des „cuffs“ aus. Die Pathogenese beruht hauptsächlich auf einer Minderperfusion der Schleimhaut, die durch einen zu hohen Druck in den „cuffs“ verursacht wird. Auch Makrotraumen bei der Intubation und ständige Mikrotraumen bei liegendem Tubus, bzw. Kanüle, hoher Beatmungsdruck, lokale Infektionen und hämodynamisch bedingte Minderperfusion spielen eine Rolle bei der Entstehung von Postintubations-Stenosen [40].

Obwohl die Ätiologie für die laryngo-tracheale Postintubations-Stenose bekannt ist, ist die prolongierte Intubation immer noch die häufigste Ursache für stenosierende Trachealveränderungen [57; 59].

Mediastinale Raumforderungen:

Infolge von langandauernder extraluminärer Kompression der knorpeligen Tracheal- und Bronchialspannen durch mediastinale Tumore können Malazien entstehen. Wie bereits oben erwähnt zählen zu den häufigsten Raumforderungen vor allem Aortenaneurysmen, große retrosternale Strumen, reife Teratome, Thymome und Lymphome [58].

Post Radiatio:

Liegen bei einer strahlentherapeutischen Behandlung die großen Atemwege im Strahlenfeld, kann es abhängig von der Dosis zu einer Schädigung der Schleimhaut oder der Knorpelspannen kommen, was sowohl malazische, als auch narbigen Veränderung zur Folge haben kann [44].

Idiopathische Malazie:

Die isolierte Tracheomalazie als ein angeborener Defekt ist zwar beschrieben, aber extrem selten. Eine Malazie im Tracheo-Bronchial-System von Säuglingen oder Kindern ist entweder mit tracheo-ösophagealen Fisteln und kongenitalen Ösophagusatresien assoziiert oder entwickelt sich nach deren Korrekturoperationen. Auch die Kompression durch große mediastinale Arterien, meist im Rahmen von Gefäßanomalien, kann eine Malazie verursachen [8; 54].

COPD:

Die Tracheo- und Bronchomalazie kommt gehäuft bei Patienten mit chronisch obstruktiven Lungenerkrankungen vor. Durch den chronisch erhöhten Druck in den Atemwegen kommt es sowohl mit als auch ohne chronisch-entzündliche Komponente vermutlich zu einer Schädigung der Knorpelspannen. Dies führt zu einer fortschreitenden Dilatation der Atemwege, die eine Tendenz zum Kollabieren haben [8].

In vielen Fällen treten Stenosierungen und malazische Veränderungen des Tracheo-Bronchial-Systems nebeneinander auf. Alle diese Einengungen der großen Atemwege prädisponieren für eine Reduktion der muko-ziliären Clearance und dadurch, vor allem bei immunsupprimierten Patienten, zum Auftreten von Retentionspneumonien.

4.3. Indikationen zur Stent-Implantation:

4.3.1. Palliative Indikationen bei malignen Stenosen:

Maligne Neoplasien, die von den Atemwegen selbst, von der Speiseröhre, von der Schilddrüse, vom Thymus oder von Lymphknoten ausgehen, aber auch mediastinale oder hiläre Metastasen eines anderenorts lokalisierten Primarius, können zu einer malignen Stenosierung der großen Atemwege führen. Im Gegensatz zu dem verdrängenden Wachstum von benignen Raumforderungen findet man bei malignen Tumoren oft auch ein infiltratives Wachstum.

Die Applikation eines Tracheal-Stents als rein palliative Maßnahme bei malignen Stenosen steht schon seit langer Zeit zur Verfügung. In der Literatur findet man seit den sechziger Jahren vermehrt Berichte über die Praktikabilität und die guten Ergebnisse dieses Verfahrens. Vor allem aber wird von dem subjektiven Benefit für den Patienten berichtet [10; 3; 4; 67; 74; 97; 103; 144].

Das Kollektiv dieser Untersuchung setzte sich ausschließlich aus Patienten zusammen, deren Atemwegseinengung nicht-maligner Natur war.

4.3.2. Kurative Indikation bei nicht-malignen Stenosen:

Vor allem bei Patienten, deren Läsionen benigner Natur sind, erfordert die Entscheidung über das Behandlungsprocedere bei tracheo-bronchialen Stenosen und/ oder Malazien eine differenzierte Betrachtung der bei jedem einzelnen zugrundeliegenden Pathomorphologie und dessen körperlichen Voraussetzungen.

4.3.2.1. Operative Möglichkeiten und Grenzen:

Grundsätzlich stehen verschiedenste operative Ansätze zur Therapie zur Verfügung, deren Ziel möglichst eine komplette Sanierung der Läsion sein sollte.

Dabei sollte aber entsprechend der vielfältigen Ursachen von Stenosen und Malazien im tracheo-bronchialen Systems neben den resezierenden und plastischen Methoden [8; 14; 31; 49; 56; 57, 58; 60; 84; 121] auch die rekanalisierenden Techniken, die mit gutem Erfolg durchgeführt werden [36], berücksichtigt werden. Zu den operativen Verfahren gehört auch die Tracheotomie mit Verwendung einer Trachealkanüle.

Die operative Resektion mit Rekonstruktion stellt auch heute noch die Therapie der ersten Wahl bei der Behandlung einer Vielzahl von benignen und malignen Trachealläsionen dar [57]. Die Ausdehnung und Lokalisation der Läsion kann jedoch ein limitierender Faktor für die operative Sanierung sein. Es ist technisch möglich 50 - 60 % der erwachsenen Trachea (entspricht ca. 6-7 cm) zu resezieren und End-zu-End zu anastomosieren. Hierbei haben erfahrene Operateure eine Erfolgsquote von über 93 %. Jedoch ist eine noch längere Resektion aufgrund der dadurch entstehenden Zugkräfte an den Anastomosen nicht mit Erfolg durchführbar [8, 56].

Voraussetzung für die guten Resultate der operativen Therapie sind eine gute Vordiagnostik zur möglichst genauen Bestimmung der Läsion und der Patientenverfassung, ein etabliertes Verfahren und ein erfahrener Operateur [57]. Ebenso dürfen keine Entzündungszeichen vorliegen, da sonst bei einer Resektion die Anastomosen Gefahr liefen ebenfalls infiziert zu sein und insuffizient zu werden [49, 56]

4.3.2.2. Endoskopische Therapieverfahren bei intraluminalen Gewebsvermehrungen oder Narbenstenosen:

Bei intraluminalen Gewebsvermehrungen im Tracheo-Bronchial-System kann der endoskopische Therapieansatz rein mechanisch sein. Zu diesen möglichen alternativen Therapieansätze zur Abtragung von intraluminalen Gewebsvermehrungen gehören die endoskopische Zangenabtragung [92], das Elektrokautern [52; 72]), die Kryochirurgie als älteres Verfahren [71; 90] und die modernere Laserresektion [30; 36; 145].

Die alleinige Bougierung oder Ballondilatation von Stenosen (Narben, Granulationen) kann bei kurzstreckigen Läsionen versucht werden [22; 24; 58; 132]. Bei „Web-ähnlichen“ Postintubations-Stenosen ist eine Dilatation in Verbindung mit Laserabtragung teilweise erfolgreich [17; 102]. Erfolgversprechend ist dieser Therapieansatz vor allem bei Säuglingen [24].

Die Therapie der Wahl bei komplexen, langstreckigen Stenosen ist die operative Sanierung. Die Therapie mit Stents zeigt aber ebenfalls Erfolge [17].

Narbenstenosen im Anastomosenbereich des Tracheo-Bronchial-System sind größtenteils elastisch und somit durch einfaches Aufdehnen nicht dauerhaft therapierbar [31; 47]. Auch ist bei Atemwegsverlegungen durch nach endoluminal wachsendes Tumorgewebe oder von extraluminal komprimierende Raumforderungen eine alleinige Dilatation der Stenose eher frustan [114]. Es kann nach der Dilatation sogar durch ein induziertes Schleimhautödem zu einer Verschlechterung der Dyspnoe kommen [47]. Schließlich ist bei therapieresistenten Gewebsvermehrungen auch eine endoluminale Kleinraumbestrahlung, das Afterloading [20; 87], möglich, vor allem auch bei liegendem Metall-Stent.

Diese alternativen Therapieformen werden oft mit der Stent-Applikation kombiniert, sowohl vor der Stent-Applikation, als auch bei liegendem Stent [108].

Bei völliger Therapieresistenz kommt nur noch die Tracheotomie mit Einbringen eines Trachealtubus in Frage [17].

4.3.2.3. Endoluminale Verfahren:

- Zangenabtragung;
- Elektrokautern;
- Kryochirurgie;
- Laserresektion;
- Bougierung oder Ballondilatation;
- Stent-Applikation;
- Afterloading;

Der Vollständigkeit halber soll noch die photodynamische Therapie erwähnt werden. Dabei wird bei nach intraluminal wachsenden, malignen Tumoren ein photosensibilisierende Substanz mit hoher Tumoraaffinität systemisch verabreicht, so daß es nach Bestrahlung mit bestimmten Wellenlängen zu einer Freisetzung von zytotoxischen Substanzen kommt, die zu einem selektiven Untergang von Tumorgewebe führen soll [2; 34].

Interventionelle Therapie mit Stent-Applikation:

Die interventionelle Therapie stellt mit der Stent-Implantation eine Alternative zu einem chirurgischen Vorgehen dar. Die Indikation sollte vor allem bei folgender Patientengruppe geprüft werden:

- eine OP ist wegen der Länge oder Lokalisation der Läsion nicht erfolgversprechend;
- bereits voroperierte Patienten, bei denen der klinische Erfolg nicht zufriedenstellend ist;
- Patienten in schlechtem Allgemeinzustand
- und/oder mit hohem Lebensalter, die daher als inoperabel gelten müssen;

Grundsätzlich sollte der operativen Sanierung der Vorzug gegeben werden, wenn der Patient aufgrund seiner körperlichen Verfassung für eine Operation in Frage kommt und diese technisch erfolgversprechend ist [36; 99].

Die komplette Epithelialisierung der Metallmaschen-Stents mit respiratorischer Schleimhaut, die einerseits eine physiologische Stent-Anpassung und eine normale mukoziliäre Clearance gewährleistet und ein Fremdkörpergefühl weitgehend verhindert, verhindert andererseits auch eine spätere Entfernung. Da es sich daher um eine definitive Therapieform handelt, darf die Entscheidung nicht ohne eingehende Diskussion aller individuell für den Patienten dafür- und dagegensprechenden Fakten getroffen werden. [91].

Diese Überlegung ist vor allem bei Patienten mit benignen Läsionen wichtig, da sie nach erfolgreicher Therapie der Ateminsuffizienz im Durchschnitt eine deutlich höhere, wenn nicht sogar normale Lebenserwartung haben, im Vergleich zu Patienten, die an einer malignen Erkrankung leiden und allein schon durch diese limitiert sind.

In bestimmten klinischen Situationen ist es erforderlich, daß sowohl beim erwachsenen Patienten [70; 120], als auch bei Kindern Stents nach einer gewissen Zeit wieder entfernt werden müssen[42]. Ursache ist bei Kindern die Stent-Dislokation durch das normale Wachstum des Tracheallumens bei unverändertem maximalen Stent-Lumen und beim Erwachsenen die fehlende Wandadaptation des Stents bei einem infolge einer parallel durchgeführten Therapie (RTX, CTX) einschmelzenden Tumor . Dadurch ist der Stent wieder entfernbar, bzw. muß entfernt und gegebenenfalls durch ein größeres Kaliber ersetzt werden. Es liegen auch Stent-Modelle vor, deren Design das Einwachsen nur in geringerem Maße zulassen [139].

4.3.3. Weitere Indikation:

Zusätzlich zu den oben genannten Einengungen der Atemwege stellen sowohl die ösophago-tracheale oder -bronchiale Fistel [128], als auch die postoperative Anastomoseninsuffizienz oder Nahtdehiszenz im Tracheo-Bronchial-System eine Indikation für die Stent-Implantation im Tracheo-Bronchial-System dar.

Bei Patienten, die auf ihre operative Rekonstruktion vorbereitet werden, können Stents auch als temporäre Lösung verwendet werden [25; 137].

4.4. Der Stent:

4.4.1. Grundsätzliche Anforderungen an einen tracheo-bronchialen Stent:

- ein Stent sollte als mögliche Langzeittherapieform vom Patienten gut toleriert werde;
- er sollte das Lumen sicher offen halten;
- er sollte der Trachealanatomie angepaßt sein;
- er sollte eine ausreichende dynamische Compliance beim Atem- und Schluckvorgang aufweisen;
- der Sekrettransport oralwärts sollte möglichst ungestörten stattfinden können;
- er sollte keine Dislokationstendenz haben;

4.4.2. Stent-Beschaffenheit:

4.4.2.1. Biofunktionalität:

Stabilität:

Anders als ein Stent, der die Stenose in einem arteriellen Gefäß offen halten soll und dabei durch den zentrifugal wirkenden Druck unterstützt wird, muß die Stabilität des Stents im Tracheo-Bronchial-Systems deutlich höher liegen, ohne wesentliche Zunahme der Wandstärke [3].

Druck und Durchmesser:

Die Stent-Architektur muß so gestaltet sein, daß ausreichend Druck auf die Wand ausgeübt wird, um diese offen zu halten. Gleichzeitig darf dieser Druck und auch der Durchmesser des Stents nicht zu groß sein, um eine Verletzung oder gar Perforation der Wand zu verursachen [43]. Untersuchungen im Tierexperiment haben gezeigt, daß es bei Überexpansion der Ballons auf den doppelten Durchmesser zu epithelialen Ulcerationen, Wandfibrosen in den meisten Fällen sogar zu einer Perforation kommt [45].

Flexibilität und Elastizität:

Der Stent muß eine gewisse Flexibilität und Elastizität aufweisen. Dieser dynamische Charakter ermöglicht es dem Stent, sich den physiologischen Bewegungen und Druckschwankungen sowohl während der Atmung, aber auch während des Schluckaktes, anzupassen und dabei den nötigen Druck auf die Wand aufrecht zu erhalten. Ziel ist es, daß der Stent den physiologischen Bewegungen der Trachea folgen kann, ohne diese zu behindern oder gar dabei zu dislozieren.

Steifigkeit:

Andererseits sollte der Stent gleichzeitig auch die nötige Steifigkeit besitzen, um physiologischen Biegungen folgen zu können, ohne selbst zu knicken. Somit können auch Stenosen, die in stärker gewinkelten Abschnitten liegen, mit dieser Stent-Art gut therapiert werden, ohne zu einem Einknicken des Stents und somit zu einem Verlegen des Lumens zu führen. Untersuchungen zu der Abhängigkeit von Steifigkeit und Drahtdicke, Stent-Durchmesser und - Länge wurden von Fallone, Wallace und Gianturco an einem metallischen Gianturco-Stent durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten, daß jeder Stent durch seinen „Steifigkeits-Koeffizient“ charakterisiert wird. Dieser Koeffizient ist unabhängig vom Durchmesser des voll entfalteten Stents, linear abhängig von der Drahtdicke und umgekehrt proportional zur Stent-Länge [38].

Kontaktfläche, Kraftentfaltung:

Durch ihre dünnen Filamente [0,014 inch (0,356 mm) - 1,022 inch (0,559 mm)] haben die Metallmaschen-Stents nur eine minimale Kontaktfläche zur Schleimhaut. In voll expandiertem Zustand bedeckt das weit geöffnete Metallmaschen-Geflecht nur ca. 15% der überdeckten Oberfläche [113].

Die Filamente der von uns hauptsächlich gewählten Wall-Stents haben nur eine Dicke von 0,04 inch (0,100 mm) [114] und entfalten aufgrund ihrer Konstruktionsart ihre Kraft homogen radial und damit weitgehend physiologisch [101]. Dadurch wird eine Druckatrophie und konsekutive Schleimhautnekrose durch den Stent weitgehend verhindert werden.

Epithelialisierung:

Diese beiden Charakteristika gewährleisten, daß es relativ rasch, einige Wochen nach Implantation, zu einer vollständigen Epithelialisierung der Stent-Filamente kommen kann [7; 22; 101; 111; 114; 116; 125; 140; 143]. Durch die Zilien des regenerierten respiratorischen Flimmerepithels ist der physiologische, oral gerichteten Schleimabtransport gewährleistet und es kommt zu keinem Sekretstau. Ebenso wird durch das Einwachsen der Filamente sowohl ein Fremdkörpergefühl oder ein chronischer Hustenreiz, als auch eine Migration oder eine andersgeartete Dislokation bei regelrechter Applikation verhindert.

Sollte dieses Stent-Modell über ein offenes Ostium gelegt werden, kommt es wegen der relativ weiten Maschenarchitektur normalerweise zu keiner Belüftungsbehinderung, da es zu keiner relevanten Lumenverlegung kommt [43].

4.4.2.2. Biokompatibilität

Ein weiterer wichtiger Gesichtspunkt bei der Wahl der Materialien eines Implantats ist die Biokompatibilität. Korrosionen am Implantat führen zu Weichteilreaktionen. Aber auch bei nicht - korrodierenden Metallen wie Titan und Co-Cr kommt es durch langsame Ionendiffusion zu einer Weichteilreaktion. So entsteht eine dünne Fibroseschicht um das Implantat, deren Dicke von der Menge und Toxizität der diffundierten Ionen, aber auch von dem Ausmaß der Mikrobewegungen zwischen dem Implantat und dem umgebenden Gewebe abhängt [53].

Auf der Suche nach einem inerten Material, das weder Fremdkörper-Reaktionen hervorruft, noch einen Infektionsherd darstellt und „minimalinvasiv“ eingebracht werden kann, wurden im Laufe der Zeit verschiedene Materialien getestet.

- Silikon;
- Marlex-Geflecht;
- Draht-Geflecht aus rostfreier Stahl
- verschiedenste Metallegierungen
- Nitinol

sowie etliche Kombinationen aus diesen Materialien;

4.4.2.3. Voraussetzungen der Stenose:

Voraussetzung für die Verwendung eines intraluminalen Stents ist die Dilatierbarkeit der Engstelle. Daher sollte vor jeder Stent-Implantation eine probatorische Dilatation durchgeführt werden, bei der auch geklärt wird, ob es sich um eine elastische oder rigide Stenose handelt.

Bei der Therapie mit endoluminalen Prothesen (Stents) stehen zwei große Gruppen zur Verfügung:

Silikon-Stents ←————→ **Metall-Stents**

4.4.3. Silikon-Stents:

4.4.3.1. Historie:

Historisch bemerkenswert ist, daß bereits 1891 von einem britischen Chirurgen namens C.J.Bond ein Artikel verfaßt wurde, der sich mit der Behandlung von Trachealstenosen mittels eines metallenen T-Trachealrohres beschäftigte [3; 9; 27].

Im späten neunzehnten Jahrhundert praktizierte in Britannien ein Zahnarzt namens Charles R.Stent. Er entwickelte ein Zahnabdrucksmaterial, das später Verwendung fand als Matrix bei der Förderung des Einheilvorgangs von Hauttransplantaten. Infolge dessen wurden alle Methoden als Stent bezeichnet, welche die Struktur und Funktion von lebendem Gewebe unterstützten. Heutzutage wird die Bezeichnung für Systeme verwendet, die tubuläre Strukturen im Körper offenhalten und dadurch deren Funktion gewährleisten [101].

Das Konzept, eingengegte Luftwege mit einem Platzhalter offenzuhalten, ist ein Verfahren, daß erstmals 1951 von Belsey [6], von Bucher et al [18] und 1952 von Harkins [66] beschrieben worden war. Diese Stents waren noch nicht dilatierbar. Es wurde eine Metall-Röhre in die Trachea eines Patienten mit benigner Stenose eingesetzt.

Silikon-Stents fanden schon vor Jahrzehnten vor allen in der Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde bei der Behandlung von Patienten mit Kehlkopf- und Trachealstenosen verschiedenster Genese große Verbreitung [25; 97].

Montgomery-T-tube:

1965 stellte Montgomery [97] seinen „T-tube“ aus Silikon speziell für die subglottischen Stenosen vor. Später verlängerte er die Prothese und konnte somit weiter distal gelegene Läsionen überbrücken. Die Erfolge waren gut, jedoch setzte dieser Stent eine Tracheotomie voraus. Auch heute ist dieses Stent-Design noch im Gebrauch (Medisyst, Rheinstetten, D).

In der Folgezeit wurden einige Veränderungen an diesen „T-tubes“ durchgeführt. Unter anderem verlängerten ihn 1982 Westaby et al [144] und setzten ein Y-Stück für die Überbrückung der Carina auf. Durch Weglassen des cranialen Seitenstücks konnte auf eine Tracheotomie verzichtet werden.

Orlowski-Stent:

1987 veröffentlichte Orlowski (Rüsch AG, Kernen, D) [103] seine Ergebnisse mit einem Stent aus Silikon-Elastomeren, der so lang war, daß er in einen der Hauptbronchien reichte und sich dort fixierte. Durch eingearbeitete, geschlossene Stahlringe hielt der Stent das Lumen auch gegen stärksten Druck sicher offen [104].

Dumon-Stent:

1990 berichtete Dumon (Novatech, Axion, Aubagne, F; Medisyst, Rheinstetten, D) [33] erstmals über seinen patentierten Stent aus Silikon-Elastomeren, der an der Oberfläche Noppen aufwies, die eine Dislokation verhindern sollten. Dieser Stent gilt auch heute noch als „Gold-Standard“ für den endotrachealen und -bronchialen Einsatz von Stents [92; 95]. Etwa zur gleichen Zeit wurden die Applikationsinstrumente und das starre Bronchoskop so verändert, was ein leichteres Einbringen und Positionieren der Stents ermöglichte.

Freitag-dynamic-Stent:

Auch Freitag (Rüsch AG, Kernen; Waiblingen, D) [46] entwickelte einen Stent, bei dem in den Silikonmantel hufeisenförmige Metallspangen eingearbeitet sind, deren Öffnung nach dorsal liegen, um so die weiche pars membranacea der Trachea zu simulieren und deren Bewegungen bei In- und Expiration folgen zu können. Durch dieses Design soll der Sekretstau vermindert, der Druck auf die Schleimhaut besser verteilt und somit der Reiz zur Bildung von Granulationen vermindert werden. Das distale Ende weist eine Y-Form zur Überbrückung der Carina auf, um so den Stent zu fixieren [47]. Vor allem bei der Therapie von malignen Stenosen erweist sich der Einsatz dieses Stent-Modells als erfolgreich und komplikationslos [123; 124].

Die heute gängigen Silikon-Stents unterscheiden sich sehr in ihrer Form, je nachdem, wo im Tracheo-Bronchial-System sie zum Einsatz kommen sollen. Auch kommen bei der Herstellung der neueren Generationen von Silikon-Stent neben dem Silikon weitere Materialien zum Einsatz, die zu einer noch besseren Biofunktionalität führen sollen [12; 124]. Jedoch konnte keiner der bisher hauptsächlich verwendeten Silikon-Stents die oben genannten Anforderungen an einen tracheo-bronchialen Stent ausreichend erfüllen. Sie weisen neben dem gewünschten Effekt, die Atemwege offen zu halten, leider auch erhebliche Nachteile auf:

4.4.3.2. Nachteile der Silikon-Stents:

- Die Applikation kann nur im Rahmen einer starren Bronchoskopie durchgeführt werden [91].
- Bei Silikon-Stents tritt relativ häufig ein Fremdkörpergefühl auf [131].
- Es kommt zu einer teilweise ausgeprägten Sekretretention in den aboralen Atemwegen durch fehlende Zilienbewegung des respiratorischen Epithels [89; 97].
- Die Sekretretention kann zu einer endoprothetischen Verkrustung führen, die schließlich nur noch durch einen Stent-Wechsel behoben werden kann [27; 82; 96].
- Man findet je nach Produkt eine unterschiedlich ausgeprägte Lumenverkleinerung der Atemwege durch relativ großen Wanddurchmesser des Stents [Beck A., 1989 #3].
- Stents mit Y-Form können bei der Implantation Schwierigkeiten bereiten [25] und teilweise eine Tracheotomie voraussetzen, da die translarygeale Einführung kaum möglich ist [3].
- Silikon-Stents haben je nach Design eine erhöhte Dislokationstendenz mit der Gefahr eines akuten Atemwegsverschlusses [5; 11; 12; 33; 89; 131; 144].
- In seltenen Fällen kommt es bei Langzeitbehandlung mit Silikon-Stents zur Ausbildung von Fisteln zwischen der Trachea und den angrenzenden Gefäße [61].

Den größten therapeutischen Erfolg haben Silikon-Stents auch heute noch durch die vollständige Auskleidung des Lumens bei ihrem Einsatz bei malignen Stenosen [11] und bei therapieresistenten entzündlichen Granulationen [114; 137]. Vor allem bei nach intraluminal wachsenden Neoplasien haben sie einen deutlichen Vorteil gegenüber den Metallmaschen-Stents, deren weites Maschengeflecht ein Durchwachsen des Tumors nahezu ungehindert ermöglicht [134]. Jedoch verursachen auch Silikon-Stents bevorzugt an den beiden Enden Granulationen [89; 131].

Als Langzeittherapie stellte die endoluminale Schienung der Atemwege mit Silikon-Stents bisher allenfalls eine untergeordnete Rolle dar [99; 143]. Für die kurative Therapie von benignen Läsionen im Tracheo-Bronchial-Systems sind die Silikon-Stents daher insgesamt nicht geeignet.

4.4.4. Metallmaschen-Stents:

4.4.4.1. Einsatzgebiete von Metallmaschen-Stents:

Primär waren die Metallmaschen-Stents für Gallenwege und Gefäße konzipiert worden. Ab 1980 werden sie vermehrt für stenosierte Lumina in nahezu allen Körperregionen verwendet, auch in den Luftwegen. 1986 erschien die erste Veröffentlichung über Tierversuche, bei dem Gianturco-Stents erfolgreich und ohne wesentliche Komplikationen in das Tracheo-Bronchial-System von Hunden implantiert worden waren [143]. Kurze Zeit später kam dieser Stent erstmals auch bei Menschen zum Einsatz.

Mit Wall-Stent und Palmaz-Stent wurden in der Folgezeit zwei weitere Stents, die sich in ihrem Design von dem Gianturco-Stent unterschieden, entwickelt.

Die Ergebnisse der letzten Jahre zeigen, daß die Stent-Implantation eine sichere und erfolgreiche Therapieform darstellt, mit der man bei zahlreichen Indikationen gute Erfahrungen gesammelt hat:

- bei Gefäßstenosen [63; 135]
- bei Gallengangsstenosen [75; 110; 112]
- bei Urethralstenosen [1; 93; 107]
- bei Stenosen von Gefäßprothesen und Hämodialyseshunt [63; 64; 106; 142]
- bei Stenosen und anderen Läsionen im oberen und unteren Gastro-Intestinal-Trakt [5; 23; 37; 41; 77; 83; 98; 128]
- bei coronaren Stenosen [19]

4.4.4.2. Metallmaschen-Stents im Tracheo-Bronchial-System:

In der Literatur finden sich bereits seit einigen Jahren Berichte über den regelmäßigen Einsatz von Metallmaschen-Stents im Tracheo-Bronchial-System, vorwiegend als palliative Therapieform [3; 10; 15; 74; 108; 117; 129].

Aber auch der Einsatz als kurative Therapieform bei benignen Einengungen ist mit weitgehend gutem Erfolg und vor allem mit einem subjektiven Benefit für den Patienten beschrieben [7; 42; 43; 88; 99; 108; 116; 129]. Dabei ist ein erfolgreiches Einsatzgebiet von endoluminalen Stents die Behandlung von Läsionen im Anastomosenbereich von lungentransplantierten Patienten.

Auch Silikon-Stents erzielen hier teilweise gute Ergebnisse, die nach Entfernung nur teilweise Bestand haben [27; 50].

Die therapieresistenten Veränderungen können suffizient mit Metall-Stents versorgt werden [13; 22; 69; 86; 114; 119; 130; 132].

Bei der Verwendung von Metall-Stents als mechanischer Platzhalter beobachtet man nach relativ kurzem Zeitintervall (weniger als 2 Monate) die Ausbildung von voll ausdifferenzierten respiratorischem Flimmerepithel mit einer vollständigen Auskleidung der Stent-Filamente mit Schleimhaut nach spätestens 6 Monaten [7; 22; 65; 101; 111; 114; 115; 116; 125; 140; 143].

Vor allem werden die Vorteile des Metall-Stents gegenüber den Silikon-Stents bei einer definitiven (Langzeit-)Therapie bei einem ausgesuchtem Patientengut herausgestellt [15; 82; 86; 101; 137; 138].

Metall-Stents lassen sich mit guten Ergebnissen vom unteren Larynx [65], in der gesamten Trachea bis in die Segmentbronchien [10; 68; 127] verwenden

4.4.4.3. Nachteile der Metallmaschen-Stents:

Jedoch liegen auch Berichte über die konstruktionsbedingten Nachteile von Metall-Stents bei klinischen Untersuchungen vor.

Definitive Therapieform:

Ein wesentlicher Nachteil ist, daß die Applikation dieser Metallmaschen-Stents eine endgültige Therapieform ist, da eine Entfernung in der Regel nicht mehr ohne Resektion möglich ist.

Durchwachsen von Neoplasien:

Maligne und benigne Gewebewucherungen können nahezu ungehindert durch die Maschen der Metall-Stents hindurchwachsen.

Granulationen:

Tierexperimentelle Untersuchungen haben gezeigt, daß es durch den liegenden Metall-Stent (in diesem Fall Palmaz) sowohl in einer voroperierten, aber auch in einer unbehandelten und gesunden Trachea zu entzündlichen Schleimhautreaktionen mit Granulationswachstum kam, die jedoch in der Regel klinisch inapparent waren [45; 115].

Vor allem ist in den Fällen mit vermehrter Granulation zu rechnen, wenn der Stent in ein akut entzündetes Gebiet implantiert wird [22; 114; 130; 138; 143].

Erfahrungsgemäß findet sich das Maximum dieser Reaktion im ersten Monat nach Stent-Implantation [143].

Im Vergleich zu den Silikon-Stents scheinen die Metall-Stents sogar eher eine Prädisposition zur Granulationsbildung zu haben.

Es wurde in verschiedenen Experimenten nachgewiesen, daß diese am ehesten in den Bereichen mit dem größten Druck entstehen. Dies erkläre das vermehrte Auftreten von Granulationen bei Überexpansion der Stents (Gianturco) [111] (Palmaz) [45].

In solch einem Fall wird empfohlen, zuerst einen Silikon-Stent bis zum Ausheilen der Läsion zu verwenden und dann erst den Metall-Stent als definitive Lösung zu applizieren [114; 138].

Carre et al geben jedoch zu bedenken, daß in dieser Zeit ein erhöhtes Dislokations- und Obstruktions-Risiko bestehe. Auch sei der richtige Zeitpunkt für die definitive Implantation des Metall-Stents schwer zu ermitteln. Deshalb favorisieren sie die Ballondilatation der bestehenden Granulationen bis zur Abheilung. Dieses Procedere erwies sich als ausreichend und erfolgreich [22].

Beim Auftreten von Granulationen bei liegendem Metall-Stent ist die Laserabtragung die Therapie der Wahl. Untersuchungen zeigen, welche Handhabung bei unterschiedlicher Laser-Energie die Integrität des Metall-Stents gewährleistet [145].

Bei nach intraluminal wachsendem Gewebe hat der Silikon-Stent deshalb Vorteile gegenüber dem konventionellen Metallmaschen-Stent [96].

Covered-Stent:

Aus diesem Grund wurden Modelle, sogenannte covered stents entwickelt. Dies bedeutet, daß bei der Herstellung eine Schutzhülle, die normalerweise aus PET oder PTFE besteht, um den Stent gelegt wird, die somit ein Durchwachsen des Gewebes verhindern soll. Damit wird auch ein Einwachsen der Stents in die Schleimhaut verhindert, womit sie entfernbar bleiben.

Das ideale Material zum überziehen der Stents ist zur Zeit jedoch noch Ziel der Forschung [94]. Andererseits werden durch das „covering“ der Stents einige Vorteile des Metallmaschen-Stent wieder aufgeben. Durch das Abdecken des respiratorischen Epithels kommt es wieder zu einem Sekretstau mit allen seinen Folgen. Auch ist die Applikation dieser Stents im Bereich der Bronchien wegen der Gefahr eines Ostiumverschlusses problematisch.

4.4.4.4 Ballondilatierbar vs. selbstentfaltend:

Die Metallmaschen-Stents lassen sich in zwei große Gruppen unterteilen.

ballondilatierbare Stents ←————→ selbstentfaltende Stents

Die ballondilatierbare Version wird auf einem Angioplastie-Ballon-Katheter befestigt, so an dem gewünschten Ort positioniert und dann durch Aufblasen des Ballons entfaltet. Durch die spezielle Maschenarchitektur behält der Stent dann seine Form.

Palmaz-Stent:

(Fa. Johnson&Johnson, Interventional Systems, Hamburg, D)

Die Implantation ist Dank des Applikations-Sets einfach und sicher [88; 127; 132]. Bei einem Großteil der Patienten zeigt sich neben der sofortigen subjektive Besserung der Dyspnoe nach der Intervention auch ein guter klinischen Langzeiterfolg [4; 88; 132]. Dieser Erfolg zeigt sich auch am Tierexperiment mit sicherem Offenhalten der stenosierten Atemwege, guter Toleranz und einer schnellen Epithelialisierung der Filamente [115; 136]. Bei richtiger Kaliberwahl ist eine Überexpansion aufgrund der Stent-Architektur nicht möglich. Dadurch ist das Risiko einer Perforation deutlich minimiert [25]. Jedoch werden auch bei der Verwendung des Palmaz-Stents Komplikationen, wie Re-Stenosierung oder Dislokation, beschrieben, die weitere Interventionen notwendig machte [4; 86; 127; 132; 136]. Es wird sogar von Perforationen mit der Bildung von broncho-vaskulären Fisteln berichtet [26].

Der Palmaz-Stent wird relativ oft bei der Behandlung von Kindern und Säuglingen und hierbei oft auch nur als temporäre Therapieform verwendet [26; 45; 48; 105; 115]. Im Gegensatz zu den selbst-expandierenden Metall-Stents wird beschrieben, daß die Palmaz-Stents relativ einfach zu jeder Zeit wieder entfernt werden können und dabei allenfalls eine leichte Schleimhautblutung verursachen [42; 132].

Strecker-Stent:

(Boston Scientific, Hilden, D)

Der Strecker-Stent ist in seinem Design vergleichbar mit dem Palmaz-Stent. Er besteht aus einem stabilen Stahldrahtmaschengeflecht. Der Stent wird auf einem Ballonkatheter gefaltet geliefert. Nach einfacher und unproblematischer Positionierung in der Läsion kann er ähnlich dem Palmaz-Stent bis auf einen vorgegebenen Fixdurchmesser dilatiert werden. Jedoch bleibt er auch bei größerem Durchmesser formstabil und bietet ein gutes Therapieverfahren bei Tracheomalazien [96]. Von den Patienten wird er gut toleriert und zeigt einen guten klinische Erfolg [15]. Jedoch weist er eine erhöhte Dislokationstendenz auf [67].

Die selbstexpandierenden Version lassen sich wiederum in zwei Prothesentypen unterteilen.

Das eine Stent-Modell besteht aus Stahl und wird in einer Kartusche unter Spannung stehend geliefert, aus der es nach Positionierung in der Läsion freigesetzt wird.

Die modernere Variante wird aus einer besonderen Metallegierung gefertigt, die einen „memory-effect“ besitzt. Dieser beruht auf der Fähigkeit sich bei Wärme selbständig zu entfalten, so daß der Stent bereits bei Körpertemperatur nach kurzer Zeit die komplette Entfaltung erreicht hat. Die Entfaltungsphase dauert in der Regel eine Minute.

Gianturco-Stent:

(Cook Inc. Bloomington, Indiana, USA) (Cook Europe, Mönchengladbach, D)

Im Laufe seiner Entwicklung wurden wegen der erhöhten Dislokationstendenz an der Außenseite kleine Häkchen angebracht. Für längere Läsionen entwickelte man „Tandem-Modelle“ (Gianturco-Rosch), indem man zwei Stents (2 x 25 mm) an den Enden über eine Längsstrebe miteinander verbunden hat [101]. Der Gianturco-Stent ist einfach zu applizieren und wird von mehreren Autoren sowohl bei malazischen Veränderungen, als auch bei therapierefraktären Stenosen unterschiedlicher Genese (unter anderem bei Anastomosenveränderungen nach Lungentransplantation) empfohlen [13; 29; 51; 69; 88; 117; 119; 125]. Aufgrund seiner Fähigkeit der geringfügig weiteren Entfaltungsfähigkeit im Vergleich zu den restlichen Stents, wird er vor allem bei tracheomalazischen Veränderungen empfohlen [114]. Außerdem kommt es bei seiner Expansion im Vergleich zu den anderen Modellen zu keiner wesentlichen Verkürzung [78].

Der Gianturco-Stent ist einer der ersten und weltweit einer der am häufigsten benutzten Metall-Stents. Dennoch wird in der Fachliteratur von Dislokationen, die eine notfallmäßigen Entfernung notwendig machten und von Materialbrüche und Migrationen mit daraus resultierenden Perforation und Penetrationen der Trachea berichtet [13; 70; 73; 81; 119; 130; 143]. Rousseau et al berichten sogar, daß ein Drittel, der von ihnen bei Patienten mit Tracheomalazie implantierten Gianturco-Stents Materialbrüche aufwiesen oder dislozierten [114]. Einer der 19 Patienten verstarb infolge dessen an respiratorischer Insuffizienz. Auch bei Nakajima et al kam es bei über einem Viertel der Fälle (27%) zu Stent-Brüchen und/oder –Migrationen [100]. Auch sei die Migrationsgefahr bei der Applikation von Gianturco-Stents in kurzen, extrinsischen Stenosen mit intakter Schleimhaut in der oberen Trachea erhöht [81; 100]. Ähnliche Bedenken äußert auch Bollinger [12] der Applikation von kurzen Silikon-Stents in konischen Stenosen, vor allem wenn diese knapp subglottisch lokalisiert sind.

Wall-Stent:

(Fa. Schneider Europe, Zürich, S) (Medivent, Lausanne, S)

Bei der Planung und Applikation von Wall-Stents ist nur zu beachten, daß es bei der Entfaltung des Stents zu einer deutlichen Verkürzung (ca. 20%) kommt. Die Applikation ist auch mit dem flexiblen Bronchoskop in Sedierung und Lokalanästhesie möglich [114]. Durch sein enges Maschen-Design behält der Wall-Stent seine tubuläre Struktur auch bei starker Angulierung unverändert bei, was ihm einen deutlichen Vorteil gegenüber den anderen Stents bei der Applikation in gewunden verlaufenden Abschnitten bietet. So bleibt er auch in gewinkelten Abschnitten wandadaptiert und behält sein Lumen sicher bei [101]. Die Handhabung ist einfach und bei regelrechter Applikation wird er von den Patienten sehr gut toleriert. Es tritt eine sofortiger Besserung der Dyspnoe ein und die Komplikationstendenz ist sehr niedrig [22; 28; 99; 114; 138].

Laut den Untersuchungen von Lonchyna et al [86] ist der Wall-Stent der Stent der Wahl bei der Therapie von Anastomosenveränderungen nach Lungentransplantation (Stenosen, Malazien, Dehiszenzen). Erfahrungsgemäß erfolgt das Einwachsen des Wall-Stents in die respiratorische Schleimhaut schneller und vollständiger als bei den anderen Metall-Stents [22; 114; 138]. Jedoch wird dadurch eine Entfernung des Stents nach einiger Zeit auch unmöglich.

Nitinol-Accuflex-Stent:

(Fa. Boston Scientific Medi-tech, Watertown, USA)

Bei Nitinol handelt es sich um eine Legierung aus Nickel und Titan, die primär in Rußland entwickelt worden ist. Der Stent besitzt dank seiner Zusammensetzung einen „memory-effect“, der bewirkt, daß er sich bei Erwärmung auf eine vordefinierte Durchmesser ausdehnt und bei Abkühlung wieder zusammenzieht.

Bei diesem Produkt wird er in zusammengefaltetem Zustand von einem wasserlöslichen Gelatineüberzug auf dem Trägerkatheter fixiert. Wenn das Gel mit Flüssigkeiten in Verbindung kommt, löst sich dieses in wenigen Minuten auf und der Stent entfaltet sich in der warmen Umgebung.. Spülen mit einer warmen Kochsalz-Lösung beschleunigt diesen Vorgang. Um die vorzeitige Entfaltung zu verhindern, ist der gesamte Applikator von einer Schutzhülle umgeben, die nach Positionierung des Stents abgezogen wird.

Bei der Entfaltung kommt es wie beim Wall-Stent zu einer Verkürzung, die bei der Planung und Positionierung zu beachten ist.

Bei unvollständiger selbständiger Entfaltung des Stent kann er mit einem Ballonkatheter dilatiert werden.

Die Handhabung ist einfach und sicher und erlaubt eine gute Positionierung. mit exzellenter Flexibilität und Compliance. Insgesamt zeigt sich sowohl bei malignen [67; 85] als auch bei benignen Läsionen rasch ein guter klinischer Erfolg [32; 85]. In diesen Untersuchungen kam es auch zu keinen Granulationen im Stent-Bereich, wobei längere Nachuntersuchungszeiträume fehlen. Die Stents waren nach ca. sechs Wochen komplett epithelialisiert [32; 85].

Ultraflex-Microvasive-Stent

(Boston Scientific Cop.Europe, France)

Ebenso wie beim Wall-Stent ist die relativ starke Verkürzung bei der Applikation zu beachten. Die Grenzen sind bei maximaler Entfaltung sind röntgendicht auf dem Applikationsset markiert. Der Eingriff kann bei diesem Produkt auch mit einem flexiblen Bronchoskop erfolgen. Die Handhabung ist relativ einfach [92]. Freigesetzt wird der auf das Positionierungssystem komprimierte und mit einen Nylonschlauch fixierte Stent durch Zug an einem Fingerring, der sukzessive die damit verbundenen Knoten einer Häkelnaht an diesem Nylonschlauch öffnet. Der aus einem einzigen Nitinoldraht bestehende Stent entfaltet sich dann selbständig.

Es stehen zwei Freisetzungssysteme zur Auswahl: Man kann das Entfalten und Freisetzen von proximal oder von distal beginnen. Eine Korrektur des teilentfalteten Stents ist jedoch nur noch in die Richtung möglich, in die der Stent noch nicht entfaltet ist.

4.4.5. Vorteile des Metallmaschen-Stents gegenüber Silikon-Stents:

Durch die minimale Kontaktfläche zur Schleimhaut kann es zu einem schnellen Einwachsen der Maschen und zu einer Ausbildung von normalem respiratorischem Epithel kommen. Dies führt zu einer Reduktion oder Fehlen von Fremdkörpergefühl, von Sekretstau und von Hustenreiz.

Die Applikation ist grundsätzlich unproblematischer und ist auch über ein flexibles Fiberendoskop möglich.

Das Maschen-Design der Stents zeigt eine bessere dynamische Compliance und es kommt zu keinem Verschuß von überbrückten Bronchusostien.

Durch das selbständige Entfalten der selbst-expandierenden, vollelastischen Metall-Stents ist die Handhabung besonders einfach. Der Stent kann in der Phase des Entfaltens noch in seiner Position korrigiert werden. Nach regelrechter Applikation besteht durch die anhaltende radiale, homogene Kraftentfaltung nur noch eine minimale Migrationsgefahr.

4.4.6. Nachteile des Metallmaschen-Stent:

Regelrecht applizierte Metall-Stents stellen wegen der kompletten Epithelialisierung der Maschen und der fehlenden Entfernbarkeit eine definitive Therapieform dar.

Durch die Maschenkonstruktion kann Gewebe (Tumor, Granulationen,...) ungehindert einwachsen. Außerdem ist bei nahezu allen Modellen der Metallmaschen-Stents die Tendenz zur Entwicklung von entzündlichen Granulationen beschrieben [25].

Vor allem fehlen für Metallmaschen-Stents ausreichende Langzeit-Nachuntersuchungen.

Angemerkt werden soll, daß zum Zeitpunkt der Stent-Applikationen die verfügbaren Metall-Stents noch nicht in der benötigten Auswahl und Vielfalt vorlagen.

4.5. Klinische Ergebnisse in der Literatur:

Symptomatik und Lungenfunktion:

Eine systematische Untersuchung von Veröffentlichungen (MEDLINE) über die klinische Anwendung von intraluminalen Metall-Stents in den meisten menschlichen Röhrenstrukturen zeigten einen weitgehend guten Erfolg bei sicherer Handhabung.

Insgesamt waren in 109 Studien 4753 Patienten involviert. Die Stent-Applikation erfolgte bei diesen Patienten hauptsächlich aus palliativen Gesichtspunkten.

Ein Teil des Patientengutes galt aufgrund der körperlichen Verfassung klinisch als inoperabel, der andere Teil hatte inoperable Läsionen [109].

Meistens kam es sofort nach dem erfolgreichen Implantieren eines Stents in das Tracheo-Bronchialen-Systems (laut Literatur 85 – 90 %) [80] zu einer deutlichen Verbesserung der Symptome. Vor allem konnten die Patienten in der Regel bereits wenige Tage nach dem Eingriff aus der stationären Behandlung entlassen werden.

Dies trug ebenfalls zur Verbesserung der Lebensqualität bei. Wurde die Intervention in erfahrenen Zentren durchgeführt, war die Komplikationsrate gering und die verfahrensabhängige Mortalität lag unter 3 % [80].

Über die Veränderung des Lumens oder der Lungenfunktionswerte gibt es kaum strukturierte Berichte. Vor den Eingriffen wurden meist keine Messungen durchgeführt, weil ein Großteil der Eingriffe als Notfallmaßnahme erfolgte.

Nach den Eingriffen erfolgten keine Nachuntersuchungen solange es zu einer symptomatischen Verbesserung kam [25].

Gelb et al [50] veröffentlichte eine Studie mit 17 Patienten (3 x maligne Stenosen, 14 x benigne Stenosen). Sie fanden dabei sofort nach Stent-Implantation eine deutliche subjektive Symptomverbesserung bei insgesamt guter Toleranz der Stents. Auch die Vitalkapazität (von 64% auf 73%) und die FEV1 (von 49% auf 72%) verbesserten sich im Vergleich zu den Werten vor der Intervention.

Bei Rousseau et al [114] ergab sich für 55 Patienten eine klinische Erfolgsrate von 89 % mit einer guten sofortigen und langfristigen (3 – 27 Monate) Toleranz der Stents. Die Komplikationen bestanden einmal in der fehlenden Wandadhärenz eines Stent und in drei Fällen hatten sich Re-Stenosen im Bereich des liegenden Stent entwickelt.

Bei 10 dieser 55 Patienten, wobei alle 10 Patienten an einer Tracheomalazie erkrankt waren., verglichen die Autoren Lungenfunktionswerte vor und bis zu einem Jahr nach der Stent-Implantation. Die FEV1 besserte sich von 1,552 (+/-338) nach einem Monat auf 1,558 (+/-687), nach sechs Monaten auf 1,645 (+/- 782) und nach einem Jahr auf (1,768 +/- 794). Das Residualvolumen veränderte sich von 3,516 (+/- 994) nach einem Monat auf 3,470 (+/- 928), nach sechs Monaten auf 3,192 (+/- 1,197) und nach einem Jahr auf 3,370 (+/- 1,045). Nach einem halben Jahr lebten nur noch sieben, nach einem Jahr nur noch fünf Patienten.

Sawada et al [117] untersuchten bei 14 Patienten mit malignen Stenosen der großen Atemwege die Veränderungen der Lumendurchmesser, der Aktivität der Patienten (klassifiziert nach Hugh-Jones) und der Lungenfunktionswerte vor und nach Stent-Implantation. In einer durchschnittlichen Nachuntersuchungsperiode von 5,4 Monaten (1-19) zeigte sich eine Zunahme des Lumens von den vormals deutlichen Stenosierungen (75-100% des Lumens) auf durchschnittlich 75% des Maximallumens.

Der Aktivitätsgrad nach Hugh-Jones erhöhte sich in 86% um mindestens einen Punkt und die Lungenfunktionswerte (FEV1, Vitalkapazität, pO₂) zeigten eine signifikante Besserung.

Hauck et al [67] applizierten bei 51 Patienten mit malignen Stenosen der großen Atemwege Metall-Stents. Im „follow-up“-Zeitraum nach Stent-Implantation zeigten sich bei 10 Patienten eine Verbesserung der Lungenfunktionswerte. Die Vitalkapazität stieg im Durchschnitt von 2,5 auf 2,7 l, das FEV1 stieg von 1,8 auf 2,0 l und die PO2 stieg von 65 auf 71 mmHg nach der Intervention.

Andererseits beschrieben Hürter et al [74] eine subjektive Besserung der Dyspnoe bei ihren drei Patienten mit malignen Stenosen nach erfolgreicher Stent-Implantation, obwohl sich in der Bodyplethysmographie nur bei einem eine marginale Verbesserung der bronchialen Obstruktion feststellen ließ. Dieses Ergebnis wurde auf die verminderte Atemarbeit zurückgeführt.

Auch Bohndorf et al [10] berichteten von sechs Patienten, deren Lungenfunktionsparameter sich im Verlauf nur geringfügig besserten, obwohl bei fünf von sechs sich eine subjektive Besserung der Dyspnoe einstellte.

Randomisierte Studien, die Aussagen über die Auswirkungen von Stents im Tracheo-Bronchial-System im Vergleich zu anderen nicht-operativen Therapien auf die Lungenfunktionen, das Befinden und auf die Rezidivrate und –zeitpunkt zulassen, existieren nicht.

Art der Stenose:

Der Therapieerfolg bei der Applikation von Metallmaschen-Stents bei stenosierenden Neoplasien ist vor allem von dem Infiltrationsgrad und der Tumorprogression abhängig. Klinische Nachuntersuchungen zeigen jedoch auch, daß der Erfolg bei der Applikation von Metall-Stents vom Charakter und Ausmaß der Stenose abhängig ist.

Der größte Erfolg zeigt sich bei der Therapie von extraluminalen Stenosen, auch wenn diese höhergradig (bis 100%) sind. Bei intraluminalen Neoplasien ist der „uncovered“ Metall-Stent neben dem Silikon-Stent und den „covered“ Metall-Stent allenfalls eine Therapieform zweiter Wahl, da ein Durchwachsen der Maschen früher oder später zu einer Tumorstenose führt [67; 133; 134].

Nur bei intraluminalen Tumorstenosen, die weniger als 50% des Lumens einengen, wäre der „uncovered“ Metall-Stent für eine längere Zeit erfolgversprechend [133].

Langzeitergebnisse:

Hautmann et al [68] äußerten aufgrund ihrer Nachuntersuchungen von Patienten, die sowohl wegen benignen als auch malignen endobronchialen Stenosen mit Metallmaschen-Stents (Wall-Stent, Strecker-Stent, Nitinol-Accuflex-Stent) versorgt worden waren, Bedenken gegen deren Langzeitanwendung wegen der bestehenden großen mechanischen Belastung. In dem Nachuntersuchungszeitraum von bis zu 10 Monaten zeigten sich bei dem Strecker-Stent bleibende Lumeneinengungen. Bei den restlichen Stent-Modellen fanden sich bei den funktionellen Durchleuchtungsuntersuchungen während des Hustenaktes reversible Lumenverkleinerungen von über 50%. Diese dynamischen Lumenschwankungen sind bei benignen Läsionen ausgeprägter.

Insgesamt gibt es jedoch, wie oben bereits erwähnt, noch keine ausreichend langen Langzeitnachuntersuchungen.

Die längsten „follow-up“ – Beobachtungen bei Metallmaschen-Stents, die in der Literatur zu finden sind, erstrecken sich über maximal 3 Jahre [4; 13; 22; 29; 96; 99; 138].

4.6. Eigene Ergebnisse;

4.6.1. Anzahl von Patienten und Stents:

Es wurden insgesamt 26 Patienten mit 38 endo-tracheo-bronchialen Metallprothesen versorgt. Dabei wurden 30 Wall - Stents bei 21 Patienten, sechs Palmaz - Stents bei vier Patienten und zwei andere Modelle (Urbaflex, Gianturco) bei zwei Patienten appliziert.

4.6.2. Indikationen:

Die einengenden Läsionen des Tracheo-Bronchial-Systems bedingt durch Malazien und Narbenstenosen bei unserem Patientenkollektiv waren ausschließlich nicht-maligner Genese.

Die Indikation für die Implantation eines Metall-Stents als definitive Therapie wurde erst gestellt, nachdem alle anderen erfolgversprechenden operativen und interventionellen Therapieformen ohne den entsprechenden klinischen Erfolg ausgeschöpft waren oder Inoperabilität festgestellt wurde.

Alle fünf lungentransplantierten Patienten hatten stenosierende Veränderungen der Bronchusanastomosen. Bei einem dieser Patienten waren bereits frustrane Dilatationen durchgeführt worden. Ähnliche stenosierende Bronchusveränderungen zeigten sich bei zwei weiteren Patienten im Bereich der Anastomose bzw. des Stumpfes bei Z.n. Lobektomie.

Bei einem weiteren Patienten verursachte ein Aortenaneurysma eine Stenose des linken Stammbronchus.

Sieben weitere Patienten waren aufgrund von Läsionen an den großen Atemwegen bereits jeweils mindestens einmal voroperiert.

Bei 10 Patienten waren in der Vorgeschichte bereits interventionelle Eingriffe, bei sechs mit gleichzeitiger Implantation von Silikon-Stents durchgeführt worden.

In sechs Fällen war annähernd die gesamte Trachea von den malazischen Veränderungen betroffen. Bei weiteren sieben Patienten zeigten sich längerstreckige Läsionen bis zu 5 cm. In einem Fall zeigte sich ein ausgedehnter Befund nach bereits durchgeführter langstreckiger Querresektion.

11 Patienten unseres Kollektives waren zum Zeitpunkt der Intervention bereits 65 Jahre und älter, drei davon über 80 Jahre alt.

Sieben Patienten zeigten ein multimorbides Krankheitsbild mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen als führendem Symptom. Zwei waren durch schwere Grunderkrankungen (Marfan-Syndrom, Ösophagus-Ca) deutlich eingeschränkt.

15 mußten aufgrund ihrer Vorerkrankungen tracheotomiert werden. In 10 dieser 15 Fälle erfolgte dies im Rahmen einer Langzeitbeatmung, bei vier nach Operationen im Pharynx-Larynx - Bereich und in einem Fall nach Kriegsverletzung des Larynx.

4.6.3. Stent - Implantation:

Über 30/34 (88 %) unserer Interventionen wurden mit einem radiologisch und endoskopisch dokumentierten, gutem Ergebnis abgeschlossen.

4.6.3.1. Selbst-expandierende, vollelastische Metall-Stents:

Bei 31/38 (84 %) der Metallmaschen-Stents handelt es sich um neuentwickelte, vollelastische und selbstexpandierende Modelle (29 Wall-Stents, 1 Gianturco-Stent, 1 Ultraflex-Microvasive-Stent).

Die Handhabung bei der Positionierung und der selbständigen Entfaltung bei der Freisetzung des Stents gestaltet sich einfach. Über die Hälfte aller unserer selbst-expandierenden Stents wurden abschließend während der Intervention mit einem Angioplastie-Ballon-Katheter wegen inkompletter Wandadhärenz nachdilatiert; dies ist zur Optimierung des Primärergebnisses erforderlich [7; 10; 45; 74; 99; 114].

In vier Fällen konnte nur ein suboptimales Ergebnis bei der Stent-Applikation erreicht werden.

Nach Korrektur eines bronchial applizierten Stents lag dieser nicht mehr vollständig in der Stenose. Nach vollständiger Entfaltung eines weiteren Stents kam es wegen der Verkürzung zu keiner Überlappung mit dem bereits eingebrachten Stent. In zwei Fällen kam es auch nach Nachdilatation nur zu einer inkompletten Wandadhärenz der Stents, wodurch sich bei einem Patienten die bestehende Dyspnoe nach Stent-Implantation nicht wesentlich verbesserte. Bei den restlichen drei Patienten hatte die suboptimale Stent-Applikation kein klinisches Korrelat. Bei einer weiteren Patientin war nach der Intervention wegen einer Larynxstenose, die einen ausgeprägten Stridor verursachte, eine Reintubation notwendig.

4.6.3.2. Ballondilatierbare Metall-Stents:

Es wurden fünf ballonexpandierbare Metall-Stents (Palmaz-Stents) erfolgreich implantiert.

Über 94 % aller Stent-Implantationen wurden über ein starres Bronchoskop durchgeführt. Das Arbeiten am relaxierten, nicht hustenden und sicher beatmeten Patienten ist unkomplizierter und risikoärmer. Die exakte Vermessung der Läsion und Platzierung des Stents ist mit dem Instrumentarium des starren Bronchoskops leichter zu beherrschen. Die notwendigen Korrekturen konnten sicher durchgeführt werden, was die Entscheidung für dieses Instrument gerechtfertigt.

4.6.4. Dilatation bei der Stent-Implantation:

In der Literatur wird diskutiert, das Kaliber bei selbstexpandierenden Stents (Gianturco) größer als den gemessenen Durchmesser des Ziellumens zu wählen, um einen größeren Druck auf die Wand erzeugen zu können und somit das Dislokationsrisiko zu verringern [114]. Andererseits tritt bei Überdimensionierung der Stents vermehrtes Granulationswachstum oder Verletzungen der Wand auf [42; 45; 111].

Ziel der Primärintervention ist grundsätzlich, eine möglichst vollständige Wandadhärenz zu erreichen. Bei Entrundung der Trachea ist wegen geometrischer Inkongruenz allerdings nicht immer eine vollständige Adhärenz gewährleistet. Es ist letztlich nicht geklärt, ob eine Stent-Überdimensionierung bezüglich des Durchmessers im Langzeitverlauf vorteilhaft ist.

In der vorliegenden Nachuntersuchung zeigte sich bei den fünf Patienten, deren Stents mit einem über dem nominellen maximalen Stent-Durchmesser liegenden Ballondurchmesser dilatiert wurde, keine signifikant vermehrte Granulationstendenz.

Bei sechs der Patienten, bei denen keine Überexpansion bei der Nachdilatation erfolgt war, wurden im Nachuntersuchungszeitraum eine partiell fehlende Wandadhärenz oder ein erhöhtes Dislokationsrisiko der implantierten Stents beobachtet.

4.6.5. Langzeitnachuntersuchung:

Gruppe der nicht-lungentransplantierten Patienten:

Durch die Stent-Implantation wurde die Dyspnoe bei 18 Patienten zum Teil deutlich verbessert, auch bei bestehenden prädisponierenden Begleiterkrankungen wie Recurrensparese, chronisches Asthma bronchiale und cardio-pulmonale Dysfunktion. Verbesserungen stellten sich aber vor allem bei Patienten ohne wesentliche Begleiterkrankungen ein.

Endoskopische Therapien bei rezidivierenden Granulationen, bei Ausdehnung der malazischen Wandveränderungen und bei fehlender Wandadhärenz von Stents waren in einigen Fällen notwendig und bis auf zwei Fälle auch erfolgreich.

Bei S.G., 82 Jahre war ein Wall-Stent primär schon im proximalen Abschnitt bei ovalär geformter Trachea nicht komplett wandadhärent und konnte weder durch Nachdilatation, noch durch die Implantation eines überdimensionierten Gianturco-Stents optimiert werden. Zusätzlich fanden sich unverändert bis in die Bronchialperipherie reichende Zeichen einer deformierenden chronischen Bronchitis.

Bei W.J., 71 Jahre, entwickelten sich ausgeprägte Granulationen, die sich als therapieresistent gegenüber Zangen- und Laserabtragung, Dilatation, Silikon-Stent-Implantation und endoluminaler Bestrahlung erwiesen, so daß es während der vier Jahre Nachbeobachtung nur phasenweise zu einer subjektiven Besserung der Dyspnoe kam. Die Ursachen des Granulationswachstums sind letztlich nicht geklärt. Faktoren sind unter anderem Entzündung, post-operative Narbenbildung und fehlende Epithel-ausdifferenzierung.

Aufgrund einer Lumeneinengung des Stammbronchus durch ein Aortenaneurysma distal des stabil liegenden Stents persistierte auch bei der Patientin A.F., 39 Jahre die Atemnot mit rezidivierenden Pneumonien während der folgenden 20 Monate.

In einem Fall (A.Z., 64 Jahre) war wegen der kontinuierlichen Progredienz der bestehenden Tracheomalazie eine sukzessive Implantation von insgesamt drei Stents zur Lumenstabilisierung erforderlich. Zusätzlich war wegen einer Knickbildung der Trachea eine operative Fixierung notwendig. Um bei solch progredienten Befunden den zeitlichen Abstand zwischen den notwendigen Eingriffen so groß wie möglich zu gestalten, sollte die Läsion möglichst langstreckig mit Stents überbrückt werden [7].

Lungenfunktionswerte wurden bei sieben, bzw. 10 Patienten im Verlauf verglichen.

Durchschnittlich stagnierten oder verbesserten sich die Werte im Verlauf bei 80% dieser Gruppe.

Für alle gemessenen Werte ergab sich im Durchschnitt eine Besserung der Vitalkapazität von 87,08 (+/- 24,06) auf 92,05% (+/- 23,59), des Residualvolumen von 176,18 (+/- 110,75) auf 116,22% (+/- 53,12) und der FEV 1 von 74,56 (+/- 21,81) auf 88,85% (+/- 73,73).

Gruppe der lungentransplantierten Patienten:

Neben den Anastomosenengen führten Lungenparenchymveränderungen, Abstoßungsreaktionen, pulmonale Infekte und cardiale Insuffizienzen bei dieser Patientengruppe zur Ateminsuffizienz. Eine interventionelle Therapie der post-operativen Stenosen behob nur einen der vielen Faktoren.

Bei zwei Patienten (B.B., 48 Jahre, T.G., 54 Jahre) gingen bei stabil liegenden Stents in einem Fall rezidivierend Probleme von einer bekannten ostiumnahen Membranstenose, im anderen Fall von Granulationen, die sich nach einer Tracheotomie gebildet hatten, aus.

Bei der Patientin M.M., 33 Jahre, verursachten weder die geringe Stent-Deformierungen, noch die nach 15 Monaten entstandenen rezidivierenden Granulationen, die im Rahmen der Kontrollen einmal jährlich abgetragen wurden, eine wesentliche klinische Verschlechterung. Bei zwei Patienten verursachten chronische Transplantatabstoßungen und rezidivierende Infektionen mit respiratorischer Globalinsuffizienz zunehmende Atemnot und führte schließlich auch zum Tod.

Bei einem Patient (B.J., 57 Jahre) wurde bei einer Kontroll-Bronchoskopie zufällig eine inkomplette Wandadhärenz der Stents entdeckt, die erst durch Dilatation und später durch Kürzung des Stents behoben wurde. Eine wesentliche klinische Verschlechterung bestand nicht.

Bei der Patientin C.D., 40 Jahre, dislozierten die zwei zuerst applizierten Stents. Retrospektiv kam es zu der Dislokation der beiden bronchialen Stents am ehesten aufgrund zu klein gewählter Durchmesser. Der dritte Stent mit größerem Durchmesser blieb stabil.

Insgesamt besserten sich die gemittelten Werte des Residualvolumens und des FEV1. Die Vitalkapazität veränderte sich nicht signifikant.

Zusammenfassung:

Insgesamt erfüllten die Metall-Stents ihre Aufgabe nach der Implantation, das Lumen sicher offen zu halten, zuverlässig. Bei den verwendeten Metall-Stents kam es zu keinen schweren Komplikationen, wie Ostiumverschlüsse, Penetration, Perforation oder Materialbrüche. Es kam auch zu keinen stentassoziierten Todesfällen.

Alle methodisch bedingten Schwierigkeiten und Komplikationen konnten interventionell beherrscht werden.

Insgesamt zeigen die ermittelten Lungenfunktionswerte, daß nach Stent-Implantation eine objektiv meßbare Besserung der Dyspnoe-Symptomatik eintrat.

Das Patientenkollektiv enthielt aber auch Patienten, die zwar gemessen an den Lungenfunktionswerten keine Besserung oder sogar eine Verschlechterung nach Stent-Applikation zeigten, aber subjektiv eindeutig eine Besserung empfanden. Dies ist ein Ausdruck der multifaktoriellen Ursachen für die bestehende Dyspnoe und deren Auswirkungen auf die Meßergebnisse.

Selbst ausgeprägte, symptomatische Einengungen der großen Atemwege können in der Lungenfunktionsprüfung unentdeckt bleiben, vor allem wenn die Patienten bereits unter einer obstruktiven Lungenerkrankung leiden. Dies erklärt, warum klinische Veränderungen bei Atemwegsstenosierung nach Stent-Applikation meßtechnisch inapparent bleiben können [25].

Die konventionellen Röntgenaufnahmen des Thorax stellen ein einfaches und aussagekräftiges diagnostisches Mittel zur Beurteilung von Belüftungsverhältnissen der einzelnen Lungenabschnitte dar und lassen so Rückschlüsse auf eine Lumenverlegung des Stents zu. Als weiterführende radiologische Untersuchungen stehen die Durchleuchtung, die konventionelle Tomographie, vor allem aber die Computertomographie und die EBT (electron beam tomography) zur Verfügung. Sie bieten die Möglichkeit einer sehr detaillierten Darstellung des Stents und des umliegenden Gewebes bis hin zu einer Beurteilung des dynamischen Stent-Verhaltens. Die Spiral-Computertomographie mit der Akquisition von 3D-Datensätzen ermöglicht eine Rekonstruktion mit Schichtungen in allen gewünschten Raumrichtungen und die Erstellung einer virtuellen Endoskopie. In diesen Untersuchungsmodalitäten liegt das Potential, Untersuchungen vor möglicher Intervention zur metrischen Beurteilung der Läsion und Verlaufskontrollen nach Intervention ohne Endoskopie durchführen zu können.

Jedoch muß bei der Beurteilung von intraluminalen Gewebsvermehrungen bedacht werden, daß es sich vor allem bei der virtuellen Endoskopie um ein am Rechner generiertes Modell handelt. Die Wahl des Schwellenwertes einzelner Gewebetypen bei der Rekonstruktion können diese zu groß wirken lassen oder sie sogar verschwinden lassen.

4.6.5.1. Lebensqualität:

Im Krankheitsfall beeinflussen vor allem Diagnose und Prognose ganz entscheidend das Wohlbefinden des Betroffenen. Aus diesen Überlegungen heraus wurden mehrere Methoden entwickelt, welche die Lebensqualität eines Individuums zu messen und vergleichbar zu machen versuchen. Die Verfahren sind kompliziert und aufwendig [39; 55; 62].

Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen eindeutig, daß Dyspnoe ein Faktor mit großem, wenn nicht sogar mit dem größten Einfluß auf die Lebensqualität eines Menschen ist [35].

Das Maß der Lebensqualität ist hochgradig subjektiv und setzt sich aus mehreren Bausteinen zusammen [16]:

- das physische Wohlbefinden;
- das psychische Wohlbefinden;
- das soziale Wohlbefinden;

Diese Bausteine werden wiederum beeinflusst von verschiedenen Faktoren:

- persönliche und kulturelle Werte und Vorstellungen;
- Lebenserfahrungen in Abhängigkeit des Lebensalters;
- Lebensziele;
- Lebensweise;

Dies zeigt, daß die Einschränkung der individuellen Lebensqualität multifaktorielle Ursachen haben kann.

Auf der Basis der zur Verfügung stehenden Unterlagen und der Befragung der Patienten oder Angehörigen war keine dieser Auswertung möglich.

Es wurde der Karnofsky-Index und die Hugh-Jones-Klassifikation und der Dyspnoe-Index der WHO, der sich vor allem an der Dyspnoe als Leitsymptomatik orientiert, angewendet.

Aufgrund der unterschiedlichen Skalierung der drei genannten Klassifikationen, kommt es zu leichten Differenzen beim Vergleich der erhaltenen Ergebnisse.

In der Gruppe der nicht-lungentransplantierten Patienten verbesserten sich nach dem Dyspnoe-Index 38,1 %, 9,5 % verschlechterten sich und über die Hälfte (52,4 %) zeigten keine ausschlaggebende Änderung.

Nach der Hugh-Jones-Klassifikation verbessern sich 47,6 %, 23,8 % verschlechtern sich und bei 28,6 % traten insgesamt keine wertbaren Änderungen auf.

Die Auswertung nach dem Schlüssel nach Karnofsky beinhaltet nicht nur die Dyspnoe als Bewertungsgrundlage, sondern orientiert sich im wesentlichen an der gesamten Verfassung. Es ergibt sich für 66,6 % eine Verbesserung, 14,3 % eine Verschlechterung und 19,0 % keine wertbare Veränderung.

Für die Gruppe der lungentransplantierten Patienten ergab der Dyspnoe-Index eine Besserung für 80 %. Ein Patient verbesserte sich nicht.

Bei der Klassifikation nach Hugh-Jones, verbesserten sich 40 %, 60 % stagnierten in ihrer Einstufung.

Nach dem Karnofsky-Schlüssel werden 60 % besser eingestuft, ein Patient sogar deutlich, und 40 % bleiben unverändert.

Diese Auswertungen spiegeln aber nicht das gesamte Bild wieder.

Durch die Befragung des Patientenkollektives (bzw. der Angehörigen und behandelnden Ärzte) wurde versucht, eine möglichst genaue subjektive Einschätzung dieser Veränderung der Lebensqualität zu erlangen. Auch in der Literatur findet man Überlegungen, daß die entscheidende Person bei der Beurteilung der Lebensqualität nicht unbedingt der Arzt, sondern der Patient selbst ist [126].

Für einen Teil der Patienten dieses Kollektives war die Implantation eines Metall-Stents die letzte zur Verfügung stehende Therapieform, da Begleiterkrankungen ein hohes Operations- bzw. Nachsorgerisiko oder eine Inoperabilität darstellten. Diese Begleiterkrankungen limitierten die Patienten auch nach der erfolgreichen interventionellen Therapie der Atemwegsstenosen.

Eindeutig meßbare Verbesserungen nach Stent-Implantation bei Patienten mit akuter Dyspnoe bei bestehender Stenosierung der großen Atemwege lassen sich nicht immer ermitteln. Bestehen cardiale, pulmonale oder gar multifaktorielle Begleiterkrankungen, Abstoßungsreaktionen oder immunsuppressionsbedingte Infekte bei lungentransplantierten Patienten oder führt ein fortgeschrittenes Lebensalter zu sinkender Selbständigkeit, kommt es durch eine erfolgreich Therapie einer bestehenden Atemwegsstenose zwar zu einer subjektiven Verbesserung der Lebensqualität, jedoch nicht zu einer Besserung des multifaktoriellen Krankheitsbild, die sich in meßbaren Ergebnissen niederschlägt.

Ziel der Stent-Implantation war es, den Patienten die akute oder chronische Atemnot, die durch eine Einengung der großen Atemwege bedingt war, zu nehmen.

Die Wirkung mit deutlicher Abnahme der Dyspnoe trat unmittelbar nach der Stent-Implantation ein.

18 der 21 nicht-lungentransplantierten Patienten und alle fünf lungentransplantierten Patienten (insgesamt 88,5 %) hatten durch die Interventionen insgesamt eine anhaltende, subjektive Besserung der Atemnot und dadurch auch der Lebensqualität.

Bemerkenswert sind vor allem die Ergebnisse der Patienten, deren Lebenserwartung durch keine schweren Begleiterkrankungen oder ein hohes Lebensalter limitiert waren, bei denen aber bereits andere Therapien ohne das erhoffte Ergebnis angewandt worden waren.

Vier dieser Patienten hatten zum Zeitpunkt der Stent-Applikation das 60. Lebensjahr noch nicht erreicht. Die jüngste Patientin war 16 Jahre alt.

Die Atemwegsläsionen drei dieser vier Patienten waren auf dem Boden von Tracheotomien infolge Langzeitintubationen entstanden. In drei Fällen waren Operationen an der Trachea, in zwei Fällen waren Implantationen von Silikon-Stents ohne befriedigendes Ergebnis durchgeführt worden.

Alle vier Patienten lebten zum Zeitpunkt der letzten Befragung noch und gaben eine deutliche Verbesserung der Lebensqualität nach Implantation der Metall-Stents an.

Karnofsky- und Hugh-Jones-Index dieser vier Patienten lagen zum Zeitpunkt der Stent-Implantation zwischen 40 - 60%, bzw. C - E und steigerten sich im „follow-up“ auf aktuelle Werte von 80 - 100%, bzw. B - A.

Alle, vor allem die jugendliche Patientin, führen heute wieder ein weitgehend normales Leben mit normaler Aktivität.

Die Beobachtungszeit dieser vier Patienten beträgt im Durchschnitt 69,5 Monate (56 - 81).

4.7. Letzte Entwicklung und Aussichten für die Zukunft:

In der Literatur finden sich Berichte über tierexperimentelle Studien mit einem bioabsorbierbaren Spiral-Stent, der aus verstärkter Poly-L-Lactide besteht. Die bisherigen Ergebnisse auch im Vergleich mit den zur Zeit verwendeten Metall- und Silikon-Stents sind vielversprechend [82].

Auch die Untersuchungen mit neuentwickelten Nitinol-Ultraflex und Polyester/Silikon-Polyflex-Stents zeigen erfolversprechende Ergebnisse [92].

Um eine Applikation von Stents in die Segmentbronchien sicher und erfolgreich bewerkstelligen zu können, müssen entsprechenden Stent-Applikationssysteme entwickelt werden.

Bei der bildgebenden Diagnostik steht mit der „single-slice“-Spiral- Computertomographie, aber vor allem mit der „multi-slice“-Spiral- Computertomographie eine Modalität mit sehr kurzen Akquisitionszeiten und Schichtungen im „sub-Millimeter“-Bereich zur Verfügung. Die Rekonstruktionen, die aus diesen 3D-Datensätzen erstellt werden können, haben eine immer höhere Ortsauflösung. Diese Modalitäten können bei der prä-interventionell und bei den post-interventionellen Kontrollen vermehrt zum Einsatz kommen, um bei klinischer Relevanz die Notwendigkeit einer konventionellen Endoskopie zu klären.

Auch die Magnet-Resonanz-Tomographie kann mit immer schnelleren Messungen und der im Vergleich zur Computertomographie besseren Gewebedifferenzierung zur Diagnostik beitragen.

5.Zusammenfassung

Metall-Stents als Langzeittherapieform bei benignen tracheo-bronchialen Einengungen

Die lokalen, endoluminalen Platzhalter aus einem zylindrischen Metallgeflecht sind bereits bei den verschiedensten Indikationen erfolgreich bei der Therapie von tracheo-bronchialen Einengungen zum Einsatz gekommen. Es herrscht jedoch keineswegs Sicherheit darüber, ob diese Therapieform auch als Langzeitlösung erfolgreich werden kann.

In dieser Arbeit werden Ergebnisse vorgestellt, die zeigen, daß das Einbringen von Metall-Stents in das Tracheo-Bronchial-System nicht nur ein technisch einfacher, sicherer, sofort wirksamer und relativ atraumatischer Eingriff, sondern auch eine wirkungsvolle Langzeittherapieform darstellt.

Welche Patienten:

Die anfänglich rein auf die palliative Therapie beschränkte Anwendung der Metall-Stents wurde im Laufe der Zeit auch auf benigne Läsionen ausgeweitet.

Da die Applikation von Metall-Stents meist eine definitive Lösung darstellt, kommt sie nur für eine sorgfältig ausgesuchte Patientengruppe in Frage.

Die primäre Therapie bei tracheo-bronchialen Einengungen muß bei den existierenden, endoluminalen Verfahren, neben der Stent-Implantation, nicht immer eine operative Sanierung sein.

Erst wenn diese endoluminalen oder operativen Therapieformen nicht das erhoffte Ergebnis haben oder eine Operation aufgrund der körperlichen Voraussetzungen des Patienten oder den technischen Grenzen des Operationsverfahren nicht erfolgversprechend sind, sollte die Implantation eines Metall-Stents in Erwägung gezogen werden. Es stellt eine Methode dar, die bei akuter, lebensbedrohlicher Asphyxie durch Stenosierung im Tracheo-Bronchial-System schnell und zuverlässig eingesetzt werden kann.

Welcher Stent:

In der Literatur findet sich weitgehend übereinstimmend das Urteil, daß Silikon-Stents aufgrund ihrer bekannten Nachteile keine definitive Langzeitlösung darstellen.

Metall-Stents behaupten sich nicht nur als wirkungsvolle Alternative, sondern sind bei bestimmten Indikationen die bessere Lösung.

Vorteile haben Metall-Stents vor allem bei benignen tracheo-bronchialen Engen verschiedenster Genese. Auch bei Stenosen durch intraluminales Gewebewachstum, dem Hauptindikation von Silikon-Stents wird durch „covering“ von Metallmaschen-Stents deren Nachteil versucht auszugleichen.

Aber auch Metall-Stents unterscheiden sich voneinander. Der Wall-Stent gilt als sicherster und wirkungsvollster Stent. Sein Design ermöglicht auch einen Einsatz in stärker gewinkelten Lumenabschnitten.

Was ist zu beachten:

Der Stent-Durchmessers sollte sorgfältig ausgewählt werden, da sich bei zu klein gewählten Durchmesser die Dislokationstendenz erhöht. Der Stent muß so lang sein, daß eine ausreichende Überbrückung der Läsion mit angrenzendem gesundem Gewebe erzielt wird. Eine floride entzündliche Läsion stellt für die Implantation eines Metall-Stents eine relative Kontraindikation dar, da ein erhöhtes Granulationsrisiko besteht. Dies ist vor allem bei post-operativen Komplikationen zu beachten.

Ergebnisse und deren Interpretation:

Die vorliegende Untersuchung zeigt, daß die guten Erfahrungen, die bereits in der Literatur bei der Therapie von nicht-malignen, einengenden Läsionen im Tracheo-Bronchial-System mit Metall-Stents beschrieben wurden, auch bei einem Nachuntersuchungszeitraum von bis zu sieben Jahren und einem Durchschnitt von fast drei Jahren bestätigt werden können.

In den meisten Fällen kommt es sofort nach dem erfolgreichen Eingriff zu einer deutlichen Verbesserung der Dyspnoe-Symptomatik. Dabei spiegeln die objektiven Untersuchungsergebnisse nicht immer die subjektive Beurteilung der Patienten wider. Jedoch ist gerade die subjektive Verbesserung bei insgesamt körperlich eingeschränkten Patienten der angestrebte Erfolg.

Erwähnenswert sind vor allem aber die Langzeiterfolge der Patienten, die nicht aufgrund eines fortgeschrittenen Alters oder durch Begleiterkrankungen in ihrer Lebenserwartung beeinträchtigt sind und durch den Therapieerfolg eine weitgehend normale Lebensqualität und -erwartung haben.

Die Implantation von Metall-Stents bei benignen Atemwegsstenosen ist insgesamt eine erfolgversprechende Therapieform, auch wenn wiederholte endoskopische Interventionen aufgrund von Granulationen, Re-Stenosen und Dislokationen nötig sind. Die Verbesserung von Biokompatibilität, Design und Geometrie werden in Zukunft zu einer Reduktion dieser verfahrensbedingten Begleiterscheinungen führen.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse, vor allem der Langzeitbeobachtungen, sind Metall-Stents bei einem sorgfältig ausgewählten Patientengut eine geeignete mechanische, endoluminale Prothese für benigne instabile oder/und stenosierende Läsionen im Tracheo-Bronchial-System.

6.Literaturnachweis:

1. Baert L., Verhamme L., Van Poppel H., Vandeursen H., Baert J.: Long-term consequences of urethral stents. *J Urol* 150 (1993) 853-855
2. Balchum O.J., Doiron D.R., Huth G.C.: Photoradiation therapy of endobronchial lung cancers employing the photodynamic action of hematoporphyrin derivative. *Lasers Surg Med* 4 (1984) 13-30
3. Beck A., Nanko N., Schildge J., Hasse J.: Stentimplantation als Palliativmaßnahme beim inoperablen Bronchialtumor. *Radiologe* 29 (1989) 399-405
4. Beer M., Wittenberg G., Sandstede J., Beissert M., Schmidt M., Ender J., Krahe T., Hahn D.: Treatment of inoperable tracheobronchial obstructive lesions with the Palmaz stents. *Cardiovasc Intervent Radiol* 22(2) (1999) 109-113
5. Belleguic C., Lena H., Briens E., Desrues B., Bretagne J.F., Delaval P., Kernec J.: Tracheobronchial stenting in patients with esophageal cancer involving the central airways. *Endoscopy* 31(3) (1999) 232-236
6. Belsey R.: Resection and reconstruction of the intrathoracal trachea. *Br J Surg* 51 (1951) 200
7. Berger H., Gärtner Ch., Kohz P., Stäbler A., Dienemann H., Wilmes E.: Implantation elastischer Metallendoprothesen bei Trachealstenosen und Tracheomalazie. *Fortschr Röntgenstr* 159 (1993) 43-49
8. Blair G.K., Cohen R., Filler R.M.: Treatment of Tracheomalacia: Eight years`experience. *J Pediatr Surg* 21 (1986) 781-785
9. Bohndorf K., Günther R.W., Hürter T., Schmitz E., Korff M., Vorwerk D., Hanrath P.: Implantation selbstexpandierender Metallprothesen (Stents) im Bronchialsystem bei zentralen Neoplasien. *Fortschr Röntgenstr* 155 (1991) 223-227
10. Bolliger C.T., Probst R., Tschopp K., Soler M., Perruchoud A.P.: Silicone stents in the management of inoperable tracheobronchial stenoses. Indications and limitation. *Chest* 104(6) (1993) 1653-1659
11. Bolliger C.T., Wyser C., Wu X., Hauser R., Studer W., Dalquen P., Perruchoud A.P.: Evaluation of a new self-expandable silicone stent in an experimental tracheal stenosis. *Chest* 115(2) (1999) 496-501
12. Bolot G., Poupart M., Pignat J.C., Bertocchi M., Wiesendanger T., Thevenet F., Gamondes J.P., Mornex J.F.: Self-expanding metal stents for the management of bronchial stenosis and bronchomalacia after lung transplantation. *Laryngoscope* 108(8 Pt 1) (1998) 1230-1233
13. Bond C.J.: Treatment of tracheal stenosis by a new T-shaped tracheotomy tube. *Lancet* II (1891) 539

14. Bonnette P., Colchen A., Leroy M., Bisson A.: Tracheal resection - anastomosis for iatrogenic stenosis. Experience in 340 cases. *Rev mal respir* 15(5) (1998) 627-632
15. Breslin S.: Quality of life: how is it measured and defined? *Urol Int* 46(3)(1999) 246-251
16. Breyer G., Häussinger K.: Tracheobronchiale Stents - Indikationen und Möglichkeiten. *Pneumologie* 45 (1991) 997-1003
17. Brichet A., Verkindre C., Dupont J., Carlier M.L., Darras J., Wurtz A., Ramon P., Marquette C.H.: Multidisciplinary approach to the management of postintubation tracheal stenoses. *Eur Respir J* 13(4) (1999) 888-893
18. Bucher R.M., Burnett W.E., Rosemond G.P.: Experimental reconstruction of the tracheal and bronchial defects with stainless steel wire mesh. *J Thorac Surg* 21 (1951) 572-583
19. Buller C.E., Dzavik V., Carere R.G., Mancini G.B., Barbeau G., Lazzam C., Anderson T.J., Knudtson M.L., Marquis J.F., Suzuki T., Cohen E.A., Fox R.S., Teo K.K.: Primary stenting versus balloon angioplasty in occluded coronary arteries: the Total Occlusion Study of Canada (TOSCA). *Circulation* 100(3) (1999) 236-242
20. Busch M., Makowski B., Schulz U., Sauerwein K.: Das Essener Nachladeverfahren für die intrakavitäre Strahlentherapie. *Strahlentherapie* 153 (1977) 581-588
21. Carlin B.W., Harrell B.W., Moser K.M.: The treatment of endobronchial stenosis using balloon catheter dilatation. *Chest* 93(6) (1988) 1145-1151
22. Carre P., Rousseau H., Lombart L., Didier A., Dahan M., Fournial G., Leophonte P.: Ballon dilatation and self-expanding metal Wallstent insertion. For management of bronchostenosis following lung transplantation. The Toulouse transplantation group. *Chest* 105(2) (1994) 343-348
23. Carr-Locke D.L.: Role of endoscopic stenting in the duodenum. *Ann Oncol* 10 suppl 4(1999) 261-264
24. Cohen M.D., Weber T.R., Rao C.C.: Ballon dilatation of tracheal and bronchial stenosis. *AJR* 142 (1984) 477-478
25. Colt H.G., Dumon J.F.: Airway stents. Present and future. *Clin Chest Med* 16(3) (1995) 465-478
26. Cook C. H., Bhattacharyya N., King D.R.: Aortobronchial fistula after expandable metal stent insertion for pediatric bronchomalacia. *J Pediatr Surg* 33(8) (1998) 1306-1308
27. Cooper J.D., Pearson F.G., Patterson G.A., Todd T.R.J., Ginsberg R.J., Goldberg M., Waters P.: Use of silicone stents in the management of airway problems. *Ann Thorac Surg* 47 (1989) 371-378
28. De Gregorio M. A., Medrano J., Alfonso E.R., Ruiz C., Fernandez J., Valles H., Suarez F.J.: Current status and clinical experience in the treatment of tracheobronchial stenoses with self-expanding metallic stents. *Arch Bronconeumol* 33(10) (1997) 509-514

29. De Souza A.C., Keal R., Hudson N.M., Leverment J.N., Spyt T.J.: Use of expandable wire stents for malignant airway obstruction. *Ann Thorac Surg* 57(6) (1994) 1573-1577, discussion 1577-1578
30. Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Tuberkulose: Empfehlungen zur endobronchialen Lasertherapie. *Prax Klein Pneumol* 41 (1987) 105
31. Donahue D.M., Grillo H.C., Wain J.C., Wright C.D., Mathisen D.J.: Reoperative tracheal resection and reconstruction for unsuccessful repair of postintubation stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 114(6) (1997) 934-938; discussion 938-939
32. Ducic Y., Khalafi R.S.: Use of endoscopically placed expandable nitinol tracheal stents in the treatment of tracheal stenosis. *Laryngoscope* 109(7 Pt 1) (1999) 1130-1133
33. Dumon J.F.: A dedicated tracheobronchial stent. *Chest* 97 (1990) 328-332
34. Edell E.S., Cortese D.A.: Photodynamic therapy in the management of early superficial squamous cell carcinoma as an alternative to surgical resection. *Chest* 102 (1992) 1319-1322
35. Elias Hernandez M.T., Ortega Ruiz F., Sanchez Riera H., Otero Candelera R., Sanchez Gil R., Montemayor Rubio T.: Role of dyspnea in quality of life of the patient with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Bronconeumol* 35(6) (1999) 261-266
36. Emslander H.P., Präuer H.J., Munteanu J., Heini K.W., Hinke K., Sebening H., Daum S.: Palliative endobronchiale Tumorverkleinerung durch Laserbehandlung: Behandlungsmodus-Sofortergebnisse-Langzeitergebnisse. *Laser* 1 (1985) 28-34
37. Ernst S., Stippel D., Lackner K.: Placement of palmaz stent in malignant duodenal stenosis through a cutaneous fistula. *Eur Radiol* 9(6) (1999) 1142-1144
38. Fallone B.G., Wallace S., Gianturco C.: Elastic characteristics of the self-expanding metallic stents. *Investigative Radiology* 23 (1988) 370-376
39. Farquhar M.: Elderly people's definitions of quality of life. *Soc Sci Med* 41(10) (1995) 1439-1446
40. Ferdinande P., Kim D.O.: Prevention of the postintubation laryngotracheal stenosis. *Acta Otorhinolaryngol Belg* 49(4) (1995) 341-346
41. Fernandez Lobato R., Pinto I., Paul L., Tejero E., Montes C., Fernandez L., Moreno Azcoita M., Lozano R.: Self-expanding prostheses as a palliative method in treating advanced colorectal cancer. *Int Surg* 84(2) (1999) 159-162
42. Filler R.M., Forte V., Fraga J.C., Matute J.: The use of expandable metallic airway stents for tracheobronchial obstruction in children. *J Pediatr Surg* 30(7) (1995) 1050-1055
43. Filler R.M., Forte V., Chait P.: Tracheobronchial stenting for the treatment of airway obstruction. *J Pediatr Surg* 33(2) (1998) 304-311

44. Flack H.G.: Neue Methode zur tracheobronchialen Implantation einer selbstexpandierenden Endoprothese (Stent). *Pneumologie* 47 (1993) 344-347
45. Fraga J.C., Filler R.M., Forte V., Bahoric A., Smith C.: Experimental trial of balloon – expandable, metallic Palmaz stent in the trachea. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 123(5) (1997) 522-528
46. Freitag L., Tekolf E., Anweiler H., Bauer P.C., Hermes-Husemann E, Stamatis G., Linz B., bellengerg B., Greschuchna D.: Interventionelle Bronchologie in der palliativen Behandlung des zentralen Bronchialkarzinoms. *TumorDiagnostik & Therapie* 3 (1993) 83-90
47. Freitag L., Eicker R., Linz B., Greschuchna D.: Theoretical and experimental basis for the development of a dynamic airway stent. *Eur Respir* 7(1) (1994) 2038-2045
48. Furmann R.H., Backer C.L., Dunham M.E., Donaldson J., Marvroudis C., Holinger L.D.: The use of ballon-expandable metallic stents in the treatment of pediatric tracheomalacia and bronchomalacia. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 125(2) (1999) 203-207
49. Gatzemeir U., Pilz W., Windheim K.V., Zehm S.: Trachealstenosen – funktionelle Verlaufsbeobachtungen nach chirurgischer Korrektur. *Prax Klein Pneumol* 38 (1984) 402-405
50. Gelb A.F., Zamel N., Colchen A., Tashkin D.P., Maurer J.R., Patterson G.A., Epstein J.D.: Physiologic studies of tracheobronchial stents in airway obstruction. *Am Rev Respir Dis* 146(4) (1992) 1088-1090
51. Georg P.J., Irving J.D., Khaghani A., Dick R.: Role of the Gianturco expandable metal stent in the management of tracheobronchial obstruction. *Cardiovasc Intervent Radiol* 15(6) (1992) 375-381
52. Gerasin V.A., Shafirovsky B.B.: Endobronchial electrosurgery. *Chest* 93 (1988) 270-274
53. Gotman I.: Characteristics of metal used in Implants. *J Endourol* 11(6) (1997) 383-389
54. Greenhoz S.K., Karrer F.M., Lilly J.R.: Comtemporary surgery of tracheomalacia. *Pediatr Surg* 21 (1986) 511-514
55. Grieco A., Long C.J.: Investigation of the Karnofsky performance status as a measure of quality of life. *Health Psychol* 3(2) (1984) 129-142
56. Grillo H.C.: Tracheal replacement. *Ann Thorac Surg* 49 (1990) 864-865
57. Grillo H.C., Donahue D.M., Mathiesen D.J., Wain J.C., Wright C.D.: Postintubation tracheal stenosis. Treatment and results. *J Thorac Cardiovasc Surg* 109 (1995) 486-492
58. Grillo H.C.: Managment of cervical and mediastinal lesions of the trachea. *Ann Med Surg* 197 (1996) 1085-1090
59. Grillo H.C.: Management of idiopathic tracheal stenosis. *Chest Surg Clin N Am* 6(4) (1996) 811-818

60. Grillo H.C., Donahue D.M.: Post intubation tracheal stenosis. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 8(4) (1996) 370-380
61. Grundmann T., Brachtel E., Kehrl W.: Fistula between the trachea and innominate artery—a rare complication following tracheostenosis treatment with silastic tubes. *Laryngorhinootologie* 78(2) (1999) 91-96
62. Guelfi J.D.: Measuring quality of life. *Ann Med Psychol (Paris)* 150(9) (1992) 671-676; disussion 676-677
63. Günther R.W., Vorwerk D., Bohndorf K., Peters I., El-Din A., Messmer B.J.: Iliacal and femoral artery stenoses and occlusions: treatment with intravascular stents. *Radiology* 172 (1989) 725-730
64. Haage P., Vorwerk D., Piroth W., Schuermann K., Günther R.W.: Treatment of hemodialysis-related central venous stenosis or occlusion: results of primary Wallstent placement and follow-up in 50 patients. *Radiology* 212(1) (1999) 175-180
65. Hanna E., Eliachar I.: Endoscopically introduced expandable stents in laryngotracheal stenosis: the jury is still out. *Otolaryngol Head Neck Surg* 116(1) (1997)97-103
66. Harkins W.B.: An endotracheal metallic prothesis in the treatment of stenosis of the trachea. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 61 (1952) 932-935
67. Hauck R.W., Lembeck R.M., Emslander H.P., Schömig A.: Flexible bronchoscopic implantation of Accuflex and Strecker stents in malignant bronchial stenoses. *Pneumologie* 53(2) (1999) 92-100
68. Hautmann H., Rieger J., Huber R.M., Pfeifer K.J.: Elastic deformation properties of implanted endobronchial wire stents in benign and malignant bronchial diseases: A radiographic in vivo evaluation. *Cardiovasc Intervent Radiol* 22(2) (1999) 103-108
69. Higgins R., McNeil K., Dennis C., Parry A., Large S., Nashef S.A., Wells F.C., Flower C., Wallwork J.: Airway stenoses after lung transplantation: management with expanding metal stents. *J Heart Lung Transplant* 13(5) (1994) 774-778
70. Hind C.R., Donnelly R.J.: Expandable metal stents for tracheal obstruction: permanent or temporary? A cautionary tale. *Thorax* 47 (1992) 757-758
71. Homasson J.P., Renault P., Angebault M., Bonniot J.P., Bell N.J.: Bronchoskopie cryotherapy for airway strictures caused by tumors. *Chest* 90 (1986) 159-164
72. Hooper R.G., Jackson F.N.: Endobronchial electrocautery. *Chest* 87 (1985) 712-714
73. Hramiec J.E., Haasler G.B.: Tracheal wire stent complications in Malacia: Implications of position and design. *Ann Thorac Surg* 63(1) (1997) 209-212
74. Hürter Th., Bohndorf K., Kropff M., Günther R.W., Hanrath P.: Bronchiale Endoprothesen (Stents) beim inoperablen Bronchialkarzinom. *Pneumonologie* 45 (1991) 19-22

75. Huibregtse K.: The Wallstent for Malignant Biliary Obstruction. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 9(3) (1999) 491-501
76. Irving J.D., Goldstraw P.: Tracheobronchial stents. *Semin Intervent Radiol* 8(4) (1991) 295-304
77. Itabashi M., Hammano K., Kameoka S., Asahina K.: Self-expandable stainless steel stent application in rectosigmoid stricture. *Dis Colon Rectum* 36 (1993) 508-511
78. Jentschura D., Wissenbach R., Jaschke W., Manegold B.C.: Selbstexpandierende Stents im Tracheo-Bronchial-System. *Endoskopie heute* 4 (1990) 250-253
79. Judson M.A., Sahn S.A.: Endobronchial lesions in HIV-infected individuals. *Chest* 105 (1994) 1314-1323
80. Kim H.: Stenting therapy for stenosing airway disease. *Respirology* 3(4) (1998) 221-228
81. Kitanosono T., Honda M., Matusi S., Hashimoto T., Munechika H., Hishida T., Okubo K., Koizumi K.: Migration of Gianturco expandable metallic stents in the upper trachea. *Cardiovasc Intervent Radiol* 20(3) (1997) 216-218
82. Korpela A., Aarnio P., Sariola H., Tormala P., Harjula A.: Bioabsorbable self-reinforced poly-L-lactide, metallic, and silicone stents in the management of experimental tracheal stenosis. *Chest* 115(2) (1999) 490-495
83. Kozarek R.A., Ball T.J., Patterson D.J.: Metallic self-expanding stent application in the upper gastrointestinal tract: Caveats and concerns. *Gastrointest Endosc* 38 (1992) 1-6
84. Kutlu C.A., Goldstraw P.: Tracheobronchial sleeve resection with the use of a continuous anastomosis: results of one hundred consecutive cases. *J Thorac Cardiovasc Surg* 117(6) (1999) 1112-1117
85. Liu Y., Sun Y., Zhou N., Huang X.: Nitinol alloy endotracheal stent for the treatment of tracheal stenosis. *Chin Med Jour* 110 (1997) 540-542
86. Lonchyna V.A., Arcidi J.M. Jr., Garrity E.R Jr., Simpson K., Alex C., Yeldandi V., Bokhos M.: Refractory post-transplant airway strictures: successful management with wire stents. *Eur J Cardiothorac Surg* 15(6) (1999) 849-850
87. Macha H.N., Mai J., Stadler M., Koch K., Loddenkemper R., Krumhaar D., Schumacher W.: Neue Wege der Strahlentherapie des Bronchialkarzinoms. *Dtsch med Wschr* 111 (1986) 687-691
88. Mair E.A., Parsons D., Lally K.P.: Treatment of severe bronchomalacia with expanding endobronchial stents. *Otolaryngol Head Neck Surg* 116 (1990) 1087-1090
89. Martinez-Ballarín J.I., Diaz-Jimenez J.P., Castro M.J., Moya J.A.: Silicone stents in the management of benign tracheobronchial stenoses. Tolerance and early results in 63 patients. *Chest* 109(3) (1996) 626-629

90. Maiwand M.O., Zehr K.J., Dyke C.M., Peralta M., Tadjkarimi S., Khagani A., Yacoub M.H.: The role of cryotherapy for airway complications after lung and heart-lung transplantation. *Eur J Cardiothorac Surg* 12(4) (1997) 549-545
91. Metha A.C., Livingstone D.R.: Biopsy excision through a fiberoptic bronchoscope in a palliative management of airway obstructions. *Chest* 91 (1987) 774-775
92. Metha A.C., Dasgupta A.: Airway stents. *Clin Chest Med* 20(1) (1999) 139-151
93. Milroy E.J., Chapple C.R., El-Din A., Wallsten H.: A new stent for the treatment of urethral strictures: preliminary report. *Br J Urol* 63 (1989) 392-396
94. Mitsuoka M., Hayashi A., Takamori S., Tayama K., Shirouzu K.: Experimental study of the histocompatibility of the covered expandable metallic stents in the trachea. *Chest* 114(1) (1998) 110-114
95. Miyazawa T., Arita K.: Airway stenting in Japan. *Respirology* 3(4) (1998) 229-234
96. Mohnke M., L., Greschuchna D.: Endobronchiale Prothesen – ein Erfahrungsbericht. *Pneumologie* 45 (1991) 148-152
97. Montgomery W.W.: T-tube tracheal stent. *Arch Otolaryngol* 82 (1965) 320-321
98. Morgan R.A., Ellul J.P., Denton E.R., Glynos M., Mason R.C., Adam A.: Malignant esophageal fistulas and perforations: management with plastic-covered metallic endoprotheses. *Radiology* 204(2) (1997) 527-532
99. Müller Ch., Dienemann H., Hoffmann H., Berger H., Storck M., Jolk A., Schildberg F.W.: Expandierbare Metallmaschenstents zur Behandlung von Trachealstenosen und Tracheomalazie. *Zentralblatt für Chirurgie* 118 (1993) 543-548
100. Nakajima Y., Kurihara Y., Niimi H., Konno S., Ishikawa T., Osada H., Kojima H.: Efficacy and complications of the gianturco-Z tracheobronchial stent for malignant airway stenosis. *Cardiovasc Intervent Radiol* 22(4) (1999) 287-292
101. Nesbitt J.C., Carrasco H.: Expandable stents. *Chest Surg Clin N Am* 6(2) (1996) 305-328
102. Noppen M., Schlessler M., Meysman M., D`Haese J., Peche R., Vincken W.: Bronchoscopic balloon dilatation in the combined management of postintubation stenosis of the trachea in adults. *Chest* 112(4) (1997) 1136-1140
103. Orlowski T.M.: Palliative intubation of the tracheobronchial tree. *J Thorac Cardiovasc Surg* 94 (1987) 343-348
104. Orlowski T.M.: The management of tracheal obstruction. *Rocz Akad Med Bialymst* 42 Suppl 1 (1997) 318-339
105. Park A.H., Mac Donald R., Forte V., Filler R.: A novel approach to tracheostomal collapse: the use of an endoluminal Palmaz stent. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 46(3) (1998) 215-219

106. Patel R.I., Peck S.H., Cooper S.G., Epstein D.M., Sofocleous C.T., Schur I., Falk A.: Patency of Wallstents placed across the venous anastomosis of hemodialysis grafts after percutaneous recanalization. *Radiology* 209(2) (1998) 365-370
107. Pauer W., Eckerstorfer G.M.: Use of self-expanding permanent endoluminal stents for benign ureteral strictures: mid-term results. *J Urol* 162(2) (1999) 319-322
108. Phillips M.J.: Stenting therapy for stenosing airway diseases. *Respirology* 3(4) (1998) 215-219
109. Pron G., Common A., Simons M., Ho C.S.: Interventional radiology and the use of metal stents in nonvascular clinical practice: a systematic overview. *J Vasc Interv Radiol* 10(5) (1999) 613-628
110. Rajman I.: The Wallstent for Benign Biliary Obstruction. *Gastrointest Endosc Clin N Am* 9(3) (1999) 521-531
111. Rauber K., Franke Ch., Rau W.S.: Self-expanding stainless steel endotracheal stents: An animal study. *Cardiovasc Intervent Radiol* 12 (1989) 274-276
112. Rossi P., Bezzi M., Salvatori F.M., Panzetti C., Rossi M., Pavia G.: Clinical experience with covered wallstents for biliary malignancies: 23-month follow-Up. *Cardiovasc Intervent Radiol* 20 (1997) 441-447
113. Rousseau H., Puel J., Joffre F., Sigwatr U., Duboucher C., Imbert C., Knight C., Kropf L., Wallsten H.: Self-expanding endovascular prosthesis: an experimental study. *Radiology* 164 (1987) 709-714
114. Rousseau H., Dahan M., Lauque D., Carre P., Didier A., Bilbao I., Herrero J., Blancjouvant F., Joffre F.: Self-expandable prostheses in the tracheobronchial tree. *Radiology* 188 (1993) 199-203
115. Ruegemer J.L., Perkins J.A., Azarow K.S., O`Bryant L.K., Nielsen R.E., Thomas R.W.: Effect of the Palmaz balloon-expandable metallic stent in the trachea of pigs. *Otolaryngol Head Neck Surg* 121(1) (1999) 92-97
116. Satoh S., Mori M., Inoue Y.: Expandable metallic stents applied to benign bronchostenosis. *Chest* 103 (1993) 1302-1303
117. Sawada S., Tanigawa N., Kobayashi M., Furui S., Ohta Y.: Malignant Tracheobronchial obstructive lesions: treatment with Gianturco expandable metallic stents. *Radiology* 188 (1993) 205-208
118. Schäfers H.J., Haydock D.A., Cooper J.D.: The prevalence and management of bronchial anastomotic complications in lung transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 101 (1991) 1044-10512
119. Schäfers H.J., Hamm M., Wagner T.O.F.: Gianturco self-expanding metallic stents. *Eur J Cardiothorac Surg* 6 (1992) 278

- 120.Schmidt B., Massenkeil G., John M., Arnold R., Witt C.: Temporary tracheobronchial stenting in malignant lymphoma. *Ann Thorac Surg* 67(5) (1999) 1448-1450
- 121.Sharpe D.A., Moghissi K.: Tracheal resection and reconstruction: a review of 82 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 10(12) (1996) 1040-1045, discussion 1045-1046
- 122.Shennib H., Massard G.: Airway complications in lung transplantation. *Ann Thorac Surg* 57 (1994) 506-511
- 123.Shiraishi T., Kawahara K., Second Department of Surgery, Fukuoka University School of Medicine, Japan: Stenting for airway obstruction in the carinal region. *Ann Thorac Surg* 66(6) (1998) 1925-1929
- 124.Shiraishi T., Okabayashi K., Kuwahara M., Yoneda S., Ando K., Mita S., Iwasaki A., Kawahara K., Shirakusa T: Y-shaped tracheobronchial stent for carinal and distal tracheal stenosis. *Surg Today* 28(3) (1998) 328-331
- 125.Simonds A.K., Irving J., Clarke S.W., Dick R.: Use of expandable metal stents in the treatment of bronchial obstruction. *Thorax* 44 (1989) 680-681
- 126.Slevin M.L., Plant H., Lynch D., Drinkwater J., Gregory W.M.: Who should measure quality of life, the doctor or the patient? *Br J Cancer* 57(1) (1988) 109-112
- 127.Slonim S.M., Razavi M., Kee S., Semba C.P., Dake M.D.: Transbronchial Palmaz stent placement for tracheo-bronchial stenosis. *J Vasc Interv Radiol* 9(1) (1998) 153-160
- 128.Solt J., Boros S., Zoltan I., Horvath O.P., Andics L., Bajor J.: Malignant esophageal-respiratory fistula and esophageal stenosis treated with a Gianturco-Z-stent. *Orv Hetil* 139(41) (1998) 2447-2453
- 129.Sonett J.R.: Endobronchial stents: primary and adjuvant therapy for endobronchial airway obstruction. *Md Med J* 47(5) (1998) 260-263
- 130.Spatenka J., Khagani A., Irving J.D., Theodoropoulos S., Slavik Z., Yacoub M.H.: Gianturco self-expanding metallic stents intreatment of tracheobronchial stenosis after single lung and heart and lung transplantation. *Eur J Cardio-thorac Surg* 5 (1991) 648-652
- 131.Stern Y., Willging J.P., Cotton R.T.: Use of Montgomery T-tube in laryngotracheal reconstruction in children: is it safe? *Ann Otol Rhinol Laryngol* 107(12) (1998) 1006-1009
- 132.Susanto I., Peters J.I., Levine S.M., Sako E.Y., Anzueto A., Bryan C.L.: Use of balloon-expandable metallic stents in the management of bronchial stenosis and bronchomalacia after lung transplantation. *Chest* 114(5) (1998) 1330-1335
- 133.Tayama K., Takamori S., Mitsuoka M., Hiraki H., Ohtsuka S., Hayashi A., Aoyama Y., Shirouzu K.: Experience of expandable metallic stents for central airway obstruction. *Jpn J Clin Oncol* 27(6) (1997) 401-405

134. Tojo T., Iioka S., Kitamura S., Maeda M., Otsuji H., Uchida H., Mori T., Furuse K.: Management of malignant tracheobronchial stenosis with metal stents and Dumon stents. *Ann Thorac Surg* 61(4) (1996) 1074-1078
135. Triller H., Mahler F., Thalmann R.: Die vaskuläre Endoprothese bei femoro-poplitealer Verschlusskrankheit. *Fortschr Röntgenstr* 150 (1989) 328-334
136. Tsakayannis D.E., Siddiqui A.M., Kozakewich H., Nobuhara K.K., Ibla J.C., Perry S.D., Lillehei C.W.: The use of expandable metallic stents for acute tracheal stenosis in the growing lamb. *J Pediatr Surg* 33(7) (1998) 1038-1041
137. Tsang V., Williams A., Goldstraw P.: Sequential silastic and expandable metal stenting for tracheobronchial strictures. *Ann Thorac Surg* 53 (1992) 856-860
138. Tsang V., Goldstraw P.: Self-expanding metal stent for tracheobronchial strictures. *Eur J Cardiothorac Surg* 6 (1992) 555-560
139. Tsugawa C., Nishijima E., Muraji T., Yoshimura M., Tsubota N., Asano H.: A shape memory airway stent for tracheobronchomalacia in children: an experimental and clinical study. *J Pediatr Surg* 32(1) (1997) 50-53
140. Varela A., Maynar M., Irving D., Dick R., Reyes R., Rousseau H., Lopez L., Pulido-Duque J.M., Letourneau J.G., Castaneda-Zuniga W.R.: Use of Gianturco self-expandable stents in the tracheobronchial tree. *Ann Thorac Surg* 49 (1990) 806-809
141. Viau F., Lededente A., Le Tinier J.Y.: Complications of tracheotomy. *Rev Pneumol Clin* 44(1) (1988) 24-32
142. Vorwerk D., Günther R.W., Bohndorf K., Kistler D., Hand S., Mann H., Sieberth H.G.: Perkutane vasculäre Endoprothesen bei Verschlüssen oder Stenosen von Hämodialyse-Shunts. *DMW* 115 (1990) 43-47
143. Wallace M.J., Charnsangavej C., Ogawa K., Carrasco H., Wright K.C., McKenna R., McMurtrey M., Gianturco C.: Tracheobronchial tree: Expandable metallic stents used in experimental and clinical applications. *Radiology* 158 (1986) 309-312
144. Westaby S., Shepherd M.P.: Palliation of intrathoracic tracheal compression with the silastic tracheobronchial stent. *Thorax* 38 (1983) 314-315
145. Witt C., Schmidt B., Liebetruh J., Baumann G.: Nd:YAG laser and tracheobronchial metallic stents: an experimental in vitro study. *Lasers Surg Med* 20(1) (1997) 51-55
146. Woodcock A.: An approach to respiratory symptoms: Dyspnea. *Comprehensive respiratory medicine*. Albert R.K., Spiro S.G., Jett J.R., London-Philadelphia-St.Louis-Sydney-Tokyo, Mosby: (1999) 16.1-16.8

Anhang:

Tabelle 1: Begleiterkrankungen vor Stent-Implantation:

| Erkrankungen vor Stent-Implantation | Anzahl der Fälle |
|--|-------------------------|
| Schwere Grunderkrankung (Marfan-Syndrom, Lokalrezidiv n. Ösophagus-Ca; | 2 |
| Akute oder chronische pulmonale Infektion und Abstoßungsreaktionen bei Z.n. Lungentransplantation; | 3 |
| Z.n. OP an den großen Atemwegen (neben Tracheotomien und Lungentransplantation); | 8 |
| Multimorbide (Herz-,Lunge-,Nieren-Insuff.,Diabetes mel.,AVK,Adipositas per magna); | 3 |
| Schwere KHK; | 1 |
| Schweres Asthma bronchiale; | 1 |
| Beidseitige Recurrensparese; | 3 |
| Einseitige Recurrensparese; | 2 |
| Endoskopisch gesicherte Tracheitis; | 2 |

Tabelle 2: Alterauswertung (in Jahren):

| | Patientenzahl | Durchschnittsalter | Standardabweichung Alter | jüngstes Alter | höchstes Alter |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| gesamte Patientenzahl | 26 | 59,00 | 15,17 | 16 | 82 |
| nicht-Lungen-transplantierte | 21 | 62,00 | 14,81 | 16 | 82 |
| Lungen-transplantierte | 5 | 46,40 | 8,87 | 33 | 57 |

Tabelle 3: Patientenkasuistiken mit Grundkrankheiten und Vorbehandlungen der bestehenden Stenose, bzw. Malazie:

| Initialien | Geschlecht | Geburt | Alter bei Intervention | Grundkrankheit | Zusätzliche Erkrankungen | Vorbehandlungen im Tracheo-Bronchial-System |
|------------|------------|----------|------------------------|---|---|---|
| AF. | w | 07.10.54 | 39 | Marfan - Syndrom; Bronchusmalazie durch Aortenaneurysma; | Z.n. atyp. Unterlappenresekt. li.; Z.n. ICB mit Trepanation; Depression; | |
| B.K. | w | 14.02.13 | 81 | Z.n. 2x Strumektomie mit bedseitiger Recurrensparese; Tracheostoma; Tracheomalazie prox. Trachea; | | Z.n. Tracheotomie `74; Laserung der Stenosen an den Aryknorpeln |
| B.G. | m | 23.04.24 | 68 | Z.n. Larynxverletzung (Krieg); Tracheostoma, Dauerkanüenträger;; ca. 8 cm lange Tracheomalazie prox. Trachea | akute eitrig Tracheo-Bronchitis; COPD; Herzinsuff.; KHK; art. Hypertonie; Hyperurikämie; DM; pAVK IIb; Adipositas per magna; Z.n. TEA rechte Carotis; | Z.n. Tracheotomie `92; Z.n. operativem Perforationsverschluß; Montgomery – Stent; Lanz - Kanüle; |
| DM. | w | 24.07.11 | 81 | Z.n. Langzeitbeatmung über Tracheostoma wegen akuter Tracheo-Bronchitis; Langjährige (ca. 5 Jahre) Tracheomalazie ; | Recurrensparese bds.; Herzinsuff.; DM; M.Parkinson; | seit 4 Jahren Montgomery - Stent; 3x Wechsel; |
| GH. | w | 25.01.76 | 16 | Z.n. Langzeitintubation nach Polytrauma; Tracheostoma; langstreckige Tracheomalazie ; | | Z.n. Trachea – Querresektion mit anschließender Dehiszenz; 2 Silikon – Stents; distaler Stent disloziert; |
| GH. | w | 25.04.36 | 58 | Z.n. Strumektomie und Rezidiv-OP; Tracheostoma; Tracheomalazie/ -stenose prox. Trachea; | Z.n. 2x Lungenembolie; Z.n. Beatmung bei eitrig Bronchitis wg. COLE; Pick-Wick-Syndrom; embolischer art. Verschluß am Unterschenkel; Z.n. Pneumothorax; Recurrensparese rechts; | |
| KH. | w | 10.02.23 | 71 | Z.n. Langzeitintubation nach Reanimation; Tracheostoma; langstreckige, entzündliche Tracheomalazie ; | Symptomatische KHK; Z.n. PTCA; Art. Hypertonie; pAVK bd. Beine; V.a. COLE; DM mit Nephropathie und periph. Polyneuropathie; langstreckige Tracheitis; | Tracheostoma mit Sprechkanüle; Notfallbougieung |
| KE. | m | 22.04.28 | 65 | Z.n. Langzeitintubation nach Polytrauma; Tracheostoma; langstreckige Tracheomalazie / -Stenose ; | | Tracheostoma mit Sprechkanüle; |
| K.D. | w | 26.02.36 | 57 | Z.n. Langzeitintubation nach Polytrauma; Tracheostoma; Tracheomalazie / - stenose ; | Recurrensparese rechts bei Z.n. zweimaliger Strumektomie; | Z.n. Tracheaquerresektion (2. - 6. Ringknorpel) `93; |
| KL. | m | 19.08.33 | 60 | Z.n. Langzeitintubation nach Polytrauma; Tracheostoma; Tracheomalazie/ -stenose ; | art. Hypertonie; Z.n. US – Thrombose; DM; chron. Bronchitis; erosiv-ulcerös-granulomatös Tracheitis; | Z.n. endoskop. Dilatation der Stenose`94; |
| K.R. | m | 06.05.20 | 73 | Z.n. OL – Resektion mit Bronchoplastik links wegen BC; Knickstenose im Anastomosenbereich des UL - Bronchus zum Stammbronchus; | Belastungsdyspnoe bei schwerer KHK; DM mit per.Neuropathie; | |

| Initialen | Geschlecht | Geburt | Alter bei Intervention | Grundkrankheit | Zusätzliche Erkrankungen | Vorbehandlungen im Tracheo-Bronchial-System |
|-----------|------------|----------|------------------------|--|---|---|
| LB. | w | 26.04.22 | 74 | Z.n. UL - Resektion links bei Pleuraempyem; post OP rezidivierende Atelektasenbildung im linken OL bei Bronchialstenose am Absetzungsrand des UL, einschl. des Stammbronchus; | Asthma bronch.; DM; Gastritis; | |
| MH. | m | 18.09.41 | 53 | Z.n. Langzeitbeatmung wegen Salmonellen-Sepsis; Tracheostoma; Tracheomalazie / -stenose ; | Ausgeprägte Narbenhernie bei Z.n. Laparotomie mit Mayo-Plastik versorgt; DM; | Laserabtragung; Dumon – Stent bei 90 %ige Stenose durch narbige Züge + Granulationsgewebe; |
| PG. | w | 01.09.41 | 54 | Z.n. Langzeitintubation nach Polytrauma; Tracheostoma; Tracheomalazie / -stenose ; | Art. Hypertonie; | Tracheostoma; Laserung der Stenose; |
| SK. | w | 16.09.35 | 62 | Tracheomalazie (unklarer Genese); Infektexacerbierte chron. obstruktive Bronchitis; | kompens. Herzinsuffizienz; endogene Depressionen; Adipositas per magna; Gastritis; Hyperthyreose; | |
| SF. | m | 03.05.27 | 66 | Stimm lippen-CA (Platenepithel. T1bN0M0); Z.n. anteriorer Kehlkopfteilresektion und Tracheotomie; Z.n. Stimm lippenrekonstruktion; post-OP Tracheomalazie distal des Tracheostomas; | | Tracheostoma; Laserchirurgische Glottiserweiterung links + Granulationsabtragung an der Tracheavorderwand; |
| SP. | m | 24.05.42 | 51 | Ösophagus-CA; Z.n. Laryngektomie incl. Kehlkopf mit Jejunuminterponat und Tracheotomie; Z.n. Radiatio wegen Tumorrezidiv mit nachfolgender langstreckiger Tracheomalazie ; | Fortschreitendes Tumorwachstum; Z.n. PEG – Anlage | |
| SG. | m | 13.04.11 | 82 | deformierende, chronische Bronchitis; langstreckige Tracheomalazie ; | pAVK IV linkes Bein; Emphysemthorax; COPD; | |
| VF. | w | 08.04.38 | 56 | Z.n. Strumektomie, Z.n. Thornell-OP + Rezidiv - OP; Tracheomalazie / -stenose prox. Trachea; | ethyltoxische Leberzirrhose; Adipositas per magna; | Thornell-OP wg. Dyspnoe `81 und Rezidiv-Strumektomie; |
| WJ. | m | 03.02.21 | 71 | Z.n. Langzeitbeatmung nach Rippenfraktur + Pick-Wick-Syndrom; Tracheostoma; Tracheomalazie / -stenose; Struma nodosa mit Trachealkompression; langstreckige Tracheomalazie ; Z.n. Strumaresektion und Tracheateilresektion; | Adipositas per magna; | Tracheotomie, Z.n. offene Rinnenbehandlung, Woodprothesen, Z.n. Tracheateilresektion; allogener Trachealersatz;; seit `92 mit Plastik-Stent in Höhe der Fossa jugularis versorgt; |
| ZA. | w | 10.10.26 | 64 | Z.n. Strumektomie; Tracheostoma; Tracheomalazie ; persistierende Dyspnoe nach rekonstruierenden Ops + Interventionen; fortschreitende Malazie distale Trachea; | Recurrentyparese bds.; Z.n. Strumektomie; Rezidivstruma Grad III; DM; | Z.n. Tracheopexie; Z.n. Operation nach Rheti mit Chordektomie und modifizierte Thornell-Operation zur definitiven Versorgung; Tracheostoma; Montgomery - Röhrrchen `91; |

Tabelle 4: Patientenkasuistiken mit Grundkrankheiten und Vorbehandlungen der stenosierenden Anastomosenveränderungen bei Z.n. Lungentransplantation:

| Initialen | Geschlecht | Geburt | Alter bei Intervention | Grundkrankheit | Zusätzliche Erkrankungen | Vorbehandlungen im Tracheo-Bronchial-System |
|-----------|------------|----------|------------------------|--|---|---|
| B.B. | w | 03.07.48 | 48 | Z.n. Lungentransplantation rechts `96 wegen idiopathischer Lungenfibrose; Malazie mit instabiler Bronchusanastomose mit umschriebener Nekrotisierung; | Z.n. Billroth-I-Magenresektion `83; Z.n. CMV - Infektion `94; kompensierte Niereninsuff.; Cholecystolithiasis; Eisenmangelanämie; sek. Hyperparathyreoidismus; Z.n. HE; aktuell pulmonale Infektion | |
| B.J. | m | 09.04.39 | 57 | Z. n. Lungentransplantation links`95 wegen idiopathischem Lungenemphysem; Malazie im Anastomosenbereich sowie auch längerstreckig im Empfängerbronchus; | atypische Lungenresektion rechts wegen Fistel; Gallengangspapillenstenose; DM; polyurisches Nierenversagen; KHK; Z.n. akuter Abstoßung; | Dilatation einer elastischen Stenose `96; |
| C.D. | w | 22.07.52 | 40 | Z.n.Lungentransplantation links `92 wegen idiopathischer Lungenfibrose bds.; Z.n. akuter Transplantatabstoßung Grad IV mit Beatmungspflicht für 4 Wochen; Z.n. Aspergillose; Malazie an der Anastomose am linken Hauptbronchus; | rezidivierende Pneumothoraces bds., vaso-vagale Dysregulation; Spenderlunge mit Staph. aureus infiziert, primär Stenosierung an der Anastomose; | |
| M.M. | w | 22.07.61 | 33 | Z.n. Lungentransplantation bilateral`93 wegen idiopathischem Lungenemphysem; Anastomosenstenose links; | | |
| T.G. | m | 07.05.42 | 54 | Z.n. Lungentransplantation links `96 wegen idiopathischer Lungenfibrose; Ischämisch induzierte Stenosierung der Bronchusanastomose ; | KHK; Z.n. Bypass - OP; art. Hypertonie; Hypercholesterinämie; DM; Z.n. Bandscheiben - OP; Z.n. Lungenembolie; Z.n. multiplen cerebralen Krampfanfällen mit Ischämie (links armbetonte Hemiparese); | |

Tabelle 5: Läsionen im Bronchusbereich:

- 1 x extraluminale Stenose am Hauptbronchus durch Aortenaneurysma;
- 1 x Knickstenose im Bereich der Anastomose nach OL-Resektion und Bronchoplastik;
- 1 x längerstreckige Narbenstenose nach UL-Resektion;
- 1 x Bronchusläsion an der Anastomose bis in den OL-Abgang (LTX);
- 2 x kurzstreckige Bronchusläsion an der Anastomose im Hauptbronchus (LTX);
- 2 x Bronchusläsion an der Anastomose bis in den Empfängerbronchus (LTX);

Tabelle 6: Läsionen im Trachealbereich:

- 2 x langstreckige Trachealläsion mit Larynxbeteiligung (Z.n. Tracheostoma);
- 3 x Trachealläsion mittleres Drittel, kurzstreckig (Z.n. Tracheostoma);
- 5 x Trachealläsion mittleres Tracheadrittel, ca 3,0 cm (Z.n. Tracheostoma);
- 1 x Trachealläsion mittleres Drittel, ca. 4,0 cm, Z.n. Nahtdehiszenz; (Z.n. Tracheostoma);
- 1 x Trachealläsion mittleres Drittel, ca. 5 cm (Z.n. Tracheostoma);
- 3 x Läsion annähernd gesamte Trachea;
- 3 x Läsion annähernd gesamte Trachea (Z.n. Tracheostoma);

Tabelle 7: Lungenfunktionswerte (in Prozenten) der nicht-lungentransplantierten Patienten vor Stent-Applikation:

| Initialen | Werte | | | Zeitraum vor Stent-Implantation |
|-----------|----------------|-----------------|------|---------------------------------|
| | Vitalkapazität | Residualvolumen | FEV1 | |
| A.F. | 61 | 152 | | 10 Wochen |
| B.K. | 119 | 487 | 68 | 10 Tage |
| B.G. | 107 | 117 | | 4 Wochen |
| D.M. | 112 | 83 | | 4 Tage |
| G.H. | | | | |
| G.H. | 55 | 221 | 57 | 12 Tage |
| K.H. | | | | |
| K.E. | | | | |
| K.D. | 78 | | 68 | 8 Tage |
| K.L. | | | | |
| K.R. | 90 | 195 | 75 | 6 Wochen |
| L.B. | | | | |
| M.H. | 107 | 90 | 107 | 6 Tage |
| P.G. | | | | |
| S.K. | 48 | 80 | 52 | 3 Tage |
| S.F. | | | | |
| S.P. | | | | |
| S.G. | 72 | 235 | 44 | 9 Tage |
| V.F. | 117 | 127 | 93 | 4 Tage |
| W.J. | 79 | 151 | 107 | 8 Tage |
| Z.A. | | | | |

Tabelle 8: Auswertung der Lungenfunktionswerte der nicht-lungentransplantierten Patienten vor Stent-Applikation:

| | Vitalkapazität | Residualvolumen | FEV1 |
|--------------------|----------------|-----------------|-------|
| Median | 84,5 | 151 | 68 |
| Minimum | 48 | 83 | 44 |
| Maximum | 119 | 487 | 107 |
| Mittelwert | 87,08 | 176,18 | 74,56 |
| Standartabweichung | 24,06 | 110,75 | 21,81 |

Tabelle 9: Lungenfunktionswerte (in Prozenten) der lungentransplantierten Patienten vor Stent-Applikation:

| Initialen | Werte | | | Zeitraum vor Stent-Implantation |
|-----------|----------------|-----------------|------|---------------------------------|
| | Vitalkapazität | Residualvolumen | FEV1 | |
| B.B. | 55 | 209 | 36 | 7 Tage |
| B.J. | 48 | 238 | 30 | 9 Tage |
| C.D. | | | | |
| M.M. | 81 | 196 | 58 | 2 Tage |
| T.G. | 44 | 85 | 53 | 8 Monate |

Tabelle 10: Auswertung der Lungenfunktionswerte der lungentransplantierten Patienten vor Stent-Applikation:

| | Vitalkapazität | Residualvolumen | FEV1 |
|--------------------|----------------|-----------------|-------|
| Median | 55 | 202,5 | 44,5 |
| Minimum | 44 | 85 | 30 |
| Maximum | 81 | 238 | 58 |
| Mittelwert | 61,33 | 182 | 44,25 |
| Standartabweichung | 14,20 | 58,03 | 11,58 |

Tabelle 11: Protokoll der Stent-Implantationen:

| Initialen | Geschlecht | Geburt | Dat. Stent | Narkose | Bronchoskop | Dilatation vor Stent | Stent-Lokalisation |
|------------------|-------------------|---------------|-------------------|-------------------|--------------------|-----------------------------|---|
| A.F. | w | 07.10.54 | 06.04.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 10+12 mm | Hauptbronchus links mittleres Drittel; |
| B.K. | w | 14.02.13 | 20.05.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea in Höhe der Fossa jugularis; |
| B.G. | m | 23.04.24 | 21.10.92 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea unmittl. unterhalb des Tracheostomas; |
| D.M. | w | 24.07.11 | 29.09.92 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea unmittl. unterhalb des Tracheostomas; |
| 2. Eingriff | | | 01.10.92 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Trachea distal des 1. Stents bifurcationsnah; |
| G.H. | w | 25.01.76 | 11.01.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea subglottisch; |
| G.H. | w | 25.04.36 | 10.11.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea in Höhe Fossa jugularis; |
| K.H. | w | 10.02.23 | 10.10.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Trachea von knapp cranial des Tracheostomas bis unmittl. an die Bifurkation; |
| K.E. | m | 22.04.28 | 30.07.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 18 mm | Trachea in Höhe der Fossa jugularis |
| K.D. | w | 26.02.36 | 28.07.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 18 mm | Trachea vom 1. Ringknorpel bis ca. 3 cm prox. der Bifurkation; |
| K.L. | m | 19.08.33 | 24.03.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea unmittelbar subglottisch bis ca.4 cm supracarinal; |
| K.R. | m | 06.05.20 | 25.01.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 10 mm | Hauptbronchus links am Anastomosenbereich des UL; |
| L.B. | w | 26.04.22 | 06.09.96 | ITN (JET-Ventil.) | flexibel | | Hauptbronchus links; |
| M.H. | m | 18.09.41 | 01.02.95 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea ca. 5 cm subglottisch; |
| P.G. | w | 01.09.41 | 11.12.95 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea in Höhe der Fossa jugularis, ca. 4 cm lang; |
| S.K. | w | 16.09.35 | 24.10.97 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Trachea ca. 5 cm dist. der Stimmlippen bis knapp oberhalb Bifurcation; |
| S.F. | m | 03.05.27 | 25.05.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 16 mm | Trachea prox. Ende ca. 5cm unterhalb des Tracheostoma; |
| 2. Eingriff | | | 13.07.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Trachea ca. 1 cm distal des Tracheostomas ; prox. des liegenden Stents; |
| S.P. | m | 24.05.42 | 23.11.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 18mm | Trachea beginnend Fossa jugularis nahezu ges. Trachea; |
| S.G. | m | 13.04.11 | 04.02.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Trachea nahezu gesamte Trachea; |
| 2. Eingriff | | | 13.02.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Trachea unmittl. am prox. Ende des bereits liegenden Stents; |
| V.F. | w | 08.04.38 | 15.04.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 15 mm | Trachea in Höhe der Fossa jugularis; |
| W.J. | m | 03.02.21 | 18.02.92 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Trachea unmittl. unter Larynxebene; |
| Z.A. | w | 10.10.26 | 18.06.91 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Trachea in Höhe der Fossa jugularis; |
| 2. Eingriff | | | 27.06.91 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 16 mm | Trachea prox. des 1. Stents überlappend; prox. Ende caudal d. Larynxebene |
| 3. Eingriff | | | 30.08.91 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 16 mm | Trachea prox. des 1. Stents überlappend; prox. Ende caudal d. Larynxebene |
| 4. Eingriff: | | | 12.03.92 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 16 mm | Trachea distal und überlappend mit den bereits liegenden Stents; |
| | | | | | | | |
| B.B. | w | 03.07.48 | 05.07.96 | ITN (JET-Ventil.) | flexibel | | Hauptbronchusanastomose rechts bis Bronchus intermedius |
| B.J. | m | 09.04.39 | 20.09.96 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Hauptbronchus (Empfänger) und Anastomosenbereich; |
| C.D. | w | 22.07.52 | 13.01.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | linker Hauptbronchus |
| 2. Eingriff | | | 23.06.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | linker Hauptbronchus |
| 3. Eingriff | | | 02.07.93 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Hauptbronchus links bis zur Carina reichend; |
| M.M. | w | 22.07.61 | 06.10.94 | ITN (JET-Ventil.) | starr | 10 mm | Hauptbronchus links bis an den OL - Abgang reichend; |
| T.G. | m | 07.05.42 | 17.09.96 | ITN (JET-Ventil.) | starr | | Hauptbronchusanastomose links; |

| Initialen | Stent-Modell | Stent-Durchmesser | Stent-Länge | Dilatation nach Stent | Extubation |
|-------------|---------------------------------|-------------------|-------------|-----------------------|--------------|
| A.F. | Palmaz – Stent / Palmaz - Stent | 12+12 mm | 20+30 mm | | sofort |
| B.K. | Wall - Stent | 16 mm | 44 mm | 15 mm | sofort |
| B.G. | Wall - Stent | 16 mm | 77 mm | 18mm | verzögert |
| D.M. | Wall - Stent | 16 mm | 62 mm | | Reintubation |
| 2. Eingriff | Wall - Stent | 16 mm | 62 mm | | verzögert |
| G.H. | Wall - Stent | 16 mm | 43 mm | 16 mm | sofort |
| G.H. | Wall - Stent | 14 mm | 44 mm | 15 mm | sofort |
| K.H. | Wall - Stent | 14 mm | 63 mm | 15 mm | sofort |
| K.E. | Wall - Stent | 16 mm | 43 mm | 16 mm | intubiert |
| K.D. | Wall - Stent | 16 mm | 64 mm | 12 mm | sofort |
| K.L. | Wall - Stent | 16 mm | 50 mm | 15 mm | intubiert |
| K.R. | Wall - Stent | 14 mm | 25 mm | 12 mm | verzögert |
| L.B. | Palmaz - Stent | 10 mm | 30 mm | 8+10 mm; | verzögert |
| M.H. | Wall - Stent | 15 mm | 44 mm | | sofort |
| P.G. | Wall - Stent | 14 mm | 44 mm | | Reintubation |
| S.K. | Urbaflex Microvasic | 18 mm | 80 mm | | sofort |
| S.F. | Wall - Stent | 16 mm | 42 mm | | sofort |
| 2. Eingriff | Wall - Stent | 16 mm | 60 mm | 18 mm | sofort |
| S.P. | Wall - Stent | 16 mm | 70 mm | 15 mm | sofort |
| S.G. | Wall – Stent / Wall - Stent | 20+20 mm | 40+40 mm | 20 mm | verzögert |
| 2. Eingriff | Giauturico - Stent | 18 mm | 25 mm | 15+18 mm | verzögert |
| V.F. | Wall - Stent | 16 mm | 40 mm | 18 mm | sofort |
| W.J. | Wall – Stent / Wall - Stent | 16+16 mm | 43+77 mm | | sofort |
| Z.A. | Wall - Stent | 14 mm | 60 mm | | sofort |
| 2. Eingriff | Wall - Stent | 16 mm | 40 mm | | verzögert |
| 3. Eingriff | Wall - Stent | 16 mm | 40 mm | 16 mm | sofort |
| 4. Eingriff | Wall - Stent | 16 mm | 43 mm | 16 mm | sofort |
| | | | | | |
| B.B. | Palmaz – Stent / Palmaz - Stent | 7+12 mm | 10+20 mm | | verzögert |
| B.J. | Wall - Stent | 20 mm | 70 mm | 20 mm | sofort |
| C.D. | Wall - Stent | 12 mm | 40 mm | | verzögert |
| 2. Eingriff | Wall - Stent | 12 mm | 40 mm | | |
| 3. Eingriff | Wall - Stent | 14 mm | 30 mm | | verzögert |
| M.M. | Wall - Stent | 10 mm | 37 mm | | |
| T.G. | Palmaz – Stent | 12 mm | 30 mm | 15 mm; | intubiert |

Tabelle 12: Wall - Stent:

| Durchmesser in mm | Länge in mm (Anzahl) | | | | | | | | | |
|----------------------|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | 37 (1) | | | | | | | | | |
| 12 | 40 (2) | | | | | | | | | |
| 14 | 25 (1) | 30 (1) | 44 (2) | 60 (1) | 63 (1) | | | | | |
| 15 | 44 (1) | | | | | | | | | |
| 16 | 40 (3) | 42 (1) | 43 (4) | 44 (1) | 50 (1) | 60 (1) | 62 (2) | 64 (1) | 70 (1) | 77 (2) |
| 20 | 40 (2) | 70 (1) | | | | | | | | |

Gesamtanzahl: 30 Stents (bei 21 Patienten)

Tabelle 13: Gianturco - Stent:

| Durchmesser in mm | Länge in mm (Anzahl) |
|----------------------|----------------------|
| 18 | 25 (1) |

Gesamtanzahl: 1 Stent (Patient hat bereits Wall-Stent)

Tabelle 14: Urbaflex - Microvasic - Stent:

| Durchmesser in mm | Länge in mm (Anzahl) |
|----------------------|----------------------|
| 18 | 80 (1) |

Gesamtanzahl: 1 Stents (bei 1 Patient)

Tabelle 15: Palmaz - Stent:

| Durchmesser in mm | Länge in mm (Anzahl) | |
|----------------------|----------------------|--------|
| 7 x | 10 (1) | |
| 10 x | 30 (1) | |
| 12 x | 20 (2) | 30 (2) |

Gesamtanzahl: 6 Stents (4 Patienten)

Tabelle 16: Bronchoskopieergebnisse bei den Nachuntersuchungen:

| Patient | 1. Woche | 2.Woche | 3.Woche | 4.Woche | 5.-8.Woche | 3.-12.Monat |
|------------|------------|---------------|---------------|---------|-------------|--------------------|
| A.F., 39J. | | X | | | | |
| B.K., 81J. | | | | | | |
| B.G., 68J. | | | X | | | XX G Abtrag |
| D.M., 81J. | X Stent in | | | X G- | | X G- |
| G.H., 16J. | X | | | | | X G- Las |
| G.H., 58J. | | | | | | |
| K.H., 71J. | | | | | | |
| K.E., 65J. | | | X | | | |
| K.D., 57J. | | | | | | |
| K.L., 60J. | | | | | | |
| K.R., 73J. | | | | | | |
| L.B., 74J. | | X S Stent-Dil | | | ☒ | |
| M.H., 53J. | | | | X G- | | |
| P.G., 54J. | | | | | X G + Tubus | XX G Abtrag |
| S.K., 62J. | X | | | | | X G- |
| S.F., 66J. | | | X S Stent-Dil | | X Stent in | X OP ☒ |
| S.P., 51J. | | | X G Las | | | ☒ |
| S.G., 82J. | | X Stent in | XS Dil | | X S | |
| V.F., 56J. | | | X G Las | X G-Las | | |
| W.J., 71J. | X Stent ex | | | | | XX G+Abtrag+Las+ |
| Z.A., 64J. | | X Stent in/ex | | | | XX Stent in G Las |
| nach LTX | | | | | | |
| B.B., 48J. | | X | X | X | | XX GS Dil |
| B.J., 57J. | | X S Stent-Dil | | | | XX Stent gekürzt ☒ |
| C.D., 40J. | X | | | X | X Stent ex | XX Stent in/ex/in |
| M.M., 33J. | X | | | | | X Stent-Dil |
| T.G., 54J. | | | | | | |

Stent in: Stent-Implantation;
G-: weniger Granulationen;
Abtrag: mech. Abtragung;
OP: OP an den Atemwegen;

Stent ex: Stent-Entfernung;
G+: mehr Granulationen;
rad.: endoluminale Radiatio;
S: Stenose;

X: Bronchoskopie;
Las: Laserabtragung;
Boug: Bougierung;
Stent-Dil: Stentdilatation;

G: Granulationen;
Dil: Dilatation;
Polyp: Schleimhautpolyp;
☒: Patient verstorben;

| Patient | 2.Jahr | 3.Jahr | 4.Jahr | 5.Jahr | 6.Jahr |
|------------|---------------------------|----------------|---------------|-----------------------|--------|
| A.F., 39J. | ☒ | | | | |
| B.K., 81J. | X | | | | |
| B.G., 68J. | X G Las | X G Las | XX Las Rad G- | X Stent in G- | |
| D.M., 81J. | | X G- | | | |
| G.H., 16J. | X | | | | |
| G.H., 58J. | ☒ | | | | |
| K.H., 71J. | ☒ | | | | |
| K.E., 65J. | | | | XX G-Polyp Abtrag Las | |
| K.D., 57J. | | | | | |
| K.L., 60J. | | | | | |
| K.R., 73J. | | ☒ | | | |
| L.B., 74J. | | | | | |
| M.H., 53J. | | | | | |
| P.G., 54J. | X lange Kanüle G- | ☒ | | | |
| S.K., 62J. | | | | | |
| S.F., 66J. | | | | | |
| S.P., 51J. | | | | | |
| S.G., 82J. | X ☒ | | | | |
| V.F., 56J. | | | | | |
| W.J., 71J. | XX Silikon-Stent in/ex G+ | XX G +Las | XX G Boug+Las | X G Boug ☒ | |
| Z.A., 64J. | X OP ☒ | | | | |
| nach LTX | | | | | |
| B.B., 48J. | | x | | | |
| B.J., 57J. | | | | | |
| C.D., 40J. | x | X ☒ | | | |
| M.M., 33J. | XX G Las | XX S Stent-Dil | X G Las | | |
| T.G., 54J. | XX Stent-Dil G Las | X G- | | | |

Stent in: Stent-Implantation;
G-: weniger Granulationen;
Abtrag: mech. Abtragung;
OP: OP an den Atemwegen;

Stent ex: Stent-Entfernung;
G+: mehr Granulationen;
rad.: endoluminale Radiatio;
S: Stenose;

X: Bronchoskopie;
Las: Laserabtragung;
Boug: Bougierung;
Stent-Dil: Stentdilatation;

G: Granulationen;
Dil: Dilatation;
Polyp: Schleimhautpolyp;
☒: Patient verstorben;

Tabelle 17: Röntgenkontrolle bei den Nachuntersuchungen:

| Patient | 1. Woche | 2. Woche | 3. Woche | 4. Woche | 5.-8. Woche | 3.-12. Monat |
|------------|---------------|----------------|----------|----------|-------------|--------------|
| A.F., 39J. | k | k | k | | k Pneumonie | kk Pneumonie |
| B.K., 81J. | k | k | | | | |
| B.G., 68J. | k | | k | | k | k |
| D.M., 81J. | k | k | | | k | k |
| G.H., 16J. | k | | | | | k |
| G.H., 58J. | k | | | | | k |
| K.H., 71J. | k | | | | | |
| K.E., 65J. | k | | k | | | |
| K.D., 57J. | k | | | | | |
| K.L., 60J. | k | | k | | | k CT |
| K.R., 73J. | k | | | k | k | K |
| L.B., 74J. | k | k Stent-Deform | | | ☒ | |
| M.H., 53J. | k | | k | | | |
| P.G., 54J. | k | k | k | | k Belüft | kk |
| S.K., 62J. | k | | | k | | k |
| S.F., 66J. | k | | k | | k | k k ☒ |
| S.P., 51J. | k | k | | | | ☒ |
| S.G., 82J. | k | k | k | k | k | K |
| V.F., 56J. | k | | | k | k | Kk |
| W.J., 71J. | kk Dislok | | | k | | |
| Z.A., 64J. | k | k | | | | k |
| nach LTX | | | | | | |
| B.B., 48J. | k | | k | k | k Belüft | kk Belüft |
| B.J., 57J. | k CT subtotal | k | k | | k | k ☒ |
| C.D., 40J. | k | k | k | | k Belüft | kk Belüft |
| M.M., 33J. | k | k | k | k | kk | kk Belüft |
| T.G., 54J. | k | | k | k | k | kk CT |

k: konventionelles Thorax-Röntgen;
Stent-Deform: Stent-Deformierung;

CT: Computertomographie;
Belüft: Belüftungsstörung;

Dislok: Stent-Dislokation;
☒: Pat. verstorben

subtotal: subtotale Stent-Entfaltung;

| Patient | 2.Jahr | 3.Jahr | 4.Jahr | 5.Jahr | 6.Jahr |
|------------|--------|-----------|---------------|--------|-----------------|
| A.F., 39J. | ☒ | | | | |
| B.K., 81J. | k | | | | |
| B.G., 68J. | k CT | k | k | k CT | |
| D.M., 81J. | K | k CT | | | k |
| G.H., 16J. | K | | | | k CT(Endo-view) |
| G.H., 58J. | ☒ | | | | |
| K.H., 71J. | ☒ | | | | |
| K.E., 65J. | K | | k | k | k |
| K.D., 57J. | | | | k | k CT |
| K.L., 60J. | k CT | | k CT | | |
| K.R., 73J. | K | k ☒ | | | |
| L.B., 74J. | | | | | |
| M.H., 53J. | | | CT(Endo-view) | | |
| P.G., 54J. | kk | | ☒ | | |
| S.K., 62J. | | | | | |
| S.F., 66J. | | | | | |
| S.P., 51J. | | | | | |
| S.G., 82J. | ☒ | | | | |
| V.F., 56J. | | | k | k CT | |
| W.J., 71J. | | | | ☒ | |
| Z.A., 64J. | kk ☒ | | | | |
| nach LTX | | | | | |
| B.B., 48J. | k | | | | |
| B.J., 57J. | | | | | |
| C.D., 40J. | k | k ☒ | | | |
| M.M., 33J. | kk | kk Belüft | k | kk | |
| T.G., 54J. | kk | kk | | | |

k: konventionelles Thorax-Röntgen;
 subtotal: subtotale Stent-Entfaltung;
 ☒: Pat. verstorben

CT: Computertomographie;
 Stent-Deform: Stent-Deformierung;

Dislok: Stent-Dislokation;
 Belüft: Belüftungsstörung;

Tabelle 18: Vitalkapazität vor und nach Stent-Implantation der nicht-lungentranplantierte Patienten:

| Patienten | prä | 0,25 | 0,5 | 1.Jahr | 2.Jahr | 3.Jahr | 4.Jahr | 5.Jahr |
|------------|-----|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| A.F., 39J. | 61 | | | | ☒ | | | |
| B.K., 81J. | 119 | | | | | | | |
| B.G., 68J. | 107 | | | | 84 | | | |
| D.M., 81J. | 112 | 111 | | | | | | |
| G.H., 16J. | | | 106 | 112 | | | | 106 |
| G.H., 58J. | 55 | | | | ☒ | | | |
| K.H., 71J. | | | | | ☒ | | | |
| K.E., 65J. | | 94 | | | | | | |
| K.D., 57J. | 78 | 83 | | | | | | |
| K.L., 60J. | | 81 | 132 | | | | | |
| K.R., 73J. | 90 | | | | | ☒ | | |
| L.B., 74J. | | ☒ | | | | | | |
| M.H., 53J. | 107 | 121 | | | | 116 | | |
| P.G., 54J. | | | | | | ☒ | | |
| S.K., 62J. | 48 | 59 | | 75 | | | | |
| S.F., 66J. | | | | ☒ | | | | |
| S.P., 51J. | | | ☒ | | | | | |
| S.G., 82J. | 72 | 27 | | | ☒ | | | |
| V.F., 56J. | 117 | 117 | | | | | 104 | |
| W.J., 71J. | 79 | | 81 | | 90 | 81 | 85 | ☒ |
| Z.A., 64J. | | | | 68 ☒ | | | | |

Tabelle 19: Residualkapazität vor und nach Stent-Implantation der nicht-lungentranplantierte Patienten:

| Patienten | prä | 0,25 | 0,5 | 1.Jahr | 2.Jahr | 3.Jahr | 4.Jahr | 5.Jahr |
|------------|-----|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| A.F., 39J. | 152 | | | | ☒ | | | |
| B.K., 81J. | 487 | | | | | | | |
| B.G., 68J. | 117 | | | | 119 | | | |
| D.M., 81J. | 83 | 87 | | | | | | |
| G.H., 16J. | | | 202 | 102 | | | | 77 |
| G.H., 58J. | 221 | | | | ☒ | | | |
| K.H., 71J. | | | | | ☒ | | | |
| K.E., 65J. | | | | | | | | |
| K.D., 57J. | | | | | | | | |
| K.L., 60J. | | 139 | 62 | | | | | |
| K.R., 73J. | 195 | | | | | ☒ | | |
| L.B., 74J. | | ☒ | | | | | | |
| M.H., 53J. | 90 | 71 | | | | 87 | | |
| P.G., 54J. | | | | | | ☒ | | |
| S.K., 62J. | 80 | 83 | | 104 | | | | |
| S.F., 66J. | | | | ☒ | | | | |
| S.P., 51J. | | | ☒ | | | | | |
| S.G., 82J. | 235 | 283 | | | ☒ | | | |
| V.F., 56J. | 127 | 110 | | | | | 71 | |
| W.J., 71J. | 151 | | | | 117 | 105 | 102 | ☒ |
| Z.A., 64J. | | | | 171 ☒ | | | | |

Tabelle 20: FEV 1 vor und nach Stent-Implantation der nicht-lungentranplantierte Patienten:

| Patienten | prä | 0,25 | 0,5 | 1.Jahr | 2.Jahr | 3.Jahr | 4.Jahr | 5.Jahr |
|------------|-----|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| A.F., 39J. | | | | | ☒ | | | |
| B.K., 81J. | 68 | | | | | | | |
| B.G., 68J. | | | | | 84 | | | |
| D.M., 81J. | | | | | | | | |
| G.H., 16J. | | | 37 | 107 | | | | 110 |
| G.H., 58J. | 57 | | | | ☒ | | | |
| K.H., 71J. | | | | | ☒ | | | |
| K.E., 65J. | | 99 | | | | | | |
| K.D., 57J. | 68 | 76 | 68 | | | | | |
| K.L., 60J. | | 76 | | | | | | |
| K.R., 73J. | 75 | | | | | ☒ | | |
| L.B., 74J. | | ☒ | | | | | | |
| M.H., 53J. | 107 | 114 | | | | 114 | | |
| P.G., 54J. | | | | | | ☒ | | |
| S.K., 62J. | 52 | 62 | | 62 | | | | |
| S.F., 66J. | | | | ☒ | | | | |
| S.P., 51J. | | | ☒ | | | | | |
| S.G., 82J. | 44 | 52 | | | ☒ | | | |
| V.F., 56J. | 93 | 117 | | | | | 112 | |
| W.J., 71J. | 107 | | 117 | | 91 | 81 | 84 | ☒ |
| Z.A., 64J. | | | | 114, ☒ | | | | |

Tabelle 21: Vitalkapazität vor und nach Stent-Implantation der lungentranplantierte Patienten:

| Patienten | prä | 0,25 | 0,5 | 1.Jahr | 2.Jahr | 3.Jahr | 4.Jahr | 5.Jahr |
|------------|-----|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| B.B., 48J. | 55 | 53 | | 67 | 84 | | | |
| B.J., 57J. | 48 | 51 | | ☒ | | | | |
| C.D., 40J. | | 25 | 27 | 38 | 26 | ☒ | | |
| M.M., 33J. | 81 | 92 | 96 | 91 | 59 | 75 | 66 | |
| T.G., 54J. | 44 | | 47 | 67 | 70 | | | |

Tabelle 22: Residualvolumen vor und nach Stent-Implantation der lungentranplantierte Patienten:

| Patienten | prä | 0,25 | 0,5 | 1.Jahr | 2.Jahr | 3.Jahr | 4.Jahr | 5.Jahr |
|------------|-----|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| B.B., 48J. | 209 | 226 | | 172 | 155 | | | |
| B.J., 57J. | 238 | 241 | | ⊗ | | | | |
| C.D., 40J. | | 86 | 109 | 132 | | | ⊗ | |
| M.M., 33J. | 196 | 186 | 101 | 187 | 238 | 211 | 176 | |
| T.G., 54J. | 85 | | 57 | 53 | 55 | | | |

Tabelle 23: FEV 1 vor und nach Stent-Implantation der lungentranplantierte Patienten:

| Patienten | prä | 0,25 | 0,5 | 1.Jahr | 2.Jahr | 3.Jahr | 4.Jahr | 5.Jahr |
|------------|-----|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| B.B., 48J. | 36 | 52 | | 52 | 65 | | | |
| B.J., 57J. | 30 | 32 | | ⊗ | | | | |
| C.D., 40J. | | 22 | 24 | 28 | 23 | ⊗ | | |
| M.M., 33J. | 58 | 67 | 45 | 52 | | 42 | 38 | |
| T.G., 54J. | 53 | | 55 | 76 | 78 | | | |

Tabelle 24: Verlauf der Lungenfunktionswerte nach Stent – Applikation;

| Meßwert / Patientengruppe | Besserung der Werte | Stagnation der Werte | Verschlechterung der Werte |
|---------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| VK / ohne-LTX (10) | 3 / 10 | 5 / 10 | 2 / 10 |
| VK / LTX (5) | 3 / 5 | 1 / 5 | 1 / 5 |
| RV / ohne-LTX (9) | 4 / 9 | 3 / 9 | 2 / 9 |
| RV / LTX (5) | 3 / 5 | 1 / 5 | 1 / 5 |
| FEV 1 / ohne-LTX (7) | 5 / 7 | 1 / 7 | 1 / 7 |
| FEV 1 / LTX (5) | 4 / 5 | 1 / 5 | -- |

Tabelle 25: Beurteilungen der Ergebnisse der Lungenfunktionsprüfungen im Verlauf der nicht-lungentranplantierte Patienten:

| Patienten | Lufu - Beurteilung prä Stent | Lufu - Beurteilung 1 nach Stent; | Lufu - Beurteilung 2 nach Stent; | Lufu - End - Beurteilung |
|----------------|--|--|--|--|
| A.F., 39J. | Geringe Restriktion; Angedeutete Resistenceerhöhung; | | | |
| B.K., 81J. | Keine Restriktion; Starke Obstruktion; nach Bronchodilatation keine wesentl. Besserung; | mäßige Hypoxämie; bei reduziertem AZ und Dyspnoe ist eine Lufu nicht möglich gewesen; | | |
| B.G., 68J. | Lufu wegen undichtem Tracheostoma nicht durchführbar; | | | |
| D.M., 81J. | keine Restriktion; mäßige Obstruktion; nach Bronchodilatation keine wesentl. Besserung; | keine Restriktion; nur angedeutete Obstruktion; kein Hinweis auf relevante extrathorakale Stenose; | | |
| (nach 2.Stent) | | keine Restriktion; nur angedeutete Obstruktion; kein Hinweis auf relevante extrathorakale Stenose; | | |
| G.H., 16J. | | keine Restriktion, deutliche extrathorakale Stenose der Atemwege; Hinweis auf Emphysem; keine wesentliche Änderung im Verlauf; | keine Restriktion; keine Obstruktion; Normoxämie; | keine Restriktion; keine Obstruktion; keine Diffusionsstörungen; |
| G.H.,58J. | mäßige Restriktion; starke Obstruktion; Hypoxämie; | | | |
| K.H., 71J. | | | | |
| K.E., 65J. | | keine Restriktion; keine Obstruktion; Hinweis auf inspiratorische Flußbehinderung bei FIV 1<FEV 1; | | |
| K.D., 57J. | geringe Restriktion; keine Widerstandserhöhung; in Ruhe Normoxämie; | geringe Restriktion; geringe Obstruktion; nach Bronchodil. keine Änderung | | |
| K.L., 60J. | Lufu wegen undichtem Tracheostoma nicht durchführbar; | keine Restriktion; geringe Obstruktion, V.a. Bronchialkollaps oder periphere Obstruktion; | geringe Restriktion; mäßige Obstruktion; nach Bronchodilatation etwas bessere Resistance; | |

| Patienten | Lufu - Beurteilung prä Stent | Lufu - Beurteilung 1 nach Stent; | Lufu - Beurteilung 2 nach Stent; | Lufu - End - Beurteilung |
|----------------|---|--|--|---|
| | | Normoxämie; | Hinweis auf Bronchialobstruktion und Emphysem als Hauptursache für geringe Dyspnoe; | |
| K.R., 73J. | | | | |
| L.B., 74J. | | | | |
| M.H., 53J. | keine Restriktion; keine Obstruktion; Normoxämie in Ruhe; | keine Restriktion; bei Ruheatmung keine Bronchialobstruktion; rel. Hyperkapnie; | | keine Restriktion; keine Obstruktion; kein Hinweis auf Stenose der Atemwege; in Ruhe mäßige Hypoxämie (mäßige bis schwere Globalinsuff.) |
| P.G., 54J. | | | | |
| S.K., 62J. | mäßige Restriktion; mäßige Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; kein Hinweis auf extrathorakale Atemwegsstenose; | mäßige Restriktion; starke Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; kein Hinweis auf extrathorakale Atemwegsobstruktion; | geringe Restriktion; leichte Obstruktion; Normoxämie; FIV 1>FEV 1: kein Hinweis auf extrathorakale Atemwegsstenose; | geringe Restriktion; leichte Obstruktion; Normoxämie; FIV 1>FEV 1: kein Hinweis auf extrathorakale Atemwegsstenose; |
| S.F., 66J. | | | | |
| (nach 2.Stent) | | | | |
| S.P., 51J. | | | | |
| S.G., 82J. | geringe Restriktion; deutliche Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; | | | |
| (nach 2.Stent) | | keine Restriktion; starke Obstruktion; nach Gabe von Bronchodil. Besserung der Resistance; Hinweis auf Emphysem; kein Anhalt für extrathorakale Atemwegsstenose; | | |
| V.F., 56J. | keine Restriktion; starke Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; Hinweis auf extrathorakale | keine Restriktion; geringe Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; weiterhin funktionell Hinweis auf | | keine Restriktion; keine Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; formanalytisch kein Hinweis auf |

| Patienten | Lufu - Beurteilung prä Stent | Lufu - Beurteilung 1 nach Stent; | Lufu - Beurteilung 2 nach Stent; | Lufu - End - Beurteilung |
|----------------|--|--|---|---|
| | Atemwegsstenose; | extrathorakale Atemwegsstenose; | | Trachealstenose; |
| W.J., 71J. | geringe Restriktion; starke Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; | geringe Restriktion; keine Obstruktion; FIV 1 < FEV 1 als Hinweis auf | nach Bronchodil. keine wesentl. Besserung; inspir. Manöver mit 61% eingeschränkt und Hinweis auf extrathorakale Stenose; | Keine Restriktion; mäßige Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; signif. Besserung der ispiratorischen Atembehinderung; |
| Z.A., 64J. | | | | |
| (nach 2.Stent) | | | | |
| (nach 3.Stent) | | mäßige Restriktion; sehr starke Obstruktion; nach Bronchodil. Besserung der Resistance; in Ruhe Normoxämie; | | mäßige Restriktion; sehr starke Obstruktion; nach Bronchodil. Besserung der Resistance; in Ruhe Normoxämie; |

Tabelle 26: Beurteilungen der Ergebnisse der Lungenfunktionsprüfungen im Verlauf der lungentranplantierte Patienten:

| Patienten | Lufu - Beurteilung prä Stent | Lufu - Beurteilung 1 nach Stent; | Lufu - Beurteilung 2 nach Stent; | Lufu - End - Beurteilung |
|----------------|---|---|---|---|
| B.B., 48J. | keine Restriktion; starke Obstruktion; nach Bronchodil. keine wesentl. Besserung; im Verlauf deutliche Abnahme der VK und FEV 1 (bei V.a. akute Abstoßung); | keine Restriktion; mäßige Obstruktion; nach Bronchodil. keine wesentl. Änderung; | keine Restriktion; starke Obstruktion; Hinweis auf Emphysem; Ergometrie wegen muskulärer Erschöpfung abgebrochen; | keine Restriktion; nur noch mäßige Obstruktion; Ergometrie diesmal durchführbar; im Verlauf besser; |
| B.J., 57J. | | | | |
| C.D., 40J. | starke Restriktion; geringe Obstruktion; | | | |
| (nach 2.Stent) | starke Restriktion; geringe Obstruktion; | mäßige Restriktion; mäßige Obstruktion; nach Bronchodil. keine wesentl. Änderung; schwere Globalinsuffizienz; | mäßige Restriktion; geringe Obstruktion; Hinweis auf Emphysem; nur noch geringe Globalinsuffizienz; mäßige Hypoxämie; | |
| (nach 3.Stent) | starke Restriktion; geringe Obstruktion; | | mäßige Restriktion; geringe Obstruktion; Hinweis auf Emphysem; nur noch geringe Globalinsuffizienz; mäßige Hypoxämie; | sehr starke Restriktion; unter 2 l O2 starke Hypoxämie mit starker CO2-Retention; |
| M.M., 33J. | geringe Restriktion; starke Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; | keine Restriktion; Obstruktion im Verlauf etwas rückläufig; in Ruhe Normoxämie; | mäßige Restriktion; Hinweis für starke Obstruktion; Normoxämie; | |
| (nach 2.Stent) | keine Restriktion; starke Obstruktion; Normoxämie; | keine Restriktion; starke Obstruktion; Normoxämie; | geringe Restriktion; sehr starke Obstruktion; leichte Hypoxämie; | geringe Restriktion; starke Obstruktion; Normoxämie; |
| T.G., 54J. | starke Restriktion; mäßige Obstruktion; in Ruhe mäßige Hypoxämie, Besserung unter O2-Gabe; starke Diffusionsstörungen; | starke Restriktion; keine Obstruktion in Ruhe geringe Hypoxämie; insgesamt Befundbesserung; mäßige Diffusionsstörungen; | mäßige Restriktion; keine Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; bei forcierter Inspiration kein Anhalt für relevante extrathorakale Atemwegsstenose; mäßige Diffusionsstörungen; | mäßige Restriktion keine Obstruktion; in Ruhe Normoxämie; starke Diffusionsstörungen; |

Tabelle 27: Vitalkapazität (in Prozent) vor und nach der Stent-Implantation:

| Vitalkapazität | Median | Range | Mittelwert | Standartabweichung |
|---------------------------------------|-------------|---------------|--------------|--------------------|
| ohne LTX-Patienten | | | | |
| prä Stent | 84,5 | 48-117 | 87,08 | 24,06 |
| 0,25 Jahre | 88,5 | 27-121 | 86,63 | 29,82 |
| 0,5 Jahre | 106,0 | 81-132 | 106,33 | 20,82 |
| 1. Jahr | 75,0 | 68-112 | 85,0 | 19,31 |
| 2. Jahr | 87,0 | 84-90 | 87,0 | 3,0 |
| 3. Jahr | 98,5 | 81-116 | 98,5 | 17,5 |
| 4. Jahr | 94,5 | 85-114 | 94,5 | 9,5 |
| 5. Jahr) | 106,0 | 0 | 106,0 | 0 |
| 6. Jahr | | | | |
| über den gesamten Zeitraum nach Stent | 90,0 | 27-132 | 92,05 | 23,59 |
| LTX-Patienten | | | | |
| prä Stent) | 55,0 | 44-81 | 61,33 | 14,2 |
| 0,25 Jahre | 52,0 | 25-92 | 55,25 | 23,92 |
| 0,5 Jahre | 47,0 | 27-96 | 56,67 | 28,99 |
| 1. Jahr | 67,0 | 38-91 | 65,75 | 18,78 |
| 2. Jahr | 64,5 | 26-84 | 59,75 | 21,41 |
| 3. Jahr | 75,0 | 0 | 75,0 | 0 |
| 4. Jahr | 66,0 | 0 | 66,0 | 0 |
| 5. Jahr | | | | |
| 6. Jahr | | | | |
| über den gesamten Zeitraum nach Stent | 66,0 | 25-96 | 60,82 | 22,44 |

Tabelle 28: Residualvolumen (in Prozent) vor und nach der Stent-Implantation:

| Residualvolumen | Median | Range | Mittelwert | Standartabweichung |
|---------------------------------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|
| ohne LTX-Patienten | | | | |
| prä Stent | 151,0 | 80-487 | 176,18 | 110,75 |
| 0,25 Jahre | 98,5 | 71-283 | 128,83 | 72,37 |
| 0,5 Jahre | 132,0 | 62-202 | 132,0 | 70,0 |
| 1. Jahr | 104,0 | 102-171 | 125,67 | 32,07 |
| 2. Jahr | 118,0 | 117-119 | 118,0 | 1 |
| 3. Jahr | 96,0 | 87-105 | 96,0 | 9 |
| 4. Jahr | 86,5 | 71-102 | 86,5 | 15,5 |
| 5. Jahr) | 77,0 | 0 | 77,0 | 0 |
| 6. Jahr | | | | |
| über den gesamten Zeitraum nach Stent | 103,0 | 62-283 | 116,22 | 53,12 |

| Residualvolumen | Median | Range | Mittelwert | Standartabweichung |
|--|--------------|---------------|---------------|--------------------|
| LTX-Patienten | | | | |
| prä Stent) | 202,5 | 85-238 | 182 | 58,03 |
| 0,25 Jahre | 206 | 86-241 | 184,75 | 60,45 |
| 0,5 Jahre | 101,0 | 57-109 | 89,0 | 22,86 |
| 1. Jahr | 152,0 | 53-187 | 136,0 | 51,97 |
| 2. Jahr | 155,0 | 55-238 | 149,33 | 74,82 |
| 3. Jahr | 211,0 | 0 | 211,0 | 0 |
| 4. Jahr | 176,0 | 0 | 176,0 | 0 |
| 5. Jahr | | | | |
| 6. Jahr | | | | |
| über den gesamten Zeitraum nach Stent | 172,0 | 57-241 | 153,27 | 63,614 |

Tabelle 29: FEV 1 (in Prozent) vor und nach Stent-Implantation:

| FEV 1 | Median | Range | Mittelwert | Standartabweichung |
|--|-------------|---------------|--------------|--------------------|
| ohne LTX-Patienten | | | | |
| prä Stent | 68,0 | 44-107 | 74,56 | 21,81 |
| 0,25 Jahre | 76,0 | 52-117 | 85,14 | 23,42 |
| 0,5 Jahre | 68,0 | 37-117 | 74,0 | 32,93 |
| 1. Jahr | 107,0 | 62-114 | 94,33 | 23,04 |
| 2. Jahr | 87,5 | 84-91 | 87,5 | 3,5 |
| 3. Jahr | 97,5 | 81-114 | 97,5 | 16,5 |
| 4. Jahr | 98,0 | 84-112 | 98,0 | 14,0 |
| 5. Jahr) | 110,0 | 0 | 110,0 | 0 |
| 6. Jahr | | | | |
| über den gesamten Zeitraum nach Stent | 87,5 | 37-117 | 88,85 | 73,73 |
| LTX-Patienten | | | | |
| prä Stent) | 44,5 | 30-58 | 44,25 | 11,58 |
| 0,25 Jahre | 42,0 | 22-67 | 43,25 | 17,46 |
| 0,5 Jahre | 45,0 | 24-55 | 41,33 | 12,92 |
| 1. Jahr | 52,0 | 28-76 | 52,0 | 16,97 |
| 2. Jahr | 65,0 | 23-78 | 55,33 | 23,47 |
| 3. Jahr | 42,0 | 0 | 42,0 | 0 |
| 4. Jahr | 38,0 | 0 | 38,0 | 0 |
| 5. Jahr | | | | |
| 6. Jahr | | | | |
| über den gesamten Zeitraum nach Stent | 52,0 | 22-78 | 48,6 | 17,18 |

Tabelle 30: Histologische Befunde (ohne LTX-Patienten):

| Patient: | Entnahmedatum | Histologie: |
|------------|---------------|---|
| A.F., 39J. | 06.04.94 | keine Biopsie der Trachea; nur Biopsien der Aorta; |
| B.K., 81J. | 20.05.94 | keine Biopsie der Trachea; |
| B.G., 68J. | 21.10.92 | Biopsie; 10.11.94: Granulationsgewebe, fibröse Plattenepithelschleimhaut; 22.02.95: hyperplastisch verbreiterte Plattenepithelschleimhaut mit Hyperkeratose; 05.12.97: hyperplastisch verbreiterte Plattenepithelschleimhaut mit Hyperkeratose; 25.03.98: weitgehend nekrotische Plattenepithelschleimhaut mit entzündlichem Exsudat; |
| D.M., 81J. | 29.09.92 | keine Biopsie der Trachea; |
| G.H., 16J. | 11.01.93 | Biopsie; 26.11.92 (vor Stent): im Zentrum der PE Trachealknorpel; angrenzend erosive Schleimhautdefekte; ausgedehnte chronisch-fibrosierende entzündliche Veränderungen im Bereich der Stenose; 18.06.93 (nach Stent): narbige Fibrose an der Stenose; |
| G.H., 58J. | 10.11.94 | keine Biopsie der Trachea; |
| K.H., 71J. | 10.10.94 | keine Biopsie der Trachea; |
| K.E., 65J. | 30.07.93 | keine Biopsie der Trachea; |
| K.D., 57J. | 28.07.93 | keine Biopsie der Trachea; |
| K.L., 60J. | 24.03.94 | keine Biopsie der Trachea; |
| K.R., 73J. | 25.01.94 | keine Biopsie des Bronchus; |
| L.B., 74J. | 06.09.96 | keine Biopsie des Bronchus; 05.08.96: PE der Pleura; entzündliches Exsudat, stellenweise mit Organisation durch einsprossendes Granulationsgewebe; |
| M.H., 53J. | 01.02.95 | keine Biopsie der Trachea; |
| P.G., 54J. | 11.12.95 | keine Biopsie der Trachea; |
| S.K., 62J. | 24.10.97 | keine Biopsie der Trachea; |
| S.F., 66J. | 25.05.93 | keine Biopsie der Trachea; 29.12.92: Schnellschnitt eines Larynx-CA mit tumorfreien Resektionsrändern; |
| S.P., 51J. | 23.11.93 | keine Biopsie der Trachea; 18.03.92: Schnellschnitt einer PE des Kehlkopfes; teils hoch, teils mäßig differenziertes infiltrierendes Plattenepithel-CA; 07.04.92, 02.04.93, 21.04.93, 21.04.93, 08.10.93, 11.10.93: Larynx-CA-Rezidiv ; |
| S.G., 82J. | 04.02.94 | keine Biopsie der Trachea; |
| V.F., 56J. | 15.04.94 | keine Biopsie der Trachea; 16.02.94: PE Struma; gemischt follikuläre Struma colloidosa mit regressiven Veränderungen; 13.05.94: PE Larynx; Granulationsgewebe, sowie nekrotische Skelettmuskulatur ohne Anhalt für Malignität, |
| W.J., 71J. | 18.02.92 | Biopsie; 14.02.92: (vor Stent): nach Tracheaquerresektion Tracheopathia chondro-osteoplastica; 21.02.92: (nach Stent) Stent ex; Detritus mit entzündlichem, granulozytärem Exsudat; Plattenepithelkomplexen, teilweise mit gesteigerter Epithelproliferation und geringen Epitheltypen; 28.08.92: geringe hyperplastische Plattenepithelschleimhaut; Granulationen mit erosiven-ulcerösen Defekten (Prolaps durch Stent-Maschen); 25.11.92: reguläre plattenepitheliale und respiratorische Zellkomplexe; 06.09.93: Schleimhaut mit Zylinderepithelüberzug (entzündliches Exsudat); 24.09.93: Granulationen: Granulationspolyp+plattenepitheliale Metaplasien; 15.10.93: Trachealschleimhaut mit ausgedehnten Plattenepithelmetaplasien + chron.-aktiver, teils granulierender Entzündungsreaktion + polypöses Granulationsgewebe bei nicht frischer Erosion; 01.07.94: polypöses Granulationsgewebe, hyperplastisches Plattenepithel mit entzündlich-degenerativen Veränderungen; 27.02.96: Granulationen; |
| Z.A., 64J. | 18.06.91 | Biopsie; 27.08.90 (vor Stent): Granulationen mit Ulcerationen; 03.04.92 (vor Stent , jedoch bei liegendem Montgomery-Stent); polypöses Granulationsgewebe mit frischen, entzündlichen Exsudaten; 14.05.92 (vor Stent): PE aus der Stenose, Frage nach Granulationen: nur Knorpel-Knochen-Fragmente; |

Tabelle 31: Histologische Befunde (LTX-Patienten):

| Patient: | Entnahmedatum | Histologie: |
|------------|---------------|--|
| B.B., 48J. | 05.07.96 | keine Biopsie des Bronchus; 19.07.96: kein Anhalt für akute oder chronische Abstoßungsreaktion; kein Nachweis einer Pneumonie oder Virusinfektion; 05.05.98: im peribronchialen Lungenparenchym sehr geringe Zeichen der zellulären Transplantatreaktion; |
| B.J., 57J. | 20.09.96 | keine Biopsie des Bronchus; Biopsien aus der Transplantatlunge; 03.01.96, 01.02.96, 07.05.96, 17.07.96, 22.01.97, 29.04.97: während der gesamten Zeit rezidivierend geringe akute Abstoßungsreaktionen (Grad II nach ISHT); |
| C.D., 40J. | 13.01.93 | keine Biopsie des Bronchus; 10.11.92, 30.11.92, 1.12.92, 11.12.92: zuerst ausgeprägte akute zelluläre Abstoßung; (Grad IV nach ISTH); Nekrose an der Anastomose; Aspergillose; 05.03.93, 07.04.93, 22.06.93, 02.07.93: nur noch chronische Abstoßungsreaktion (Grad I-II nach ISTH); |
| M.M., 33J. | 06.10.94 | Biopsie; 10.09.93, 09.03.94 (vor Stent); keine Abstoßung der Transplantatlungen; 04.12.96 (nach Stent); konzentrische Fibrose am Bronchus mit entzündlichen Infiltrationen mit mäßiger chronischer entzündlicher Infiltration als Ausdruck einer fortbestehenden aktiven Entzündung vereinbar ist (zu diesem Zeitpunkt sinken auch die Werte der Lufu); |
| T.G., 54J. | 17.09.96 | keine Biopsie des Bronchus; 14.12.95: PE Antrum/Korpus des Magens; chronische Gastritis ohne Anhalt für Malignität; 10.06.96: Transplantatlunge ohne Anhalt für akute Transplantatabstoßung; eitrige Bronchitis; 16.10.96: PE Antrum/Korpus des Magens; geringe chronische, nicht aktive Gastritis; 18.10.96: herdförmige eitrige Bronchitis; kein Anhalt für Transplantatabstoßung oder für Pneumonie; |

Tabelle 32: Klinische Verlaufsbeobachtung der nicht-lungentransplantierten Patienten:

| Patient | Geschlecht | Alter | Behandlung | Verweildauer (Mon) | Anamnese | bei der Applikation | nach der Applikation | Endbefund mit Beurteilung |
|---------|------------|-------|------------|--------------------|---|--|--|---|
| A.F. | w | 39 | 06.04.94 | 20 | Malazie/ Stenose durch Aortenaneurysma bei Marfan-Syndrom; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | distal des 2. Stents noch eine pulsierende Stenose mit Schleimretention im Segmentbronchus; | subjektiv keine wesentliche Besserung der Dyspnoe und Lebensqualität ; deutliche Schleimbildung; Hustenreiz; Atemnot; schlechter AZ; Pat. an rupturiertem BAA verstorben; |
| B.K. | w | 81 | 20.05.94 | 56 | Malazie nach Tracheostoma; rezidivierende Struma; Dyspnoe wegen bds. Recurrensparese; Laserung der Aryknorpel; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | Stent o.B.; | deutl. Besserung der Dyspnoe mit Verbesserung der Lebensqualität; keine wesentliche Schleimproduktion; keine Granulationen; kein FK Gefühl; weiterhin Dyspnoe bei bds. Recurrensparese; Pat. lebt; |
| B.G. | m | 68 | 21.10.92 | 75 | Malazie/ Stenose nach Tracheostoma; Z.n. operativem Korrekturversuch; Montgomery Stent, Lanz Kanüle; | Dislokation nach distal; zweimalige Korrektur; | rez. Granulome, Abtragung mit Laser und Zange, Radiatio; Entwicklung einer langstreckigen Tracheitis und eines Ödems; Depressionen; weiterer Stent nach 5,5 Jahren (4'98) distal des 1.Stent; danach keine wesentlichen Granulationen; | primärer Besserung; dann wegen rez. Granulationen wieder Dyspnoe; 2.Stent wegen Ausdehnung der Malazie; subjektiv deutliche Besserung nach 2.Stent ; aktuell: Trachea endoskopisch reizlos; keine wesentliche Dyspnoe mehr, kein FK Gefühl; Larynx eng und verschleimt; Pat. lebt; |
| D.M. | w | 81 | 29.09.92 | 76 | Malazie nach Tracheostoma; Dyspnoe wegen bds. Recurrensparese; chron. Bronchitis und Herzinsuff.; Montgomery Stent; | nach Extubation distal des 1.Stents weitere Malazie; | anhaltende Belastungsdyspnoe wg. bek. Vorerkrankungen; kaum Granulationen, keine Stenosen; Stents regelrecht; | objektiv und subjektiv nach Stent-Implantation Besserung der Ateminsuff.; Schleimbildung und Husten bei bek. chron. Bronchitis; kein FK Gefühl; im Verlauf zunehmende Herzinsuff. und Belastungsdyspnoe; Pat. lebt; |
| D.M. | w | 81 | 01.10.92 | 75 | | 2.Stent nicht überlappend; | | |
| G.H. | w | 16 | 11.01.93 | 72 | Malazie/ Stenose nach Tracheostoma; Z.n. Tracheaquerresektion mit Dehiszenz; mit 2 Plastik-Stents versorgt; Dislokation des distalen; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | anfänglich geringe Granulationen; einmalige Laserentfernung; | Besserung bei sehr gutem Allgemeinbefinden ohne Ateminsuffizienz; kein FK Gefühl; keine Verschleimung; kein Hustenreiz; Pat. lebt; |

| Patient | Geschlecht | Alter | Behandlung | Verweildauer (Mon) | Anamnese | bei der Applikation | nach der Applikation | Endbefund mit Beurteilung |
|---------|------------|-------|------------|--------------------|---|--|---|--|
| G.H. | w | 58 | 10.11.94 | 19 | Malazie/ Stenose nach Tracheostoma wegen eitriger Bronchitis; Z.n. Strumektomie und Rezidivstruma; Z.n. rezidivierender LE; Recurrensparese rechts; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | komplikationsloser Verlauf; | deutliche Verbesserung der Ateminsuffizienz bei insgesamt leicht reduziertem Allgemeinzustand; kein FK Gefühl; keine Schleimproduktion; kein Husten; Pat. an Lungenembolie verstorben; |
| K.H. | w | 71 | 10.10.94 | 19 | langstreckige, entzündliche Tracheomalazie nach Tracheostoma; Tracheitis; KHK; COLE; pAVK beide Beine; Sprechkanüle; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | komplikationsloser Verlauf; | deutl. Verbesserung der Atemnot; keine wesentliche Verschlechterung bis zum Tod; kein FK Gefühl; keine wesentliche Verschleimung; polymorbide mit Schwerpunkt auf Gefäßerkrankung; inzwischen cerebraler Infarkt mit deutl. intellektueller Einschränkung; Amputation beider US bei pAVK IV; Pat. an Herzinfarkt verstorben; |
| K.E. | m | 65 | 30.07.93 | 66 | Malazie/ Stenose nach Tracheostoma; | Nachdilatation des primär unvollständig entfalteter Stents; | guter Verlauf für ca. 4,5 Jahre; dann Hustenreiz ohne Dyspnoe; Narbenplatte mit zystischem Granulationspolyp cranial des Stents in Höhe des ehemaligen Tracheostomas; mehrmalige Abtragung; | deutliche Verbesserung der Dyspnoe und Lebensqualität; seit Abtragung des Polyps kein Hustenreiz mehr; keine Dyspnoe; kein FK Gefühl; morgens allenfalls geringe Schleimproduktion; Pat. lebt; |
| K.D. | w | 57 | 28.07.93 | 66 | Malazie/ Stenose nach Tracheostoma; Z.n. Querresektion; Recurrensparese rechts; Z.n. zweimaliger Strumektomie vor 30 und 13 Jahren; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | komplikationsloser Verlauf; | deutliche Verbesserung der Dyspnoe und Lebensqualität; sehr gutes Allgemeinbefinden; keine wesentliche Einschränkung der Leistungsfähigkeit; kein FK Gefühl; kein Hustenreiz, keine Verschleimung; Hauptbeeinträchtigung durch die immer noch schmerzende Rippenserienfraktur; Pat. lebt; |
| K.L. | w | 60 | 24.03.94 | 58 | Malazie/ Stenose nach Tracheostoma; hämorrhagisch borkige Tracheitis; chron. Bronchitis; Membran am Ende der Kanüle; | 1.Stent entfaltet und verkürzt sich nicht regelrecht; Extraktion nötig; 2.Stent proximal subtotal entfaltet, ansonsten o.B.; | persistierende Enge cranial des Stents ohne Symptome; nach ca. 2 Jahren Belastungsdyspnoe wegen Bronchialasthma; | Verbesserung der Atemnot bei bestehenden chron. Asthma mit Kurzatmigkeit; Kurzatmigkeit und Husten mit Schleimproduktion unverändert zu der Zeit vor Stent-Implantation bei bek. chron. produktiver Bronchitis; kein FK Gefühl; Pat. lebt; |
| K.R. | m | 73 | 25.01.94 | 28 | Knickstenose am UL Bronchus bei Z.n. OL Resektion und Bronchoplastik wegen BC; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | zunehmende KHK, Bypass OP geplant; | deutl. Verbesserung der Ateminsuffizienz; kein FK Gefühl; kein Hustenreiz; keine vermehrte Verschleimung; |

| Patient | Geschlecht | Alter | Behandlung | Verweildauer (Mon) | Anamnese | bei der Applikation | nach der Applikation | Endbefund mit Beurteilung |
|---------|------------|-------|------------|--------------------|---|---|---|--|
| | | | | | Retentionspneumonie; zunehmende KHK mit Belastungsdyspnoe; chron. Bronchitis; | | | multimorbide mit deutl. KHK und damit verbundener Belastungsdyspnoe; chron. Bronchitis mit Husten und Schleimproduktion; Pat. an Multiorganversagen verstorben; |
| L.B. | m | 74 | 06.09.96 | 1,5 | Bronchusstenose nach UL Resektion wg. Pleuraempyem; Asthma bronchiale; | 1.Stent nach Freisetzung disloziert; Exaktion; 2.Stent regelrecht;_ | nach 2 Wochen Deformierung des proximalen Anteils; erfolgreiche Dilatation; | subjektiver Besserung der Dyspnoe bei regelrechter OL Belüftung nach Stent-Einlage; bekanntes Asthma bronchiale; an Lungenembolie verstorben; |
| M.H. | m | 53 | 01.02.95 | 47 | Malazie/ Stenose nach Tracheostoma; Dumon Stent bei 90% narbige Stenose und Granulationen; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | nur geringe, asymptotische Granulationen; | deutliche Verbesserung der Atemnot; kein FK Gefühl; keine Dyspnoe, auch nicht bei Belastung; allenfalls geringe morgendliche Schleimproduktion; kein Hustenreiz; Pat. lebt; |
| P.G. | w | 54 | 11.12.95 | 26 | Stenose nach Tracheostoma; Adipositas per magna; 1.Stenose proximal des Stomas, 2.Stenose distal des Stomas mit ausgeprägten Granulationen; | nach Stent-Einlage weiterhin Stridor wegen prox. Stenose; Lanz Tubus wurde im Stent plaziert; | nach 2 Mon. beginnend rez. Granulationen am prox. Stent-Ende; Wandinstabilität; Tracheitis; nach Versorgung mit längerer Kanüle gutes Ergebnis ohne Dyspnoe | im Verlauf deutl. Besserung der Atemnot; erst nach Einsetzen eines langen Tubus nach 1,5 Jahren keine wesentlichen Granulationen mehr; gute Verträglichkeit des Stents; kein FK Gefühl; ohne wesentl. Schleimproduktion oder Hustenreiz; Pat. an akuter respiratorischer Insuffizienz bei Trachealkollaps verstorben; |
| S.K. | w | 62 | 24.10.97 | 15 | Tracheomalazie unklarer Genese; chron. obstruktive Bronchitis; komp. Herzinsuffizienz; Depression; Adipositas per magna; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | nach Implantation des Stents cranial Restkollaps der Tracheahinterwand; nach ca. 8 Monate geringe, asymptotische Granulationen am distalen Stent-Ende; | subjektiv deutliche Besserung; subjektiv keine wesentl. Beschwerden bis auf leichten Hustenreiz; Pat. lebt; |
| S.F. | m | 66 | 25.05.93 | 7 | Tracheomalazie nach Tracheostoma; Z.n. Kehlkopfteilresektion; Z.n. Rekonstruktions OP; Z.n. Granulationsabtragung und Glottiserweiterung mit Laser; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | 1.Stent nach ca. 1 Monat nachdilatiert; distal des 1. Stent Ausdehnung der Malazie; 2. Stent wird appliziert; | deutliche Verbesserung der Dyspnoe und Lebensqualität; keine Dyspnoe mehr; kein FK Gefühl; keine wesentliche vermehrte Schleimproduktion bei Z.n. Kehlkopfteilresektion; Pat. an cerebralem Infarkt verstorben; |
| S.F. | m | 66 | 13.07.93 | 5 | | 2. Stent verkürzt sich bei Dilatation zu stark, so daß keine überlappende Position; | ca. 3 Monate nach 2.Stent Abklebung des Tracheostomas; keine Dyspnoe; | |
| S.P. | m | 51 | 23.11.93 | 3 | Tracheomalazie nach Tracheostoma und Radiatio wegen Tumorrezidiv | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | nur anfänglich Entstehung von mäßigen Granulationen, die mit | deutliche Verbesserung der Dyspnoe und Lebensqualität ohne Luftnot; |

| Patient | Geschlecht | Alter | Behandlung | Verweildauer (Mon) | Anamnese | bei der Applikation | nach der Applikation | Endbefund mit Beurteilung |
|---------|------------|-------|------------|--------------------|---|--|---|---|
| | | | | | eines Ösophagus CA s; primär Laryngektomie mit Jejunuminterponat; am Tracheostoma Tumorinfiltration; | | Laser entfernt werden mußten; | mäßige Schleimproduktion; kein FK Gefühl; kein Hustenreiz; Pat. im Rahmen eines Anastomosenrezidiv an einer Tumorkompression der A.carotis verstorben; |
| S.G. | m | 82 | 04.02.94 | 18 | Tracheomalazie bei deformierender, chron. Bronchitis; pAVK IV beidseits; Empysemthorax; COPD; | proximaler Stent auch nach Nachdilatation am prox. Ende subtotal entfaltet; | 3.Stent prox. aubtotal entfaltet; nicht stenosierend wirkende, Granulationen im distalen Stent- Ende; Zeichen der deformierenden chron. Bronchitis bis in die weitere Bronchialperipherie; Fremdkörpergefühl und teilweise blutiger Auswurf; Bronchoskopie: Stents nicht vollständig entfaltet; | keine wesentliche Verbesserung bei persistierende Ateminsuffizienz; Bettlägerigkeit; ständige Atemnot; FK Gefühl; deutliche Schleimproduktion mit teilweise blutigem Auswurf bei deformierender, chronischer Bronchitis; Pat. an Bronchial-CA und schlechtem AZ erstorben; |
| S.G. | m | 82 | 13.02.94 | 17,5 | | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | | |
| V.F. | w | 56 | 15.04.94 | 56 | Malazie/ Stenose nach Strumektomie und Rezidiv OP; C2 toxische Leberzirrhose; Adipositas per magna; | bis auf umschriebene säbelscheideartige Konfiguration am prox. Stent-Ende gute Adaptation; | Mehrfache Laser-Granulations- Abgetragen in den ersten 4 Wochen nach Stent-Implantation; danach o.B.; | deutliche Verbesserung der Dyspnoe und lebensqualität; nach Granulationsabtragung gutes Allgemeinbefinden, ohne vermehrte Schleimproduktion und Husten; kein FK Gefühl; Pat. lebt; |
| W.J. | m | 71 | 18.02.92 | 49 | Malazie/ Stenose der Trachea nach Tracheostoma; Z.n. offener Rinnen-behandlung, Woodprothese, allogener Trachealersatz; Z.n. Trachealkompression durch Struma; Z.n. Strumektomie und Teilresektion der Trachea; Adipositas; Silikon Stent; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | prox. Stent nach 2 Tagen nach prox. disloziert und entfernt; 1.Jahr Tracheitis, geringe Granulationen; 2. bis 4. Jahr rez. therapieresistente (Zange, Laser, Radiatio, Ballon), stenosierende Granulationen; Entzündungen; nach 2,5 Jahren wird 3. Stent implantiert, der nach 3 Monaten disloziert und entfernt wird; 2. Stent o.B.; weiterhin Granulationen; Stimmlippenödem + inkomplette Recurrensparese nach 3,5 Jahren als zusätzliche | insgesamt keine wesentliche Besserung der Dyspnoe und Lebensqualität wegen ständiger Granulationen, FK Gefühl und vermehrte Schleimproduktion mit Hustenreiz auch nach Stent- Implantation; Pat. an Herz-Kreislauf-Versagen verstorben; |

| Patient | Geschlecht | Alter | Behandlung | Verweildauer (Mon) | Anamnese | bei der Applikation | nach der Applikation | Endbefund mit Beurteilung |
|---------|------------|-------|------------|--------------------|---|---|--|---|
| | | | | | | | Dyspnoeursache; Ulcerationen und Plattenepithelmetaplasien; | |
| Z.A. | w | 64 | 18.06.91 | 18 | Tracheomalazie mit Knickbildung nach Tracheostoma; Verborkung der Trachea; Z.n. Pexie, operativer Sanierungsversuch; Montgomery Stent; Malazieausdehnung nach distal; Z.n. Strumektomie und Rezidiv OP mit Recurrensparese beidseits; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | 2. Stent wegen Knickstenose und Granulationen; 3. Stent nach 2,5 Monaten wegen Stenosierung und Granulationen prox. des 1.Stents; dann nach 1 Monat Granulationen zw. den Stents und in den Taschenfalten; nach 5 Monaten am caudalen Ende Knickbildung mit Granulationen; 4.Stent zur Begradigung; persistierende, therapieresistente (Zange, Laser) Granulationen; operative Stabilisation; allogene Ummantelung des prox. Stents; danach o.B.; | deutl. Verbesserung der Lebensqualität; insgesamt bis auf die akuten Ereignisse keine wesentliche Ateminsuffizienz mehr; kein FK Gefühl; keine vermehrte Schleimproduktion; Pat. an unklarer Ursache daheim verstorben; |
| Z.A. | w | 64 | 30.08.91 | 16 | | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | | |
| Z.A. | w | 65 | 12.03.92 | 9 | | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | | |

Tabelle 33: Klinische Verlaufsbeobachtung (Patienten nach LTX):

| Patient | Geschlecht | Alter | Behandlung | Verweildauer (Mon) | Anamnese | bei der Applikation | nach der Applikation | Endbefund mit Beurteilung |
|---------|------------|-------|------------|--------------------|---|--|---|--|
| B.B. | w | 48 | 05.07.96 | 30 | Z.n. rechtsseitiger LTX; instabile Bronchusanas-tomose (Nekrose); | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | nach 3 Monaten persistierende Membranstenose am ML Ostium; rez. Granulome am Br.intermedius ; subj. Luftnot, rel. Besserung n. Dilat.; Emphysem der linken Lunge; | deutliche Verbesserung der Dyspnoe bei insgesamt guter Lebensqualität ; Pat. lebt; |
| B.J. | m | 57 | 20.09.96 | 8 | elastische Stenose im Anastomosenbereich und Malazie im Empfänger-bronchus nach LTX; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | Stent wird nach 14 Tagen nachdilatiert; nach 8 Monaten endoskopische Stent-Kürzung wegen fehlender Adhärenz; erneute Dilatation; danach Stent o.B.; anhaltende Dyspnoe wegen chron. Abstoßung; | nach Stentdilataion deutl. Verbesserung der Dyspnoe und Lebensqualität ; kein FK Gefühl; wenig Schleimbildung; 12.96 schwere Globalinsuff. bei erneuter Abstoßung; schlechter Gasaustausch; Entgleisung des DM ; Knochenschmerzen bei steroidbedingter Osteoporose; Pat. infolge respir. Globalinsuff. bei chronischer Abstoßungsreaktion verstorben; |
| C.D. | W | 40 | 13.01.93 | 1,75 | Malazie linker Hauptbronchus nach LTX; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | 1.Stent disloziert 3/93 nach 1,5 Monaten; 2.Stent disloziert 7/93 nach 8 Tagen; 3.Stent (größerer Durchmesser) gute Lage und Funktion; | subjektive Besserung nach erneuter Stent-Implantation; kein FK Gefühl; keine wesentlichen Granulationen; bei rezidivierenden Pneumonien zäher, gelblicher Schleim; rezidivierend starke, respir. Globalinsuff. bei V.a. akute und chron. Abstoßung; Pat. infolge respir. Globalinsuff. bei V.a. chronischer Abstoßung verstorben; |
| C.D. | w | 40 | 23.06.93 | 0,23 | | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | | |
| C.D. | w | 40 | 02.07.93 | 24 | | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis; | | |
| M.M. | w | 33 | 06.10.94 | 51 | Bronchusanastomosenstenose links nach beidseitiger LTX; rezidiv. geringe Granulationen, die abgetragen wurden; konzentrische Bronchiolitis bei chron. Entzündung und Fibrose; | Stent bei Implantation disloziert; mit Zange zu weit cranial positioniert; weiterhin funktionelle Stenose im caudalen Abschnitt; | nach 5 Monaten leichte Dislokation nach cranial; Dilatation notwendig; nach ca. 15 Monate beginnend rezidivierend Granulationen, die bis heute ca. jedes Jahr einmal mit Laser abgetragen werden; | insgesamt deutliche Besserung der Dyspnoe und Lebensqualität ; ca. einmal jährlich Granulationsabtragungen ; Pat. lebt; |

| Patient | Geschlecht | Alter | Behandlung | Verweildauer (Mon) | Anamnese | bei der Applikation | nach der Applikation | Endbefund mit Beurteilung |
|---------|------------|-------|------------|--------------------|---|--|---|---|
| | | | | | | | nach ca. 2 Jahren Stent nicht vollständig adaptiert; nach Dilatation regelrechter Sitz; bei bek. Lungen parenchymveränderungen Verschlechterung der Lufu; | |
| T.G. | m | 54 | 17.09.96 | 21 | Bronchusstenose links nach LTX ; KHK; Z.n. Bypass; Hypertonie; Z.n. LE; Z.n. multiplen cerebralen Krampfanfällen; | problemlose Applikation mit gutem Ergebnis | Stent o.B.;bek. Fibrose und bullöse Veränderung der rechten Lunge; nach 1,5 Jahren Notlaparotomie wegen perforierter Divertikulitis; post-OP Minitracheotomie; Verschluß nach 3 Mon.; Laserung von Granulationen am Tracheostoma mit Dilatation des liegenden Stents; Nach 3 Mon.Stent regelrecht entfaltet, Lumen weit und vollständig epithelialisiert, wenig Sekret (kein Eiter); leichte asymptomatische Granulationen; | deutliche Verbesserung der Dyspnoe und Lebensqualität; ohne Hustenreiz, kein FK Gefühl, geringe Schleimproduktion; Pat. lebt; |

Tabelle 34: Todesursachen:

| Todesursachen | Anzahl | Patienten | Zeitraum nach Stent |
|--|---------------|------------------------------------|----------------------------|
| akute respiratorische Insuffizienz bei Trachealkollaps | 1 | P.G., 54 Jahre | 26 Monate |
| rupturiertes BAA | 1 | A.F., 39 Jahre | 20 Monate |
| Lungenembolie | 2 | G.H., 58 Jahre / L.B., 74 Jahre | 19 Monate / 1,5 Monate |
| Herzinfarkt | 1 | K.H., 71 Jahre | 19 Monate |
| Multiorganversagen | 1 | K.R., 73 Jahre | 28 Monate |
| cerebraler Infarkt | 1 | S.F., 66 Jahre | 7 Monate |
| Tumorrezidiv mit Kompression der A.carotis → cerebrale Ischämie | 1 | S.P., 51 Jahre | 3 Monate |
| Bronchialkarzinom | 1 | S.G., 82 Jahre | 18 Monate |
| Herz-Kreislauf-Versagen | 1 | W.J., 71 Jahre | 49 Monate |
| unklare Todesursache | 1 | Z.A., 64 Jahre | 18 Monate |
| respiratorische Globalinsuffizienz bei chron. Abstoßung nach LTX | 2 | B.J., 57 / Jahre C.D., 40 Jahre | 8 Monate / 30 Monate |

Tabelle 35: Auswertung über die Verweildauer der Stents (in Monaten):

| | Patienten- bzw. Behandlungszahl | Durchschnitts-Verweildauer | kürzeste Dauer | längste Dauer | Standartabweichung der Verweildauer |
|---|--|-----------------------------------|-----------------------|----------------------|--|
| für gesamte Patientenzahl | 26 / 34 | 36,06 | 0,23 | 85 | 28,50 |
| für nicht-Lungen-transplantierte | 21 / 27 | 39,19 | 1,5 | 85 | 29,43 |
| für Lungen-transplantierte | 5 / 7 | 24,43 | 0,23 | 61 | 20,97 |

Tabelle 36: Dyspnoe - Index (nicht-lungentransplantierte Patienten):

| Patient | <u>Dyspnoe vor Stent</u> | <u>Dyspnoe bei Abschluß</u> |
|----------------|-------------------------------------|--|
| A.F., 39J. | 4 | 3 |
| B.K., 81J. | 3 | 3 |
| B.G., 68J. | 4 | 2 |
| D.M., 81J. | 4 | 3 |
| G.H., 16J. | 4 | 1 |
| G.H., 58J. | 3 | 2 |
| K.H., 71J. | 4 | 3 |
| K.E., 65J. | 3 | 2 |
| K.D., 57J. | 4 | 3 |
| K.L., 60J. | 4 | 3 |
| K.R., 73J. | 2 | 3 |
| L.B., 74J. | 3 | 3 |
| M.H., 53J. | 2 | 2 |
| P.G., 54J. | 3 | 3 |
| S.K., 62J. | 3 | 3 |
| S.F., 66J. | 4 | 3 |
| S.P., 51J. | 3 | 3 |
| S.G., 82J. | 4 | 4 |
| V.F., 56J. | 4 | 2 |
| W.J., 71J. | 3 | 4 |
| Z.A., 64J. | 4 | 4 |

Tabelle 37: Dyspnoe - Index (lungentransplantierte Patienten):

| Patient | <u>Dyspnoe vor Stent</u> | <u>Dyspnoe bei Abschluß</u> |
|----------------|-------------------------------------|--|
| B.B., 48J. | 4 | 1-2 |
| B.J., 57J. | 4 | 3 |
| C.D., 40J. | 4 | 4 |
| M.M., 33J. | 4 | 1-2 |
| T.G., 54J. | 3 | 2 |

Tabelle 38: Karnofsky-Index: (nach Karnofsky und Mitarbeiter, 1948) Roche Lexikon, Medizin

| | |
|----------|--|
| 100% (0) | Patient ist beschwerdefrei, keine Krankheitszeichen; |
| 90% (1) | Patient ist fähig zu normaler Aktivität, nur geringe Krankheitszeichen; |
| 80% (2) | Mit Anstrengung ist eine normale Aktivität möglich. mäßige Krankheitszeichen; |
| 70% (3) | Selbstversorgung ist möglich, Patient ist jedoch unfähig zur Entfaltung einer normalen Aktivität oder aktiven Tätigkeit; |
| 60% (4) | Patient benötigt gelegentlich fremde Hilfe; |
| 50% (5) | Patient benötigt erhebliche Hilfeleistungen und häufig medizinische Pflege; |
| 40% (6) | Patient ist behindert und pflegebedürftig; |
| 30% (7) | Patient ist stark behindert; Krankenhausaufnahme ist indiziert; |
| 20% (8) | Patient ist schwer krank; Krankenhausaufnahme ist zur aktiven unterstützenden Therapie notwendig; |
| 10% (9) | Patient ist moribund; rasches Fortschreiten der lebensbedrohlichen Erkrankung; |
| 0% (10) | Patient ist verstorben; |

Tabelle 39: Hugh - Jones Klassifikation für die Beurteilung der Kurzatmigkeit auf der Grundlage der Tagesaktivität: [117]

| | |
|----------|---|
| A | Die Atmung des Patienten ist ebenso gut, wie die von Personen mit dem selben Geschlecht, Alter und körperlichen Fähigkeiten bei der Arbeit, beim Gehen, beim Treppensteigen oder beim Bergsteigen. |
| B | Der Patient ist fähig, mit anderen, gesunden Personen desselben Geschlechts, Alter und mit denselben körperlichen Fähigkeiten spazieren zu gehen, jedoch kann er keine Stufen oder Berge besteigen. |
| C | Der Patient ist unfähig, mit gesunden Personen bei einer Wanderung über eine Meile oder mehr in langsamen Tempo Schritt zuhalten. |
| D | Der Patient ist unfähig, mehr als hundert Yards ohne Unterbrechung zu gehen. |
| E | Der Patient ist bereits beim Sprechen oder beim Anziehen kurzatmig oder ist unfähig das Haus wegen Kurzatmigkeit zu verlassen. |

Tabelle 40: Karnofsky – Index und Hugh – Jones – Klassifikation der Patienten (ohne LTX – Patienten) im Verlauf;

| Patient | Alter | Allgemeinzustand zum Zeitpunkt der Stent-Implantation; | Kar. prä | H-J-Klass.prä | Kar. I | H-J-Klass I | Kar.II | H-J-Klass II | Kar. Abschluß | H-J-Klass III |
|---------|-------|---|----------|---------------|---------|-------------|---------|--------------|---------------|---------------|
| A.F. | 39 | Schlechter Allgemeinzustand | 40% | E | 60% | C | | | EXITUS | |
| B.K. | 81 | Allgemein geschwächter Zustand; flache Atmung; Hypertonus; Dysphagie | 50% | D | 50% | D | | | 70% | C |
| B.G. | 68 | Multimorbide; | 50% | D | 50% | D | 50-60 % | C | 60% | C |
| D.M. | 81 | etwas reduzierter AZ bei chron. Dyspnoe ; keine Belastbarkeit | 60-70 % | C | 70% | C | | | | |
| D.M. | 81 | etwas reduzierter AZ bei chron. Dyspnoe ; keine Belastbarkeit | 60-70 % | C | 70% | C | 70% | C | 50-60 % | D |
| G.H. | 16 | Erhebliche respiratorische Insuffizienz | 60% | C | 70% | C | 80% | B | 90–100% | A |
| G.H. | 58 | in den letzten 3 Jahren in immer kürzeren Abständen akute respiratorische Insuffizienzen; | 60% | C | 60-70 % | C | | | 80% | B |
| K.H. | 71 | Ruhe-AP, Dyspnoe; polymorbide mit Schwerpunkt auf Gefäßerkrankung.; | 40-50 % | D | 50% | D | 50% | D | 40-50 % | D |
| K.E. | 65 | guter EZ, bei etwas reduziertem AZ; | 60% | C | 70-80 % | C | 70% | C | 70-80 % | C |
| K.D. | 57 | Reduzierter Allgemeinzustand; | 50-60 % | C | 60% | C | 70% | C | 70-80 % | B |
| K.L. | 60 | Totalkollaps der Trachea bei Hustenstoß mit deutlicher Dyspnoe; | 50-60 % | C | 60% | C | 70% | B | 70% | B |
| K.R. | 73 | Reduzierter Allgemeinzustand bei Polymorbidität; kaum belastbar; | 40-50 % | D | 40-50 % | D | | | 40-50 % | D |
| L.B. | 74 | Reduzierter Allgemeinzustand; | 70% | C | 70% | C | | | EXITUS | |
| M.H. | 53 | post - OP (Einlage eines Plastik-Stents) kam es am 01.02.95 akut zur respiratorischen Insuffizienz; | 40% | E | 50-60 % | D | | | 80% | B |
| P.G. | 54 | seit Jahren Dyspnoe; Adipositas; | 60% | C | 50-60 % | C | | | 50% | D |
| S.K. | 62 | Adipositas per magna; deutlich verminderte Leistungsfähigkeit; | 60% | C | 60% | C | 70% | C | 70-80 % | C |
| S.F. | 66 | durch ständige Dyspnoe verringerte Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit; | 40-50 % | D | 50-60 % | C | 50-60 % | C | | |

| Patient | Alter | Allgemeinzustand zum Zeitpunkt der Stent-Implantation; | Kar. prä | H-J-Klass prä | Kar. I | H-J-Klass I | Kar. II | H-J-Klass II | Kar. Abschluß | H-J-Klass III |
|---------|-------|---|----------|---------------|---------|-------------|---------|--------------|---------------|---------------|
| | 66 | durch ständige Dyspnoe verringerte Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit; | 40-50 % | D | 60% | C | | | 60-70 % | C |
| S.P. | 51 | Reduziert mit deutlichem Gewichtsverlust; | 40-50 % | D | | | | | 50% | D |
| S.G. | 82 | Reduzierter Allgemeinzustand mit Schwerpunkt auf Gefäßerkrankung; | 40-50 % | D | | | | | | |
| | 82 | Fremdkörpergefühl und teilweise blutiger Auswurf; reduzierter Allgemeinzustand mit Schwerpunkt auf Gefäßerkrankung; | 40-50 % | D | 50% | D | 40-50 % | D | 40% | E |
| V.F. | 56 | deutl. Lebenseinschränkung durch Dyspnoe; | 60-70 % | C | 70% | C | 70% | C | 80% | B |
| W.J. | 71 | Reduzierter Allgemeinzustand mit deutlicher respiratorischer Insuffizienz; eingeschränkte Leistungsfähigkeit wg. Dyspnoe; | 60-70 % | C | 60% | C | 50-60 % | C | 50% | D |
| Z.A. | 64 | Reduzierter Allgemeinzustand | 50% | D | | | | | | |
| | 64 | Reduzierter Allgemeinzustand | 50% | D | | | | | | |
| | 64 | Reduzierter Allgemeinzustand | 50% | D | 50-60 % | D | 50-60 % | D | | |
| | 65 | Reduzierter Allgemeinzustand | 50-60 % | D | 50-60 % | D | | | 60-70 % | C |

Tabelle 41: Karnofsky – Index und Hugh – Jones – Klassifikation Patienten nach LTX:

| Patient | Alter | Allgemeinzustand zum Zeitpunkt der Stent-Implantation; | Kar. prä | H-J-Klass.prä | Kar. I | H-J-Klass I | Kar.II | H-J-Klass II | Kar. Abschluß | H-J-Klass III |
|---------|-------|---|----------|---------------|---------|-------------|---------------------|--------------|---------------|---------------|
| B.B. | 48 | febrile Temp.; produktiver Husten mit Pseudomonas aer. und Candida; | 40% | E | 60% | C | 60% | C | 70% | C |
| B.J. | 57 | Lufus im Jan. + Feb. 96 ergeben eine schwere Hypoxämie, eine respir. Globalinsuff., eine starke Obstruktion ohne Restriktion; | 60% | C | 70% | C | 50% | D | 60% | C |
| C.D. | 40 | respir. Globalinsuff. mit starker Hypoxämie; | 40% | E | | | | | | |
| | 40 | respir. Globalinsuff. mit starker Hypoxämie; | 40% | E | 40% | E | 60% | C | | |
| | 40 | respir. Globalinsuff. mit starker Hypoxämie; | 40% | E | 40% | E | 60% | C | 40% | E |
| M.M. | 33 | akute Verschlechterung der Lungenfunktion; reduzierter Allgemeinzustand; | 60% | C | 60-70 % | C | 60% | C | | |
| | 33 | Zunehmende Schleimretention linksseitig allenfalls mit leichter Dyspnoe; ansonsten guter AZ; | 60-70 % | C | 60-70 % | C | 70-80 % | C | 80-90% | B |
| T.G. | 54 | Reduzierter Allgemeinzustand | 60% | C | 60-70 % | C | 20 %;OP indiziert ! | E | 70% | C |

Danksagung

Vielen Dank an alle,
die mich während der gesamten Entstehungszeit dieser Arbeit unterstützt haben.