

## Thema

Grundlagen der Atmung

## Gliederung

1. Einleitung
2. Funktion der Atmung
3. Totraum
4. Zusammensetzung der Atemluft
5. Atemluftbedarf
6. Belastungen des Atemschutzgeräteträgers
7. Steuerung der Atmung
8. Atemkrise
9. Zusammenfassung, Wiederholung, Lernkontrolle

## Lernziele

Die Teilnehmer sollen nach diesem Ausbildungsabschnitt folgende Kenntnisse besitzen

- Prinzip des Atemvorganges und Einflussfaktoren auf die Atmung kennen

## Lerninhalte

- Bedeutung der Atmung
- Weg der Atemluft bzw. des Sauerstoffes und des Kohlendioxides
- Unterschied zwischen Brust- und Zwerchfellatmung
- Totraum und dessen Auswirkung auf die Atmung
- Bestandteile der Ein- und Ausatemluft und die Größenordnung der Anteile
- Faktoren, die den Atemluft- bzw. Sauerstoffbedarf des Menschen beeinflussen
- Belastungen des Atemschutzgeräteträgers
- Prinzip der Steuerung der Atmung
- Ursachen und Auswirkungen der Atemkrise
- Vermeidung der Atemkrise und Verhalten bei Auftreten

## Ausbilderunterlagen

a) Erforderliche Unterlagen, die den Lerninhalt für den Ausbilder darstellen

- Feuerwehr-Dienstvorschrift 7 (FwDV 7), **Feuerwehr Lernbar Bayern**

b) Ergänzende Unterlagen (bei Bedarf für den Ausbilder zur Vertiefung und als Hintergrundwissen)

- Knorr, Atemschutz, Rotes Heft Nr. 15, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart
- Eulenburg, Grundlagen des Atemschutzes, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart

## Lernhilfen

### a) Hilfsmittel für den Ausbilder

- Thema **AT Basis 2 Folie 1 bis 11**

### b) Hilfsmittel für den Teilnehmer

- Merkblatt 4.011 „Atenschutzgeräteträger“, **Feuerwehr Lernbar Bayern**
- Teilnehmerunterlage „Grundlagen der Atmung“, **Feuerwehr Lernbar Bayern**

## Vorbereitungen

- Keine

## Anmerkungen

- Keine

## Sicherheitsmaßnahmen

- Keine

## Thema

### Grundlagen der Atmung

#### 1. Einleitung

##### Beispiel

Ein Lagerfeuer mit teilweise feuchtem Holz wird entzündet. Das Feuer raucht stark. Im Freien ist dies recht unbedenklich; dem Rauch kann ausgewichen werden

Was geschieht, wenn das Feuer in einem geschlossenen Raum entfacht wird?

- Der Aufenthalt in diesem Raum ist gefährlich, weil
  - Atmung durch Rauch beeinträchtigt wird
  - Luftsauerstoff nicht mehr ausreichend vorhanden ist
  - Atemgifte entstehen
- Ein Aufenthalt in diesem Raum ist nur mit Atemschutzgeräten möglich
- Der sichere Gebrauch von Atemschutzgeräten erfordert ausreichende Kenntnisse über
  - Funktion der Atmung und Möglichkeiten der Beeinflussung
  - Atemkrise
  - Erschwerte Bedingungen (Atemwiderstand, Angst, Gewicht der Ausrüstung, Rauch, Wärme usw.)

#### 2. Funktion der Atmung

- Welchen Zweck hat die Atmung, warum müssen wir atmen?
  - Körperzellen mit Sauerstoff versorgen
  - Beim Stoffwechsel in den Körperzellen entstehendes Kohlendioxid abführen
- Atmung lebensnotwendig
  - Mensch kann ohne Atmung nur wenige Minuten weiterleben
  - Störungen der Atmung bedeuten akute Lebensgefahr
  - Bewußte Atmung führt zu Stressabbau
- Atemorgane
  - Obere Atemwege
    - ▶ Nase / Mund
    - ▶ Bei Nasenatmung wird die Luft erwärmt, angefeuchtet und von grobem Staub befreit. Bei großem Luftverbrauch Mundatmung
  - ▶ Rachenraum

Beispiel erläutern

Einige Meinungen der Teilnehmer sammeln

Frage an Teilnehmer stellen

Thema **AT Basis 2 Folie 1**

Thema **AT Basis 2 Folie 2**

- Untere Atemwege
  - ▶ Kehlkopf  
Kehlkopfdeckel verschließt beim Schlucken den Atemweg (verhindert Verschlucken)
  - ▶ Luftröhre
  - ▶ Lunge mit Lungenästen (Bronchien) und Lungenbläschen (Alveolen)
- Durch Brustkorb geschützt
- Zwerchfell unterer Abschluss des Brustraumes
- Sauerstoff- und Kohlendioxidaustausch
  - In der Lunge tritt durch die Wand der Lungenbläschen ein Teil des Sauerstoffes ins Blut über
  - Das Herz transportiert das sauerstoffangereicherte Blut zu den Körperzellen
  - Dort wird der Sauerstoff an die Zellen abgegeben und beim Stoffwechsel entstandenes Kohlendioxid aufgenommen
  - Das sauerstoffarme Blut wird zurück zum Herz und von dort zur Lunge gebracht
  - Durch die Wand der Lungenbläschen tritt ein Teil des Kohlendioxids in die Luft über
- Atembewegungen
  - Einatmung
    - ▶ Vergrößern des Brustraumes durch Heben des Brustkorbes und Senken des Zwerchfelles
    - ▶ Lunge folgt der Ausdehnung
    - ▶ In den vergrößerten Lungenraum strömt über die Atemwege Luft ein
  - Ausatmung
    - ▶ Verkleinern des Brustraumes durch Senken des Brustkorbes und Heben des Zwerchfelles
    - ▶ Lunge wird zusammengedrückt
    - ▶ Luft strömt über die Atemwege aus der Lunge aus
  - Unterscheidung
    - ▶ Brustatmung  
und
    - ▶ Bauchatmung (Zwerchfellatmung)
  - Brustatmung führt Atemluft vor allem dem oberen Teil der Lunge zu, Bauchatmung dem unteren Teil
  - Zusammenwirken Brust- und Bauchatmung für gute Versorgung aller Teile der Lunge mit Luft vorteilhaft

Thema **AT Basis 2 Folie 3**Thema **AT Basis 2 Folie 4**

ggf. Atemvorgang langsam vormachen, Ausdehnen und Zusammenziehen des Brustkorbes sowie Heben und Senken der Bauchdecke müssen dabei gut zu erkennen sein

ggf. Vormachen, zur Verdeutlichung bei Brustatmung Hand auf Brustkorb und bei Bauchatmung Hand auf Bauch legen

Teilnehmer selbst ausprobieren lassen

### 3. Totraum

- Totraum (anatomisch)
  - Atemweg von Nase bzw. Mund bis zu den Lungenbläschen
  - Totraum an Atmung nicht beteiligt, nur Zu- und Ableitung der Atemluft
  - Bei Einatmung zunächst Einströmen von im Totraum verbliebener Atemluft des vorhergehenden Atemzuges, erst dann gelangt Umgebungsluft in die Lunge
- Belüftung der Lungenbläschen bei einem Atemzug
  - Normaler Atemzug ca. 0,5 l
    - ▶ Davon etwa 0,35 l frische Atemluft = 70 % und etwa 0,15 l Luft aus dem Totraum = 30 %
  - Flacher Atemzug ca. 0,25 l
    - ▶ Davon etwa 0,1 l frische Atemluft = 40 % und etwa 0,15 l Luft aus dem Totraum = 60 %
  - Tiefer Atemzug ca. 1,5 l
    - ▶ Davon etwa 1,35 l frische Atemluft = 90 % und etwa 0,15 l Luft aus dem Totraum = 10 %
- Totraum um so nachteiliger, je flacher die Atmung
  - Bei hastiger, oberflächlicher Atmung gelangt nur wenig frische Atemluft in die Lungenbläschen
  - Deshalb
    - ▶ Besonders bei Atemnot möglichst ruhig und tief durchatmen, tiefes Ausatmen besonders wichtig
    - ▶ Je größer die Luftmenge eines Atemzuges, um so geringer der Einfluss des Totraumes
- Atemschutzmaske vergrößert zusätzlich den Totraum (gerätetechnischer Totraum)
  - Deshalb tiefe Atmung besonders wichtig

Thema **AT Basis 2 Folie 5**

Thema **AT Basis 2 Folie 6**

Thema **AT Basis 2 Folie 7**

#### 4. Zusammensetzung der Atemluft

- Einatemluft ist Gasgemisch, im Durchschnitt
  - 21 % Sauerstoff (O<sub>2</sub>)
  - 0,04 % Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)
  - 78 % Stickstoff (N<sub>2</sub>)
  - 0,96 % Edelgase (Helium, Neon, Argon...)
- Für Atmung nur Sauerstoff- und Kohlendioxidanteil von Bedeutung
  - Bei niedrigem Sauerstoffgehalt der Atemluft (unter 17 %) kann nicht mehr genügend Sauerstoff ins Blut übernommen werden – Gefahr des Sauerstoffmangels
  - Beim Stoffwechsel entstandenes Kohlendioxid wird ausgeatmet
- Ausatemluft enthält im Durchschnitt
  - 17 % Sauerstoff (O<sub>2</sub>)
  - 4,04 % Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>)
  - 78 % Stickstoff (N<sub>2</sub>)
  - 0,96 % Edelgase
- Zusätzlich enthält die Luft Wasserdampf (Luftfeuchtigkeit), in der Ausatemluft ist der Wasserdampfanteil etwas erhöht
- Für die Atemspende (lebensrettende Sofortmaßnahme) ist der Sauerstoffanteil der Ausatemluft noch ausreichend

#### 5. Atemluftbedarf

- Atemluftbedarf nicht konstant, hängt hauptsächlich von der erbrachten körperlichen Leistung ab
  - Beispiele
    - ▶ Stehen
    - ▶ Gehen
    - ▶ Treppen steigen
    - ▶ Leiter besteigen
    - ▶ Personenrettung
  - Darüber hinaus ist der Atemluftbedarf abhängig von
    - ▶ Alter
    - ▶ Trainingszustand
    - ▶ Angst, Stress usw.
  - Die Einsatzzeit des Atemschutzgeräteträgers ist in erster Linie vom Atemluftbedarf abhängig

Thema **AT Basis 2 Folie 8**

Thema **AT Basis 2 Folie 9**

### Berechnungsbeispiel

- ▶ Mittelschwere Arbeit (z. B. Treppen steigen)
- ▶ Verbrauch 40 l/min
- ▶ Luftvorrat Pressluftatmer z. B. 1.600 l
- ▶  $1.600 \text{ l} : 40 \text{ l/min} = 40 \text{ min}$
- ▶ Luftvorrat ausreichend für 40 min
- Anpassung an jeweiligen Luftbedarf durch
  - Veränderung der Atemtiefe
    - ▶ Einatmen größerer oder kleinerer Luftmengen
  - Veränderung der Atemfrequenz
    - ▶ Anzahl der Atemzüge pro Minute
- Beim Erwachsenen in Ruhe ca. 14 – 18 Atemzüge pro Minute
  - Pro Atemzug 0,5 l Luft
- Menge der Atemluft (des Sauerstoffes), die aufgenommen werden kann, begrenzt
  - Dadurch wird u. a. die körperliche Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit beschränkt

## 6. Belastungen des Atemschutzgeräteträgers

Beim Tragen von Isoliergeräten und Bewegen in unübersichtlichen Bereichen wird der Atemschutzgeräteträger belastet durch

- Psychologische Faktoren, z. B.
  - Beklemmung
  - Angstzustände durch schlechte Orientierung
- Beeinträchtigung der Verständigungsmöglichkeiten
- Thermische Belastung, z. B.
  - Wärmestrahlung
  - Erhöhung der Körperkerntemperatur
- Einengung des Sichtfeldes
- Gewicht der Ausrüstung
- Körperliche Faktoren, z. B.
  - Übergewicht
  - Trainingszustand

Thema **AT Basis 2 Folie 10**

## 7. Steuerung der Atmung

- Steuerung der Atmung (Atemtiefe und Atemfrequenz) durch Atemzentrum (Stammhirn) im verlängerten Rückenmark
  - Atemzentrum reagiert auf Kohlendioxid-Gehalt des Blutes
  - Bereits kleine Schwankungen bewirken Änderung von Atemtiefe und -frequenz
  - Bei größerer Arbeitsleistung
  - Höherer Sauerstoffverbrauch und vermehrte Abgabe von Kohlendioxid aus den Körperzellen ans Blut
  - Durch Erhöhung des Kohlendioxid-Gehaltes tiefere und vermehrte Atemzüge
- Neben unwillkürlicher Atmung auch willkürliche, d. h. bewusst gesteuerte Atmung möglich, aber eingeschränkt, z. B. Luft anhalten
  - Atmung setzt nach einiger Zeit auch gegen den Willen wieder ein

## 8. Atemkrise

- Atemtechnik
  - Richtig (tief und ruhig)
  - Falsch (flach und hastig)
- Entstehung der Atemkrise
  - Zusammenwirken von
    - ▶ Besonderen Stresssituationen
    - ▶ Falscher Atemtechnik (flach, hastig)
    - ▶ Größerer Belastung
  - Auswirkungen des Totraumes dann besonders stark
    - ▶ Luft wird mehr oder weniger nur im Totraum hin und her bewegt
    - ▶ Durch Atemschutzmaske noch verstärkt, da Totraum vergrößert

### Folge

- Änderung der Zusammensetzung der Atemluft in der Lunge, d. h.
  - ▶ Sauerstoff wird nicht ausreichend zugeführt
  - ▶ Kohlendioxid wird nicht ausreichend abgeführt
  - ▶ Dadurch höherer Kohlendioxidgehalt im Blut
- Atemzentrum wertet den erhöhten Kohlendioxidgehalt so, als ob nicht genügend Luft zur Verfügung steht
- Dadurch noch schnelleres Atmen, damit wird das Atmen noch kürzer und oberflächlicher

### Thema AT Basis 2 Folie 11

ggf. Atemtechnik vorführen  
Zunächst normalen Atemvorgang zeigen, d. h. tief ein- und ausatmen, dann flaches und hastiges Atmen, bei dem es zur Atemkrise kommen kann



- Somit wird noch weniger Sauerstoff aufgenommen, noch weniger Kohlendioxid abgeführt
  - Das führt zum **Sauerstoffmangel** im Körper
  - Leistungsfähigkeit von der Sauerstoffversorgung abhängig, deshalb Verminderung der Leistungsfähigkeit bis hin zur Bewusstseinsbeeinträchtigung
- Vermeidung, Verhalten bei Atemkrise
- Bewusst möglichst ruhig und tief durchatmen
  - Bei Atemnot still stehen, ruhig und tief durchatmen
  - Trupp bleibt unbedingt zusammen
  - Alter Bergmannspruch:  
Stehe still und sammle dich!

## 9. Zusammenfassung, Wiederholung, Lernkontrolle