



# **Sofortmaßnahmen bei einem verunfallten Taucher mit Pneumothorax**

**Dr. Malte Book**

Arzt für Anästhesie

Klinik und Poliklinik für Anästhesiologie und Spezielle Intensivmedizin

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

Sigmund-Freud-Straße 25 D-53105 Bonn



## Definition

Als Pneumothorax (Pneu = Luft, Thorax = Brustkorb) wird eine Luftansammlung zwischen den Brustfellen bezeichnet. Das Brustfell (Pleura) bedeckt beide Lungenflügel (Pleura viszeralis) und kleidet den Brustkorb von innen aus (Pleura parietalis). Im gesunden Zustand „kleben“ die zwei Pleurablätter durch einen Flüssigkeitsfilm verbunden aneinander. Vergleichbares kann man bei zwei Glasscheiben beobachten, die angefeuchtet aufeinander gelegt werden, sie haften aneinander. Dieses Prinzip führt bei einer Ausdehnung des Brustkorbs (Einatmen) zu einer Ausdehnung der anhaftenden Lunge mit folgendem Lufteinstrom entsprechend dem durch die Volumenzunahme entstandenen negativen intrapulmonalen Druck. Sobald Luft zwischen die Pleurablätter gelangt (Pneumothorax), lösen sie sich voneinander. Eine Ausdehnung des Brustkorbs führt dann nicht mehr zu einer Ausdehnung der Lunge und es findet kein Lufteinstrom statt. Der nicht mehr belüftete Lungenflügel wird nicht mehr an der Sauerstoffaufnahme bzw. Kohlendioxidabgabe teilnehmen.

## Pathophysiologie

Ein Pneumothorax beim Tauchen kann als Folge eines pulmonalen Barotraumas in der Dekompressionsphase auftreten und stellt somit eine klassische klinische Manifestation des Gasgesetzes von Boyle-Mariotte dar. Dieses Gesetz besagt, dass das Produkt aus dem Druck  $p$  und dem Volumen  $V$  einer abgeschlossenen Gasmenge bei gleichbleibender Temperatur konstant bleibt.

$$p \times V = \text{konst. (für } T = \text{konst.)}$$

Entscheidende Bedeutung für den Taucher hat das Gesetz sowohl in der Kompressions- als auch in der Dekompressionsphase. Das Gas in den luftgefüllten Hohlräumen des Körpers unterliegt bei Änderungen des Umgebungsdrucks Volumenveränderungen (Verringerung des Volumens bei Druckanstieg und Vergrößerung des Volumens bei Druckabfall), diese müssen ausgeglichen werden, um nicht zu Schäden zu führen. Bei der Dekompression muss das sich in den Lungen ausdehnende Atemgas durch kontinuierliche Gasabgabe in die Umgebung freigesetzt werden. Dehnt sich das Gas in der Lunge extrem schnell aus, und kann aufgrund von Strömungshindernissen nicht oder nicht in schnell genug entweichen, kann es zum Überschreiten der Gewebe-Elastizitätsgrenze und letztlich zu Einrissen des Lungengewebes kommen.

Es gibt verschiedene Theorien zu den Strömungshindernissen beim Ausatmen.

Ein willkürlicher Verschluss der oberen Atemwege beim schnellen Aufstieg könnte diesen Mechanismus erklären. Doch Berichte von U-Boot Fahrern, die einen Notausstieg erlebt haben, beschrieben den Druck in den Atemwegen als so stark, dass ein willkürlicher Verschluss nicht möglich war.

Eine andere Theorie macht einen Laryngospasmus (Stimmritzenkrampf) für die Strömungsbehinderung verantwortlich. Ein Laryngospasmus kann als Folge von Panik oder nach Kontakt der Stimmritze mit Luft-Wasser Gemisch auftreten.

Die derzeit favorisierte Hypothese beschreibt als Ursache den Verschluss eines peripher gelegenen Bronchiolus durch zähe Atemwegssekrete oder Vorerkrankungen der Lunge. Bei einer Strömungserhöhung an einer peripheren Engstelle kann es zum Kollaps des Bronchiolus mit nachfolgendem Verschluss kommen.



Abhängig von der Lokalisation des Einrisses der Lunge sind unterschiedliche klinische Ausprägungen zu erwarten.

Bei einer Ruptur der Trachea oder der größeren Bronchien kann es zu einer Luftansammlung im Mediastinum (Mediastinalemphysem) und unter der Haut (subcutanes Emphysem) kommen.

Die Ruptur eines zentral gelegenen Lungenbläschens kann zum Übertritt von Gas in die Lungenvenen und in der Folge zu arteriellen Gasembolien führen.

Eine Ruptur unter der Pleura viszeralis führt zum Gaseintritt in den Pleuraspalt (Pneumothorax). In diesem Fall ist die Haftung der Lunge an der Brustwand aufgehoben und die Lunge folgt ihren elastischen Kräften und kollabiert.

## **Symptome eines Pneumothorax**

Es kommt zu plötzlich einsetzenden einseitigen thorakalen oder retrosternalen atemabhängigen Schmerzen, zu einer gesteigerten Atemfrequenz und zu Luftnot. Von aussen sichtbar sind möglicherweise eine eingeschränkte Thoraxbewegung und Lufteinschlüsse in das Unterhautgewebe (Hautemphysem) auf der betroffenen Seite. Bei der Auskultation fallen die reduzierten Atemgeräusche auf der betroffenen Seite auf und die Perkussion zeigt einen hypersonoren Klopfeschall.

Eine Komplikation stellt der Spannungspneumothorax dar. Hier kommt es zu einem Ventilmechanismus der verletzten Pleura viszeralis. Luft entweicht aus der Lunge in den Pleuraspalt, z. B. bei der Dekompression, kann aber nicht mehr zurück in die Lunge. Bei fortschreitender Dekompression kommt es zur Volumenzunahme des Gases im Pleuraspalt und zur Verdrängung des Herzens und des Mediastinums zur gesunden Seite. Das führt zu einem Stau des venösen Bluts vor dem rechten Herzen mit gestauten Halsvenen und einem beschleunigten Herzschlag. Durch die dabei auftretende Herz-Kreislauf-Beeinträchtigung stellt der Spannungspneumothorax eine vitale Gefährdung für den Patienten dar.

## **Sofortmaßnahmen**

Ein Pneumothorax ist ein Notfall, daher sollte bei jedem Verdacht professionelle Hilfe über eine Rettungsleitstelle angefordert werden. Patienten mit dem Verdacht auf einen Pneumothorax sollten sitzend gelagert werden, sofern sie bei Bewusstsein sind und eine stabile Herz-Kreislauffunktion zeigen. Darüber hinaus ist eine Sauerstoffgabe von 4-8 l/min empfohlen. Bis zum Eintreffen der Rettungskräfte darf der Patient nicht alleine bleiben und die Herz-Kreislauf-Funktion, sowie das Bewußtsein sollten engmaschig kontrolliert werden. Kommt es im Rahmen eines Spannungspneumothorax zu einem Herz-Kreislauf-Stillstand muß eine kardiopulmonale Reanimation begonnen werden. Eine Thoraxdrainage im 2.-3. ICR medioclavicular dient zur schnellen Entlastung des Pneumothorax.

## **Komplikationen**

Ein Pneumothorax, der nach einem Tauchgang auftritt, muß immer auch an andere Dekompressionsbarotraumatata denken lassen. Dazu gehört auch ein Pneumomediastinum, bei dem sich die Luft aus rupturierten Atemwegen im Mediastinum sammelt und dort wegen der Nähe zum Herzen und zu großlumigen Gefäßen eine vitale Bedrohung darstellt.

Darüber hinaus muß bei einem Pneumothorax auch an einen Übertritt von Gasen aus den rupturierten Atemwegen in das ebenfalls verletzte Gefäßsystem gedacht werden. Diese



4. Bonner Tauchersymposium 29. März 2003

arteriellen Gasembolien können in vielen Organen symptomatisch werden, besonders hervorgehoben sei die cerebral-arterielle Gasembolie, die eine sofortige Rekompensation unter Sauerstoffatmung notwendig macht. Nicht zuletzt sollte bei dem Patienten auch nach Symptomen einer Dekompressionskrankheit gesucht werden.