



The image shows two divers in a blue underwater environment. The diver on the left is wearing a yellow and black wetsuit and is holding a camera. The diver on the right is wearing a white and black wetsuit and is also holding a camera. They are surrounded by a vibrant coral reef with various colors like red, orange, and green. The background is a clear blue water.

# FASZINATION TAUCHEN

Was Sie schon immer über das Tauchen wissen wollten!

# Gerald Six

- Beruf: IT Berater – kein Wissenschaftler
- Berufung: Faszination Tauchen und diese weiterzugeben
- Leidenschaft: Haus des Meeres, Mitglied seit 1983, Vorstand seit 2020
- > 50 Jahre Taucherfahrung
- Staatlich geprüfter Lehrwart & Trainer Tauchen
- CMAS Moniteur 3
- PADI Open Water Instructor
- SSI Instructor Trainer
- Ausbildungsleiter TSV diving.at seit 30 Jahren



# AGENDA

- 17:00 Begrüßung, einführende Worte & Impressionen  
Kathi Weidinger (UW-Filmerin)  
Gerald Six (Haus des Meeres)
- 17:25 Die physikalischen Grundlagen zum Tauchen  
Siggy Schweighofer (Physik- und Mathematiklehrer)
- 18:00 Tauchmedizin - Die Auswirkungen des Drucks auf den Körper  
Roswitha Prohaska (Tauchmedizinerin)
- 18:40 Pause mit Tauchimpressionen  
Kathi Weidinger
- 19:00 Faszination Apnoetauchen  
Christian Redl (Mehrfacher Weltrekordhalter)
- 19:40 Tauchsicherheit & Tauchausbildung  
Gerald Six
- 19:50 Impressionen – Neufeldersee  
Kathi Weidinger

**Ab 20:00 Gemütlicher Ausklang im Oceansky - exklusiv und über den Dächern Wien's**

# Tauchen & Haus des Meeres

- Geschichte der Meeresbiologie & Pioniere des Tauchens in AT
- Prof. Hans Hass
- Prof. Dr. Rupert Riedl
- Univ. Prof. Dr. Jörg Ott
- Dr. Michael Mitic
- Univ. Prof. Dr. Gerhard Herndl
- Mag. Dr. Daniel Abed-Navandi
  
- Fangfahrten
- Aquarium- und Tierpflege



# Faszination Tauchen

## Tauchimpressionen von Kathi Weidinger

Das Leben im Meer  
Faszination Tauchen  
Der Neufeldersee





# Tauchphysik

Magister der Chemie & Physik  
Mitbegründer vom TSV diving.at





# Einleitung

- Steigt der Mensch aus seiner gewohnten Umgebung - dem Land und der Atmosphäre - hinab ins Wasser, dann begibt er sich auf eine faszinierende Reise in die **Unterwasserwelt**.
- Aufgrund der hier in dieser Welt veränderten Umgebung herrschen andere physikalische Bedingungen, die nunmehr zu berücksichtigen sind.

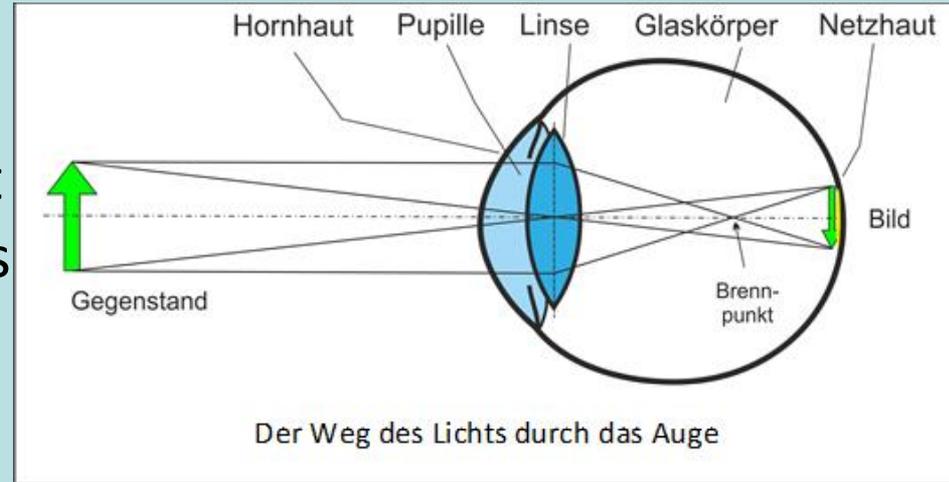


# **DAS SEHEN & HÖREN UNTER WASSER**

# Der optische Apparat des Auges

Licht ist ausschlaggebend dafür, dass wir etwas sehen können.

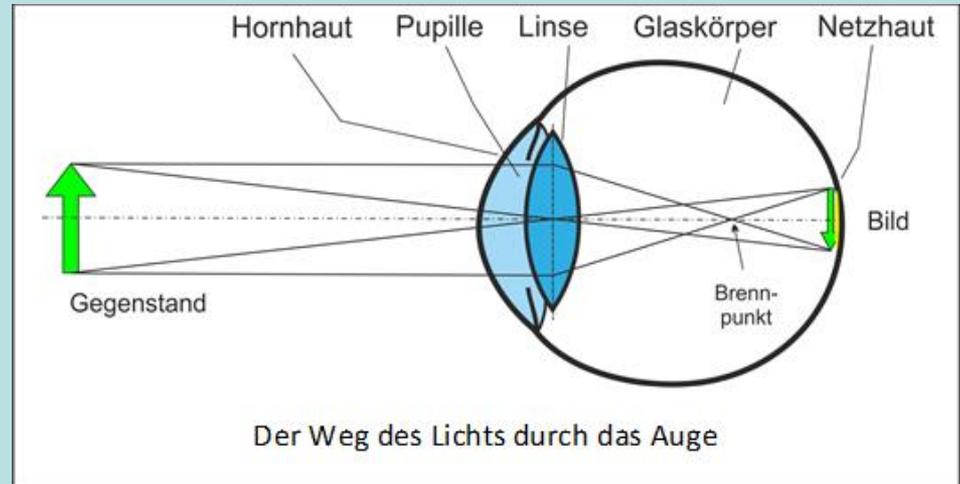
Die Teile des Auges, die am Sehvorgang beteiligt sind, bezeichnet man als den **optischen Apparat** des Auges.



Das Licht gelangt durch die durchsichtige **Hornhaut** in das Auge. Es passiert die **Pupille** und trifft über die **Augenlinse** und den **Glaskörper** auf die **Netzhaut**.

# Das Auge und das Sehen

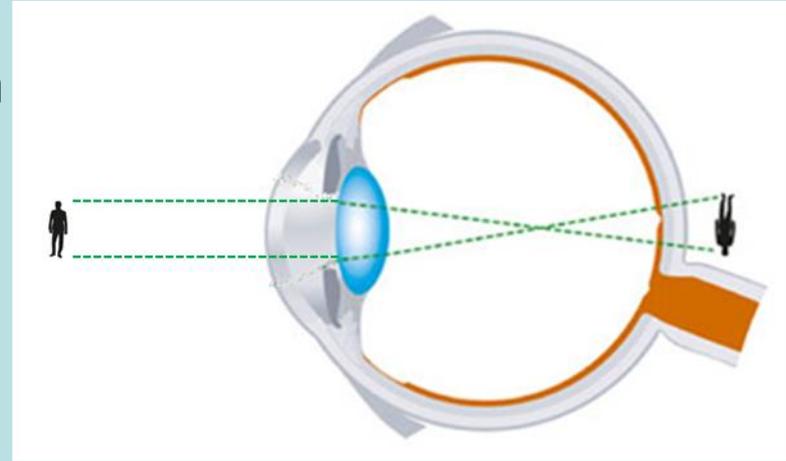
Der optische Apparat des Auges ist dafür verantwortlich, dass mit Hilfe der Brechung des Lichts ein Bild auf der Netzhaut entsteht.



Durch die Hornhaut wird das Licht am stärksten gebrochen, weil sich die Brechzahlen von Luft ( $n = 1$ ) und Hornhaut ( $n = 1,38$ ) sehr stark unterscheiden.

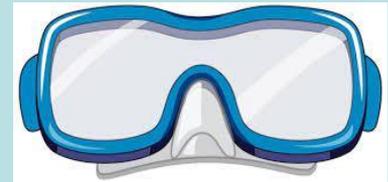
# Das Auge unter Wasser

- Wasser und das Auge haben nahezu gleiche Brechzahlen  
→ Man sieht daher unter Wasser alles sehr unscharf.



## Taucherbrille

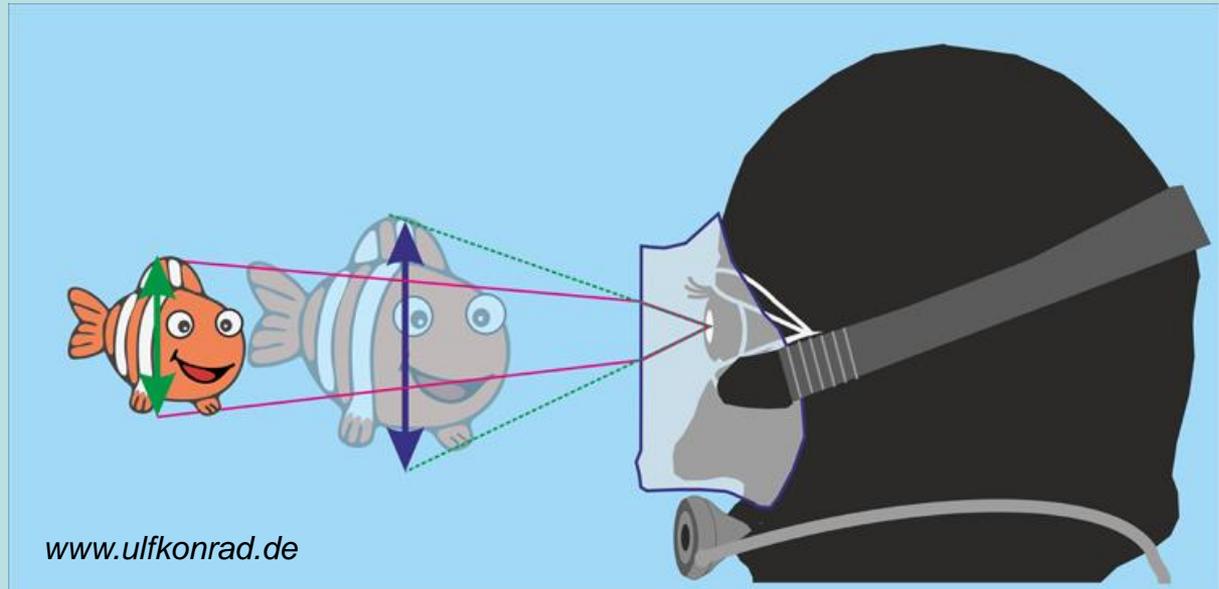
- Eine Taucherbrille schafft einen Luftpolster vor den Augen.  
→ Ein scharfes Sehen ist wieder möglich.



aber ...

# Das Sehen mit einer Taucherbrille

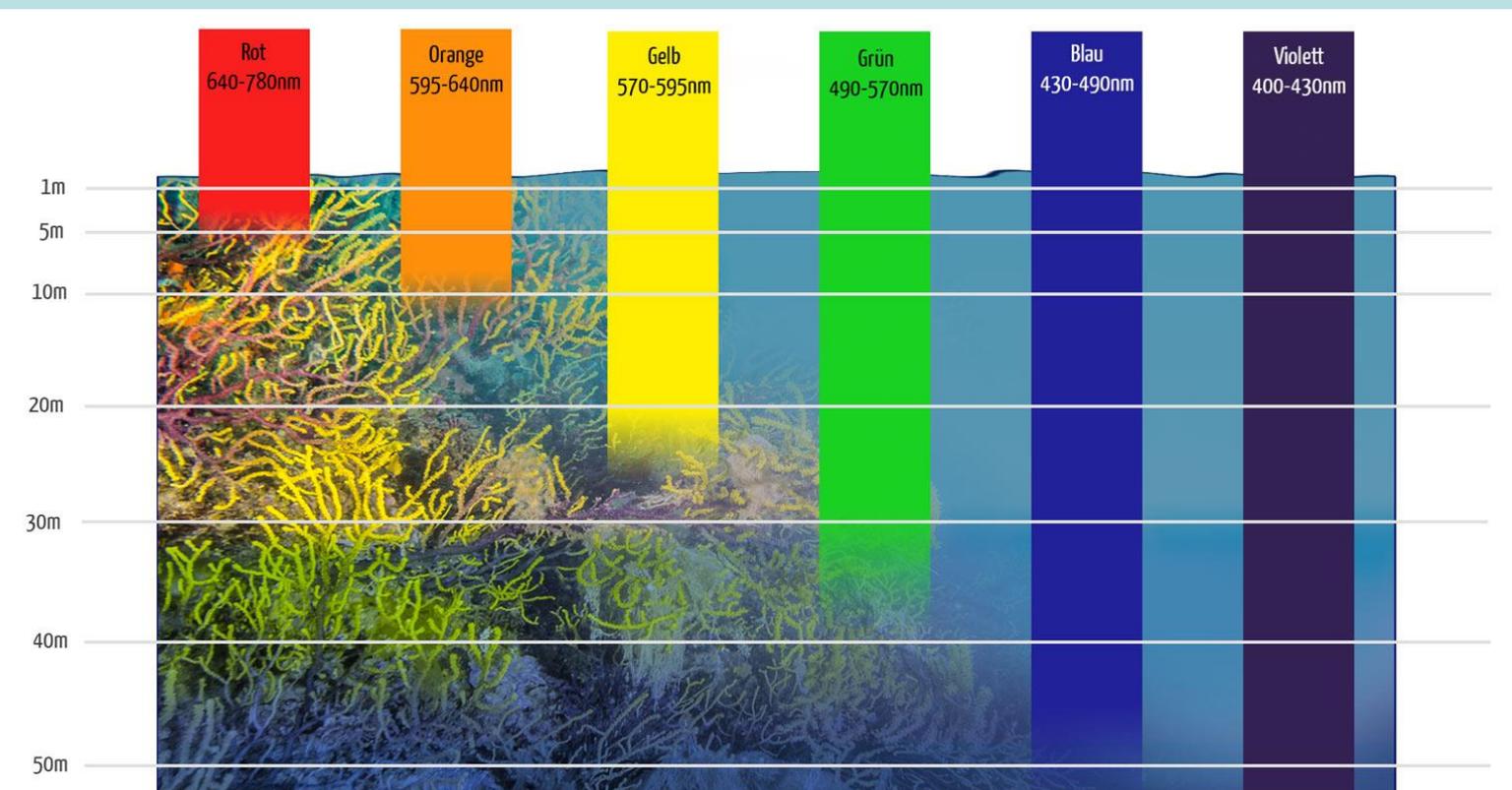
- Durch die zusätzliche Brechung (Wasser vor der Taucherbrille → Luft in der Brille) sieht man alles um  $\frac{1}{3}$  größer und  $\frac{1}{4}$  näher.



A vertical strip on the left side of the slide shows a vibrant underwater scene. It features a variety of colorful fish, including yellow, orange, and blue ones, swimming in clear blue water. In the lower portion, there is a dense coral reef with shades of pink, red, and purple.

# Farben unter Wasser

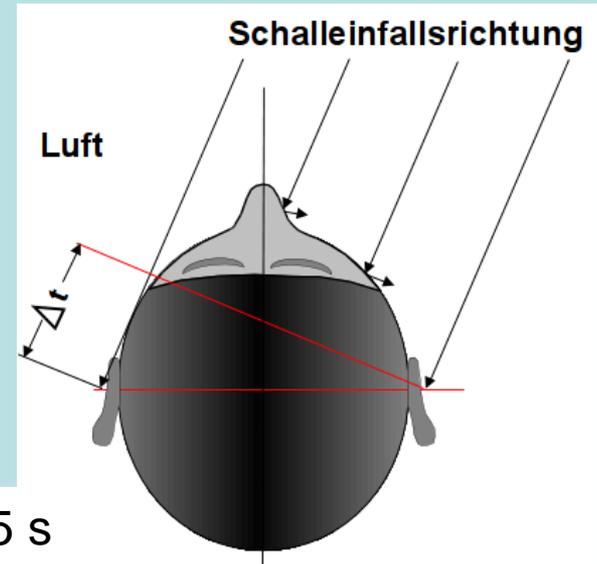
- Mit zunehmender Tauchtiefe geht Licht verloren.
- Dies ist von der Anzahl der Schwebeteilchen im Wasser abhängig.
  - **Absorption:**  
Licht wird von Schwebeteilchen „geschluckt“.  
(Lichtenergie wird in Wärme umgewandelt.)
  - **Streuung:**  
Licht wird an Schwebeteilchen in viele Teilstrahlen zerstreut.



Die Absorption und die Streuung sind frequenzabhängig. Das bedeutet, Farben gehen unterschiedlich verloren. Zuerst Rot (ca. 5m), dann Orange, Gelb, Grün, Blau, Violett (ca. 60m).

# Hören über Wasser

- Der Schall wird über das Trommelfell zu beiden Innenohren geleitet.
  - Schallwellen werden am Kopf reflektiert (großer Dichteunterschied) → keine Schalleitung über den Schädel
- Aus der Zeitdifferenz  $\Delta t$  des Eintreffens der Schallwellen an den Ohren ermittelt das Gehirn die Richtung der Schallquelle.
- Schallgeschwindigkeit: 340 m/s



$\Delta t$ : bis zu  $\sim 0,00045$  s

A vertical strip on the left side of the slide shows a vibrant underwater scene. It features a variety of colorful fish, including yellow and orange ones, swimming in clear blue water. In the lower part of the strip, there is a dense patch of pink and red coral.

# Hören unter Wasser

- Schall wird auch über den Schädelknochen zu beiden Innenohren geleitet und trifft zeitgleich ein ( $\Delta t = 0$ ).

⇒ Richtungshören nicht möglich!

- Weiters: geringe Schallabsorption aufgrund der hohen Dichte des Wassers.

⇒ Schallintensität verringert sich daher kaum.

- höhere Schallgeschwindigkeit: 1 485 m/s

All dies ist problematisch bei Annäherung eines Schiffes  
**Richtung und Entfernung sind nicht einzuschätzen.**



**MASSE – GEWICHT – DICHTHEIT  
DRUCK**



# Masse oder Gewicht

Was ist der Unterschied zwischen der Masse und dem Gewicht eines Körpers?

- Die Masse eines Körpers ist überall gleich, unabhängig davon, wo sich dieser befindet.
- Das Gewicht (= die Gewichtskraft) ist aber davon abhängig, wo sich der Körper befindet.
  - Auf eine Masse von 60 kg wirkt auf der Erde eine Gewichtskraft von 600 N.
  - Am Mond jedoch nur von etwa 100 N. Dies fühlt sich so an, als ob man auf der Erde eine Masse von 10 kg hätte.
  - Die Masse beträgt aber auch auf dem Mond unverändert 60 kg!

# Dichte

- Die Dichte beschreibt eine wichtige physikalische Eigenschaft der Materie.
- Das Formelzeichen ist  $\rho$  (Rho)
- Die Dichte  $\rho$  ist als der Quotient aus der Masse  $m$  eines Körpers und seinem Volumen  $V$  definiert:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- Die Maßeinheit ist  $1 \text{ kg/m}^3$  ( $\triangleq 1 \text{ g/cm}^3$ )



# Unsere Atmosphäre

- Die Atmosphäre ist ein Gemisch verschiedener Gase.  
(homogenes Gasgemisch)
- Die Bestandteile sind:

– <b>Stickstoff</b> (N <sub>2</sub> )	78,08 Vol.-%
– <b>Sauerstoff</b> (O <sub>2</sub> )	20,94 Vol.-%
– Argon	0,93 Vol.-%
– Kohlenstoffdioxid (CO <sub>2</sub> )	0,04 Vol.-%
– weitere Edelgase, Methan	0,01 Vol.-%

(Werte gelten für bodennahe trockene Luft.)

Luft





# Dichte der Atmosphäre

- Die Dichte der atmosphärischen Luft beträgt auf Meereshöhe  $1,29 \text{ kg/m}^3$  bei  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
( $1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ Liter}$ )
- Die Dichte nimmt mit zunehmender Temperatur ab:  
Bei  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  beträgt die Dichte der Luft  $1,20 \text{ kg/m}^3$ .  
– Funktionsgrundlage eines Heißluftballon
- Die Dichte nimmt auch mit zunehmender Höhe ab.  
z.B.:  $3\,800 \text{ m}$ :  $0,83 \text{ kg/m}^3$

# Druck

- Druck ist eine physikalische Größe
- Sie beschreibt die Wirkung einer Kraft, die auf eine bestimmte Fläche einwirkt.

$$\text{Druck} = \frac{\text{Kraft}}{\text{Fläche}}$$

- Formelzeichen: p
- Maßeinheit: 1 Pascal (1 Pa) [SI-Einheit]  
**1 bar** [im Alltag verwendete Einheit]





# Luftdruck

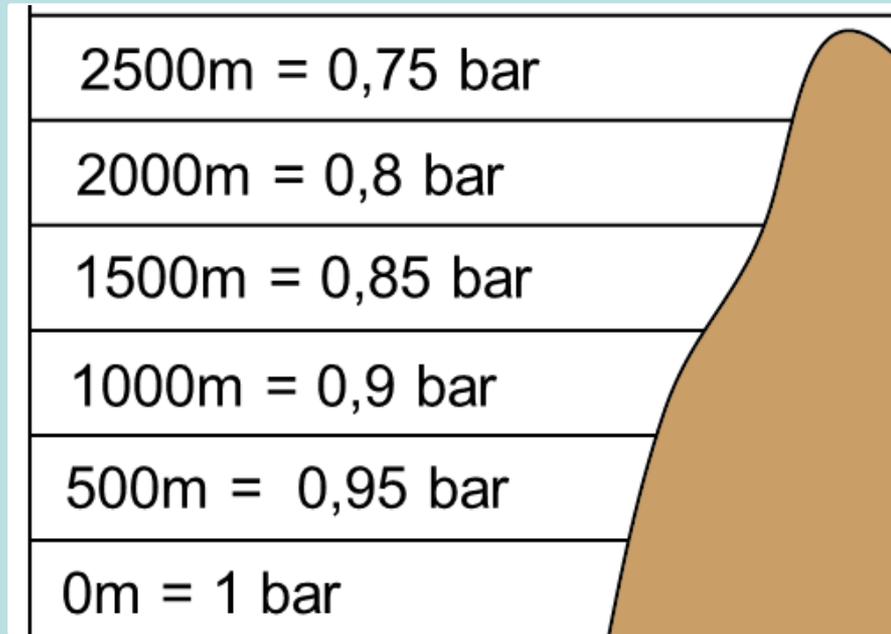
- Dieser Druck entsteht durch das Gewicht der Luftsäule ( $h \approx 100 \text{ km}$ ), die über der Erdoberfläche bzw. einem Körper steht. (*hydrostatischer Druck*)
- Das Gewicht der Luftsäule ist von der Masse und somit von der Dichte und dem Volumen abhängig.

$$G = m \cdot g = \rho \cdot V \cdot g$$

- Druck auf Meereshöhe: ca. 1 bar (100 000 Pa)
  - Normdruck 1 013,25 bar (101 325 Pa)

# Luftdruck

- Der Luftdruck nimmt mit der Höhe pro 1 000 m um 0,1 bar ab. (Dies gilt bis ca. 3 500m.)



A vertical strip on the left side of the slide shows an underwater scene with various colorful fish swimming above a vibrant coral reef. The water is clear blue, and the coral is in shades of red and pink.

# Wasserdruck

- Der Druck entsteht durch das Gewicht der Wassersäule, die über dem Grund, über einem Körper steht. (*hydrostatischer Druck*)
- Das Gewicht der Wassersäule ist von der Masse und somit von der Dichte abhängig. Wasser ist aber kaum komprimierbar, daher ist die Dichte nahezu konstant.
- Dies vereinfacht die Berechnung des Wasserdrucks in Abhängigkeit zur Wassertiefe  $t$ :

$$p = \rho \cdot g \cdot t$$



# Wasserdruck

- Der Wasserdruck erhöht sich mit der Tauchtiefe  $t$ .  
→ Alle 10 m steigt der Wasserdruck um 1 bar

$$p [\text{bar}] = \frac{t [\text{m}]}{10}$$

$$t = 10 \text{ m} \rightarrow p = 1 \text{ bar}$$

$$t = 20 \text{ m} \rightarrow p = 2 \text{ bar}$$

- Salzwasser hat eine größere Dichte:  $\rho = 1\,025 \text{ kg/m}^3$   
Daher sind Drücke im Salzwasser (Meer) etwas höher.

# Gesamtdruck

Tauchtiefe	Luftdruck	Wasserdruck	Gesamtdruck
0 m	1 bar	0 bar	1 bar
5 m	1 bar	0,5 bar	1,5 bar
10 m	1 bar	1 bar	2 bar
20 m	1 bar	2 bar	3 bar
30 m	1 bar	3 bar	4 bar



+ 50 %



+ 50 %



# DIE AUFTRIEBSKRAFT



# Archimedisches Prinzip

- „Jeder Körper, der leichter als Wasser ist, strebt beim Eintauchen mit einer Kraft nach oben, die sich aus der Differenz zwischen dem Gewicht des vom Körper verdrängten Wassers und dem Gewicht des Körpers selbst ergibt.“
- „Ist der Körper schwerer als das verdrängte Wasser, wird er mit einer Kraft nach unten gezogen, die sich aus der Differenz des Körpergewichtes zum Gewicht des von ihm verdrängten Wassers ergibt.“

**Der Auftrieb reduziert das Gewicht eines Körpers.**

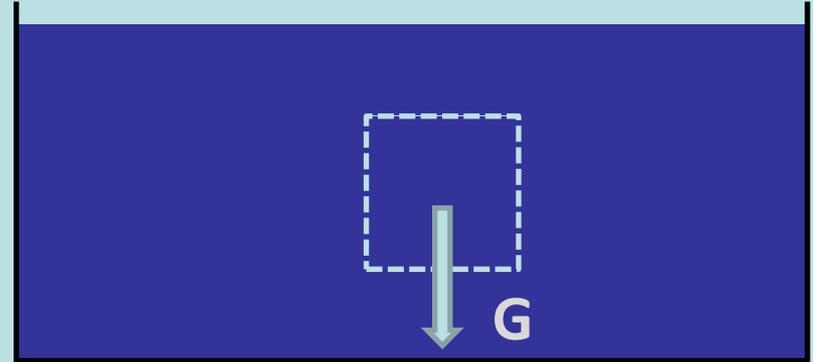
**Archimedes von Syrakus 287 – 212 v. Chr.**



# EIN GEDANKENEXPERIMENT

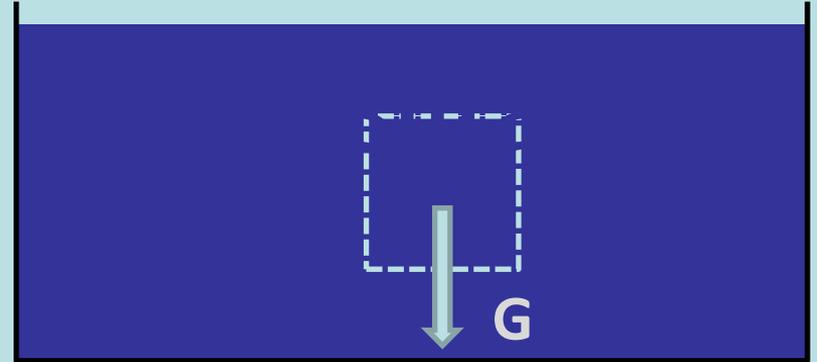


- Wir betrachten ein mit Wasser gefülltes Becken.
- Wir denken uns einen „gedachten“ Würfel, der natürlich auch nur aus Wasser besteht.
- Dieser Würfel hat entsprechend der Dichte von Wasser ( $1\,000\text{ kg/m}^3 = 1\text{ kg/dm}^3$ ) natürlich auch ein Gewicht ( $G$ ).
- Dieses Gewicht müsste bewirken, dass dieser Würfel nach unten sinkt.
- Die Erfahrung zeigt uns, dass dies nicht geschieht.



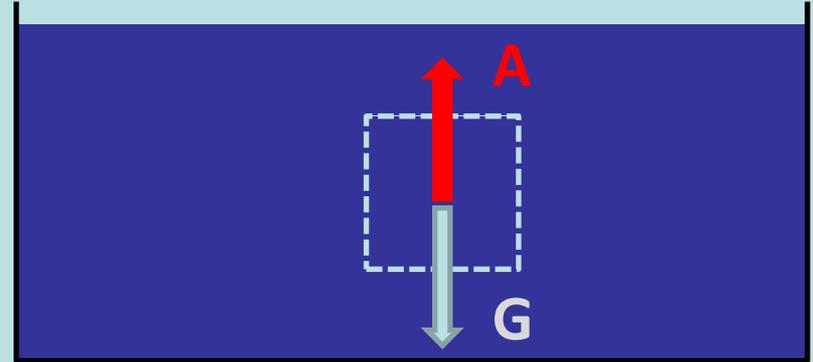


- Würde der Würfel nämlich tatsächlich nach unten sinken, dann müsste das Wasser in den freigewordenen Raum nachströmen.
- Und dies müsste mit jedem „gedachten“ Würfelraum passieren.
- Das Becken wäre von permanenten Strömungen durchzogen.
- Dies ist aber erfahrungsgemäß nicht der Fall.

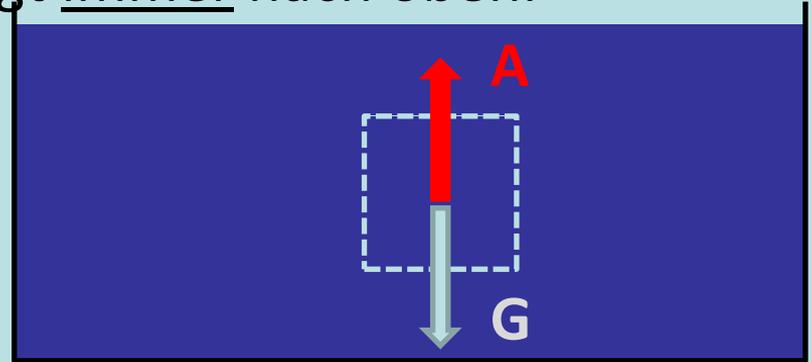




- Was hält nun unseren gedachten Würfel in seiner Position? Was wirkt dem Gewicht ( $G$ ) entgegen?
- Dies kann nur durch eine Kraft geschehen, welche von dem - den Würfel umgebende - Wasser erzeugt wird. Denn sonst ist ja nichts in unserem Becken.
- Das umgebende Wasser erzeugt offensichtlich eine Kraft, die dem Gewicht des gedachten Wasserwürfels entgegenwirkt.
- Diese Kraft wird **Auftriebskraft** oder kurz Auftrieb ( $A$ ) genannt.

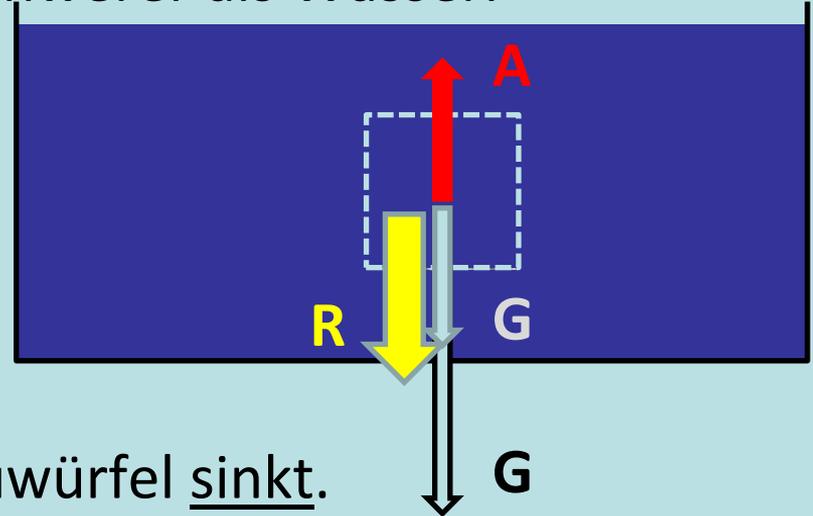


- Da dieser Auftrieb das Gewicht des „gedachten“ Wasserwürfels aufhebt, muss der Auftrieb
    - gleich groß wie das Gewicht  $G$  sein und
    - in die entgegengesetzte Richtung wie das Gewicht zeigen.
  - Das heißt der Auftrieb zeigt immer nach oben.
  - Die Summe der Kräfte ist gleich Null.
  - Es wirkt scheinbar keine Kraft auf diesen Würfel
- ⇒ Der Würfel schwebt.



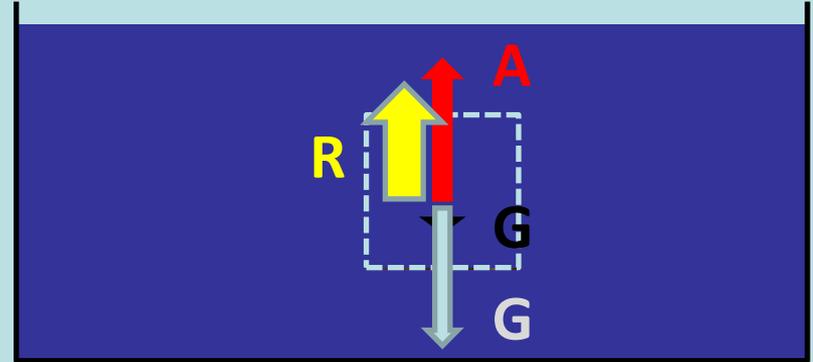
- Ersetzen wir nun diesen gedachten Wasserwürfel z.B. durch einen gleich großen Würfel aus **Aluminium**,
  - Es ändert sich nichts an der Umgebung des Würfels.
- ⇒ der Auftrieb, den der Aluminiumwürfel erfährt, ist gleich dem Auftrieb des Wasserwürfels.

- Der Alu-Würfel ist aber schwerer als Wasser.  
(Dichte  $\rho = 2\,700\text{ kg/m}^3$ )
- Das Gewicht ist daher größer als der Auftrieb.
- Es bleibt eine Restkraft R übrig, die den Aluwürfel nach unten zieht - der Aluwürfel sinkt.



- Ersetzen wir nun diesen gedachten Wasserwürfel z.B. durch einen gleich großen Würfel aus **Neopren**.
- Auch hier ist der Auftrieb, den der Würfel aus Neopren erfährt, ist gleich dem Auftrieb des Wasserwürfels.
- Die Dichte ( $130 \text{ kg/m}^3$ ) und daher das Gewicht von Neopren ist viel geringer als die des Wassers.
- Die Auftriebskraft ist größer als das Gewicht.
- Es ergibt sich nun eine Restkraft R, die nach oben zeigt.

⇒ Der Würfel steigt nach oben.





# Der Auftrieb

- Der Auftrieb ist immer eine nach oben gerichtete Kraft.
- Jeder Körper in einer Flüssigkeit oder in einem Gas erfährt einen Auftrieb:

$$A_K = \rho_F \cdot V_K \cdot g$$

$\rho_w$  ... Dichte der umgebenden Flüssigkeit (Gases)  
 $V_K$  ... Volumen des Körpers

- Ist die Dichte des Körpers größer als die Dichte des umgebenden Mediums, dann sinkt der Körper.
  - Beachte: Auch ein Körper, der sinkt erfährt einen Auftrieb!
- Ist die Dichte geringer, dann steigt der Körper auf.
- Eine **neutrale Tarierung** (Auftriebskraft = Gewichtskraft) **ist für das Tauchen essenziell!** → **Schwebezustand**



**GASGESETZE**

**BOYLE-MARIOTTE & HENRY**



# Ideales Gas

Der Zustand eines idealen Gases wird durch folgende Parameter (*Zustandsgrößen*) beschreiben:

- **Druck**  $p$
- **Volumen**  $V$
- **Temperatur**  $T$
- **Teilchenzahl**  $N$

Es gibt einen einfachen Zusammenhang dieser Größen:

$$p \cdot V = N \cdot k \cdot T$$

*$T$  in Kelvin*

*$k$  ... Konstante (Boltzmannkonstante)*

# Gesetz von Boyle-Mariotte

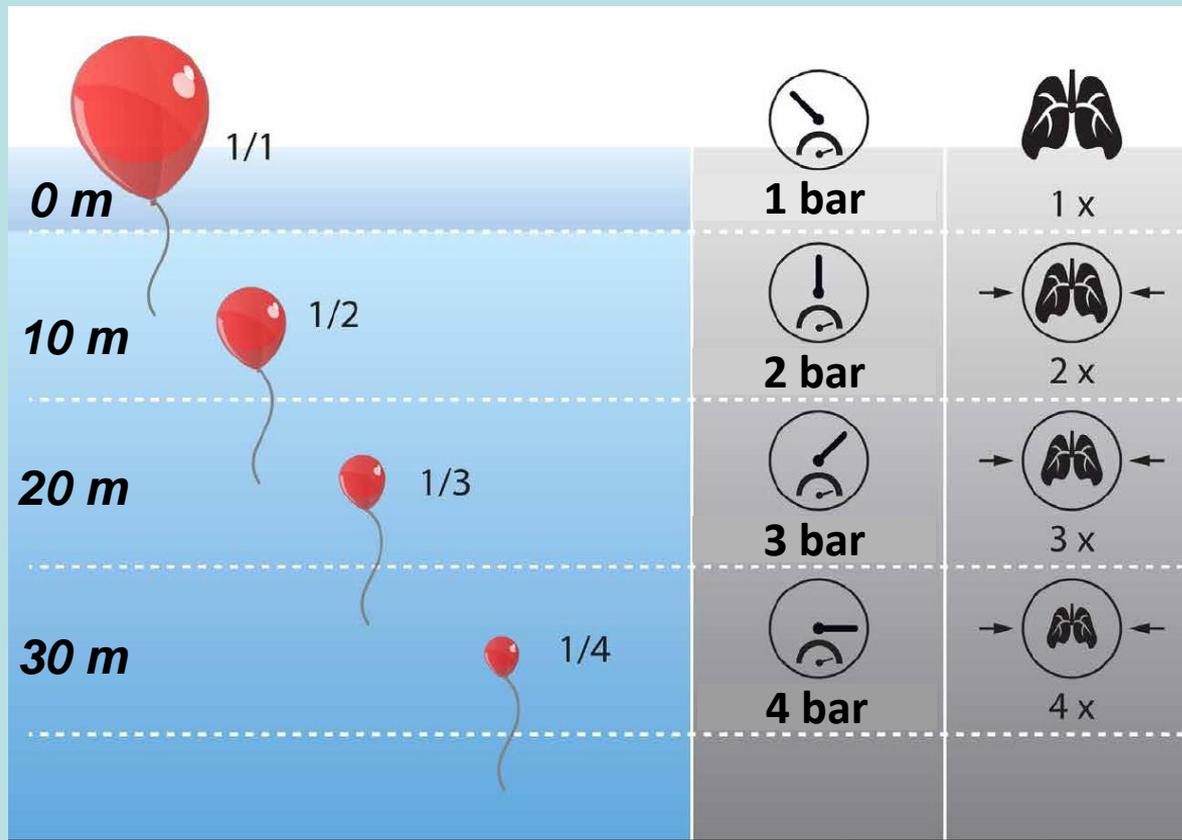
- Das Produkt von Druck und Volumen bleibt konstant.
  - Dies gilt nur, wenn Temperatur und Teilchenzahl gleich bleiben.

$$p \cdot V = \text{konst} \Rightarrow p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

- Druck und Volumen sind indirekt proportional, sie stehen in einem indirekten Verhältnis.
- Das bedeutet:  
Wird der Druck größer, so verringert sich das Volumen.

*Je größer der Druck desto kleiner das Volumen.  
Je kleiner der Druck desto größer das Volumen.*

# Auswirkungen

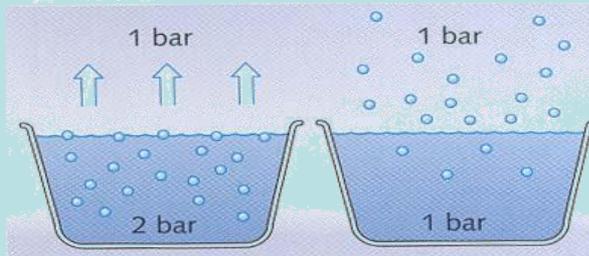
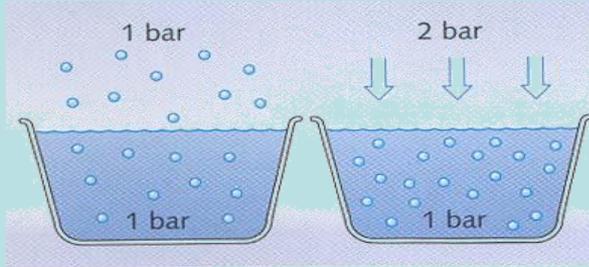




# Gesetz von Henry

- Gase können in Flüssigkeiten gelöst werden.
- Die Gasmenge, die gelöst werden kann, ist direkt vom Druck des Gases abhängig.
  - Wird der Druck erhöht, dann kann mehr Gas gelöst werden.
  - Ist der Gasdruck über der Flüssigkeit doppelt so groß, so kann auch doppelt so viel gelöst werden.
- Kann kein Gas in der Flüssigkeit mehr gelöst werden, dann spricht man von Sättigung.
- Wird dann der Druck des Gases erhöht, dann kann mehr Gas in der Flüssigkeit gelöst werden.

# Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten



- Wird der Gasdruck über der Flüssigkeit erhöht, dann wird mehr Gas gelöst. (Die Gaskonzentration steigt an.)
- Bei einer Druckminderung kann gelöstes Gas nicht mehr in Lösung gehalten werden.
- Bei zu schneller Druckminderung bilden sich Gasblasen in der Flüssigkeit!





**ENDE**



**TAUCHSICHERHEIT**

# Regeln beim Tauchen

- Tauche nie alleine!
- Gehe nur gesund ins Wasser!
- Mache regelmäßige Checks!
- Atme Unterwasser ruhig und regelmäßig!
- Plane Deine Tauchgänge und verfolge diesen Plan!
- Plane auch Notsituationen!
- Pflege Deine Ausrüstung!
- Halte Deine Fertigkeiten aufrecht!
- Respektier die Umwelt!
- Tauche nie über Deine Verhältnisse und entwickle ein Taucher Bewusstsein!



**TAUCHAUSBILDUNG**

# Tauchausbildung

- Tauchorganisationen: CMAS, PADI, SSI, ...
- Erste Schritte: Schnuppertauchen
- Grundausbildung
- Fortgeschrittenen Ausbildung
- Spezialisierungen
- Professional Ausbildung

Bei Fragen, stehe ich gerne zur Verfügung

- [gerald.six@haus-des-meeres.at](mailto:gerald.six@haus-des-meeres.at)



# Mitgliedschaft - WuF

- Montag und Donnerstag ganztägig freier Eintritt 9:00-20:00
- Thementage „Was-er-leben“ ausgewählte Aspekte & Themenbereiche werden populärwissenschaftlich präsentiert
- Science Day – Vergabe wissenschaftlicher Preise & Stipendien
- Austausch mit Wissenschaftlern & Forschern
- **Kostenloses Schnuppertauchen & vergünstigte Tauchkurse**
- **Mitgliedsbeitrag – Euro 30,-/Jahr**
- **Nächster Thementag: 22. April 2024**  
**Biologie und Fotografie – eine Synthese**  
**Alexander Schneider**





## Biologie und Fotografie - eine Synthese

Alexander Schneider

Die Fotografie stellt eine einzigartige und fundamentale Erfahrung für alle Interessensgebiete der Biologie dar. Der Biologe und ehemalige langjährige Obmann des erfolgreichsten Fotoclubs Österreichs präsentiert in seinem Vortrag die Prinzipien der Landschafts-, Tier- und Pflanzenfotografie sowie den Einsatz von Spezialobjektiven (Stacking) und wertvolle Bildverbesserungstipps mit Lightroom und Photoshop



**Montag, 22. April 2024, 18:00 Uhr**  
Lighthouse 10 im Haus des Meeres,  
1060 Wien, Fritz-Grünbaum-Platz 1

Tickets: <https://www.wifo-hdm.at/2024>

(Eintritt: Mitglieder des Vereins HdM-WiFo und der ZooBot 5,- €, sonst 10,-€)

# Oceansky - exklusiv

