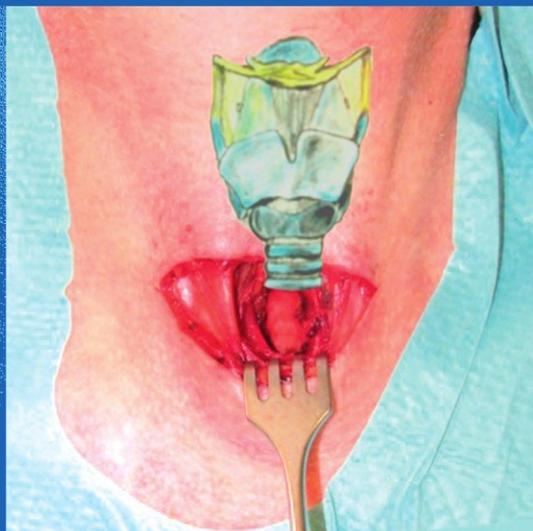


Klemm  
Nowak



# Kompendium der Tracheotomie

Eckart Klemm  
Andreas Nowak  
(Hrsg.)

**Kompendium  
der Tracheotomie**

Indikationen Methoden Durchführung  
Vermeidung und Therapie von Komplikationen  
Trachealchirurgie  
Airway-Management

Eckart Klemm  
Andreas Nowak  
(Hrsg.)

# Kompendium der Tracheotomie

Mit 156 Abbildungen und 23 Tabellen

 Springer

**Prof. Dr. med. Eckart Klemm**

Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, Kopf- und Halschirurgie, Plastische Operationen  
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt, Städtisches Klinikum  
Friedrichstraße 41  
01067 Dresden

**Dr. med. Andreas Nowak**

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin, Notfallmedizin und Schmerztherapie  
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt, Städtisches Klinikum  
Friedrichstraße 41  
01067 Dresden

ISBN 978-3-642-22644-1 Springer Medizin Verlag Heidelberg

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

**Springer Medizin**

Springer-Verlag GmbH  
Ein Unternehmen von Springer Science+Business Media  
[springer.de](http://springer.de)

© Springer Medizin Verlag Heidelberg 2012

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutzgesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Planung und Projektmanagement: Diana Kraplow, Heidelberg  
Copy-Editing: Silvia Göhring, Heidelberg  
Cover-Design: deblik Berlin  
Coverabbildung: Prof. Dr. Markus Jungehülsing und Katharina Jungehülsing  
Satz, Zeichnungen und Reproduktion der Abbildungen:  
Fotosatz-Service Köhler GmbH – Reinhold Schöberl, Würzburg

SPIN 80074630

Gedruckt auf säurefreiem Papier 5141/18 – 5 4 3 2 1 0

## Vorwort

---

Das Buch begleitet den oft langen Weg von der Indikationsstellung und Durchführung einer Tracheotomie bis hin zu dem vom Patienten, Arzt und Logopäden ersehnten Tracheostomaverschluss. Manche Tracheotomie ist so unsachgemäß durchgeführt worden, dass das eigentliche Anliegen der Rehabilitation nach schwerer Grunderkrankung zerstört wird.

Obwohl in einem sehr umfangreichen, für den Anfänger oft nur schwer durchschaubaren Schrifttum suggeriert wird, die Tracheotomie sei ein schnelles, leichtes und unverfängliches Verfahren, werden zahlreiche und nicht selten schwerste Komplikationen zu verschiedenen Zeitpunkten festgestellt, deren Verhütung und erfolgreiche Therapie in unabdingbar interdisziplinärem Management das zentrale Anliegen dieses Buches ist. Die Geschichte der Tracheotomie und Tracheostomie ist alt, und gerade deshalb verdient manches Problem hinterfragt und neu untersucht zu werden.

Die Herausgeber bedanken sich bei allen Mitautoren und dem Verlag, die mit hoher Kompetenz zum Gelingen des Kompendium beigetragen haben.

*Eckart Klemm und Andreas Nowak*  
Dresden, Frühjahr 2011

# Inhaltsverzeichnis

---

<b>1 Tracheotomie wann und wo?</b> .....	1
<i>E. Klemm, A. Nowak</i>	
Tracheotomie – wann? .....	2
Tracheotomie – wo? .....	2
Tracheotomie – ICU oder chirurgischer Operationsaal .....	2
Literatur .....	3
<b>2 Vorteile und Nachteile einer Tracheotomie, Kontraindikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie</b> .....	5
<i>E. Klemm, A. Nowak</i>	
Nachteile der Langzeitintubation .....	6
Vorteile der Tracheotomie .....	6
Häufigste Gründe der Tracheotomie bei Intensivtherapiepatienten .....	6
Nachteile der Tracheotomie .....	6
Kontraindikationen für PDT .....	6
<b>3 Anatomie und Topografie in Bezug zur Tracheotomie</b> .....	9
<i>F. Pabst, G. Haroske</i>	
Einleitung .....	10
Äußere anatomische Orientierung .....	10
Anatomische Verschiebeschichten – Halsfaszien .....	10
Halsmuskulatur .....	11
Schilddrüse .....	13
Trachea .....	13
Tracheotomierelevante Gefäßsituation .....	15
Kehlkopfdeszendens .....	16
Literatur .....	17
<b>4 Histomorphologie von Trachealspangen tracheotomierter Patienten</b> .....	19
<i>G. Haroske</i>	
Literatur .....	22
<b>5 Methoden der perkutanen dilatativen Tracheotomie</b> .....	23
<i>M. Jungehülsing, C. Erle-Bischoff</i>	
Einleitung .....	24
Durchführung .....	24
Voraussetzungen .....	24
Prinzip .....	24
Beatmung .....	25
Punktion .....	26
Endoskopie, Diaphanoskopie, Sonographie .....	26
Dilatation .....	27
<b>Verfahren im Einzelnen</b> .....	27
Shelden-Tracheotomie .....	27

Toye-Minitracheotomie . . . . .	28
Matthews Minikoniotomie/Minitracheotomie . . . . .	28
PDT nach Ciaglia I und II (»Blue Rhino«) . . . . .	28
Perkutane Spreiztracheotomie nach Schachner bzw. Griggs (GWDF) . . . . .	29
Translaryngeale Tracheotomie (TLT) nach Fantoni . . . . .	29
PDT nach Frova und Quintel (Percu-Twist) . . . . .	30
Ciaglia Blue Dolphin nach Zgoda . . . . .	30
<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	31
<b>Literatur</b> . . . . .	32

**6 Methoden der chirurgischen Tracheotomie/Tracheostomie . . . . . 35**

*S. Koscielny*

<b>Begriffsdefinition: Tracheotomie oder Tracheostomie</b> . . . . .	36
<b>Ziel der Operation</b> . . . . .	36
<b>Indikationen und Kontraindikationen</b> . . . . .	36
<b>Ort der Tracheotomie (Operationssaal oder Intensivtherapiestation?)</b> . . . . .	37
<b>Durchführung des Eingriffs</b> . . . . .	38
<b>Nachsorge nach der Operation</b> . . . . .	42
<b>Komplikationen der chirurgischen Tracheotomie</b> . . . . .	43
<b>Literatur</b> . . . . .	44

**7 Die Koniotomie, eine lebensrettende Notfallmaßnahme . . . . . 45**

*D. Thurnher*

<b>Definition</b> . . . . .	46
<b>Einführung</b> . . . . .	46
<b>Chirurgische Anatomie</b> . . . . .	46
Oberflächenanatomie . . . . .	46
Ligamentum conicum . . . . .	46
<b>Indikation</b> . . . . .	47
<b>Kontraindikationen</b> . . . . .	47
Absolute Kontraindikationen . . . . .	47
Relative Kontraindikationen . . . . .	47
<b>Arten der Koniotomie</b> . . . . .	47
Methode der chirurgischen Koniotomie (Katos u. Goldenberg 2007) . . . . .	47
Methode der »Nadelkoniotomie« mittels Jet-Ventilationskatheter . . . . .	48
<b>Literatur</b> . . . . .	50

**8 Tracheostomaverschluss: Durchführung, Fehler, Gefahren und Komplikationen . . . . . 51**

*M.Ch. Grasl, B.M. Erovic*

<b>Dekanülierung und Selbstverschluss</b> . . . . .	53
<b>Operativer Tracheostomaverschluss</b> . . . . .	53
Erwachsene . . . . .	54
<b>Kinder</b> . . . . .	59
<b>Literatur</b> . . . . .	60

<b>9</b>	<b>Komplikationen der Tracheotomie und Strategien zu deren Vermeidung</b> . . . .	63
	<i>E. Klemm, A. Nowak</i>	
	Intra- und perioperative Blutungen . . . . .	64
	Pneumothorax . . . . .	66
	Tracheahinterwandverletzungen . . . . .	67
	Intraoperativer Verlust des Atemwegs . . . . .	67
	Trachealringfrakturen . . . . .	69
	Trachealstenosen . . . . .	71
	Vermeidung und Reduktion von Komplikationen durch das Tracheotomie-Endoskop für Dilatationstracheotomien (TED) . . . . .	72
	Perkutane Dilatationstracheotomie mit dem Tracheotomie-Endoskop, praktische Durchführung in 7 Schritten . . . . .	73
	Welche Vorteile ergeben sich für die Vermeidung und Reduktion von Komplikationen bei perkutanen Dilatationstracheotomien unter Einsatz des Tracheotomie-Endoskopes? . .	76
	Literatur . . . . .	76
<b>10</b>	<b>Iatrogene Tracheaverletzungen – therapeutische Optionen</b> . . . . .	79
	<i>A. Rolle</i>	
	Einleitung . . . . .	80
	Diagnostik . . . . .	80
	Therapeutische Optionen . . . . .	82
	Schlussfolgerungen . . . . .	85
	Literatur . . . . .	85
<b>11</b>	<b>Operativer Therapie schwerer Trachealstenosen</b> . . . . .	87
	<i>M. Vollrath</i>	
	Ätiologie der Trachealstenosen . . . . .	88
	Intubationstrauma . . . . .	88
	Tracheotomie-Tracheostomie . . . . .	88
	Perkutane Dilatationstracheotomie (PDT) . . . . .	89
	Diagnostik . . . . .	90
	Endoskopie . . . . .	90
	Chirurgie der isolierten Trachealstenose . . . . .	91
	Chirurgie der laryngotrachealen Stenose . . . . .	93
	Rekonstruktionsoperation . . . . .	93
	Resektionsoperation . . . . .	95
	Literatur . . . . .	100
<b>12</b>	<b>Tracheostomie im Kindesalter</b> . . . . .	103
	<i>M. Vollrath</i>	
	Definition: Tracheotomie – Tracheostomie . . . . .	104
	Indikation . . . . .	106
	Zeitpunkt der Tracheotomie . . . . .	107
	Operation . . . . .	108
	Intraoperative Komplikationen . . . . .	109
	Postoperative Komplikationen . . . . .	109
	Dekanülement . . . . .	110
	Literatur . . . . .	112

<b>13 Endoluminale Schienung der Trachea</b> .....	115
<i>O. Michel</i>	
<b>Einleitung</b> .....	116
<b>Geschichtliches und Definition</b> .....	116
<b>Übersicht Stents</b> .....	116
Vorbemerkung .....	116
Stents auf Metallbasis .....	116
<b>Implantationstechnik</b> .....	120
<b>Indikationen und Anwendung</b> .....	121
Vorbemerkung .....	121
Trachealverengungen .....	122
Benigne Trachealveränderungen .....	122
Maligne Trachealveränderungen .....	122
<b>Probleme und Gefahren</b> .....	123
Stent und Tracheotomie .....	123
Tracheoösophageale Fistel .....	124
Stent und Intubation .....	124
Stent und Laser .....	124
<b>Fallbeispiele</b> .....	124
Fall 1 .....	124
Fall 2 .....	125
Fall 3 .....	125
<b>Literatur</b> .....	126
<b>14 Tracheotomie bei erhöhtem Hirndruck</b> .....	127
<i>S.-O. Kuhn, M. Wendt</i>	
<b>Einleitung</b> .....	128
<b>Physiologie und Pathophysiologie des Hirndrucks</b> .....	128
<b>Perioperative Gefahren</b> .....	129
<b>Tracheotomie bei schwerer Hirnschädigung</b> .....	130
<b>Fazit für die Praxis</b> .....	130
<b>Literatur</b> .....	131
<b>15 Jet-Ventilation beim schwierigen Atemweg</b> .....	133
<i>A. Aloy</i>	
<b>Der erwartet schwierige Atemweg</b> .....	134
Anwendungsmöglichkeiten der Jet-Ventilation bei obstruktiven supraglottischen bzw. glottischen oder subglottischen Veränderungen .....	135
Infraglottische Jet-Ventilations-Beatmungstechniken .....	135
Supraglottische Jet-Ventilation .....	139
<b>Der unerwartet schwierige Atemweg »cannot intubate – cannot ventilate«</b> .....	142
<b>Literatur</b> .....	143

<b>16 Anästhesiologische und beatmungsmedizinische Besonderheiten bei perkutanen dilatativen Tracheotomien</b> . . . . .	145
<i>A. Nowak, E. Klemm, W. Heller</i>	
<b>Allgemeine Aspekte</b> . . . . .	146
<b>Beatmung mit intermittierender Überdruckbeatmung (IPPV) zur Durchführung der PDT unter fiberoptischer Kontrolle über den Beatmungstubus</b> . . . . .	147
<b>Superponierte Hochfrequenz-Jet-Ventilation (SHFJV®) als Beatmungsstrategie zur Durchführung der PDT mit endoskopischer Kontrolle über das Tracheotomie-Endoskop</b> . . . . .	148
Wirkungsweise der SHFJV® . . . . .	148
Gerätetechnik für SHFJV® . . . . .	149
Beatmungsparameter . . . . .	149
Kontraindikationen . . . . .	152
Komplikationen . . . . .	152
<b>Pneumothorax</b> . . . . .	152
<b>Medikolegale Hinweise</b> . . . . .	153
<b>Ergebnisse experimenteller und computerbasierter Simulationen</b> . . . . .	154
<b>Zusammenfassung</b> . . . . .	158
<b>Literatur</b> . . . . .	158
<b>17 Interdisziplinäre Rehabilitation tracheotomierter Patienten mit neurogenen Dysphagien (ND) aus sprachtherapeutischer Perspektive</b> . . . . .	161
<i>A. Scheddin</i>	
<b>Tracheotomie und Schluckstörungen</b> . . . . .	162
Epidemiologie . . . . .	162
Physiologie, Pathophysiologie und diagnostische Aspekte neurogener Dysphagien . . . . .	163
<b>Apparative Diagnostik</b> . . . . .	164
Auswirkungen einer Tracheotomie auf Atemsystem und Schluckakt . . . . .	165
<b>Zielpfad Dekanülierung: Empfehlungen zum TK-Management bei ND</b> . . . . .	168
Das interdisziplinäre Team . . . . .	168
Therapieziele bei unterschiedlicher Indikation . . . . .	169
Durchführungshinweise zum Trachealkanülen-Management . . . . .	170
<b>Literatur</b> . . . . .	174
<b>18 Trachealkanülen und Kanülenpflege</b> . . . . .	177
<i>A. Fahl</i>	
<b>Einleitung</b> . . . . .	178
<b>Entscheidungsfindung</b> . . . . .	178
Wahl der Kanülengröße . . . . .	178
Wahl der Kanülenlänge . . . . .	179
Material . . . . .	180
<b>Komponenten der Trachealkanülen</b> . . . . .	181
Trachealkanülen mit Cuff . . . . .	181
Trachealkanülen ohne Cuff . . . . .	182
Innenkanülen . . . . .	182
Gesiebte Trachealkanülen . . . . .	183
Sprechventile . . . . .	184
Sauerstoffanschluss . . . . .	184
Kanülenschild . . . . .	184

Pflege von Trachealkanülen . . . . .	184
Durchführung . . . . .	185
<b>19 Spezielle Aspekte der Haut- und Schleimhautpflege nach Tracheotomien . . .</b>	<b>187</b>
<i>U. Wollina, F. Pabst</i>	
<b>Einführung . . . . .</b>	<b>188</b>
<b>Irritationen . . . . .</b>	<b>188</b>
<b>Wunden . . . . .</b>	<b>189</b>
<b>Lokale Infektionen . . . . .</b>	<b>189</b>
<b>Spezielle Probleme bei vorbestehenden Dermatosen . . . . .</b>	<b>190</b>
<b>Narben . . . . .</b>	<b>190</b>
<b>Pflegestandards . . . . .</b>	<b>191</b>
<b>Literatur . . . . .</b>	<b>192</b>
<b>20 Geschichte der Tracheotomie . . . . .</b>	<b>195</b>
<i>H. Swoboda, E. Klemm</i>	
<b>Literatur . . . . .</b>	<b>200</b>
<b>Stichwortverzeichnis . . . . .</b>	<b>203</b>

## Autorenverzeichnis



**Gruppenbild** (von links nach rechts)

### Untere Reihe:

**Prof. Dr. med. Michael Vollrath**

(Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde)  
Peter-Nonnenmühlen-Allee 11a  
41063 Mönchengladbach

**Dr. med. Andreas Nowak**

Klinik für Anästhesiologie und Intensivmedizin,  
Notfallmedizin und Schmerztherapie  
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt,  
Städtisches Klinikum  
Friedrichstraße 41  
01067 Dresden

**Prof. Dr. med. Eckart Klemm**

Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde,  
Kopf- und Halschirurgie, Plastische Operationen  
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt,  
Städtisches Klinikum  
Friedrichstraße 41  
01067 Dresden

**Prof. Dr. med. Alexander Aloy**

Univ. Klinik für Anästhesie und Intensivmedizin  
Allgemeines Krankenhaus  
Währinger Gürtel 18–20  
A-1090 Wien, Österreich

**Prof. Dr. med. Matthäus Ch. Grasl**

Univ. HNO-Klinik Wien  
Allgemeines Krankenhaus  
Währinger Gürtel 18–20  
A-1090 Wien, Österreich

**Prof. Dr. med. Sven Koscielny**

Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde  
Universitätsklinikum Jena  
Lessingstraße 2  
07740 Jena

**Prof. Dr. med. Axel Rolle**

Klinik für Thoraxchirurgie  
Fachkrankenhaus Coswig GmbH  
Neucoswiger Straße 21  
01640 Coswig

**Obere Reihe:**

**Prof. Dr. med. Friedemann Pabst**

Klinik für Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde,  
Kopf- und Halschirurgie, Plastische Operationen  
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt,  
Städtisches Klinikum  
Friedrichstraße 41  
01067 Dresden

**Prof. Dr. med. Uwe Wollina**

Klinik für Dermatologie und Allergologie  
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt,  
Städtisches Klinikum  
Friedrichstr. 41  
01067 Dresden

**Prof. Dr. med. Gunter Haroske**

Institut für Pathologie »Georg Schmorl«  
Krankenhaus Dresden-Friedrichstadt,  
Städtisches Klinikum  
Friedrichstraße 41  
01067 Dresden

**Prof. Dr. med. Olaf Michel**

Afdelingshoofd, dienst KNO,  
Universitair Ziekenhuis  
Vrije Universiteit Brussel (VUB)  
ZU-VUB – Laarbeeklaan 101  
B-1090 Brüssel, Belgien

**Andreas Fahl**

Geschäftsführer der Andreas Fahl Medizintechnik –  
Vertrieb GmbH  
August-Horch-Straße 4a  
51149 Köln

**Prof. Dr.-Ing. habil. Winfried Heller**

Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden  
Fachbereich Maschinenbau/Verfahrenstechnik  
Friedrich-List-Platz 1  
01069 Dresden

**Prof. Dr. med. Markus Jungehülsing**

Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde  
Klinikum Ernst von Bergmann gGmbH  
Charlottenstraße 72  
14467 Potsdam

**Nicht im Bild:**

**Almuth Scheddin**

Logopädin/Supervisorin  
Neurologische Rehabilitationsklinik,  
Kliniken Beelitz GmbH  
Paracelsusring 6A  
14547 Beelitz-Heilstätten

**Prof. Dr. med. Dietmar Thurnher**

Univ. HNO-Klinik Wien  
Allgemeines Krankenhaus  
Währinger Gürtel 18–20  
A-1090 Wien, Österreich

**Dr. med. Sven-Olaf Kuhn**

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
und Intensivmedizin  
Universitätsklinikum der Ernst-Moritz-Arndt-  
Universität Greifswald  
Friedrich-Loeffler-Straße 23b  
17475 Greifswald

**Prof. Dr. med. Michael Wendt**

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie  
und Intensivmedizin  
Universitätsklinikum der Ernst-Moritz-Arndt-  
Universität Greifswald  
Friedrich-Loeffler-Straße 23b  
17475 Greifswald

**Prof. Dr. med. Boban M. Erovic**

Department of Otolaryngology,  
Head and Neck Surgery  
University of Toronto  
200 Elizabeth Street  
Toronto, ON M5G 2C4, Ontario, Canada

**Dr. med. Christoph Erle-Bischoff**

Klinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde  
Klinikum Ernst von Bergmann gGmbH  
Charlottenstraße 72  
14467 Potsdam

**Prof. Dr. med. Herwig Swoboda**

Hals-, Nasen-, Ohren-Abteilung  
Krankenhaus Hietzing  
mit Neurologischem Zentrum Rosenhügel  
Wolkersbergenstraße 1  
A-1130 Wien, Österreich

## Abkürzungsverzeichnis

---

CBF	Zerebraler Blutfluss
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
COPD	Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung
CPP	Zerebraler Perfusionsdruck
CVR	Zerebrovaskulärer Widerstand
E <sub>T</sub> CO <sub>2</sub>	Endtidale Kohlendioxidkonzentration
f <sub>HF</sub>	Jet-Frequenz an der Hochfrequenzdüse
F <sub>I</sub> O <sub>2</sub>	Inspiratorische Sauerstoffkonzentration
F <sub>Jet</sub> O <sub>2</sub>	Sauerstoffkonzentration des aus der Jet-Düse austretenden Gases
f <sub>NF</sub>	Jet-Frequenz an der Niederfrequenzdüse
HF	Hochfrequenz
HFJV	Hochfrequenz-Jet-Ventilation
Hz	Hertz
I:E	Inspiration : Expiration
ICP	Intrakranieller Druck
ICU	Intensive Care Unit = Intensivtherapiestation
IPPV	Intermittierende Überdruckbeatmung
ITN	Intubationsnarkose
LTR	Laryngotracheale Rekonstruktion
MAP	Mittlerer arterieller Druck
mbar	Millibar
NAPS	»nurse administered propofol sedation« = Propofol-Applikation zur Sedierung durch Pflegepersonal
NF	Normofrequenz
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
OCT	Offen-chirurgische Tracheotomie
p	Druck
p <sub>a</sub> CO <sub>2</sub>	Arterieller Kohlendioxidpartialdruck
p <sub>a</sub> O <sub>2</sub>	Arterieller Sauerstoffpartialdruck
P <sub>AW</sub>	Atemwegsdruck
PCTR	Partielle krikotracheale Resektion
PDT	perkutane dilatative Tracheotomie
PEEP	Positiver endexpiratorischer Druck
P <sub>HF</sub>	Arbeitsdruck an der Hochfrequenzdüse
P <sub>NF</sub>	Arbeitsdruck an der Niederfrequenzdüse
SHFJV	Superponierte Hochfrequenz-Jet-Ventilation
SHT	Schädelhirntrauma
S <sub>p</sub> O <sub>2</sub>	Sauerstoffsättigung des peripheren Blutes
T	Temperatur
TK	Trachealkanüle
TED	Tracheotomieendoskop für Dilatationstracheotomien
V	Volumen
V <sub>t</sub>	Tidalvolumen
ZVD	Zentralvenöser Druck

# Tracheotomie wann und wo?

*E. Klemm, A. Nowak*

**Tracheotomie – wann? – 2**

**Tracheotomie – wo? – 2**

**Tracheotomie – ICU oder chirurgischer Operationsaal? – 2**

**Literatur – 3**

## Tracheotomie – wann?

In einer Metaanalyse stellten Griffiths et al. (2005) fest, dass unter 15.950 Mitteilungen zur Tracheotomie nur 5 Studien brauchbar waren, um spezielle Fragen tendenziell zu beantworten. Sie empfehlen eine frühzeitige Tracheotomie innerhalb der ersten 7 Tage nach Intubation, wodurch die gesamte Beatmungsdauer reduziert werden kann. In einer randomisierten Studie an Polytraumapatienten konnten Barquist et al. (2006) keine Vorteile zwischen Frühtracheotomien um den 8. Tag und Spättracheotomien um den 35. Tag bezüglich der Dauer, der Inzidenz beatmungsassoziiertes Pneumonien sowie der Gesamtbeatmungsdauer feststellen.

Tendenziell übereinstimmend empfehlen Dunham und Ransom (2006) sowie Chintamani et al. (2005) eine frühe Tracheotomie um den 5. bis 10. Tag bei schweren Hirnverletzungen und gedeckten Schädeltraumen, wobei der chirurgischen Tracheotomie der Vorzug gegeben wird.

Rumbak et al. (2004) stellten in einer prospektiv randomisierten Studie bei Frühtracheotomien innerhalb von 2 Tagen gegenüber Tracheotomien nach 14 bis 16 Tagen signifikant geringere Mortalitätsraten, Verkürzungen des Intensivtherapieaufenthalts, Reduktionen des Sedierungsbedarfs und verminderte Pneumonieraten fest. Flaatten et al. (2006) ermittelten bei einer frühen Tracheotomie innerhalb von 6 Tagen eine signifikant höhere Überlebensrate nach 1 Jahr gegenüber nichttracheotomierten Intensivpatienten.

Terragni et al. (2010) kommen nach einer randomisierten kontrollierten multizentrischen Studie zu dem Ergebnis, dass eine frühe Tracheotomie (nach 6 bis 8 Tagen) gegenüber einer Spättracheotomie (nach 13 bis 15 Tagen) keine signifikanten Vorteile bezüglich einer ventilatorassoziierten Pneumonie zeigte, hingegen ein Drittel der Patienten durch die PDT Komplikationen erlitten, weshalb sich bei späterer Indikationsstellung zur Tracheotomie insgesamt weniger Tracheotomien als erforderlich zeigten.

Gründling und Quintel (2005) empfehlen, bei zu erwartender Beatmungsdauer über 21 Tage, eine Tracheotomie so früh wie möglich durchzuführen. Bei zu erwartender Beatmungsdauer bis zu 10 Tagen ist eine Langzeitintubation zu bevorzugen.

Koscielny und Guntinas-Lichius (2009) vertreten eine Tracheotomieindikation bei einer erwartungsgemäßen Beatmungsdauer von 10 bis 21 Tagen. Da der Hilfeingriff »Tracheotomie« durchaus auch medikolegale Aspekte hat, sei die Feststellung von Byhahn (2008) zitiert, die auch heute noch Gültigkeit hat: »Ungeachtet dessen, dass in den vergangenen Jahrzehnten eine Vielzahl klinischer und experimenteller Arbeiten zur Tracheotomie in der Intensivmedizin publiziert wurde, existieren noch immer keine evidenzbasierten Empfehlungen über den optimalen Zeitpunkt dieses Eingriffs.«

Der Zeitpunkt einer elektiven Tracheotomie bleibt unter Abwägung von Risiken und Erfolgsaussichten eine individuelle Einzelentscheidung. Die gegenwärtige Datenlage erlaubt keine einheitliche Empfehlung bezüglich optimaler Tracheotomiezeitpunkte für dauerhaft beatmete Intensivtherapiepatienten.

## Tracheotomie – wo?

In früheren Lehrbüchern und Mitteilungen wurde unterteilt in hohe, mittlere und tiefe Tracheotomie. Diese Einteilung ist obsolet, gleichermaßen die frühere Empfehlung, 1 cm unter dem Ringknorpel zu tracheotomieren (► Kap. 3, »Anatomie und Topographie in Bezug zur Tracheotomie«).

Richtig ist der Hinweis von Dost und Jahnke (1997), perkutane Dilatationstracheotomien 2 cm unter dem Ringknorpel durchzuführen.

Der sicherste Ort der Tracheotomie liegt zwischen der 2. bis 4. Trachealspange. Die innere Anatomie der Trachea und die äußere Anatomie des Halses sind von gleich großer Bedeutung.

## Tracheotomie – ICU oder chirurgischer Operationssaal?

Aus einer Umfrage von Kluge et al. (2008) bei 513 Intensivtherapiestationen ließ sich erkennen, dass

86% der PDT auf Intensivtherapiestationen durchgeführt werden und 72% der chirurgischen Tracheotomien in Operationssälen. Die Frage, in welcher Örtlichkeit eine Tracheotomie durchgeführt werden sollte, hängt von der Komplikationsdichte der verschiedenen Methoden ab. Die Datenlage ist widersprüchlich: Während Higgins und Punthakee (2007) einen Trend zu geringerer Komplikationsdichte mit besserer Kosteneffektivität bei der PDT sehen, kommen Oliver et al. (2007) in einer Metaanalyse zu einer höheren Komplikationsdichte von Frühkomplikationen bei PDT gegenüber chirurgischen Tracheotomien mit Durchführung sowohl im Operationssaal als auch bei Durchführung in ICU.

Bei bautechnischen Konzeptionen von ICUs sollte ein Eingriffsraum mit chirurgischer und endoskopischer Minimalausstattung integriert sein, was sich im Klinikum Dresden-Friedrichstadt u. a. für das Management von Tracheotomien sehr bewährt hat (Neubau 2007).

Je größer die Multimorbidität, umso mehr sollte interdisziplinär die Art und der Ort für eine Tracheotomie vorrangig nach medizinischen Kriterien festgelegt werden.

- Higgins KM, Punthakee X (2007) Meta-analysis comparison of open versus percutaneous tracheostomy. *Laryngoscope* 117: 447–454
- Kluge, S, Baumann HJ, Maier C, Klose H, Meyer A, Nierhaus A, Kreyman G (2008) Tracheostomy in the intensive care unit: a nationwide survey. *Anesth Analg* 107: 1639–1643
- Koscielny S, Guntinas-Lichius O (2009) Update zur perkutanen Dilatationstracheotomie: Indikation, Grenzen und Komplikationsmanagement. *HNO* 57: 1291–1300
- Oliver ER, Gist A, Gillespie MB (2007) Percutaneous versus surgical tracheostomy: an updated meta-analysis. *Laryngoscope* 117: 1570–1575
- Rumbak M, Newton M, Truncala T et al. (2004) A prospective, randomized, study comparing early percutaneous dilational tracheostomy to prolonged tranlaryngeal intubation in critically ill medical patients. *Crit Care Med* 32: 1689–1694

## Literatur

- Byhahn CH (2008) Tracheotomie in der Intensivmedizin. *Intensivmedizin up2date* 4: 273–286
- Chintamani, Khanna J, Singh JP, Kulshreshtha P, Kalra P, Priyambada B, Mohil RS, Bhatnagar D (2005) Early tracheostomy in closed head injuries: experience at a tertiary center in a developing country – a prospective study. *BMC Emerg Med* 5: 8
- Dost P, Jahnke, K (1997) Die endoskopisch kontrollierte dilatative Punktionstracheotomie. *HNO* 45: 724–731
- Dunham CM, Ransom KJ (2006) Assessment of early tracheostomy in trauma patients: a systematic review and meta-analysis. *Am Surg* 72: 276–281
- Flaatten H, Gjerde S, Heimdal JH, Aardal S (2006) The effect of tracheostomy on outcome in intensive care unit patients. *Acta Anaesthesiol Scand* 50: 92–98
- Griffiths J, Barber VS, Morgan L, Young JD (2005) Systematic review and meta-analysis of studies of the timing of tracheostomy in adult patients undergoing artificial ventilation: *BMJ* 330: 1243–1247
- Gründling M, Quintel M (2005) Perkutane Dilatationstracheotomie. *Anaesthesist* 54: 929–944

# Vorteile und Nachteile einer Tracheotomie, Kontraindikationen der perkutanen Dilatationstracheotomie

*E. Klemm, A. Nowak*

**Nachteile der Langzeitintubation – 6**

**Vorteile der Tracheotomie – 6**

**Häufigste Gründe der Tracheotomie bei Intensivtherapiepatienten – 6**

**Nachteile der Tracheotomie – 6**

**Kontraindikationen für PDT – 6**

## Nachteile der Langzeitintubation

Die Stimmlippenebene ist physiologisch die engste Stelle im Atemrohr des Menschen, und der Ringknorpel ist durch seine geschlossene Formation nicht dehnbar und bei Verletzungen der Schleimhaut mit Entzündungsreaktionen disponiert für spätere reaktive Trachealstenosen. Reibeffekte an den Kehlkopfstrukturen durch Schluck- und Hustenreflexe sowie Tubusreibungen bei notwendigen Lage- und Lagerungsveränderungen von Intensivpatienten und Tubuswechsel selbst können schon frühzeitig nach wenigen Tagen zu Ödemen, Ulzerationen, Einblutungen und mechanischen Irritationen der empfindlichen Kehlkopfstrukturen mit Begünstigung von Granulombildungen besonders im Aryknorpelbereich, eingeschlossen spätere Synechienbildungen mit Ausbildung glottischer und subglottischer Trachealstenosen, führen.

Eine sorgfältig ausgeführte Tracheotomie schützt die Kehlkopfstrukturen vor Langzeitintubationsschäden. Nach jeder prolongierten Intubation und Langzeitintubation besteht die endoskopische Kontrollpflicht des Kehlkopfes, optimal mit flexiblen Endoskopen oder mit starren Winkeloptiken.

## Vorteile der Tracheotomie

- Direkter Zugang zu den unteren Luftwegen
- Reduktion des Atemwiderstands und der Atemarbeit
- Anatomische Totraumreduktion für untere Atemwege
- Aspirationsschutz
- Erleichterter Anschluss von Geräten
- Erleichterung von Lagerungsproblemen
- Gesicherter Atemweg bei oropharyngealen und laryngealen Tumoren
- Prophylaxe einer bakteriellen Fokusbildung infolge von Sinusitistentstehung
- Prophylaxe von Intubationsschäden (Ulzera, Nekrosen, Stimmbandgranulome, nasopharyngeale Infektionen)

- Geringerer Bedarf an Analgosedativa
- Verkürzung des Weaning

## Häufigste Gründe der Tracheotomie bei Intensivtherapiepatienten

- Voraussichtliche Langzeitbeatmung
- Verschlechterung der pulmonalen Funktionen
- Erschwertes Weaning

## Nachteile der Tracheotomie

- Ausfall physiologischer Mechanismen (Entstaubung, Anfeuchtung, Anwärmung der Atemluft)
- Ausschaltung der Glottis als Druck- und Pressventil
- Operationstraumen (Gewebedefekte, Blutungen, Infektionen) bei Anlage und Verschluss
- Traumen durch Tuben/Kanülen (Ulzerationen, Blutungen, tracheoösophageale Fisteln, Pneumothorax, Hautemphysem)
- Gefahr der Kanüendislokation und Kanülenobstruktion
- Disposition zu späteren Trachealstenosen
- Psychische Alteration (Verlust des Riechvermögens und konsekutiv des Schmeckvermögens, Verlust von Stimme/Sprache)
- Behinderung aktives Schnauben (Totraum obere Atemwege)
- Schluckstörungen

## Kontraindikationen für PDT

- Kindertracheotomien
- Notfalltracheotomien
- Patient mit primär schwieriger Intubation
- Primär kritische Oxigenierungsparameter ohne kardiopulmonale Reserven
- Anatomische Besonderheiten (große Struma, HWS-Veränderungen, M. Bechterew, Tracheomalazie, Descensus laryngis, hoch stehender Truncus brachiocephalicus)
- Instabile HWS, HWS-Frakturen, fixierte HWS
- Phlegmonöse Halsentzündungen

- Zustand nach Neck Dissection und Strahlentherapie
- Re-Tracheotomien bei vorbestehenden endoskopisch gesicherten Alterationen
- Stenosen der oberen Atemwege
- Oropharyngeale maligne Tumoren (besonders TLT nach N. Fantoni) wegen Gefahr von Impfmetastasen
- Zu erwartende schwere neurologische Defizite auf Dauer (doppelseitige Rekurrensparesen, Schluckstörungen, Aspirationsneigungen)
- Hochgradige Blutgerinnungsstörung mit Spontanblutungen
- Adipositas per magna
- Fehlende Erfahrungen und technische Voraussetzungen (z. B. Bronchoskopie) sowie ungenügende personelle Ressourcen

# Anatomie und Topografie in Bezug zur Tracheotomie

*F. Pabst, G. Haroske*

**Einleitung – 10**

**Äußere anatomische Orientierung – 10**

**Anatomische Verschiebeschichten – Halsfaszien – 10**

**Halsmuskulatur – 11**

**Schilddrüse – 13**

**Trachea – 13**

**Tracheotomierelevante Gefäßsituation – 15**

**Kehlkopfdeszendens – 16**

**Literatur – 17**