

# S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax

AWMF – Register Nr. 010 – 007

Federführende Fachgesellschaft:

Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie (DGT)

Beteiligte Fachgesellschaften:

Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und  
Beatmungsmedizin (DGP)

Deutsche Röntgengesellschaft (DRG)

Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin (DGIM)

# S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax (Kurzfassung)

## Inhalt

Einleitung:.....	4
1 Geschichte, Definition, Ätiologie, Epidemiologie, Anamnese, Befund, Nachsorge des Pneumothorax.....	4
1.1 Definition und Ätiologie des Pneumothorax.....	4
1.1.1 Primärer Spontanpneumothorax (PSP):.....	4
1.1.2 Sekundärer Spontanpneumothorax (SSP).....	4
1.3 Klinische Präsentation .....	5
1.3.1 Symptome .....	5
1.4 Begünstigende Faktoren für die Pneumothoraxentstehung.....	5
1.4.1 Rauchen.....	5
1.4.3 Körperliche Aktivität und Sport.....	5
1.4.4 Fliegen, Bergsteigen, Aufenthalt in großen Höhen .....	5
1.5 Nachsorge.....	6
1.6 Rezidivprophylaxe .....	6
1.6.1 Primäre und sekundäre Prävention.....	6
2 Bildgebung des Pneumothorax .....	7
2.1 Röntgenthorax.....	7
2.2 Ultraschalluntersuchung .....	7
2.3 CT Thorax.....	7
2.4 Ausmaß des Pneumothorax .....	8
3 Behandlung des primären Spontanpneumothorax.....	9
3.1 Allgemeine Behandlungsstrategie.....	10
3.2 Ambulante / stationäre Behandlung.....	10
3.3 Pneumologische und thoraxchirurgische Beurteilung .....	11
3.4 Nadelaspiration / Drainagetherapie.....	11

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

3.5	Sogtherapie .....	12
3.6	Operation des PSP .....	12
3.6.1	Indikation zur operativen Versorgung des primären Spontanpneumothorax.....	12
3.6.2	Spezielle Aspekte zur Strategie / Technik der operativen Versorgung des PSP .....	13
4	Behandlung des sekundären Spontanpneumothorax und von Sonderfällen des Spontanpneumothorax .....	15
4.1	Allgemeine Behandlungsstrategie.....	16
4.2	Ambulante/stationäre Behandlung.....	16
4.3	Pneumologische / thoraxchirurgische Beurteilung .....	16
4.4	Drainagetherapie.....	17
4.5	Weitere nicht-operative Therapieoptionen .....	18
4.6	Operation des sekundären Spontanpneumothorax.....	18
4.6.1	Indikation zur operativen Versorgung des sekundären Spontanpneumothorax.....	18
4.6.2	Spezielle Aspekte zur Strategie/Technik der operativen Versorgung des SSP .....	19
4.7	Sonderfälle des Pneumothorax .....	20
4.7.1	Katamenialer Pneumothorax .....	20
4.7.2	Pneumothorax in der Schwangerschaft .....	20
5	Postinterventioneller Pneumothorax.....	22
5.1	Einleitung.....	22
5.2	Empfehlungen: .....	22
	Literaturverzeichnis.....	24

## Einleitung:

Der Spontanpneumothorax ist ein verbreitetes Krankheitsbild mit etwa 10.000 Ereignissen pro Jahr in Deutschland. Die betroffenen Patienten werden in verschiedenen Sektoren der Medizin von einem breiten Spektrum von Fachdisziplinen betreut. Aus diesem Grunde legen die Deutsche Gesellschaft für Thoraxchirurgie, die Deutsche Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin, die Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin sowie die Deutsche Röntgengesellschaft eine evidenzbasierte Leitlinie vor, um allen Ärzten, die mit der Diagnostik und Therapie des Pneumothorax konfrontiert sind, eine wissenschaftlich basierte und pragmatische Handlungsanweisung zur Verfügung zu stellen. Da ein Pneumothorax auch postinterventionell in verschiedenen medizinischen Fachgebieten auftreten kann und vergleichbaren Behandlungsstrategien unterliegt, wurde auch er in die Leitlinie aufgenommen. Somit umfasst die vorliegende Leitlinie folgende Formen des Pneumothorax für erwachsene Patienten:

Primärer Spontanpneumothorax

Sekundärer Spontanpneumothorax

Postinterventioneller Pneumothorax

Der Pneumothorax bei Kindern, der postoperativen Pneumothorax, der traumatische Pneumothorax oder der Pneumothorax unter Beatmung sind nicht Gegenstand dieser Leitlinie.

## 1 Geschichte, Definition, Ätiologie, Epidemiologie, Anamnese, Befund, Nachsorge des Pneumothorax

### 1.1 Definition und Ätiologie des Pneumothorax

Die klinische Unterteilung in primären und sekundären Spontanpneumothorax (PSP und SSP) hat entscheidende Bedeutung für Diagnostik und Therapie des Patienten. Aus diesem Grunde sollte bei der primären Vorstellung des Patienten auf eine möglichst eindeutige Definition des Krankheitsbildes geachtet werden.

#### 1.1.1 Primärer Spontanpneumothorax (PSP):

Ein unvermittelt auftretender Pneumothorax ohne vorausgehende Thoraxintervention oder -verletzung bei Patienten unter 45 Lebensjahren ohne vorbestehende Lungenerkrankung mit einer unauffälligen gegenseitigen Lunge in der Röntgenübersichtsaufnahme wird als primärer Spontanpneumothorax bezeichnet..

#### 1.1.2 Sekundärer Spontanpneumothorax (SSP)

S 1	Statement	2017
Statement	<b>Der sekundäre Spontanpneumothorax ist mit einer höheren Morbidität und Mortalität als der primäre Spontanpneumothorax assoziiert.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Tanaka 1993 <sup>[7]</sup> , Norris 1968 <sup>[8]</sup> , Mathur <sup>[9]</sup> de Novo Recherche: Brown 2014 <sup>[10]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

## 1.3 Klinische Präsentation

### 1.3.1 Symptome

S 2	Statement	2017
Statement	<b>Symptome beim primären Spontanpneumothorax können minimal oder nicht vorhanden sein. Im Gegensatz dazu sind die Symptome beim sekundären Spontanpneumothorax ausgeprägter, auch wenn der Pneumothorax in der Bildgebung relativ klein erscheint.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Miller 2008 <sup>[38]</sup> , O'Hara 1978 <sup>[39]</sup> , Wait 1992 <sup>[40]</sup> , Tanaka 1993 <sup>[7]</sup> , Vail 1960 <sup>[41]</sup> , Seremetis 1970 <sup>[42]</sup>	
	Konsensstärke: 93%	

E 1	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Der Spannungspneumothorax ist ein lebensbedrohlicher Notfall und muss unverzüglich behandelt werden.</b>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Leigh-Smith 2005 <sup>[43]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

## 1.4 Begünstigende Faktoren für die Pneumothoraxentstehung

### 1.4.1 Rauchen

S 3	Statement	2017
Statement	<b>Rauchen erhöht sowohl beim Gesunden als auch beim lungenkranken Patienten die Wahrscheinlichkeit, einen Pneumothorax zu entwickeln.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Bense 1987 <sup>[45]</sup> , de Novo Recherche: Cheng 2009 <sup>[46]</sup> , Hobbs 2014 <sup>[47]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

### 1.4.3 Körperliche Aktivität und Sport

S 4	Statement	2017
Statement	<b>Die Entstehung eines Pneumothorax ist nicht mit körperlicher Anstrengung korreliert.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Bense 1987 <sup>[51]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

### 1.4.4 Fliegen, Bergsteigen, Aufenthalt in großen Höhen

S 5	Statement	2017
Statement	<b>Fliegen führt bei Patienten mit vorbestehenden Lungenerkrankungen nicht zu mehr Pneumothorax-Ereignissen als bei lungengesunden</b>	

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

	<b>Passagieren.</b>
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: de Novo Recherche: Taveira-DaSilva 2009 <sup>[52]</sup> , Hu 2014 <sup>[53]</sup>
	Konsensstärke: 100%

## 1.5 Nachsorge

E 2	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen Patienten bei Entlassung anzuweisen, sich im Falle von erneuter Atemnot oder Thoraxschmerzen umgehend wieder ärztlich vorzustellen.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens	
	Konsensstärke: 100%	

## 1.6 Rezidivprophylaxe

### 1.6.1 Primäre und sekundäre Prävention

E 3	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, den Patienten über den Zusammenhang zwischen Rauchen und Entstehung eines Pneumothorax aufzuklären und eine Tabakentwöhnung anzubieten.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Bense 1987 <sup>[45]</sup> de Novo Recherche: Cheng 2009 <sup>[46]</sup> , Hobbs 2014 <sup>[47]</sup> , AWMF, S3-Leitlinie "Screening, Diagnostik und Behandlung des schädlichen und abhängigen Tabakkonsums" 2015 <sup>[60]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 4	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Tauchen sollte dauerhaft vermieden werden, es sei denn, der Patient hat sich einer offenen chirurgischen bilateralen Pleurektomie unterzogen und eine normale Lungenfunktion sowie ein postoperative CT Untersuchung des Thorax.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Ziser 1985 <sup>[62]</sup> , BTS guidelines on respiratory aspects of fitness for diving 2003 <sup>[63]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

## 2 Bildgebung des Pneumothorax

Die folgenden bildgebenden Verfahren werden für die Diagnostik und Behandlung des Pneumothorax angewendet:

Standardisierter Röntgen-Thorax p.a. im Stehen

Röntgen-Thorax seitlich

Röntgen-Thorax in Expiration

Röntgen-Thorax im Liegen

Ultraschalluntersuchung des Thorax

CT Thorax

### 2.1 Röntgenthorax

E 5	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen eine p.a.- Röntgenaufnahme des Thorax im Stehen in Inspiration für die initiale Diagnosestellung des Pneumothorax.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Seow 1996 <sup>[64]</sup> de Novo Recherche: Thomsen 2014 <sup>[65]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

### 2.2 Ultraschalluntersuchung

E 6	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>B</b>	<b>Wir schlagen vor, zum Ausschluss eines Pneumothorax alternativ zum Röntgen-Thorax bei ausreichender Qualifikation des Untersuchers eine Ultraschalluntersuchung durchzuführen, insbesondere postinterventionell.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Sartori 2007 <sup>[74]</sup> de Novo Recherche: Alrajab 2013 <sup>[75]</sup> , Alrajhi 2012 <sup>[76]</sup> , Ding 2011 <sup>[77]</sup> , Jalli 2013 <sup>[78]</sup> , Shostak 2013 <sup>[79]</sup> , Vezzani 2010 <sup>[80]</sup> , Volpicelli 2014 <sup>[81]</sup> , Xirouchaki 2011 <sup>[82]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

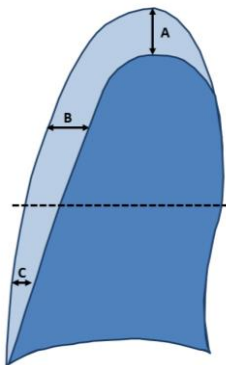
### 2.3 CT Thorax

E 7	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad	<b>Wir schlagen vor, nur bei unklaren Befunden, komplizierenden</b>	

<b>B</b>	<b>Konstellationen oder Verdacht auf sekundären Spontanpneumothorax eine CT Untersuchung durchzuführen.</b>
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens
	Konsensstärke: 100%

## 2.4. Ausmaß des Pneumothorax

E 8	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen die Ausdehnung des Pneumothorax an Hand einer Röntgen-Thorax Aufnahme p.a. in Inspiration entsprechend der Abbildung 2 (Formel von Collins) abzuschätzen. Ein großer Pneumothorax wird angenommen, wenn die Summe der Messwerte <math>\geq 4</math> cm ist. (siehe Abb.4)</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Collins 1995 <sup>[88]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	



**Abb. 4:** Berechnung der Größe des Pneumothorax an Hand einer Röntgen-Thorax Aufnahme p.a. in Inspiration:  $\text{Pneumothorax \%} = 4.2 + 4.7 \times (A+B+C)$ . Dafür misst man die interpleuralen Abstände am Apex (A), lateral an den Mittelpunkten der oberen (B) und unteren (C) Hälfte der kollabierten Lunge (Collins<sup>[88]</sup>).



### 3 Behandlung des primären Spontanpneumothorax

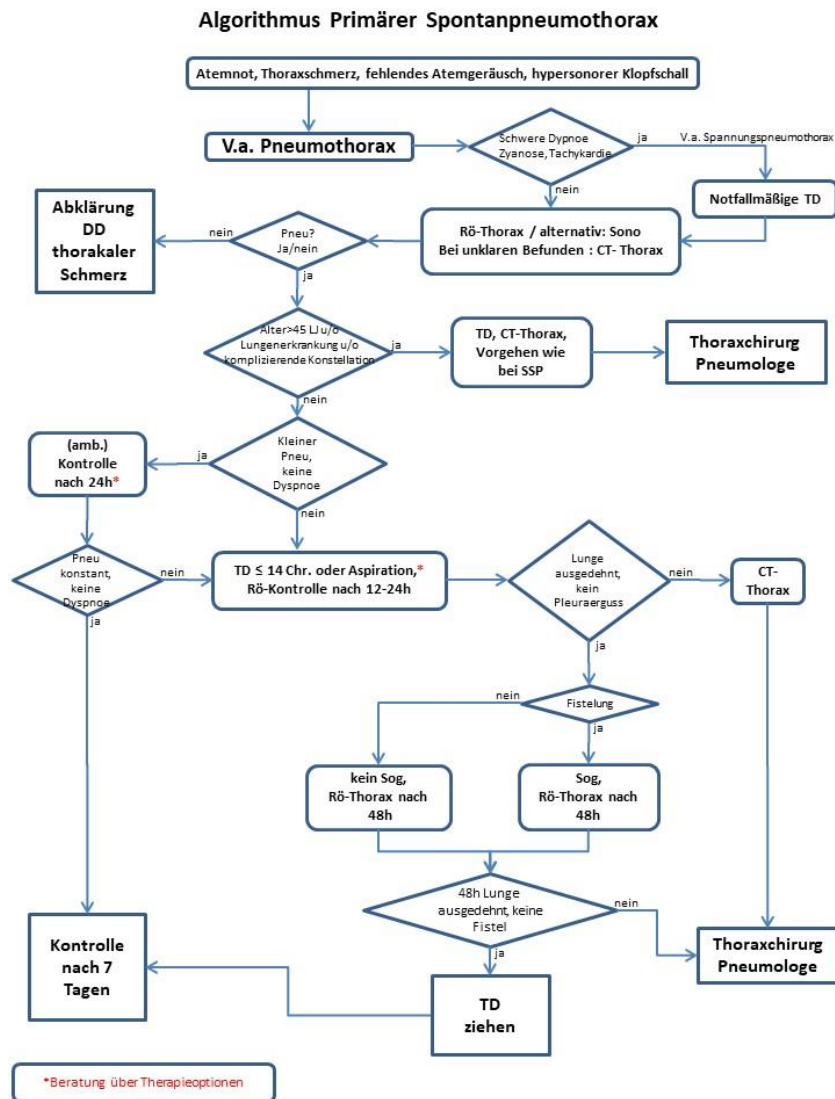


Abb. 5: Ablaufdiagramm zum PSP (DD: Differentialdiagnose; TD: Thoraxdrainage)

### 3.1 Allgemeine Behandlungsstrategie

E 9	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, zur Festlegung einer Behandlungsstrategie des PSP das Ausmaß des Pneumothorax, die Anamnese (Erstereignis / Rezidiv) und auch die klinische Symptomatik heranzuziehen.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Flint 1984 <sup>[91]</sup> , Stradling 1966 <sup>[92]</sup> , Hart 1983 <sup>[93]</sup> , O'Rourke 1989 <sup>[94]</sup> de Novo Recherche : Chiu 2014 <sup>[95]</sup> , Ryu 2009 <sup>[90]</sup> , Brown 2014 <sup>[10]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 10	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen Patienten mit PSP und Atemnot unabhängig von der Größe des Pneumothorax interventionell zu behandeln.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: O'Rourke 1989 <sup>[94]</sup> de Novo Recherche : Chiu 2014 <sup>[95]</sup> , Ryu 2009 <sup>[90]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 11	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Bei Patienten ohne Atemnot und kleinem PSP empfehlen wir die Verlaufsbeobachtung.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Flint 1984 <sup>[91]</sup> , Stradling 1966 <sup>[92]</sup> , Hart 1983 <sup>[93]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

Nach Diagnose eines PSP sollte mit dem Patienten ein ausführliches Gespräch über die Therapiemöglichkeiten und deren Vor- und Nachteile geführt werden. Es existieren keine hochwertigen evidenzbasierten Untersuchungen zur Indikationsstellung verschiedener therapeutischer Maßnahmen<sup>[96]</sup>.

### 3.2 Ambulante / stationäre Behandlung

E 12	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, Patienten mit bilateralem PSP oder Spannungspneumothorax notfallmäßig im Krankenhaus aufzunehmen.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens	
	Konsensstärke: 93%	

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

E 13	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>B</b>	<b>Wir schlagen vor, Patienten mit kleinem PSP ohne Atemnot nach Evaluation ambulant zu behandeln unter der Voraussetzung einer Wiedervorstellung innerhalb von 24 h.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Flint 1984 <sup>[91]</sup> , Stradling 1966 <sup>[92]</sup> , Hart 1983 <sup>[93]</sup> , O'Rourke 1989 <sup>[94]</sup> de Novo Recherche: Massongo <sup>[101]</sup> Konsensstärke: 87%	

### 3.3 Pneumologische und thoraxchirurgische Beurteilung

E 14	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>B</b>	<b>Wir schlagen vor, Patienten mit PSP und komplizierender Konstellation (z.B. initiales Weichteilemphysem, initialer Hämato-pneumothorax, schwere Begleiterkrankung, antikoagulative Medikation, thorakale Voroperationen oder Pneumothoraxrezidiv) innerhalb der ersten 24h einem Pneumologen / Thoraxchirurgen vorzustellen.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens Konsensstärke: 100%	

### 3.4 Nadelaspiration / Drainagetherapie

E 15	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Bei behandlungsbedürftigem PSP empfehlen wir die Aspiration oder eine kleinumlig (<math>\leq 14</math> Ch.) Thoraxdrainage als primäre Behandlung.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Noppen 2002 <sup>[34]</sup> , Harvey 1994 <sup>[106]</sup> , Ayed <sup>[107]</sup> , Masood 2007 <sup>[108]</sup> , Devanand 2004 <sup>[109]</sup> , Zehtabchi 2008 <sup>[110]</sup> , Wakai 2007 <sup>[111]</sup> , Vedam 2003 <sup>[112]</sup> de Novo Recherche: Ho 2011 <sup>[104]</sup> , Aguinagalde 2010 <sup>[113]</sup> , Nishiuma 2012 <sup>[114]</sup> , Iepsen 2013 <sup>[115]</sup> , Benton 2009 <sup>[116]</sup> Konsensstärke: 93%	

Feldfunktion geändert  
Formatiert: Englisch (USA)

E 16	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen die Anlage einer Thoraxdrainage nach erfolgloser Aspiration.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Noppen 2002 <sup>[34]</sup> de Novo Recherche: Aguinagalde 2010 <sup>[113]</sup> , Nishiuma 2012 <sup>[114]</sup> Konsensstärke: 93%	

E 17	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Zur Soforttherapie des bilateralen PSP oder Spannungspneumothorax muss eine Thoraxdrainage angelegt werden.</b>	

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens
	Konsensstärke:100%

Kleinelumige Thoraxdrainagen ( $\leq 14$  Ch.) bieten dieselbe Erfolgsrate wie großlumige Thoraxdrainagen ( $>14$  Ch.)<sup>[112, 116]</sup> und sind dabei weniger schmerzhaft<sup>[118]</sup> und mit einer geringeren Komplikationsrate verbunden<sup>[115, 116]</sup>. Sowohl die Drainagedauer<sup>[115, 119]</sup> als auch die stationäre Behandlung war bei Patienten mit kleinelumigen Drainagen kürzer<sup>[115, 116]</sup>.

E 18	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, bei Patienten mit PSP und hohem Rezidivrisiko bzw. persistierendem Pneumothorax, die inoperabel sind oder eine operative Therapie ablehnen, eine Pleurodese über eine liegende Thoraxdrainage.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Almind 1989 <sup>[120]</sup> , Light 1990 <sup>[121]</sup> de Novo Recherche: Chen 2013 <sup>[36]</sup> , Agarwal 2012 <sup>[122]</sup> , How 2014 <sup>[123]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

### 3.5 Sogtherapie

E 19	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen die Sogtherapie nach Reexpansion nicht routinemäßig durchzuführen.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: So 1982 <sup>[125]</sup> , Sharma 1988 <sup>[126]</sup> , Reed 2007 <sup>[127]</sup>	
	Konsensstärke: 93%	

### 3.6 Operation des PSP

#### 3.6.1 Indikation zur operativen Versorgung des primären Spontanpneumothorax

E 20	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen die Indikation zur Operation anhand von Rezidivrisiko, Lebensumständen, Patientenpräferenzen und Prozedurenrisiko zu stellen.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens	
	Konsensstärke: 100%	

E 21	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen bei spontanem Hämatothorax die primäre operative Therapie.</b>	
Evidenzgrad	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Luh 2007 <sup>[133]</sup> , Hwong 2004 <sup>[134]</sup>	

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

<b>3</b>	
	Konsensstärke: 100%

S 6	Statement	2017
	<b>Folgende Faktoren erhöhen das Rezidivrisiko eines PSP: großer Pneumothorax, radiologisch-pathologische Veränderungen von Lunge oder Pleura, Rezidivpneumothorax</b>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: de Novo Recherche: Chiu 2014 <sup>[95]</sup> , Ryu 2009 <sup>[90]</sup> , Chou 2010 <sup>[135]</sup> , Tat 2014 <sup>[136]</sup> , Ganesalingam <sup>[137]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 22	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen die Operation bei persistierendem Luftleck oder unvollständiger Reexpansion unter Sogtherapie und Rezidivpneumothorax nach Aspiration oder Thoraxdrainagenbehandlung.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens	
	Konsensstärke: 93%	

Es gibt keine Evidenz für den idealen Zeitpunkt zur thoraxchirurgischen Intervention bei persistierender Luftleckage oder mangelnde Reexpansion der Lunge. Eine OP-Indikation wurde in der Vergangenheit überwiegend nach 5 Tagen gesehen<sup>[94]</sup>. Diese Grenze ist jedoch willkürlich gewählt, einige Kollegen tendieren zu früherer<sup>[140]</sup> oder späterer<sup>[141]</sup> Intervention.

Radiologische Veränderungen wie ein großer Pneumothorax/Totalatelektase und ausgeprägte bullöse Veränderungen beim PSP bieten eine gute Unterstützung in der Indikationsstellung zur Operation<sup>[10, 89, 90, 95, 136, 137]</sup>. Das Thorax-CT kann eine Hilfestellung sein, um das Rezidivrisiko abzuschätzen..

Bei Rezidivpneumothorax ist immer die Vorstellung beim Pneumologen/Thoraxchirurgen zur Prüfung der Therapieoptionen angeraten (siehe Empfehlung 3.3.1).

### 3.6.2 Spezielle Aspekte zur Strategie / Technik der operativen Versorgung des PSP

#### 3.6.2.1 Zugangsweg: videoassistierte Thoraxchirurgie (VATS) vs. offene Thorakotomie

E 23	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen die videoassistierte Chirurgie (VATS) für die operative Behandlung des Pneumothorax.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Al-Tarshihi 2008 <sup>[161]</sup> , Barker 2007 <sup>[142]</sup> , Vohra 2008 <sup>[143]</sup> , Inderbitzi 1994 <sup>[162]</sup> , Deslauriers 1980 <sup>[163]</sup> , Waller 1994 <sup>[164]</sup> , Sedrakyan 2004 <sup>[165]</sup> , Dumont 1997 <sup>[166]</sup> , Mouroux 1996 <sup>[167]</sup> , Bertrand 1996 <sup>[168]</sup> , Gebhard 1996 <sup>[169]</sup> , Cole 1995 <sup>[170]</sup> , Sekine 1999 <sup>[171]</sup> , de Novo Recherche: Pages 2015 <sup>[156]</sup> , Foroulis 2012 <sup>[157]</sup> , Joshi 2013 <sup>[158]</sup> , Chou 2012 <sup>[159]</sup> , Balduyck	

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

	2008 <sup>[172]</sup>
	Konsensstärke: 100%

E 24	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen die partielle Pleurektomie oder Talkumpoudrage zur Senkung der Rezidivgefahr bei VATS.</b>	
<b>B</b>	<b>Wir schlagen eine zusätzliche atypische Resektion der Lungenspitze vor.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Thevenet 1992 <sup>[144]</sup> de Novo Recherche : Chen 2012 <sup>[149]</sup> , Nakanishi 2009 <sup>[173]</sup> , Sepehrpour 2012 <sup>[174]</sup> , Ingolfsson 2006 <sup>[175]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 25	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>0</b>	<b>Bei Rezidiv eines operativ behandelten PSP kann dem Patienten die Talkumpleurodese oder eine erneute Operation (VATS oder Thorakotomie) angeboten werden.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens	
	Konsensstärke: 100%	

### 3.6.2.2 Pleurektomie / chirurgische Pleurodese

Die Rezidivrate nach alleiniger thorakoskopischer Bullaresektion beim PSP ist im Vergleich zur offenen Thorakotomie mit Bullaresektion höher, so dass eine zusätzliche pleurale Intervention bei VATS zur Verringerung der Rezidivrate empfohlen wird<sup>[173, 175]</sup>.

Nach Talkumpoudrage ist die Möglichkeit eines SIRS bzw. Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) gegeben<sup>[184, 185]</sup>. Die Inzidenz eines postoperativen Emphyems ist bei korrekter Sterilisation des Talkums sehr gering<sup>[181]</sup>. Das in früheren Zeiten gefürchtete ARDS nach Talkumgabe ist bei dem heute verwendeten graduierten Talkum mit Partikelgröße > 10 µm selten<sup>[185]</sup>.

## 4 Behandlung des sekundären Spontanpneumothorax und von Sonderfällen des Spontanpneumothorax

Algorithmus sekundärer Spontanpneumothorax

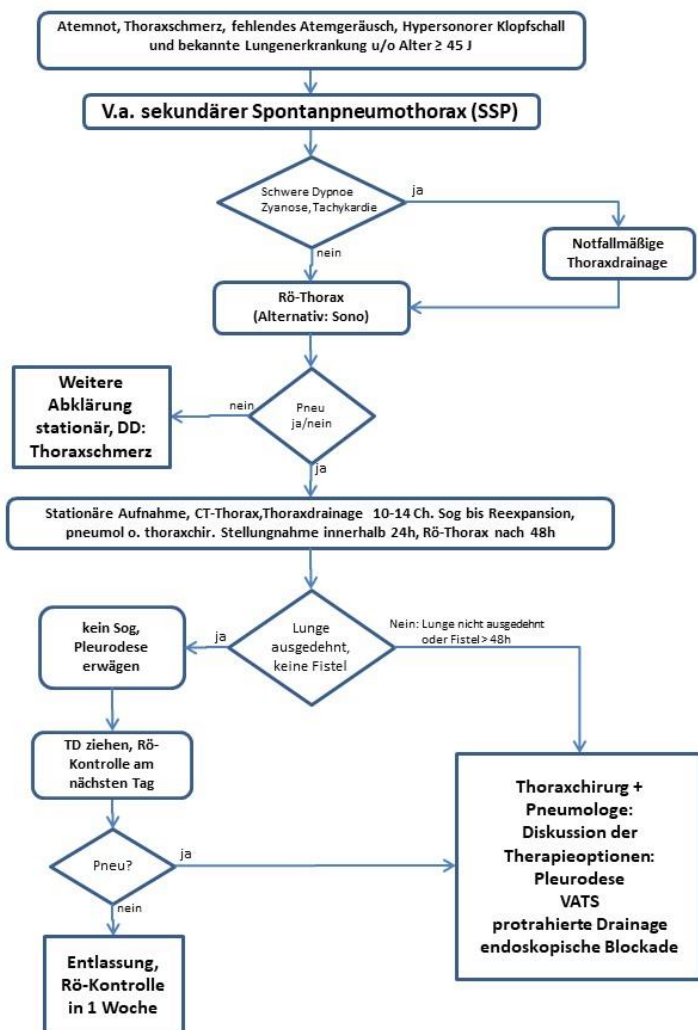


Abb. 6: Ablaufdiagramm zum SSP (DD: Differentialdiagnose; TD: Thoraxdrainage)

#### 4.1 Allgemeine Behandlungsstrategie

S 7	Statement	2017
	<b>Bei Festlegung einer Behandlungsstrategie für den SSP ist die Ausdehnung des SSP weniger wichtig als der Grad der mit dem SSP aufgetretenen klinischen Beeinträchtigung.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Tanaka 1993 <sup>[7]</sup> , Norris 1968 <sup>[8]</sup> de Novo Recherche: Brown 2014 <sup>[10]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 26	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, beim SSP mit neu auftretender oder zunehmender Atemnot die Anlage einer Thoraxdrainage und eine unterstützende Behandlung (inklusive Sauerstoffgabe).</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Tanaka 1993 <sup>[7]</sup> , Chee 1998 <sup>[141]</sup> , Schoenenberger 1991 <sup>[186]</sup> , O'Driscoll 2008 <sup>[187]</sup> de Novo Recherche: Brown 2014 <sup>[10]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

Die Punktion mit Aspiration des Pneumothorax ist beim SSP wenig verbreitet. Die Sauerstoffgabe ist bei einer Hypoxämie indiziert, wobei die Gefahr einer Hyperkapnie bekannt und durch Kontrolle der Blutgase begegnet werden sollte<sup>[187]</sup>.

#### 4.2 Ambulante/stationäre Behandlung

E 27	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, Patienten mit SSP stationär aufzunehmen.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: de Novo Recherche: Brims 2013 <sup>[188]</sup> , Voisin 2014 <sup>[103]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

#### 4.3 Pneumologische / thoraxchirurgische Beurteilung

E 28	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen eine pneumologische und/oder thoraxchirurgische Stellungnahme innerhalb der ersten 24 Stunden nach stationärer Aufnahme beim SSP.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010 de Novo Recherche: Aslam 2011 <sup>[105]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 29	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad	<b>Wir empfehlen im Falle einer mangelnden Reexpansion oder einer</b>	



S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

<b>A</b>	<b>persistierenden Luftleckage über 48 Stunden eine interdisziplinäre pneumologisch/thoraxchirurgische Beurteilung zur Festlegung der weiteren Therapiemaßnahmen.</b>
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010 de Novo Recherche: Aslam 2011 <sup>[105]</sup>
	Konsensstärke: 100%

E 30	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Der SSP kann Ausdruck einer fortgeschrittenen, schweren seltenen Lungenerkrankung sein. In diesem Fall empfehlen wir die Weiterbehandlung der Lungenerkrankung in Schwerpunktzentren.</b>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: de Novo Recherche: Nakajima 2009 <sup>[16]</sup> , Ichinose 2016 <sup>[189]</sup> Ota 2014 <sup>[15]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

#### 4.4 Drainagetherapie

E 31	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen bei gegebener Indikation zur Thoraxdrainage bei Patienten mit SSP die Anlage einer kleinlumigen Drainage (≤ 14 Ch.).</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Tsai 2006 <sup>[190]</sup> de Novo Recherche: Benton 2009 <sup>[116]</sup> , Iepsen 2013 <sup>[115]</sup> , Contou 2012 <sup>[191]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 32	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, eine Sogtherapie nach Reexpansion nicht routinemäßig fortzuführen.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: So 1982 <sup>[125]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 33	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen die chemische Pleurodese oder Eigenblut über eine liegende Thoraxdrainage bei Patienten mit SSP bei ausgedehnter Lunge und persistierender Luftleckage oder rezidivierendem Pneumothorax, wenn eine Operation kontraindiziert ist.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Light 1990 <sup>[121]</sup> , Almind 1989 <sup>[120]</sup> de Novo Recherche: Agarwal 2012 <sup>[122]</sup> , Aihara 2011 <sup>[192]</sup> , Cao 2012 <sup>[193]</sup> , Ng 2010 <sup>[194]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

Die Indikation für die Pleurodese ist eine persistierende Luftleckage oder ein rezidivierender SSP, wenn eine Operation nicht möglich oder nicht gewünscht ist. Voraussetzung für den Erfolg ist eine vollständige Expansion der Lunge. Substanzen, die in diesem Zusammenhang in verschiedenen Studien untersucht worden sind Talkum, Eigenblut, Tetrazykline und Povidon-Jod (s. Tabelle 5).

**Tabelle 5:** Substanzen zur chemische Pleurodese über liegende Drainage

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

Autor	Studientyp	Substanz/Dosierung	Wirkung	Nebenwirkungen
Agarwal <sup>[122]</sup>	Systematic Review und Meta-Analyse (13 Studien mit 138 Patienten)	20ml 10% Povidon-Jod auf 80 ml NaCl	Gepoolte Erfolgsrate 88.7% (95% CI 84.1-92.1)	Thoraxschmerz, Hypotension
Aihara <sup>[192]</sup>	Retrospektiv 59 SSP bei ILD	50 ml autologes Blut, Minozyklin 200 mg in 50 ml NaCl, OK432 (Picibanil) 10 KE in 50 ml NaCl	Erfolg mit Blut in 72,7%, Pleurodese-Erfolg in 78,6%	Rezidive in 50% (Blut) vs 45% (chemische Pleurodese), Exazerbationen 2x nach chemischer Pleurodese
Cao <sup>[193]</sup>	Randomisiert-kontrolliert 44 Pat mit SSP bei COPD	0,5 vs 1 vs 2 ml/kg autologes Blut vs NaCl	Erfolg mit 1 und 2 ml/kg in 82%, meist wiederholte Gabe	
Ng <sup>[194]</sup>	Retrospektiv 121 SSP mit Minozyklin, 64 SSP mit Talkum	Minozyklin 300 mg in 100 ml NaCl Talkum 2,5 - 5g Suspension in 100 ml NaCl	Erfolg Minozyklin 78% Erfolg Talkum 72%	Thorakale Schmerzen in 45% (Minozyklin) vs 37.5% (Talkum)
Light <sup>[121]</sup>	Prospektive randomisierte Studie an 229 PSP/SSP	1500 mg Tetrazyklin in 50 ml NaCl über 1 - 2 h vs NaCl	Erfolg mit Tetrazyklin in 75% vs 59% ohne	"severe chest pain" in 61% trotz Lokalanästhesie
Almind <sup>[120]</sup>	96 SP 18-88 Jahre alt	550 ml Tetrazyklin in 20 ml Aqua vs 5g Talkum in 250 ml NaCl über 2 h	Erfolg mit Tetrazyklin in 87%, Talkum in 92%	Schmerzen in 74% (Tetrazyklin) vs 58% (Talkum)

#### 4.5 Weitere nicht-operative Therapieoptionen

E 34	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>B</b>	<b>Wir schlagen vor, für Patienten mit therapierefraktärem SSP als mögliche nicht-operative Therapieoptionen eine Dauerdrainage (ambulant oder stationär) und endobronchial blockierende Verfahren interdisziplinär zu diskutieren.</b>	
Evidenzgrad <b>5</b>	Literatur: de Novo Recherche: Travaline 2009 <sup>[195]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

#### 4.6 Operation des sekundären Spontanpneumothorax

Das Patientenkollektiv beim SSP unterscheidet sich von dem des PSP durch ein in der Regel höheres Erkrankungsalter, die zugrundeliegende Lungenerkrankung mit eingeschränkter Lungenfunktion und häufigeren Begleiterkrankungen. Diese Begleitumstände bedingen ein höheres OP- und Anästhesierisiko und haben Einfluss auf die Indikationsstellung und OP-Technik.

##### 4.6.1 Indikation zur operativen Versorgung des sekundären Spontanpneumothorax

E 35	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, die Indikation zur Operation beim SSP mit dem Ziel des Fistelverschlusses und Maßnahmen zur Rezidivprophylaxe individuell unter Berücksichtigung von Grunderkrankung, Komorbiditäten und</b>	

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

	<b>Patientenwunsch zu stellen.</b>
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Passlick 2001 <sup>[138]</sup> de Novo Recherche: Pages 2015 <sup>[156]</sup> , Park 2014 <sup>[197]</sup> , Ichinose 2016 <sup>[189]</sup> , Isaka 2013 <sup>[198]</sup> , Nakajima 2009 <sup>[16]</sup> , Zhang 2009 <sup>[199]</sup> , Balduyck 2008 <sup>[172]</sup>
	Konsensstärke: 100%

E 36	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Es wird empfohlen, die Indikation zur operativen Versorgung von Pneumothoraces bei fibrosierenden Lungenerkrankungen zurückhaltend zu stellen und nach Möglichkeit Pleurodeseverfahren über eine liegende Drainage zu bevorzugen.</b>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: de Novo Recherche: Nakajima 2009 <sup>[16]</sup> , Ichinose 2016 <sup>[189]</sup> , Ota 2014 <sup>[15]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 37	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, im Falle eines Pneumothorax bei einem potenziellen Empfänger eines Lungentransplantates die Abstimmung der Therapie mit dem Transplantationszentrum.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: de Novo Recherche: Shigemura 2012 <sup>[200]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

#### 4.6.2 Spezielle Aspekte zur Strategie/Technik der operativen Versorgung des SSP

E 38	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, die operative Strategie beim SSP an individuellen Aspekten der Lungenerkrankung und der Bildgebung (CT) auszurichten.</b>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Thevenet 1992 <sup>[144]</sup> de Novo Recherche: Nakajima 2009 <sup>[16]</sup> , Ichinose 2016 <sup>[189]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

##### 4.6.2.1 Zugangsweg: VATS versus offene Thorakotomie

E 39	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, die operative Versorgung des SSP minimal-invasiv durchzuführen.</b>	
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Barker 2007 <sup>[142]</sup> , Sekine 1999 <sup>[171]</sup> , Vohra 2008 <sup>[143]</sup> de Novo Recherche: Foroulis 2012 <sup>[157]</sup> , Joshi 2013 <sup>[158]</sup> , Qureshi 2008 <sup>[201]</sup> , Pages 2015 <sup>[156]</sup> , Park 2014 <sup>[197]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

##### 4.6.2.2 Intraoperative Pleurektomie/Pleurodesese

E 40	Empfehlung	2017
------	------------	------

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, bei operativer Versorgung des SSP die parietale Pleurektomie oder alternative Pleurodeseverfahren zur Rezidivprophylaxe einzusetzen.</b>
Evidenzgrad <b>1</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Barker 2007 <sup>[142]</sup> , Vohra 2008 <sup>[143]</sup> , Ingolfsson 2006 <sup>[175]</sup> , Tschopp 1997 <sup>[182]</sup> , Lee 2004 <sup>[202]</sup> , Thevenet 1992 <sup>[144]</sup> , Maskell 2004 <sup>[185]</sup> de Novo Recherche: Qureshi 2008 <sup>[201]</sup>
	Konsensstärke: 100%

## 4.7 Sonderfälle des Pneumothorax

### 4.7.1 Katamenialer Pneumothorax

S 8	Statement	2017
	<b>Bei Frauen im gebärfähigen Alter mit Spontanpneumothorax ist die Möglichkeit des Vorliegens eines katamenialen Pneumothorax und/oder einer thorakalen Endometriose gegeben.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Alifano 2007 <sup>[31]</sup> de Novo Recherche: Rousset-Jablonski 2010 <sup>[32]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 41	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>B</b>	<b>Wir schlagen eine gynäkologische Mitbeurteilung zur weiteren Diagnostik und Therapie im Verdachtsfall vor.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Alifano 2007 <sup>[31]</sup> de Novo Recherche: Rousset-Jablonski 2010 <sup>[32]</sup>	
	Konsensstärke: 87%	

### 4.7.2 Pneumothorax in der Schwangerschaft

E 42	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen eine enge Kooperation zwischen Thoraxchirurgie/Pneumologie und Geburtshilfe bei Rezidiv-Pneumothorax in der Schwangerschaft in Anlehnung an die BTS Guideline.</b>	
Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Terndrup 1989 <sup>[33]</sup> , Lal 2007 <sup>[204]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 43	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Wir empfehlen, die Behandlungsprinzipien bei Pneumothorax während einer Schwangerschaft an denen des PSP unter Berücksichtigung der speziellen Situation und möglicher Risiken für Mutter und Fötus auszurichten.</b>	

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

Evidenzgrad <b>3</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Terndrup 1989 <sup>[33]</sup> , Lal 2007 <sup>[204]</sup>
	Konsensstärke: 100%

## 5 Postinterventioneller Pneumothorax

### 5.1 Einleitung

Der postinterventionelle Pneumothorax hat eine Bedeutung aufgrund der hohen Zahl thorakaler Interventionen. Die Behandlung des postinterventionellen Pneumothorax ist in der Regel unkompliziert, abgesehen von Patienten mit schwerer zugrundeliegender Lungenerkrankung.

### 5.2 Empfehlungen:

E 44	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Nach einer thorakalen Intervention mit Pneumothoraxrisiko empfehlen wir eine Beobachtung bis zum klinischen oder radiologischen/sonographischen Ausschluss eines Pneumothorax 1-4 Stunden nach der Intervention.</b>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: de Novo Recherche: Choi 2004 <sup>[216]</sup> , Kim 2015 <sup>[221]</sup> , Doyle1996 <sup>[232]</sup> , Pihlajamaa 2004 <sup>[233]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 45	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>B</b>	<b>Wir schlagen vor, bei stabilen Patienten ohne klinische Zeichen eines Pneumothorax insbesondere in folgenden Situationen auf routinemäßige bildgebende Diagnostik zu verzichten:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Pleurapunktion, wenn nur eine Nadelpassage erforderlich war und keine Luft aspiriert wurde.</li> <li>• nach transbronchialer Lungen-Biopsie, wenn diese mit einer Biopsiezange durchgeführt wurde und in der Nachbeobachtungsphase keine anhaltenden Entzündungsereignisse auftreten.</li> </ul>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: de Novo Recherche: Doyle1996 <sup>[232]</sup> , Pihlajamaa 2004 <sup>[233]</sup> , Du Rand 2013 <sup>[249]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 46	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>B</b>	<b>Wir schlagen vor, bei ausreichender Expertise die Pleurasonographie in der Diagnostik des postinterventionellen Pneumothorax als Alternative zum Röntgenthorax einzusetzen.</b>	
Evidenzgrad <b>2</b>	Literatur: Leitlinienadaptation BTS 2010: Shostak 2013 <sup>[79]</sup> , Sartori 2007 <sup>[74]</sup> de Novo Recherche: Garofalo 2006. <sup>[251]</sup> , Kreuter 2011 <sup>[226]</sup> , Kumar <sup>[227]</sup> , Reißig 2005 <sup>[228]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 47	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Bei Patienten ohne Atemnot und kleinem postinterventionellem Pneumothorax empfehlen wir die Verlaufsbeobachtung. Bei großem oder symptomatischem Pneumothorax empfehlen wir die Anlage einer Thoraxdrainage.</b>	
Evidenzgrad	Literatur: de Novo Recherche: Nour-Eldin 2009 <sup>[252]</sup> , Nour-Eldin 2011 <sup>[253]</sup>	

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

<b>4</b>	
	Konsensstärke: 100%

E 48	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Als Therapie der ersten Wahl empfehlen wir die Anlage einer kleinlumigen Thorax-Drainage mit Applikation von Sog.</b>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: de Novo Recherche: Ayyappan 2008 <sup>[205]</sup> , Malone 2013 <sup>[254]</sup> , Gupta 2008 <sup>[209]</sup> , Nour-Eldin 2009 <sup>[252]</sup> , Nour-Eldin 2011 <sup>[253]</sup>	
	Konsensstärke: 93%	

E 49	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>0</b>	<b>Tritt ein Pneumothorax unter einer CT-gesteuerten Intervention auf, kann bei moderater Ausprägung und Symptomatik eine einmalige Aspiration durchgeführt werden. Kann die Symptomatik oder Größenausdehnung des Pneumothorax hierdurch nicht kontrolliert werden, empfehlen wir die Anlage einer Thoraxdrainage.</b>	
Evidenzgrad <b>4</b>	Literatur: de Novo Recherche: Nour-Eldin 2011 <sup>[253]</sup> , Yamagami 2009 <sup>[255]</sup>	
	Konsensstärke: 100%	

E 50	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Bei persistierendem Luftleck (&gt;5 Tage) oder ungenügender Entfaltung der Lunge empfehlen wir die Hinzuziehung eines Thoraxchirurgen.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Literatur: Expertenkonsens	
	Konsensstärke: 100%	

E 51	Empfehlung	2017
Empfehlungsgrad <b>A</b>	<b>Nach einem postinterventionellen Pneumothorax sind Pneumothorax-spezifische Nachsorgemaßnahmen oder Verhaltenseinschränkungen im Alltag nicht erforderlich.</b>	
Evidenzgrad <b>EK</b>	Expertenkonsens	
	Konsensstärke: 100%	

## Literaturverzeichnis:

1. MacDuff, A., et al., *Management of spontaneous pneumothorax: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010*. Thorax, 2010. **65 Suppl 2**: p. ii18-31.
2. Laennec, R., *Traite´ du diagnostic des maladies des poumons et du coeur.*, in 1819, Brosson and Chaude: Paris. p. **(4)**.
3. Kjærgaard, H., *Spontaneous pneumothorax in the apparently healthy*. Acta Med Scand (Suppl) 1932, 1932. **43(1e159)**: p. **(3)**.
4. Donahue, D.M., et al., *Resection of pulmonary blebs and pleurodesis for spontaneous pneumothorax*. Chest, 1993. **104(6)**: p. 1767-9. **(2-)**.
5. Lesur, O., et al., *Computed tomography in the etiologic assessment of idiopathic spontaneous pneumothorax*. Chest, 1990. **98(2)**: p. 341-7. **(2+)**.
6. Noppen, M., et al., *Fluorescein-enhanced autofluorescence thoracoscopy in patients with primary spontaneous pneumothorax and normal subjects*. Am J Respir Crit Care Med, 2006. **174(1)**: p. 26-30. **(3)**.
7. Tanaka, F., et al., *Secondary spontaneous pneumothorax*. Ann Thorac Surg, 1993. **55(2)**: p. 372-6. **(2-)**.
8. Norris, R.M., J.G. Jones, and J.M. Bishop, *Respiratory gas exchange in patients with spontaneous pneumothorax*. Thorax, 1968. **23(4)**: p. 427-33. **(2+)**.
9. Mathur, R., et al., *Time course of resolution of persistent air leak in spontaneous pneumothorax*. Respir Med, 1995. **89(2)**: p. 129-32. **(3)**.
10. Brown, S.G., et al., *Spontaneous pneumothorax; a multicentre retrospective analysis of emergency treatment, complications and outcomes*. Intern Med J, 2014. **44(5)**: p. 450-7. **(4)**.
11. Bobbio, A., et al., *Epidemiology of spontaneous pneumothorax: gender-related differences*. Thorax, 2015. **70(7)**: p. 653-8.
12. Schnell, J., et al., *Spontaneous Pneumothorax*. Dtsch Arztebl Int, 2017. **114(44)**: p. 739-744.
13. Noppen, M., *Spontaneous pneumothorax: epidemiology, pathophysiology and cause*. Eur Respir Rev, 2010. **19(117)**: p. 217-9.
14. Videm, V., et al., *Spontaneous pneumothorax in chronic obstructive pulmonary disease: complications, treatment and recurrences*. Eur J Respir Dis, 1987. **71(5)**: p. 365-71. **(2+)**.
15. Ota, H., H. Kawai, and T. Matsuo, *Treatment outcomes of pneumothorax with chronic obstructive pulmonary disease*. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2014. **22(4)**: p. 448-54. **(4)**.
16. Nakajima, J., et al., *Outcomes of thoracoscopic management of secondary pneumothorax in patients with COPD and interstitial pulmonary fibrosis*. Surg Endosc, 2009. **23(7)**: p. 1536-40. **(4)**.
17. Kioumis, I.P., et al., *Pneumothorax in cystic fibrosis*. J Thorac Dis, 2014. **6(Suppl 4)**: p. S480-7.
18. Porpodis, K., et al., *Pneumothorax and asthma*. J Thorac Dis, 2014. **6 Suppl 1**: p. S152-61.
19. Coker, R.J., et al., *Pneumothorax in patients with AIDS*. Respir Med, 1993. **87(1)**: p. 43-7.
20. Terzi, E., et al., *Acute respiratory distress syndrome and pneumothorax*. J Thorac Dis, 2014. **6(Suppl 4)**: p. S435-42.
21. Shamaei, M., et al., *Tuberculosis-associated secondary pneumothorax: a retrospective study of 53 patients*. Respir Care, 2011. **56(3)**: p. 298-302. **(4)**.
22. Ueyama, M., et al., *Pneumothorax associated with nontuberculous mycobacteria: A retrospective study of 69 patients*. Medicine (Baltimore), 2016. **95(29)**: p. e4246.
23. Tazi, A., *Adult pulmonary Langerhans' cell histiocytosis*. Eur Respir J, 2006. **27(6)**: p. 1272-85.
24. Johnson, S.R., *Lymphangioliomyomatosis*. Eur Respir J, 2006. **27(5)**: p. 1056-65.
25. Toro, J.R., et al., *Lung cysts, spontaneous pneumothorax, and genetic associations in 89 families with Birt-Hogg-Dube syndrome*. Am J Respir Crit Care Med, 2007. **175(10)**: p. 1044-53.



26. Johannesma, P.C., et al., *Prevalence of Birt-Hogg-Dube syndrome in patients with apparently primary spontaneous pneumothorax*. Eur Respir J, 2015. **45**(4): p. 1191-4.
27. Manika, K., et al., *Pneumothorax in sarcoidosis*. J Thorac Dis, 2014. **6**(Suppl 4): p. S466-9.
28. Gradica, F., et al., *P1.32: Primary Lung Cancer Presenting as Pneumothorax: Track: Advanced NSCLC*. J Thorac Oncol, 2016. **11**(10S): p. S201-S202.
29. Seo, J.B., et al., *Atypical pulmonary metastases: spectrum of radiologic findings*. Radiographics, 2001. **21**(2): p. 403-17.
30. Korom, S., et al., *Catamenial pneumothorax revisited: clinical approach and systematic review of the literature*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2004. **128**(4): p. 502-8. **(3)**.
31. Alifano, M., et al., *Catamenial and noncatamenial, endometriosis-related or nonendometriosis-related pneumothorax referred for surgery*. Am J Respir Crit Care Med, 2007. **176**(10): p. 1048-53. **(3)**.
32. Rousset-Jablonski, C., et al., *Catamenial pneumothorax and endometriosis-related pneumothorax: clinical features and risk factors*. Hum Reprod, 2011. **26**(9): p. 2322-9. **(3)**.
33. Terndrup, T.E., S.F. Bosco, and E.R. McLean, *Spontaneous pneumothorax complicating pregnancy--case report and review of the literature*. J Emerg Med, 1989. **7**(3): p. 245-8. **(3)**.
34. Noppen, M., et al., *Manual aspiration versus chest tube drainage in first episodes of primary spontaneous pneumothorax: a multicenter, prospective, randomized pilot study*. Am J Respir Crit Care Med, 2002. **165**(9): p. 1240-4. **(1+)**.
35. Olesen, W.H., et al., *Recurrent Primary Spontaneous Pneumothorax is Common Following Chest Tube and Conservative Treatment*. World J Surg, 2016. **40**(9): p. 2163-70.
36. Chen, J.S., et al., *Simple aspiration and drainage and intrapleural minocycline pleurodesis versus simple aspiration and drainage for the initial treatment of primary spontaneous pneumothorax: an open-label, parallel-group, prospective, randomised, controlled trial*. Lancet, 2013. **381**(9874): p. 1277-82. **(2)**.
37. Lippert, H.L., et al., *Independent risk factors for cumulative recurrence rate after first spontaneous pneumothorax*. Eur Respir J, 1991. **4**(3): p. 324-31. **(2+)**.
38. Miller, A., ed. *Spontaneous pneumothorax*. 2nd edn ed. Textbook of pleural diseases., ed. L.Y. Light RW. Vol. 445e63. 2008.; Arnold Press: London. **(4)**.
39. O'Hara, V.S., *Spontaneous pneumothorax*. Mil Med, 1978. **143**(1): p. 32-5. **(3)**.
40. Wait, M.A. and A. Estrera, *Changing clinical spectrum of spontaneous pneumothorax*. Am J Surg, 1992. **164**(5): p. 528-31. **(2+)**.
41. Vail, W.J., A.E. Alway, and N.J. England, *Spontaneous pneumothorax*. Dis Chest, 1960. **38**: p. 512-5. **(3)**.
42. Seremetis, M.G., *The management of spontaneous pneumothorax*. Chest, 1970. **57**(1): p. 65-8. **(3)**.
43. Leigh-Smith, S. and T. Harris, *Tension pneumothorax--time for a re-think?* Emerg Med J, 2005. **22**(1): p. 8-16. **(4)**.
44. Tay, C.K., Y.C. Yee, and A. Asmat, *Spontaneous hemopneumothorax: our experience with surgical management*. Asian Cardiovasc Thorac Ann, 2015. **23**(3): p. 308-10.
45. Bense, L., G. Eklund, and L.G. Wiman, *Smoking and the increased risk of contracting spontaneous pneumothorax*. Chest, 1987. **92**(6): p. 1009-12. **(2++)**.
46. Cheng, Y.L., et al., *The impact of smoking in primary spontaneous pneumothorax*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2009. **138**(1): p. 192-5, **(4)**.
47. Hobbs, B.D., et al., *Pneumothorax risk factors in smokers with and without chronic obstructive pulmonary disease*. Ann Am Thorac Soc, 2014. **11**(9): p. 1387-94. **(4)**.
48. Chang, P.Y., et al., *Rapid increase in the height and width of the upper chest in adolescents with primary spontaneous pneumothorax*. Pediatr Neonatol, 2015. **56**(1): p. 53-7. **(4)**.
49. Linder, A., *Thoraxdrainagen und Drainagesysteme - Moderne Konzepte*. 2014, UNI-Med 2014.
50. Brunelli, A., et al., *Consensus definitions to promote an evidence-based approach to management of the pleural space. A collaborative proposal by ESTS, AATS, STS, and GTSC*. Eur J Cardiothorac Surg, 2011. **40**(2): p. 291-7.

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

51. Bense, L., L.G. Wiman, and G. Hedenstierna, *Onset of symptoms in spontaneous pneumothorax: correlations to physical activity*. Eur J Respir Dis, 1987. **71**(3): p. 181-6. **(3)**.
52. Taveira-DaSilva, A.M., et al., *Pneumothorax after air travel in lymphangioleiomyomatosis, idiopathic pulmonary fibrosis, and sarcoidosis*. Chest, 2009. **136**(3): p. 665-70. **(4)**.
53. Hu, X., et al., *Air travel and pneumothorax*. Chest, 2014. **145**(4): p. 688-94.
54. Ozpolat, B., et al., *Meteorological conditions related to the onset of spontaneous pneumothorax*. Tohoku J Exp Med, 2009. **217**(4): p. 329-34. **(-)**.
55. Haga, T., et al., *Influence of weather conditions on the onset of primary spontaneous pneumothorax: positive association with decreased atmospheric pressure*. Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2013. **19**(3): p. 212-5. **(-)**.
56. Lee, S.H., et al., *Association between anger and first-onset primary spontaneous pneumothorax*. Gen Hosp Psychiatry, 2008. **30**(4): p. 331-6. **(5)**.
57. Eryigit, H., et al., *Are there any psychological factors in male patients with primary spontaneous pneumothorax?* Int J Clin Exp Med, 2014. **7**(4): p. 1105-9. **(4)**.
58. Haga, T., M. Kurihara, and H. Kataoka, *Risk for re-expansion pulmonary edema following spontaneous pneumothorax*. Surg Today, 2014. **44**(10): p. 1823-7.
59. British Thoracic Society Standards of Care, C., *Managing passengers with respiratory disease planning air travel: British Thoracic Society recommendations*. Thorax, 2002. **57**(4): p. 289-304. **(4)**.
60. AWMF, *S3-Leitlinie "Screening, Diagnostik und Behandlung des schädlichen und abhängigen Tabakkonsums"* [http://www.awmf.org/uploads/tx\\_szleitlinien/076-006l\\_S3\\_Tabak\\_2015-02.pdf](http://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/076-006l_S3_Tabak_2015-02.pdf). 2015.
61. AWMF, *Tabakentwöhnung bei COPD S3-Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Pneumologie und Beatmungsmedizin*. 2014.
62. Ziser, A., A. Vaananen, and Y. Melamed, *Diving and chronic spontaneous pneumothorax*. Chest, 1985. **87**(2): p. 264-5. **(3)**.
63. British Thoracic Society Fitness to Dive Group, S.o.t.B.T.S.S.o.C.C., *British Thoracic Society guidelines on respiratory aspects of fitness for diving*. Thorax, 2003. **58**(1): p. 3-13. **(4)**.
64. Seow, A., et al., *Comparison of upright inspiratory and expiratory chest radiographs for detecting pneumothoraces*. AJR Am J Roentgenol, 1996. **166**(2): p. 313-6. **(1+)**.
65. Thomsen, L., et al., *Value of digital radiography in expiration in detection of pneumothorax*. Rofo, 2014. **186**(3): p. 267-73. **(3)**.
66. Glazer, H.S., et al., *Pneumothorax: appearance on lateral chest radiographs*. Radiology, 1989. **173**(3): p. 707-11. **(3)**.
67. Schramel, F.M., et al., *[Diagnosis of pneumothorax not improved by additional roentgen pictures of the thorax in the expiration phase]*. Ned Tijdschr Geneesk, 1995. **139**(3): p. 131-3. **(2+)**.
68. Schramel, F.M., et al., *Expiratory chest radiographs do not improve visibility of small apical pneumothoraces by enhanced contrast*. Eur Respir J, 1996. **9**(3): p. 406-9. **(2+)**.
69. Tocino, I.M., M.H. Miller, and W.R. Fairfax, *Distribution of pneumothorax in the supine and semirecumbent critically ill adult*. AJR Am J Roentgenol, 1985. **144**(5): p. 901-5. **(3)**.
70. Beres, R.A. and L.R. Goodman, *Pneumothorax: detection with upright versus decubitus radiography*. Radiology, 1993. **186**(1): p. 19-22. **(2+)**.
71. Gordon, R., *The deep sulcus sign*. Radiology, 1980. **136**(1): p. 25-7.
72. Kong, A., *The deep sulcus sign*. Radiology, 2003. **228**(2): p. 415-6.
73. Oh, J.K., et al., *Retrodiaphragmatic portion of the lung: how deep is the posterior costophrenic sulcus on posteroanterior chest radiography?* Clin Radiol, 2009. **64**(8): p. 786-91.
74. Sartori, S., et al., *Accuracy of transthoracic sonography in detection of pneumothorax after sonographically guided lung biopsy: prospective comparison with chest radiography*. AJR Am J Roentgenol, 2007. **188**(1): p. 37-41. **(2)**.

75. Alrajab, S., et al., *Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis*. Crit Care, 2013. **17**(5): p. R208. **(2)**.
76. Alrajhi, K., M.Y. Woo, and C. Vaillancourt, *Test characteristics of ultrasonography for the detection of pneumothorax: a systematic review and meta-analysis*. Chest, 2012. **141**(3): p. 703-8. **(2)**.
77. Ding, W., et al., *Diagnosis of pneumothorax by radiography and ultrasonography: a meta-analysis*. Chest, 2011. **140**(4): p. 859-66. **(2)**.
78. Jalli, R., S. Sefidbakht, and S.H. Jafari, *Value of ultrasound in diagnosis of pneumothorax: a prospective study*. Emerg Radiol, 2013. **20**(2): p. 131-4. **(3)**.
79. Shostak, E., et al., *Bedside sonography for detection of postprocedure pneumothorax*. J Ultrasound Med, 2013. **32**(6): p. 1003-9. **(2)**.
80. Vezzani, A., et al., *Ultrasound localization of central vein catheter and detection of postprocedural pneumothorax: an alternative to chest radiography*. Crit Care Med, 2010. **38**(2): p. 533-8. **(3)**.
81. Volpicelli, G., et al., *Semi-quantification of pneumothorax volume by lung ultrasound*. Intensive Care Med, 2014. **40**(10): p. 1460-7. **(3)**.
82. Xirouchaki, N., et al., *Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography*. Intensive Care Med, 2011. **37**(9): p. 1488-93. **(3)**.
83. Kreuter, M. and G. Mathis, *Emergency ultrasound of the chest*. Respiration, 2014. **87**(2): p. 89-97.
84. Lee, K.H., et al., *Detection of blebs and bullae in patients with primary spontaneous pneumothorax by multi-detector CT reconstruction using different slice thicknesses*. J Med Imaging Radiat Oncol, 2014. **58**(6): p. 663-7. **(3)**.
85. Laituri, C.A., et al., *The utility of computed tomography in the management of patients with spontaneous pneumothorax*. J Pediatr Surg, 2011. **46**(8): p. 1523-5.
86. Casali, C., et al., *Role of blebs and bullae detected by high-resolution computed tomography and recurrent spontaneous pneumothorax*. Ann Thorac Surg, 2013. **95**(1): p. 249-55.
87. Röntgenesellschaft, A.T.i.d.D. *Stellungnahmen und Empfehlungen*. Available from: <http://www.ag-thorax.drg.de/de-DE/376/stellungnahmen-und-empfehlungen>.
88. Collins, C.D., et al., *Quantification of pneumothorax size on chest radiographs using interpleural distances: regression analysis based on volume measurements from helical CT*. AJR Am J Roentgenol, 1995. **165**(5): p. 1127-30.
89. Sayar, A., et al., *Size of pneumothorax can be a new indication for surgical treatment in primary spontaneous pneumothorax: a prospective study*. Ann Thorac Cardiovasc Surg, 2014. **20**(3): p. 192-7.
90. Ryu, K.M., et al., *Complete atelectasis of the lung in patients with primary spontaneous pneumothorax*. Ann Thorac Surg, 2009. **87**(3): p. 875-9. **(4)**.
91. Flint K, A.-H.A., Johnson NM, *Conservative management of spontaneous pneumothorax*. Lancet, 1984. **1**(8378): p. 687-9. **(3)**.
92. Stradling, P. and G. Poole, *Conservative management of spontaneous pneumothorax*. Thorax, 1966. **21**(2): p. 145-9. **(3)**.
93. Hart, G.J., T.C. Stokes, and A.H. Couch, *Spontaneous pneumothorax in Norfolk*. Br J Dis Chest, 1983. **77**(2): p. 164-70. **(3)**.
94. O'Rourke, J.P. and E.S. Yee, *Civilian spontaneous pneumothorax. Treatment options and long-term results*. Chest, 1989. **96**(6): p. 1302-6. **(3)**.
95. Chiu, C.Y., et al., *Factors associated with proceeding to surgical intervention and recurrence of primary spontaneous pneumothorax in adolescent patients*. Eur J Pediatr, 2014. **173**(11): p. 1483-90. **(4)**.
96. Ashby, M., et al., *Conservative versus interventional management for primary spontaneous pneumothorax in adults*. Cochrane Database Syst Rev, 2014(12): p. CD010565.

97. Chadha, T.S. and M.A. Cohn, *Noninvasive treatment of pneumothorax with oxygen inhalation*. Respiration, 1983. **44**(2): p. 147-52. **(3)**.
98. Kircher, L.T., Jr. and R.L. Swartzel, *Spontaneous pneumothorax and its treatment*. J Am Med Assoc, 1954. **155**(1): p. 24-9. **(3)**.
99. Kelly, A.M., et al., *Estimating the rate of re-expansion of spontaneous pneumothorax by a formula derived from computed tomography volumetry studies*. Emerg Med J, 2006. **23**(10): p. 780-2. **(2+)**.
100. Northfield, T.C., *Oxygen therapy for spontaneous pneumothorax*. Br Med J, 1971. **4**(5779): p. 86-8. **(2-)**.
101. Massongo, M., et al., *Outpatient management of primary spontaneous pneumothorax: a prospective study*. Eur Respir J, 2014. **43**(2): p. 582-90. **(5)**.
102. Karasaki, T., et al., *Outcomes of outpatient treatment for primary spontaneous pneumothorax using a small-bore portable thoracic drainage device*. Thorac Cardiovasc Surg, 2014. **62**(6): p. 516-20.
103. Voisin, F., et al., *Ambulatory management of large spontaneous pneumothorax with pigtail catheters*. Ann Emerg Med, 2014. **64**(3): p. 222-8. **(5)**.
104. Ho, K.K., et al., *A randomized controlled trial comparing minichest tube and needle aspiration in outpatient management of primary spontaneous pneumothorax*. Am J Emerg Med, 2011. **29**(9): p. 1152-7. **(2)**.
105. Aslam, M.I., et al., *Surgical management of pneumothorax: significance of effective admission or communication strategies between the district general hospitals and specialized unit*. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2011. **13**(5): p. 494-8. **(4)**.
106. Harvey, J. and R.J. Prescott, *Simple aspiration versus intercostal tube drainage for spontaneous pneumothorax in patients with normal lungs*. British Thoracic Society Research Committee. BMJ, 1994. **309**(6965): p. 1338-9. **(1-)**.
107. Ayed, A.K., C. Chandrasekaran, and M. Sukumar, *Aspiration versus tube drainage in primary spontaneous pneumothorax: a randomised study*. Eur Respir J, 2006. **27**(3): p. 477-82. **(1+)**.
108. Masood, I., et al., *Role of simple needle aspiration in the management of spontaneous pneumothorax*. J Assoc Physicians India, 2007. **55**: p. 628-9. **(1-)**.
109. Devanand, A., et al., *Simple aspiration versus chest-tube insertion in the management of primary spontaneous pneumothorax: a systematic review*. Respir Med, 2004. **98**(7): p. 579-90. **(1+)**.
110. Zehtabchi, S. and C.L. Rios, *Management of emergency department patients with primary spontaneous pneumothorax: needle aspiration or tube thoracostomy?* Ann Emerg Med, 2008. **51**(1): p. 91-100, 100 e1. **(1+)**.
111. Wakai, A., R.G. O'Sullivan, and G. McCabe, *Simple aspiration versus intercostal tube drainage for primary spontaneous pneumothorax in adults*. Cochrane Database Syst Rev, 2007(1): p. CD004479. **(1+)**.
112. Vedam, H. and D.J. Barnes, *Comparison of large- and small-bore intercostal catheters in the management of spontaneous pneumothorax*. Intern Med J, 2003. **33**(11): p. 495-9. **(3)**.
113. Aguinagalde, B., et al., *Percutaneous aspiration versus tube drainage for spontaneous pneumothorax: systematic review and meta-analysis*. Eur J Cardiothorac Surg, 2010. **37**(5): p. 1129-35. **(1)**.
114. Nishiuma, T., et al., *Evaluation of simple aspiration therapy in the initial treatment for primary spontaneous pneumothorax*. Intern Med, 2012. **51**(11): p. 1329-33. **(4)**.
115. Iepsen, U.W. and T. Ringbaek, *Small-bore chest tubes seem to perform better than larger tubes in treatment of spontaneous pneumothorax*. Dan Med J, 2013. **60**(6): p. A4644. **(4)**.
116. Benton, I.J. and G.F. Benfield, *Comparison of a large and small-calibre tube drain for managing spontaneous pneumothoraces*. Respir Med, 2009. **103**(10): p. 1436-40. **(3)**.
117. Carson-Chahhoud, K.V., et al., *Simple aspiration versus intercostal tube drainage for primary spontaneous pneumothorax in adults*. Cochrane Database Syst Rev, 2017. **9**: p. CD004479.

118. Akowuah, E., et al., *Less pain with flexible fluted silicone chest drains than with conventional rigid chest tubes after cardiac surgery*. J Thorac Cardiovasc Surg, 2002. **124**(5): p. 1027-8. **(2+)**.
119. Kuo, H.C., et al., *Small-bore pigtail catheters for the treatment of primary spontaneous pneumothorax in young adolescents*. Emerg Med J, 2013. **30**(3): p. e17. **(4)**.
120. Almind, M., P. Lange, and K. Viskum, *Spontaneous pneumothorax: comparison of simple drainage, talc pleurodesis, and tetracycline pleurodesis*. Thorax, 1989. **44**(8): p. 627-30. **(1+)**.
121. Light, R.W., et al., *Intrapleural tetracycline for the prevention of recurrent spontaneous pneumothorax. Results of a Department of Veterans Affairs cooperative study*. JAMA, 1990. **264**(17): p. 2224-30. **(2+)**.
122. Agarwal, R., et al., *Efficacy & safety of iodopovidone pleurodesis: a systematic review & meta-analysis*. Indian J Med Res, 2012. **135**: p. 297-304. **(2)**.
123. How, C.H., et al., *Chemical pleurodesis for prolonged postoperative air leak in primary spontaneous pneumothorax*. J Formos Med Assoc, 2014. **113**(5): p. 284-90 **(4)**.
124. Chambers, A., et al., *Is blood pleurodesis effective for determining the cessation of persistent air leak?* Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2010. **11**(4): p. 468-72.
125. So, S.Y. and D.Y. Yu, *Catheter drainage of spontaneous pneumothorax: suction or no suction, early or late removal?* Thorax, 1982. **37**(1): p. 46-8. **(1-)**.
126. Sharma, T.N., et al., *Intercostal tube thoracostomy in pneumothorax--factors influencing re-expansion of lung*. Indian J Chest Dis Allied Sci, 1988. **30**(1): p. 32-5. **(1-)**.
127. Reed, M.F., et al., *Preliminary report of a prospective, randomized trial of underwater seal for spontaneous and iatrogenic pneumothorax*. J Am Coll Surg, 2007. **204**(1): p. 84-90. **(3)**.
128. Marquette, C.H., et al., *Simplified stepwise management of primary spontaneous pneumothorax: a pilot study*. Eur Respir J, 2006. **27**(3): p. 470-6. **(3)**.
129. Munnell, E.R., *Thoracic drainage*. Ann Thorac Surg, 1997. **63**(5): p. 1497-502. **(4)**.
130. Jablonski, S., et al., *Efficacy assessment of the drainage with permanent airflow measurement in the treatment of pneumothorax with air leak*. Thorac Cardiovasc Surg, 2014. **62**(6): p. 509-15. **(3)**.
131. Matsuura, Y., et al., *Clinical analysis of reexpansion pulmonary edema*. Chest, 1991. **100**(6): p. 1562-6. **(3)**.
132. Mahfood, S., et al., *Reexpansion pulmonary edema*. Ann Thorac Surg, 1988. **45**(3): p. 340-5. **(3)**.
133. Luh, S.P. and T.C. Tsao, *Video-assisted thoracic surgery for spontaneous haemopneumothorax*. Respirology, 2007. **12**(3): p. 443-7. **(3)**.
134. Hwong, T.M., et al., *Video-assisted thoracic surgery for primary spontaneous hemopneumothorax*. Eur J Cardiothorac Surg, 2004. **26**(5): p. 893-6. **(3)**.
135. Chou, S.H., et al., *Is prophylactic treatment of contralateral blebs in patients with primary spontaneous pneumothorax indicated?* J Thorac Cardiovasc Surg, 2010. **139**(5): p. 1241-5. **(4)**.
136. Tat, L.C., *Shorter symptoms onset to emergency department presentation time predicts failure of needle aspiration in primary spontaneous pneumothorax*. Hong Kong Journal of Emergency Medicine, 2014. **21**((1)): p. 16-22. **(4)**.
137. Ganesalingam, R., et al., *Radiological predictors of recurrent primary spontaneous pneumothorax following non-surgical management*. Heart Lung Circ, 2010. **19**(10): p. 606-10. **(2)**.
138. Passlick, B., et al., *Incidence of chronic pain after minimal-invasive surgery for spontaneous pneumothorax*. Eur J Cardiothorac Surg, 2001. **19**(3): p. 355-8; discussion 358-9. **(3)**.
139. Sihoe, A.D., et al., *Incidence of chest wall paresthesia after video-assisted thoracic surgery for primary spontaneous pneumothorax*. Eur J Cardiothorac Surg, 2004. **25**(6): p. 1054-8. **(3)**.
140. Granke, K., et al., *The efficacy and timing of operative intervention for spontaneous pneumothorax*. Ann Thorac Surg, 1986. **42**(5): p. 540-2. **(2-)**.
141. Chee, C.B., et al., *Persistent air-leak in spontaneous pneumothorax--clinical course and outcome*. Respir Med, 1998. **92**(5): p. 757-61. **(3)**.

142. Barker, A., et al., *Recurrence rates of video-assisted thoracoscopic versus open surgery in the prevention of recurrent pneumothoraces: a systematic review of randomised and non-randomised trials*. Lancet, 2007. **370**(9584): p. 329-35. **(1++)**.
143. Vohra, H.A., L. Adamson, and D.F. Weeden, *Does video-assisted thoracoscopic pleurectomy result in better outcomes than open pleurectomy for primary spontaneous pneumothorax?* Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2008. **7**(4): p. 673-7. **(1+)**.
144. Thevenet, F., et al., *[Spontaneous and recurrent pneumothorax. Surgical treatment. Apropos of 278 cases]*. Ann Chir, 1992. **46**(2): p. 165-9. **(3)**.
145. Weeden, D. and G.H. Smith, *Surgical experience in the management of spontaneous pneumothorax, 1972-82*. Thorax, 1983. **38**(10): p. 737-43. **(3)**.
146. Korner, H., et al., *Surgical treatment of spontaneous pneumothorax by wedge resection without pleurodesis or pleurectomy*. Eur J Cardiothorac Surg, 1996. **10**(8): p. 656-9. **(3)**.
147. Thomas, P., et al., *[Results of surgical treatment of persistent or recurrent pneumothorax]*. Ann Chir, 1993. **47**(2): p. 136-40. **(3)**.
148. Min, X., et al., *Mechanical pleurodesis does not reduce recurrence of spontaneous pneumothorax: a randomized trial*. Ann Thorac Surg, 2014. **98**(5): p. 1790-6; discussion 1796. **(2)**.
149. Chen, J.S., et al., *Thoracoscopic pleurodesis for primary spontaneous pneumothorax with high recurrence risk: a prospective randomized trial*. Ann Surg, 2012. **255**(3): p. 440-5. **(2)**.
150. Cran, I.R. and C.A. Rumball, *Survey of spontaneous pneumothoraces in the Royal Air Force*. Thorax, 1967. **22**(5): p. 462-5. **(3)**.
151. Sihoe, A.D., et al., *Can CT scanning be used to select patients with unilateral primary spontaneous pneumothorax for bilateral surgery?* Chest, 2000. **118**(2): p. 380-3.
152. Schramel, F.M., P.E. Postmus, and R.G. Vanderschueren, *Current aspects of spontaneous pneumothorax*. Eur Respir J, 1997. **10**(6): p. 1372-9.
153. Sahn, S.A. and J.E. Heffner, *Spontaneous pneumothorax*. N Engl J Med, 2000. **342**(12): p. 868-74.
154. Jain, S.K., K.M. Al-Kattan, and M.G. Hamdy, *Spontaneous pneumothorax: determinants of surgical intervention*. J Cardiovasc Surg (Torino), 1998. **39**(1): p. 107-11.
155. Gobel WG, R.W., Nelson IA, Daniel RA. , *Spontaneous pneumothorax*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1963. **46**: p. 331-345.
156. Pages, P.B., et al., *Videothoracoscopy versus thoracotomy for the treatment of spontaneous pneumothorax: a propensity score analysis*. Ann Thorac Surg, 2015. **99**(1): p. 258-63. **(3)**.
157. Foroulis, C.N., et al., *A modified two-port thoracoscopic technique versus axillary minithoracotomy for the treatment of recurrent spontaneous pneumothorax: a prospective randomized study*. Surg Endosc, 2012. **26**(3): p. 607-14. **(3)**.
158. Joshi, V., B. Kirmani, and J. Zacharias, *Thoracotomy versus VATS: is there an optimal approach to treating pneumothorax?* Ann R Coll Surg Engl, 2013. **95**(1): p. 61-4. **(4)**.
159. Chou, S.H., et al., *Comparison of needlescopic and conventional video-assisted thoracic surgery for primary spontaneous pneumothorax*. Minim Invasive Ther Allied Technol, 2012. **21**(3): p. 168-72. **(4)**.
160. Czerny, M., et al., *Lung wedge resection improves outcome in stage I primary spontaneous pneumothorax*. Ann Thorac Surg, 2004. **77**(5): p. 1802-5 **(4)**.
161. Al-Tarshih, M.I., *Comparison of the efficacy and safety of video-assisted thoracoscopic surgery with the open method for the treatment of primary pneumothorax in adults*. Ann Thorac Med, 2008. **3**(1): p. 9-12. **(2-)**.
162. Inderbitzi, R.G., et al., *Three years' experience in video-assisted thoracic surgery (VATS) for spontaneous pneumothorax*. J Thorac Cardiovasc Surg, 1994. **107**(6): p. 1410-5. **(3)**.
163. Deslauriers, J., et al., *Transaxillary pleurectomy for treatment of spontaneous pneumothorax*. Ann Thorac Surg, 1980. **30**(6): p. 569-74. **(3)**.

164. Waller, D.A., J. Forty, and G.N. Morritt, *Video-assisted thoracoscopic surgery versus thoracotomy for spontaneous pneumothorax*. *Ann Thorac Surg*, 1994. **58**(2): p. 372-6; discussion 376-7. **(1+)**.
165. Sedrakyan, A., et al., *Video assisted thoracic surgery for treatment of pneumothorax and lung resections: systematic review of randomised clinical trials*. *BMJ*, 2004. **329**(7473): p. 1008. **(1+)**.
166. Dumont, P., et al., *Does a thoracoscopic approach for surgical treatment of spontaneous pneumothorax represent progress?* *Eur J Cardiothorac Surg*, 1997. **11**(1): p. 27-31. **(3)**.
167. Mouroux, J., et al., *Video-assisted thoracoscopic treatment of spontaneous pneumothorax: technique and results of one hundred cases*. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1996. **112**(2): p. 385-91. **(3)**.
168. Bertrand, P.C., et al., *Immediate and long-term results after surgical treatment of primary spontaneous pneumothorax by VATS*. *Ann Thorac Surg*, 1996. **61**(6): p. 1641-5. **(3)**.
169. Gebhard, F.T., et al., *Reduced inflammatory response in minimal invasive surgery of pneumothorax*. *Arch Surg*, 1996. **131**(10): p. 1079-82. **(1-)**.
170. Cole, F.H., Jr., et al., *Video-assisted thoracic surgery: primary therapy for spontaneous pneumothorax?* *Ann Thorac Surg*, 1995. **60**(4): p. 931-3; discussion 934-5. **(2-)**.
171. Sekine, Y., et al., *Video-assisted thoracoscopic surgery does not deteriorate postoperative pulmonary gas exchange in spontaneous pneumothorax patients*. *Eur J Cardiothorac Surg*, 1999. **16**(1): p. 48-53. **(1++)**.
172. Balduyck, B., et al., *Quality of life evolution after surgery for primary or secondary spontaneous pneumothorax: a prospective study comparing different surgical techniques*. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2008. **7**(1): p. 45-9. **(4)**.
173. Nakanishi, K., *Long-term effect of a thoracoscopic stapled bullectomy alone for preventing the recurrence of primary spontaneous pneumothorax*. *Surg Today*, 2009. **39**(7): p. 553-7. **(4)**.
174. Sepehripour, A.H., A. Nasir, and R. Shah, *Does mechanical pleurodesis result in better outcomes than chemical pleurodesis for recurrent primary spontaneous pneumothorax?* *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2012. **14**(3): p. 307-11.
175. Ingolfsson, I., et al., *Reoperations are common following VATS for spontaneous pneumothorax: study of risk factors*. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*, 2006. **5**(5): p. 602-7. **(3)**.
176. Freixinet, J.L., et al., *Axillary thoracotomy versus videothoracoscopy for the treatment of primary spontaneous pneumothorax*. *Ann Thorac Surg*, 2004. **78**(2): p. 417-20. **(1+)**.
177. Kim, K.H., et al., *Transaxillary minithoracotomy versus video-assisted thoracic surgery for spontaneous pneumothorax*. *Ann Thorac Surg*, 1996. **61**(5): p. 1510-2. **(1+)**.
178. Rena, O., et al., *Surgical pleurodesis for Vanderschueren's stage III primary spontaneous pneumothorax*. *Eur Respir J*, 2008. **31**(4): p. 837-41. **(3)**.
179. Chung, W.J., et al., *Effects of additional pleurodesis with dextrose and talc-dextrose solution after video assisted thoracoscopic procedures for primary spontaneous pneumothorax*. *J Korean Med Sci*, 2008. **23**(2): p. 284-7. **(3)**.
180. Massard, G., P. Thomas, and J.M. Wihlm, *Minimally invasive management for first and recurrent pneumothorax*. *Ann Thorac Surg*, 1998. **66**(2): p. 592-9. **(4)**.
181. Kennedy, L. and S.A. Sahn, *Talc pleurodesis for the treatment of pneumothorax and pleural effusion*. *Chest*, 1994. **106**(4): p. 1215-22. **(2)**.
182. Tschopp, J.M., M. Brutsche, and J.G. Frey, *Treatment of complicated spontaneous pneumothorax by simple talc pleurodesis under thoracoscopy and local anaesthesia*. *Thorax*, 1997. **52**(4): p. 329-32. **(3)**.
183. Olsen, P.S. and H.O. Andersen, *Long-term results after tetracycline pleurodesis in spontaneous pneumothorax*. *Ann Thorac Surg*, 1992. **53**(6): p. 1015-7. **(3)**.
184. Rinaldo, J.E., G.R. Owens, and R.M. Rogers, *Adult respiratory distress syndrome following intrapleural instillation of talc*. *J Thorac Cardiovasc Surg*, 1983. **85**(4): p. 523-6. **(4)**.

185. Maskell, N.A., et al., *Randomized trials describing lung inflammation after pleurodesis with talc of varying particle size*. Am J Respir Crit Care Med, 2004. **170**(4): p. 377-82. **(1+)**.
186. Schoenenberger, R.A., et al., *Timing of invasive procedures in therapy for primary and secondary spontaneous pneumothorax*. Arch Surg, 1991. **126**(6): p. 764-6. **(3)**.
187. O'Driscoll, B.R., et al., *BTS guideline for emergency oxygen use in adult patients*. Thorax, 2008. **63 Suppl 6**: p. vi1-68. **(4)**.
188. Brims, F.J. and N.A. Maskell, *Ambulatory treatment in the management of pneumothorax: a systematic review of the literature*. Thorax, 2013. **68**(7): p. 664-9. **(2)**.
189. Ichinose, J., et al., *Results of surgical treatment for secondary spontaneous pneumothorax according to underlying diseases*. Eur J Cardiothorac Surg, 2016. **49**(4): p. 1132-6. **(5)**.
190. Tsai, W.K., et al., *Pigtail catheters vs large-bore chest tubes for management of secondary spontaneous pneumothoraces in adults*. Am J Emerg Med, 2006. **24**(7): p. 795-800. **(2-)**.
191. Contou, D., et al., *Small-bore catheter versus chest tube drainage for pneumothorax*. American Journal of Emergency Medicine, 2012. **30**(8): p. 1407-1413. **(3)**.
192. Aihara, K., et al., *Efficacy of blood-patch pleurodesis for secondary spontaneous pneumothorax in interstitial lung disease*. Intern Med, 2011. **50**(11): p. 1157-62. **(4)**.
193. Cao, G., et al., *Intrapleural instillation of autologous blood for persistent air leak in spontaneous pneumothorax in patients with advanced chronic obstructive pulmonary disease*. Ann Thorac Surg, 2012. **93**(5): p. 1652-7. **(3)**.
194. Ng, C.K., et al., *Minocycline and talc slurry pleurodesis for patients with secondary spontaneous pneumothorax*. Int J Tuberc Lung Dis, 2010. **14**(10): p. 1342-6. **(4)**.
195. Travaline, J.M., et al., *Treatment of persistent pulmonary air leaks using endobronchial valves*. Chest, 2009. **136**(2): p. 355-60. **(5)**.
196. Jiang, L., et al., *Risk factors predisposing to prolonged air leak after video-assisted thoracoscopic surgery for spontaneous pneumothorax*. Ann Thorac Surg, 2014. **97**(3): p. 1008-13. **(4)**.
197. Park, K.T., *The usefulness of two-port video-assisted thoracoscopic surgery in low-risk patients with secondary spontaneous pneumothorax compared with open thoracotomy*. Ann Thorac Med, 2014. **9**(1): p. 29-32. **(4)**.
198. Isaka, M., K. Asai, and N. Urabe, *Surgery for secondary spontaneous pneumothorax: risk factors for recurrence and morbidity*. Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2013. **17**(2): p. 247-52. **(4)**.
199. Zhang, Y., et al., *Surgical management of secondary spontaneous pneumothorax in elderly patients with chronic obstructive pulmonary disease: retrospective study of 107 cases*. Thorac Cardiovasc Surg, 2009. **57**(6): p. 347-52. **(4)**.
200. Shigemura, N., et al., *Lung transplantation in patients with prior cardiothoracic surgical procedures*. Am J Transplant, 2012. **12**(5): p. 1249-55.
201. Qureshi, R., et al., *Should surgical pleurectomy for spontaneous pneumothorax be always thoracoscopic?* Interact Cardiovasc Thorac Surg, 2008. **7**(4): p. 569-72. **(4)**.
202. Lee, P., et al., *An Audit of medical thoracoscopy and talc poudrage for pneumothorax prevention in advanced COPD*. Chest, 2004. **125**(4): p. 1315-20. **(3)**.
203. Kim, S.J., et al., *Outcome of Video-assisted Thoracoscopic Surgery for Spontaneous Secondary Pneumothorax*. Korean J Thorac Cardiovasc Surg, 2011. **44**(3): p. 225-8.
204. Lal, A., et al., *Pneumothorax and pregnancy*. Chest, 2007. **132**(3): p. 1044-8. **(3)**.
205. Ayyappan, A.P., et al., *Ultrathin fine-needle aspiration biopsy of the lung with transfissural approach: does it increase the risk of pneumothorax?* AJR Am J Roentgenol, 2008. **191**(6): p. 1725-9. **(4)**.
206. Chakrabarti, B., et al., *Risk assessment of pneumothorax and pulmonary haemorrhage complicating percutaneous co-axial cutting needle lung biopsy*. Respir Med, 2009. **103**(3): p. 449-55. **(4)**.
207. De Filippo, M., et al., *CT-guided biopsy of pulmonary nodules: is pulmonary hemorrhage a complication or an advantage?* Diagn Interv Radiol, 2014. **20**(5): p. 421-5. **(4)**.



208. Asai, N., et al., *Is emphysema a risk factor for pneumothorax in CT-guided lung biopsy?* Springerplus, 2013. **2**(1): p. 196. **(4)**.
209. Gupta, S., et al., *Outpatient management of postbiopsy pneumothorax with small-caliber chest tubes: factors affecting the need for prolonged drainage and additional interventions.* Cardiovasc Intervent Radiol, 2008. **31**(2): p. 342-8. **(4)**.
210. Hiraki, T., et al., *Incidence of and risk factors for pneumothorax and chest tube placement after CT fluoroscopy-guided percutaneous lung biopsy: retrospective analysis of the procedures conducted over a 9-year period.* AJR Am J Roentgenol, 2010. **194**(3): p. 809-14. **(4)**.
211. Khan, M.F., et al., *Variables affecting the risk of pneumothorax and intrapulmonary hemorrhage in CT-guided transthoracic biopsy.* Eur Radiol, 2008. **18**(7): p. 1356-63. **(4)**.
212. Nakamura, M., et al., *Risk factors influencing chest tube placement among patients with pneumothorax because of CT-guided needle biopsy of the lung.* J Med Imaging Radiat Oncol, 2011. **55**(5): p. 474-8. **(4)**.
213. Vatrella, A., et al., *Age as a risk factor in the occurrence of pneumothorax after transthoracic fine needle biopsy: our experience.* Int J Surg, 2014. **12 Suppl 2**: p. S29-32. **(4)**.
214. Accordini, M.K., et al., *Trends in use and safety of image-guided transthoracic needle biopsies in patients with cancer.* J Oncol Pract, 2015. **11**(3): p. e351-9. **(4)**.
215. Anderson, C.L., J.C. Crespo, and T.H. Lie, *Risk of pneumothorax not increased by obstructive lung disease in percutaneous needle biopsy.* Chest, 1994. **105**(6): p. 1705-8. **(4)**.
216. Choi, C.M., et al., *Incidence and risk factors of delayed pneumothorax after transthoracic needle biopsy of the lung.* Chest, 2004. **126**(5): p. 1516-21. **(4)**.
217. Covey, A.M., et al., *Factors associated with pneumothorax and pneumothorax requiring treatment after percutaneous lung biopsy in 443 consecutive patients.* J Vasc Interv Radiol, 2004. **15**(5): p. 479-83. **(4)**.
218. Fish, G.D., et al., *Postbiopsy pneumothorax: estimating the risk by chest radiography and pulmonary function tests.* AJR Am J Roentgenol, 1988. **150**(1): p. 71-4. **(4)**.
219. Garcia-Rio, F., et al., *Use of spirometry to predict risk of pneumothorax in CT-guided needle biopsy of the lung.* J Comput Assist Tomogr, 1996. **20**(1): p. 20-3. **(4)**.
220. Geraghty, P.R., et al., *CT-guided transthoracic needle aspiration biopsy of pulmonary nodules: needle size and pneumothorax rate.* Radiology, 2003. **229**(2): p. 475-81. **(3)**.
221. Kim, J.I., et al., *Rapid needle-out patient-rollover approach after cone beam CT-guided lung biopsy: effect on pneumothorax rate in 1,191 consecutive patients.* Eur Radiol, 2015. **25**(7): p. 1845-53. **(4)**.
222. Topal, U. and B. Ediz, *Transthoracic needle biopsy: factors effecting risk of pneumothorax.* Eur J Radiol, 2003. **48**(3): p. 263-7. **(4)**.
223. Vitulo, P., et al., *The role of functional respiratory tests in predicting pneumothorax during lung needle biopsy.* Chest, 1996. **109**(3): p. 612-5. **(4)**.
224. Huang, C.T., et al., *Risk factors of pneumothorax after endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy for peripheral lung lesions.* PLoS One, 2012. **7**(11): p. e49125.
225. Izbicki, G., et al., *Is routine chest radiography after transbronchial biopsy necessary?: A prospective study of 350 cases.* Chest, 2006. **129**(6): p. 1561-4.
226. Kreuter, M., et al., *[Diagnostic value of transthoracic ultrasound compared to chest radiography in the detection of a post-interventional pneumothorax].* Ultraschall Med, 2011. **32 Suppl 2**: p. E20-3. **(3)**.
227. Kumar, S., et al., *Role of ultrasonography in the diagnosis and management of pneumothorax following transbronchial lung biopsy.* J Bronchology Interv Pulmonol, 2015. **22**(1): p. 14-9. **(2)**.
228. Reissig, A. and C. Kroegel, *Accuracy of transthoracic sonography in excluding post-interventional pneumothorax and hydropneumothorax. Comparison to chest radiography.* Eur J Radiol, 2005. **53**(3): p. 463-70. **(2)**.
229. Casoni, G.L., et al., *Transbronchial lung cryobiopsy in the diagnosis of fibrotic interstitial lung diseases.* PLoS One, 2014. **9**(2): p. e86716.

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

230. Ault, M.J., et al., *Thoracentesis outcomes: a 12-year experience*. Thorax, 2015. **70**(2): p. 127-32.
231. Colt, H.G., N. Brewer, and E. Barbur, *Evaluation of patient-related and procedure-related factors contributing to pneumothorax following thoracentesis*. Chest, 1999. **116**(1): p. 134-8.
232. Doyle, J.J., et al., *Necessity of routine chest roentgenography after thoracentesis*. Ann Intern Med, 1996. **124**(9): p. 816-20. **(4)**.
233. Pihlajamaa, K., et al., *Pneumothorax and the value of chest radiography after ultrasound-guided thoracocentesis*. Acta Radiol, 2004. **45**(8): p. 828-32. **(4)**.
234. Shieh, L., et al., *Improving and sustaining a reduction in iatrogenic pneumothorax through a multifaceted quality-improvement approach*. J Hosp Med, 2015. **10**(9): p. 599-607.
235. Harrington, K.J., et al., *Risk factors for pneumothorax during percutaneous Hickman line insertion in patients with solid and haematological tumours*. Clin Oncol (R Coll Radiol), 1995. **7**(6): p. 373-6.
236. Kirkfeldt, R.E., et al., *Pneumothorax in cardiac pacing: a population-based cohort study of 28,860 Danish patients*. Europace, 2012. **14**(8): p. 1132-8.
237. Kirkfeldt, R.E., et al., *Complications after cardiac implantable electronic device implantations: an analysis of a complete, nationwide cohort in Denmark*. Eur Heart J, 2014. **35**(18): p. 1186-94.
238. Davey, C., et al., *Bronchoscopic lung volume reduction with endobronchial valves for patients with heterogeneous emphysema and intact interlobar fissures (the BeLieVeR-HIFI study): a randomised controlled trial*. Lancet, 2015. **386**(9998): p. 1066-73.
239. Klooster, K., et al., *Endobronchial Valves for Emphysema without Interlobar Collateral Ventilation*. N Engl J Med, 2015. **373**(24): p. 2325-35.
240. Herth, F.J., et al., *Radiological and clinical outcomes of using Chartis to plan endobronchial valve treatment*. Eur Respir J, 2013. **41**(2): p. 302-8.
241. Valipour, A., et al., *Endobronchial Valve Therapy in Patients with Homogeneous Emphysema. Results from the IMPACT Study*. Am J Respir Crit Care Med, 2016. **194**(9): p. 1073-1082.
242. Shah, P.L., et al., *Endobronchial coils for the treatment of severe emphysema with hyperinflation (RESET): a randomised controlled trial*. Lancet Respir Med, 2013. **1**(3): p. 233-40.
243. Deslee, G., et al., *Lung Volume Reduction Coil Treatment vs Usual Care in Patients With Severe Emphysema: The REVOLENS Randomized Clinical Trial*. JAMA, 2016. **315**(2): p. 175-84.
244. Sciruba, F.C., et al., *Effect of Endobronchial Coils vs Usual Care on Exercise Tolerance in Patients With Severe Emphysema: The RENEW Randomized Clinical Trial*. JAMA, 2016. **315**(20): p. 2178-89.
245. Herth, F.J., et al., *Segmental volume reduction using thermal vapour ablation in patients with severe emphysema: 6-month results of the multicentre, parallel-group, open-label, randomised controlled STEP-UP trial*. Lancet Respir Med, 2016. **4**(3): p. 185-93.
246. Perlmutter, L.M., et al., *Timing of chest film follow-up after transthoracic needle aspiration*. AJR Am J Roentgenol, 1986. **146**(5): p. 1049-50.
247. Byrd, R.P., Jr., C. Fields-Ossorio, and T.M. Roy, *Delayed chest radiographs and the diagnosis of pneumothorax following CT-guided fine needle aspiration of pulmonary lesions*. Respir Med, 1999. **93**(6): p. 379-81.
248. Gompelmann, D., et al., *Predictors of pneumothorax following endoscopic valve therapy in patients with severe emphysema*. Int J Chron Obstruct Pulmon Dis, 2016. **11**: p. 1767-73.
249. Du Rand, I.A., et al., *British Thoracic Society guideline for diagnostic flexible bronchoscopy in adults: accredited by NICE*. Thorax, 2013. **68** Suppl 1: p. i1-i44.
250. Izbicki, G., et al., *Avoiding Routine Chest Radiography after Transbronchial Biopsy Is Safe*. Respiration, 2016. **92**(3): p. 176-81.
251. Garofalo, G., et al., *Ultrasound diagnosis of pneumothorax*. Radiol Med, 2006. **111**(4): p. 516-25. **(2)**.

S3-Leitlinie: Diagnostik und Therapie von Spontanpneumothorax und postinterventionellem Pneumothorax, Kurzversion 05.03.2018

252. Nour-Eldin, N.E., et al., *Risk factors involved in the development of pneumothorax during radiofrequency ablation of lung neoplasms*. AJR Am J Roentgenol, 2009. **193**(1): p. W43-8. **(4)**.
253. Nour-Eldin, N.E., et al., *Outcomes of an algorithmic approach to management of pneumothorax complicating thermal ablation of pulmonary neoplasms*. J Vasc Interv Radiol, 2011. **22**(9): p. 1279-86. **(4)**.
254. Malone, L.J., et al., *Effect of intraparenchymal blood patch on rates of pneumothorax and pneumothorax requiring chest tube placement after percutaneous lung biopsy*. AJR Am J Roentgenol, 2013. **200**(6): p. 1238-43. **(3)**.
255. Yamagami, T., et al., *Role of manual aspiration in treating pneumothorax after computed tomography-guided lung biopsy*. Acta Radiol, 2009. **50**(10): p. 1126-33. **(5)**.
256. Havelock, T., et al., *Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010*. Thorax, 2010. **65 Suppl 2**: p. ii61-76.
257. Abbasi, S., et al., *Accuracy of emergency physician-performed ultrasound in detecting traumatic pneumothorax after a 2-h training course*. Eur J Emerg Med, 2013. **20**(3): p. 173-7. **(3)**.
258. Refaat, R.a.L.A.A., *The diagnostic performance of chest ultrasonography in the up-to-date work-up of the critical care setting*. Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medici, 2013. **44**((4)): p. 779-789. **(2)**.

Erstveröffentlichung: 04/2000

Überarbeitung von: 03/2018

Nächste Überprüfung geplant: 03/2023

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online