

# Wie funktioniert die Schwimmblaste ...

... aus Sicht der Physik?

# Ausgangssituation



Fisch  
(homogenes Gewebe  
ohne Schwimmblase)



U-Boot  
(homogene Konstruktion  
mit wassergefüllten Tanks)

# 1. Sinken ohne Luft

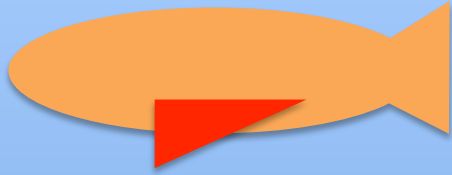
Dichte des Fisches  $>$  Dichte des Wassers  
Fisch sinkt nach unten



Dichte des U-Boots  $>$  Dichte des Wassers  
U-Boot sinkt nach unten

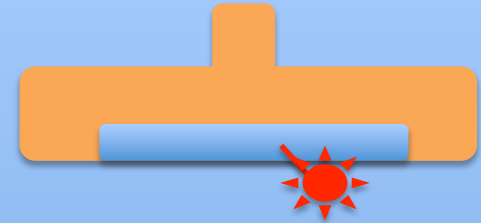


## 2. Schweben ohne Luft



Fisch müsste andauernd nach oben paddeln, um die Höhe zu halten

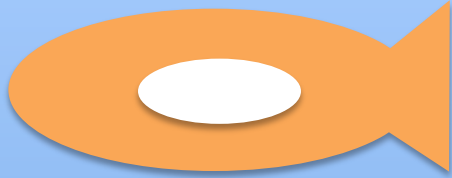
- hoher Energiebedarf
- schlechte Lösung



U-Boot müsste andauernd nach oben steuern, um die Höhe zu halten

- hoher Energiebedarf
- schlechte Lösung

# 3. Schweben mit Luft



Fisch bläht sich etwas auf,  
indem er sich mit Luft füllt  
(Schwimmlase)

→ Volumen steigt

→ mittlere Dichte sinkt

mittlere Dichte Fisch = Dichte Wasser

→ Fisch schwebt



U-Boot drückt Wasser aus den Tanks,  
indem es sie mit Luft füllt  
(Ballasttank)

→ Masse sinkt

→ mittlere Dichte sinkt

mittlere Dichte U-Boot = Dichte Wasser

→ U-Boot schwebt

# 4. Problem

Mit zunehmender Wassertiefe  
nimmt der Wasserdruck zu.

# 5. Abtauchen im Wasser

Ballasttanks sind aus Stahl  
(inkompressibel)

→ mittlere Dichte des U-Boots ist  
immer gleich groß  
wie die Dichte des Wassers

→ U-Boot kann in jeder  
Wassertiefe schweben

→ im Prinzip kein Energiebedarf



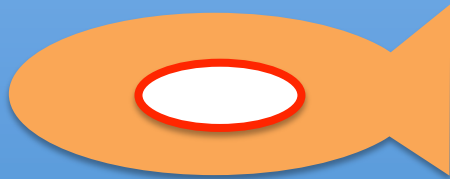
# 5. Abtauchen im Wasser

Wenn die Schwimmblase aus Stahl **wäre**  
(inkompressibel)

→ mittlere Dichte des Fisches **wäre**  
immer gleich groß  
wie die Dichte des Wassers

→ Fische **könnte** in jeder  
Wassertiefe schweben

→ im Prinzip kein Energiebedarf



Ballasttanks sind aus Stahl  
(inkompressibel)

→ mittlere Dichte des U-Boots ist  
immer gleich groß  
wie die Dichte des Wassers

→ U-Boot kann in jeder  
Wassertiefe schweben

→ im Prinzip kein Energiebedarf





# 5. Abtauchen im Wasser

Die Schwimmblase **ist aber nicht** aus Stahl

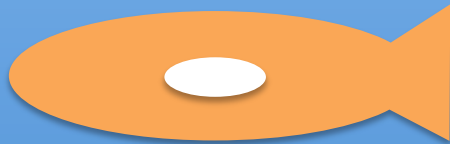
→ Schwimmblase und Fisch  
werden zusammengedrückt

→ Volumen sinkt

→ mittlere Dichte des Fisches steigt

mittlere Dichte Fisch > Dichte Wasser

→ Fisch sinkt ab



# 5. Abtauchen im Wasser

Fisch müsste wieder  
andauernd nach oben  
paddeln, um die Höhe zu halten

→ hoher Energiebedarf

→ schlechte Lösung



# 5. Abtauchen im Wasser

Fisch füllt beim Abtauchen  
die Schwimmblase mit Gas  
(Sekernieren)

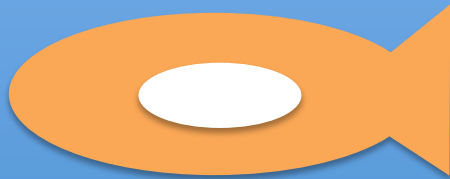
→ Druck in der Blase steigt

→ Volumen bleibt gleich

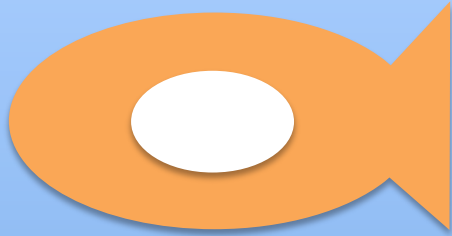
mittlere Dichte Fisch = Dichte Wasser

→ Fisch schwebt auch in der Tiefe

→ kein Energiebedarf



# 6. Auftauchen im Wasser



Beim Aufsteigen sinkt der Wasserdruck

→ Schwimmblase und Fisch  
dehnen sich aus

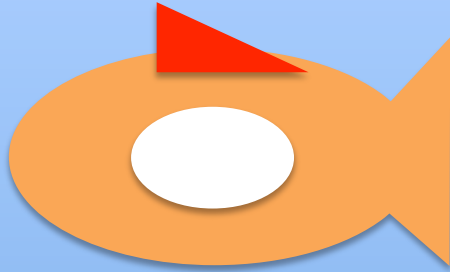
→ Volumen steigt

→ mittlere Dichte des Fisches sinkt

mittlere Dichte Fisch < Dichte Wasser

→ Fisch steigt weiter auf

# 6. Auftauchen im Wasser

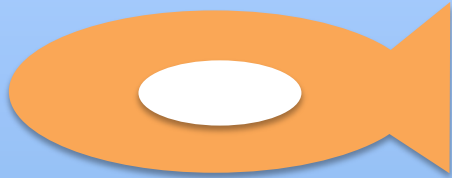


Fisch müsste  
andauernd nach *unten*  
paddeln, um die Höhe zu halten

→ hoher Energiebedarf

→ schlechte Lösung

# 6. Auftauchen im Wasser



Fisch entleert beim Auftauchen  
die Schwimmblase  
(Gas wird im Blut gelöst)

→ Druck in der Blase sinkt

→ Volumen bleibt gleich

mittlere Dichte Fisch = Dichte Wasser

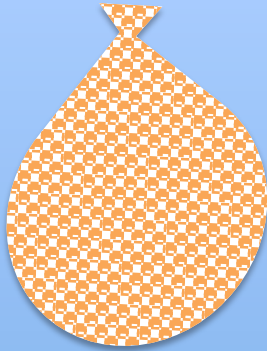
→ Fisch schwebt auch weiter oben

→ kein Energiebedarf

# 7. Fazit

- Die Schwimmblase wird nicht zum Auf- und Abtauchen verwendet, sondern dafür, die mittlere Dichte des Fisches in jeder Wassertiefe konstant zu halten.
- Der Fisch kann dadurch in jeder Tiefe energiesparend schweben.
- Die Schwimmblase müsste eigentlich Schwebeblase heißen.

# 8. Modellversuch für Fisch



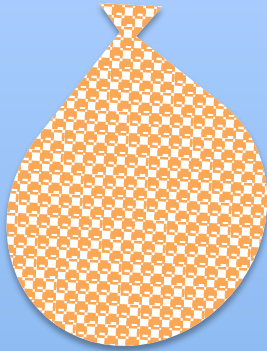
Sandsack im Wasser

mittlere Dichte Sack  $>$  Dichte Wasser

→ Sack sinkt nach unten



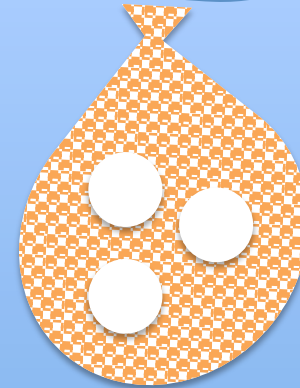
# 8. Modellversuch für Fisch



Sandsack im Wasser

mittlere Dichte Sack  $>$  Dichte Wasser

→ Sack sinkt nach unten



Sandsack wird mit Luftballons  
oder luftgefüllten Kugeln gefüllt

→ Volumen steigt

→ mittlere Dichte sinkt

mittlere Dichte Sack = Dichte Wasser

→ Sack schwebt

# 8. Modellversuch für U-Boot



Erlenmeyerkolben im Wasser

mittlere Dichte Kolben  $>$  Dichte Wasser

→ Kolben sinkt nach unten

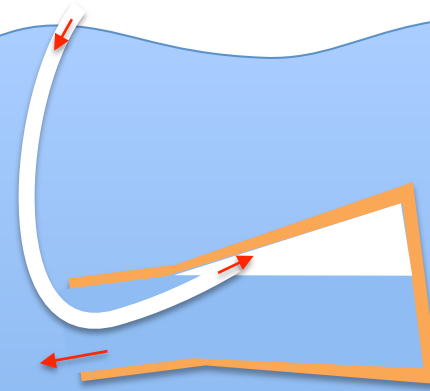
# 8. Modellversuch für U-Boot



Erlenmeyerkolben im Wasser

mittlere Dichte Kolben  $>$  Dichte Wasser

→ Kolben sinkt nach unten



Aus Erlenmeyerkolben wird Wasser gedrückt,  
indem er mit Luft gefüllt wird

→ Masse sinkt

→ mittlere Dichte sinkt

mittlere Dichte Kolbens = Dichte Wasser

→ Kolben schwebt