

Wie funktioniert die Schwimmblase ...

... aus Sicht der Physik?

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

Ausgangssituation



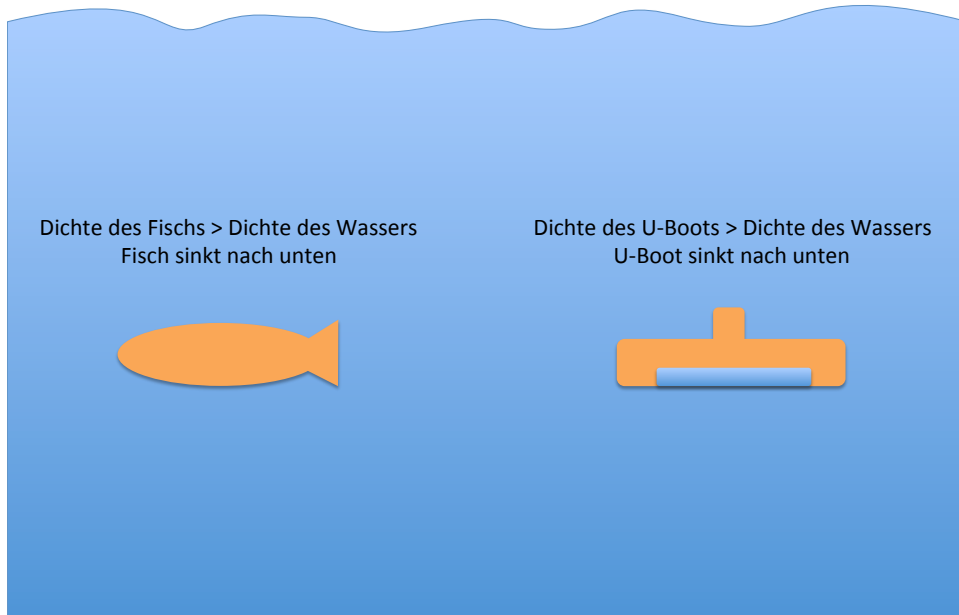
Fisch
(homogenes Gewebe
ohne Schwimmblase)



U-Boot
(homogene Konstruktion
mit wassergefüllten Tanks)

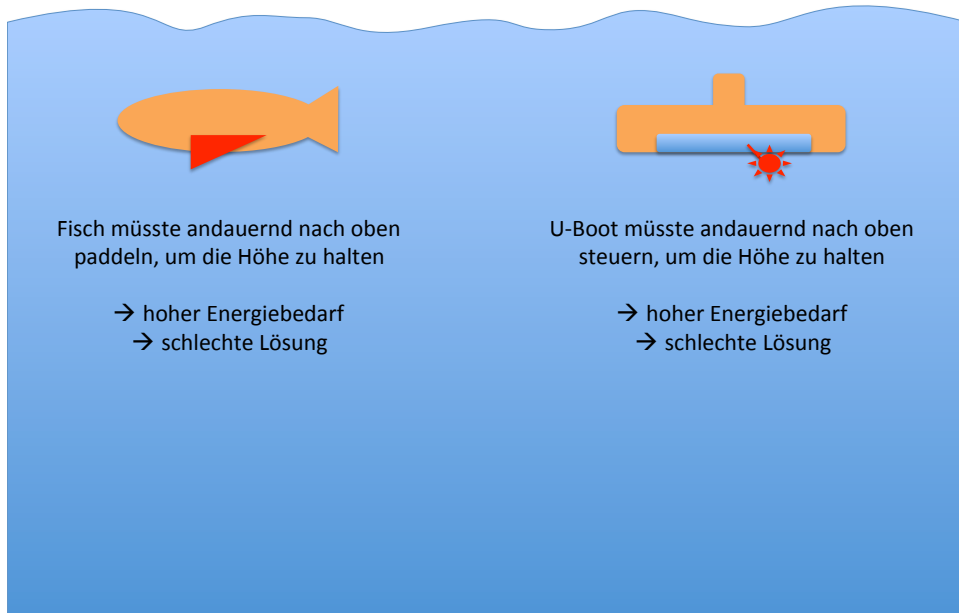
Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

1. Sinken ohne Luft



Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

2. Schweben ohne Luft



Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

3. Schweben mit Luft



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

→ 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

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

4. Problem

Mit zunehmender Wassertiefe
nimmt der Wasserdruck zu.

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

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



Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

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



Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

5. Abtauchen im Wasser

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

→ hoher Energiebedarf

→ schlechte Lösung



Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

5. Abtauchen im Wasser

Fisch füllt beim Abtauchen
die Schwimmblase mit Gas
(Sezernieren)

→ Druck in der Blase steigt

→ Volumen bleibt gleich

mittlere Dichte Fisch = Dichte Wasser

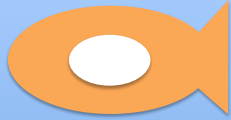
→ Fisch schwebt auch in der Tiefe

→ kein Energiebedarf



Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

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

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

6. Auftauchen im Wasser



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

→ hoher Energiebedarf

→ schlechte Lösung

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

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

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

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.

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

8. Modellversuch für Fisch

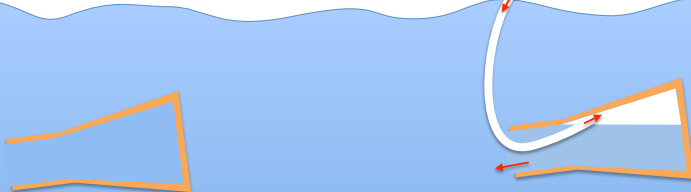


Sandsack im Wasser
mittlere Dichte Sack > Dichte Wasser
→ Sack sinkt nach unten

Sandsack wird mit Luftballons
oder luftgefüllten Kugeln gefüllt
→ Volumen steigt
→ mittlere Dichte sinkt
mittlere Dichte Sack = Dichte Wasser
→ Sack schwebt

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE

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

Florian Karsten – BNT ZPG – (CC) BY-NC-SA 3.0 DE