



DONNERSTAG, 24. SEPTEMBER 2015

10.15 – 11.30 Uhr

Begrüßung

Prof. Dr. Anke Kahl, Prorektorin für Planung, Finanzen und Transfer,
und Prof. Dr. Wolfgang Wagner, Dekan des Fachbereichs
Mathematik und Naturwissenschaften

KURS 01 Sucht- und Genussmittel

Dr. Helga Mölleken, Analytische Chemie

Der Magnus-Effekt

Prof. Dr. Wolfgang Wagner, Experimentelle Elementarteilchenphysik

📍 Campus Griffenberg, Hörsaal 11, Gebäude L, Ebene 9



Wer kennt diesen
Mann?



Manfred Kaltz – Der Urvater der Bananenflanke



Der Magnus-Effekt – Von Bananenflanken und schwebenden Tischtennisbällen

Prof. Dr. Wolfgang Wagner – Experimentelle Elementarteilchenphysik

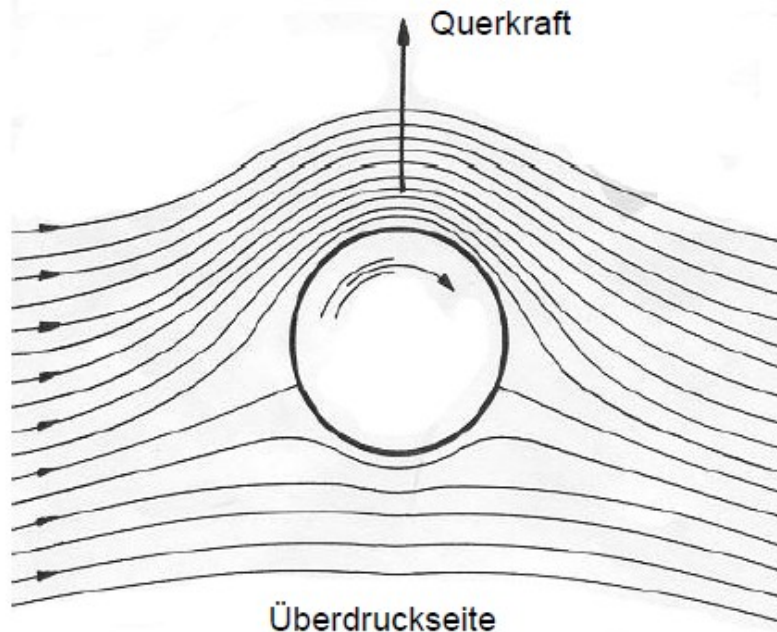


Abb. 20 - Strömungsbild am rotierenden Zylinder



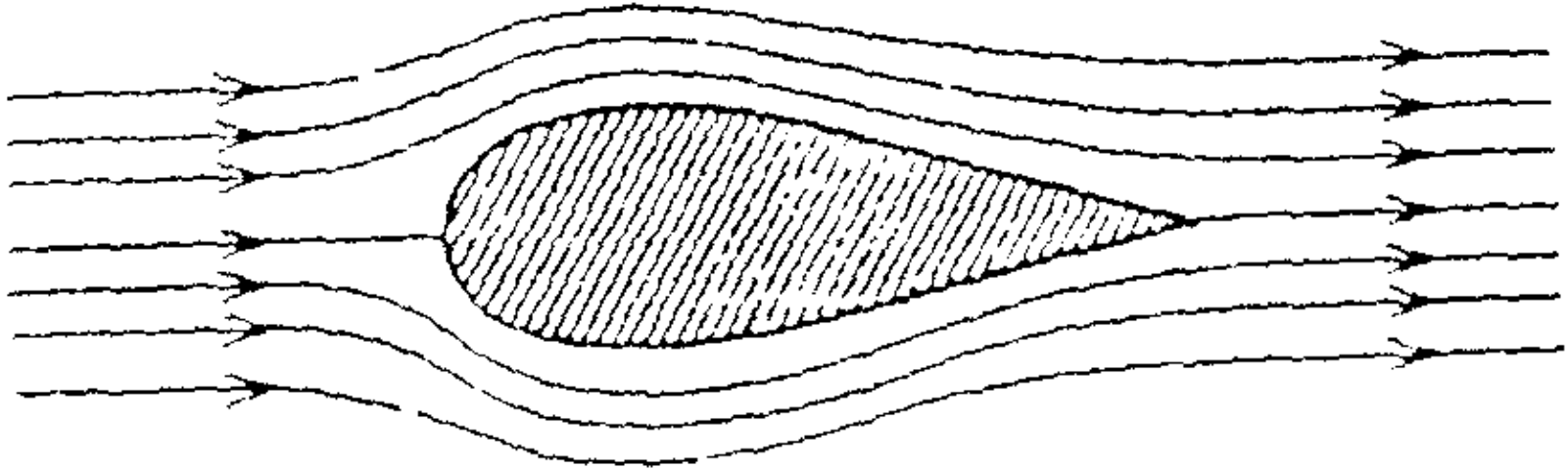
Alvaro Recoba – Der „Kaltz“ der 2000er Jahre



Was was macht die Physik der Bananenflanke aus?

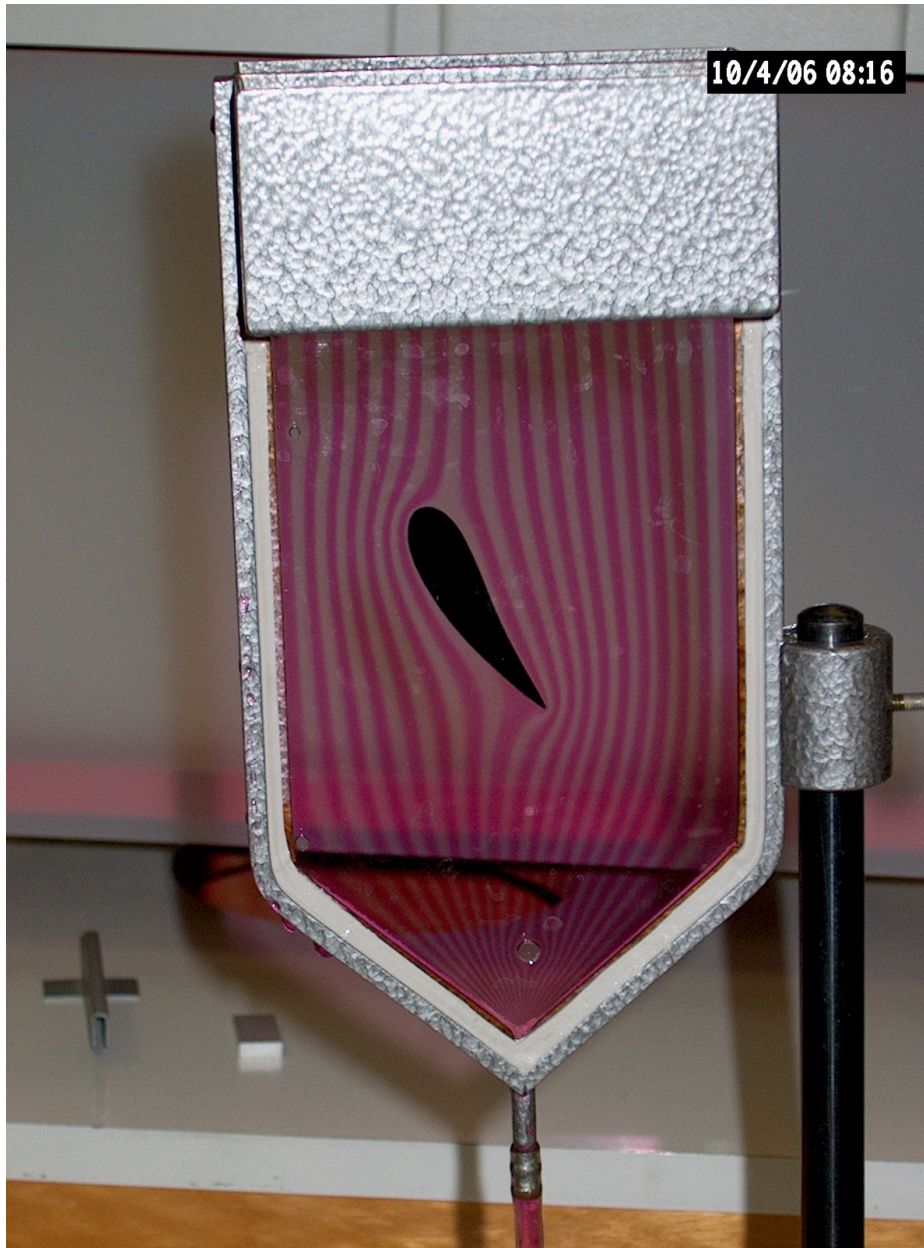
→ Kleiner Grundkurs Strömungsmechanik

Stromlinien



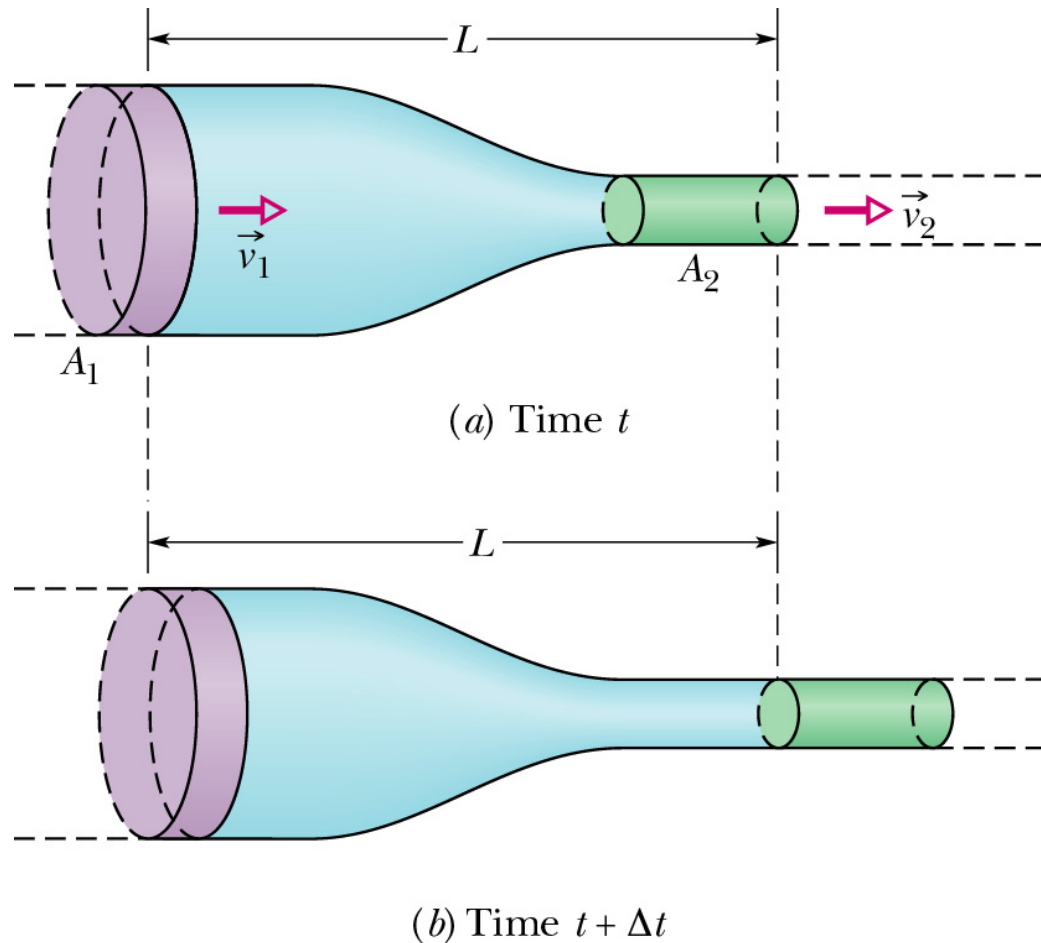
- Anschauliche Hilfsmittel zur Beschreibung einer Strömung.
- Stationäre Strömung: Stromlinien entsprechen Bahnen der strömenden Teilchen (oder Volumenelement ΔV bzw. Massenelement Δm)
- Tangente an Stromlinien = Richtung der Geschwindigkeit
- Dichte der Stromlinien = Betrag der Geschwindigkeit
- Laminare Strömung = Strömung in Schichten

Experiment: Pohlscher Strömungsapparat



Instrument zur Darstellung
von Stromlinien in
Demonstrations-
experimenten

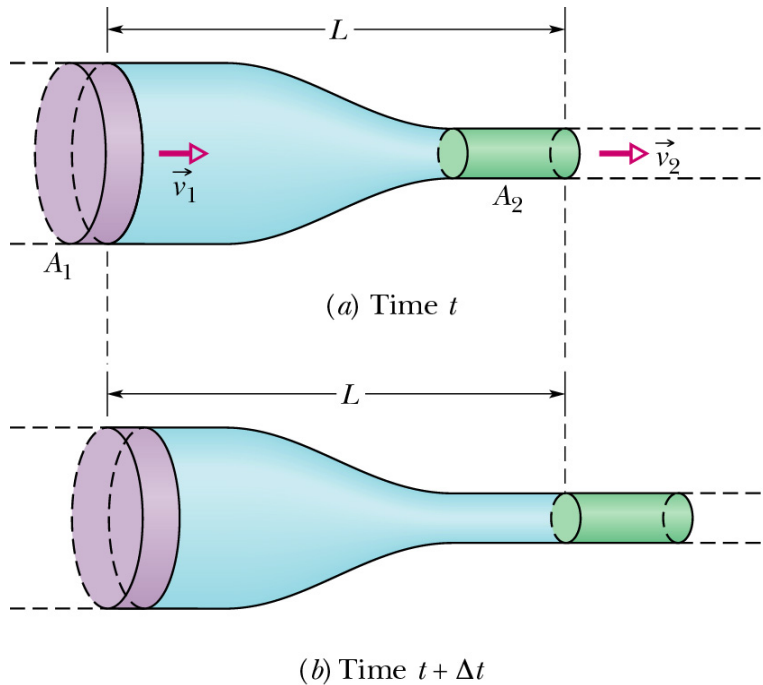
Die stationäre Kontinuitätsgleichung



Annahme:
Flüssigkeit inkompressibel:
 $\rho_1 = \rho_2 = \text{konstant}$

$$A_1 \cdot u_1 = A_2 \cdot u_2$$

Die stationäre Kontinuitätsgleichung



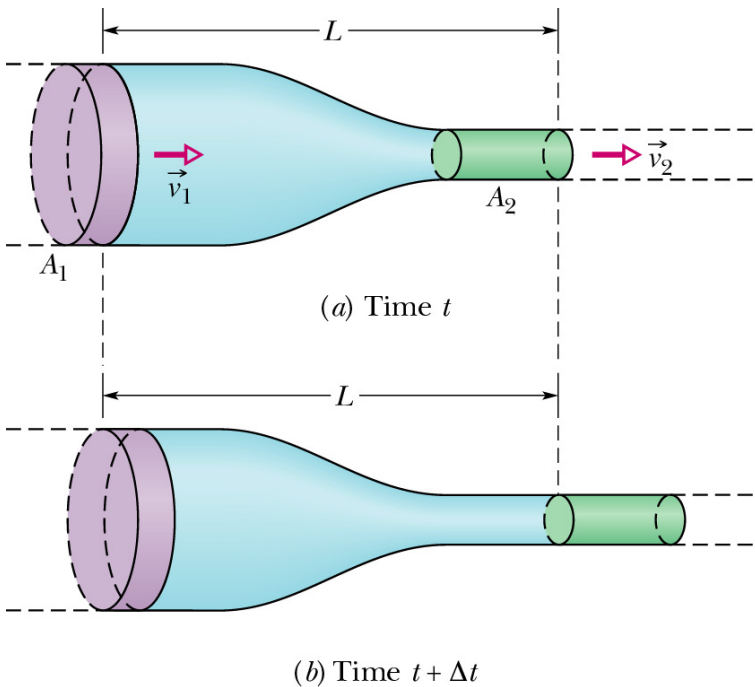
Kleiner Querschnitt → große Geschwindigkeit

Großer Querschnitt → kleine Geschwindigkeit

Falls Flüssigkeit
inkompressibel:
 $\rho_1 = \rho_2 = \text{konstant}$

$$A_1 \cdot u_1 = A_2 \cdot u_2$$

Die Bernoulli-Gleichung



Kleiner Querschnitt → große Geschwindigkeit

Großer Querschnitt → kleine Geschwindigkeit

Größere Geschwindigkeit
→ größere Bewegungsenergie des Flüssigkeitspakets

$$\frac{1}{2} \Delta m u_2^2 > \frac{1}{2} \Delta m u_1^2$$

Zwei Fragen:

- 1) Was ist mit Energieerhaltung?
- 2) Wie erfolgt Beschleunigung des Pakets auf u_2 ?

*Schwerefeld wird in dieser Form der Bernoulli-Gleichung ignoriert.

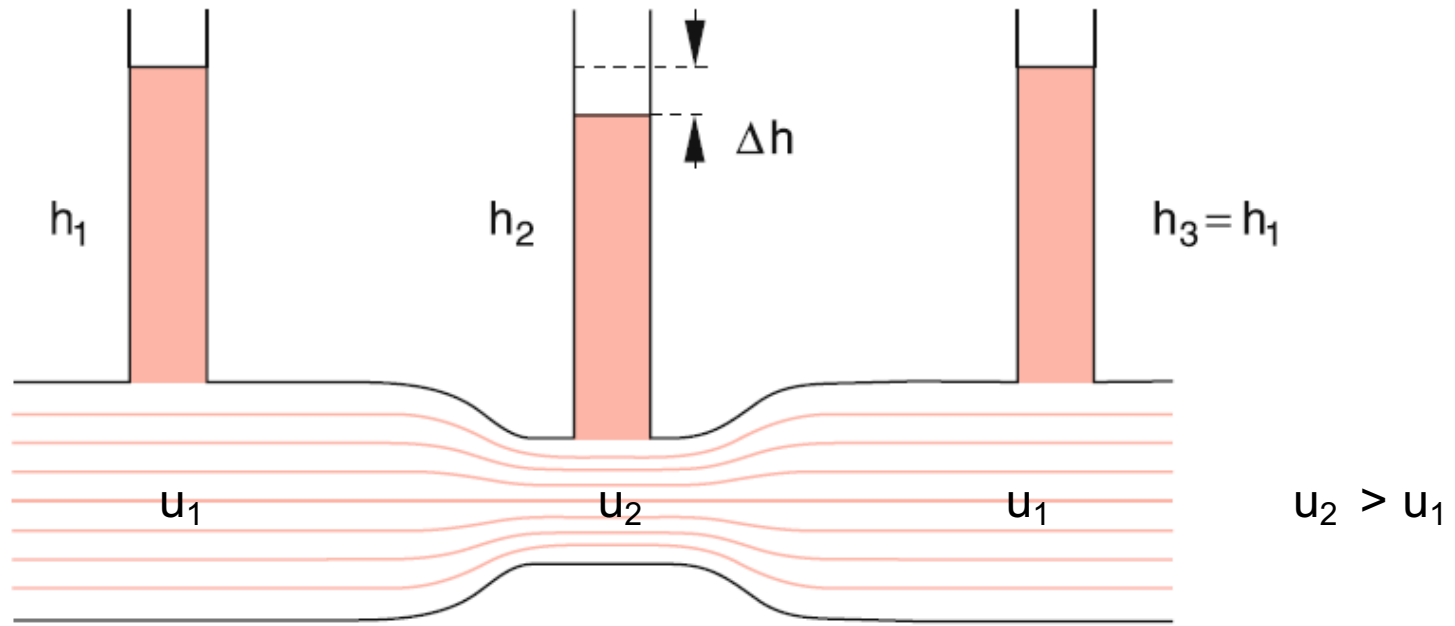
Antwort:

Die Bernoulli-Gleichung

$$p_1 + \frac{\rho}{2} u_1^2 = p_2 + \frac{\rho}{2} u_2^2$$

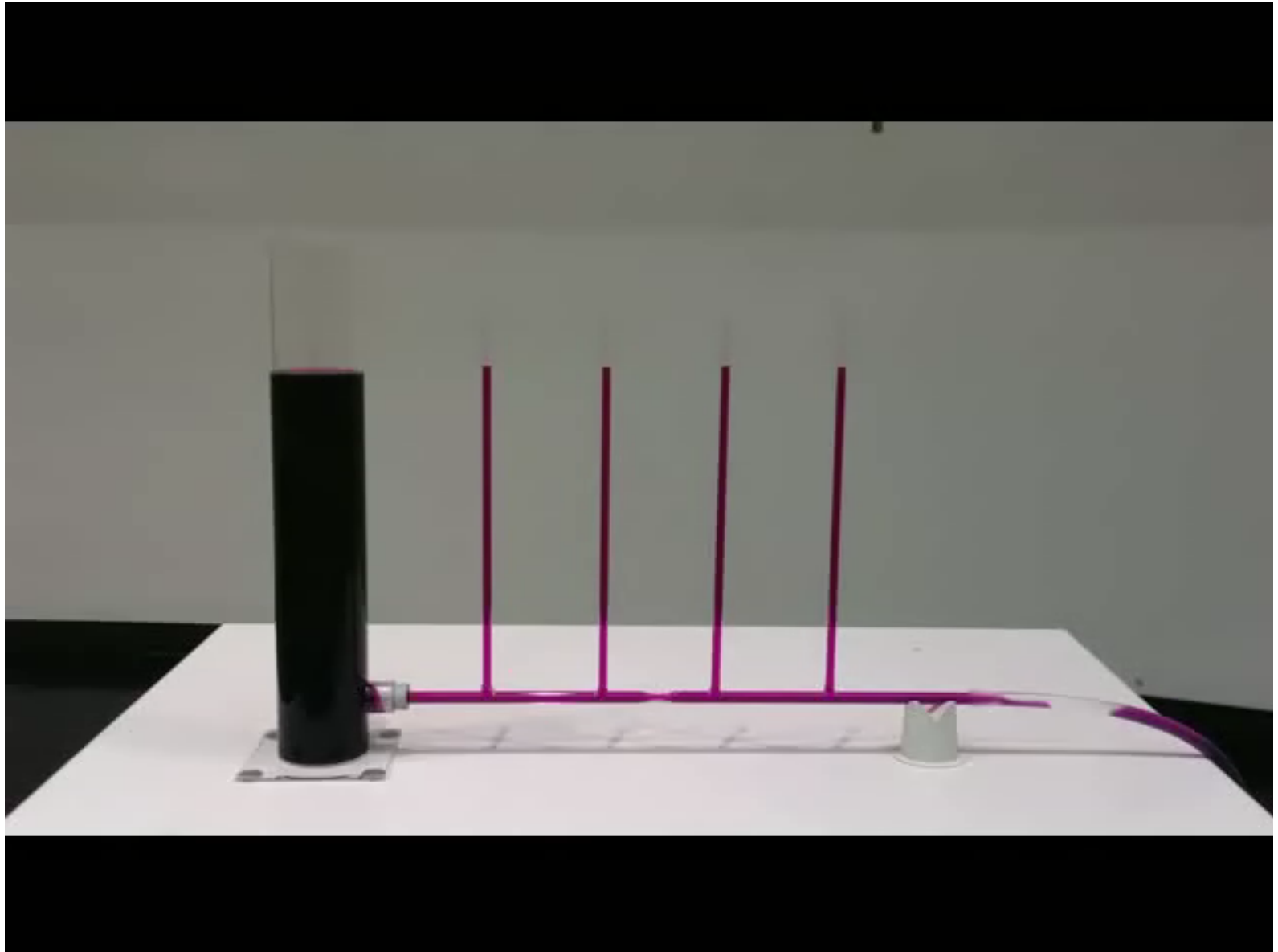
*

Demonstration der Bernoulli-Gleichung



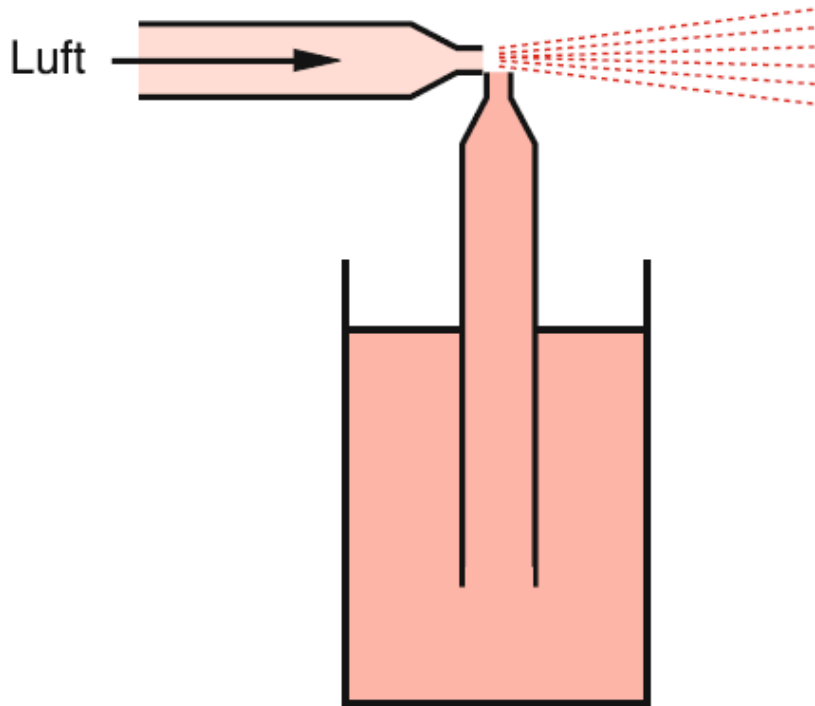
- Der statische Druck wird durch die Steigrohre gemessen: $p = \rho \cdot g \cdot h$
- An der verengten ist die Strömungsgeschwindigkeit höher.
→ der statische Druck ist erniedrigt
- Immer vergegenwärtigen: die Bernoulli-Gleichung ist eine für Strömungsprobleme angepasste Formulierung des Energiesatzes.

Experiment zur Bernoulli-Gleichung

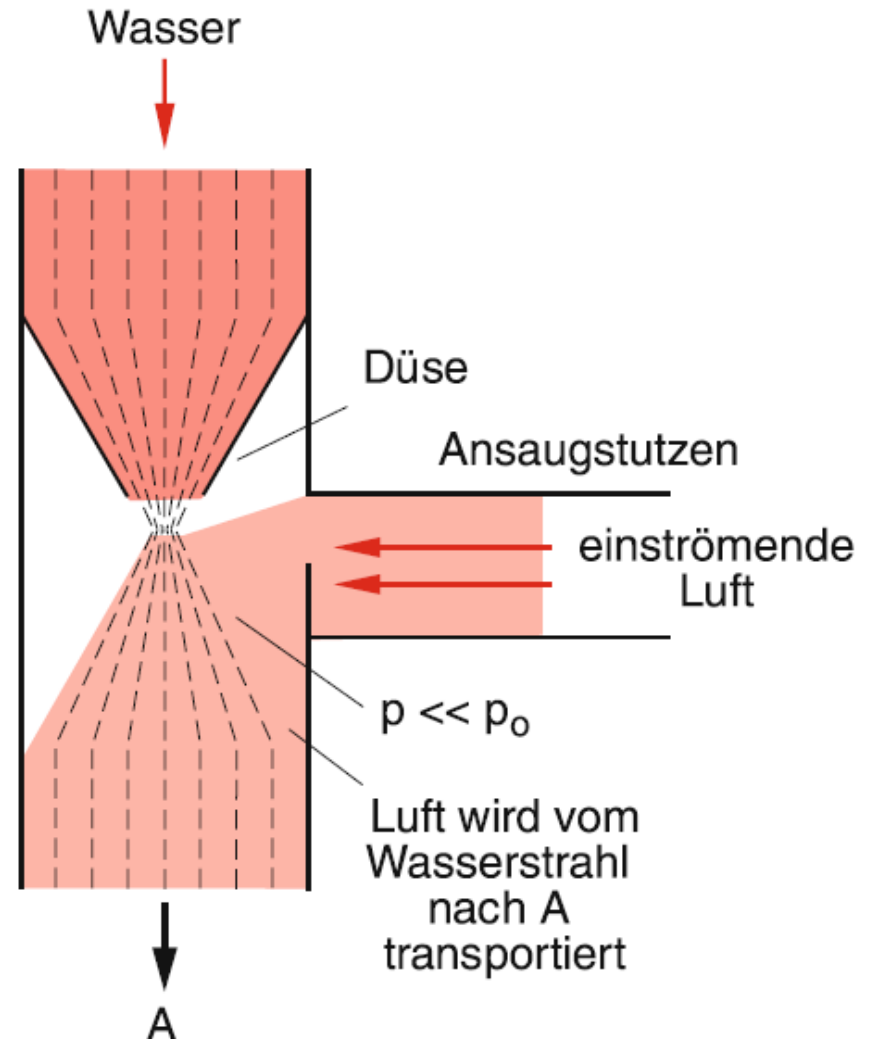


Anwendungen der Bernoulli-Gleichung

Zerstäuber

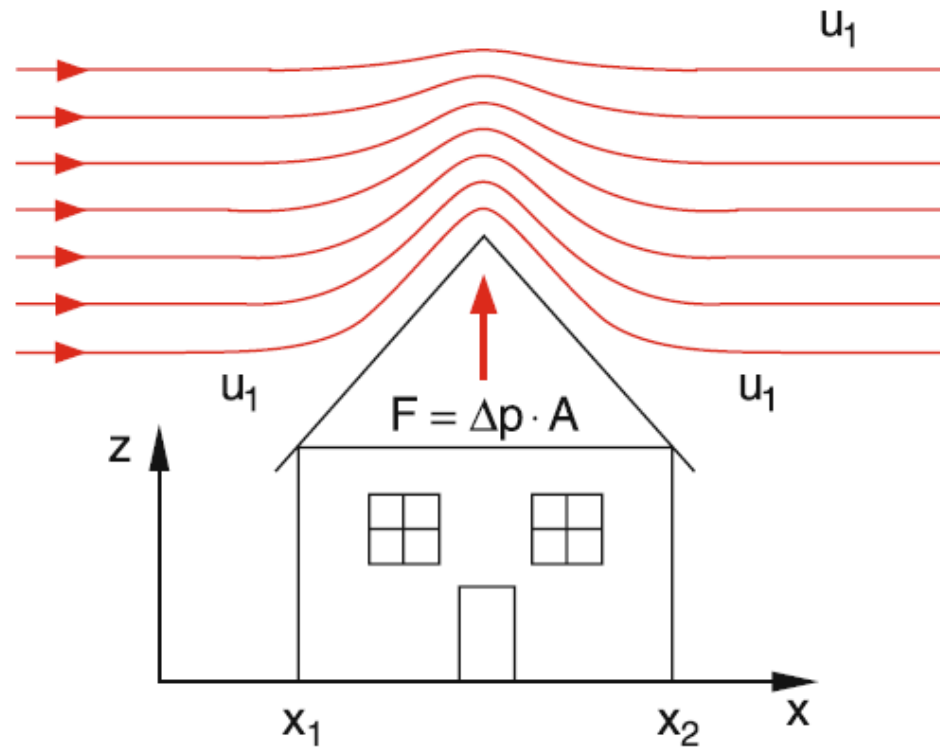


Wasserstrahlpumpe



Abdecken eines Hauses bei starkem Wind

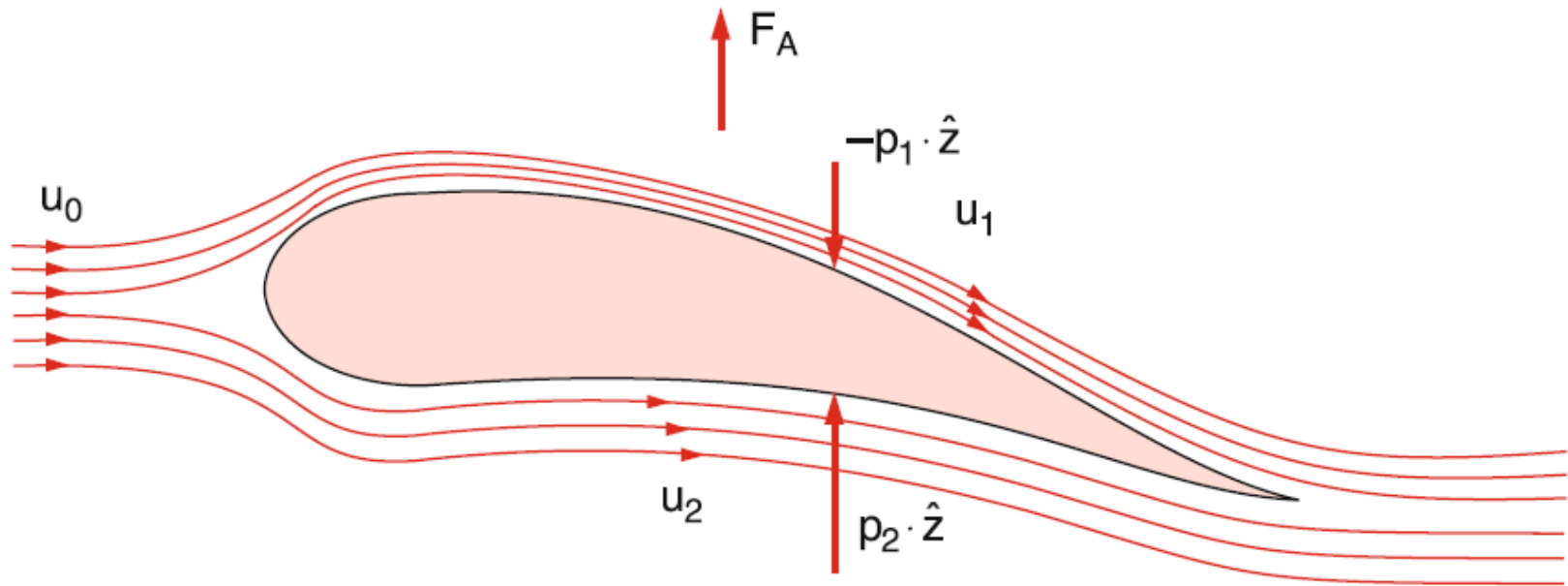
Eine unerwünschte Anwendung der Bernoulli-Gleichung.



Experiment: Aerodynamisches Paradoxon



Aerodynamischer Auftrieb



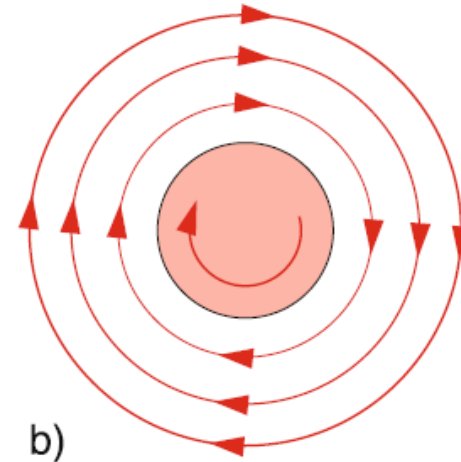
- Tragfläche ist asymmetrisch.
- Luft strömt oben schneller als unten: $u_1 > u_2$.
- Der statische Druck ist daher verschieden: $p_2 > p_1$.
- Auftriebskraft:

$$F_{\text{auf}} = (p_2 - p_1) \cdot A = \frac{1}{2} \rho_L \cdot (u_1^2 - u_2^2) \cdot A$$

Der Magnus-Effekt

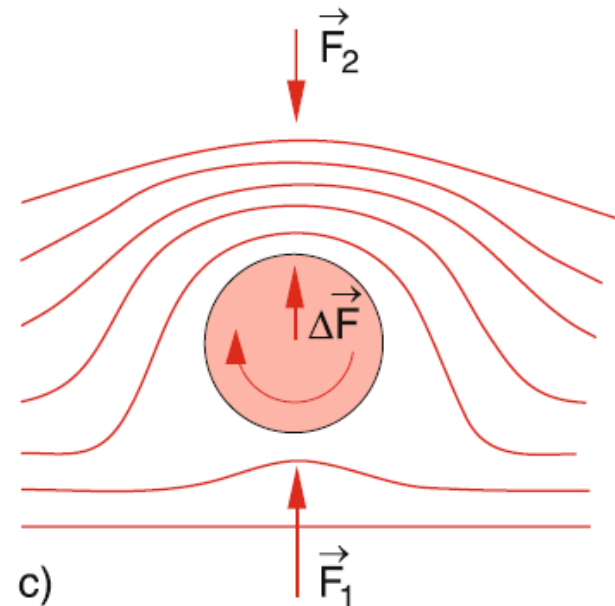
Drehender Zylinder in einem ursprünglich ruhenden Medium.

→ Medium wird in Zirkulation versetzt.
(Viskosität)

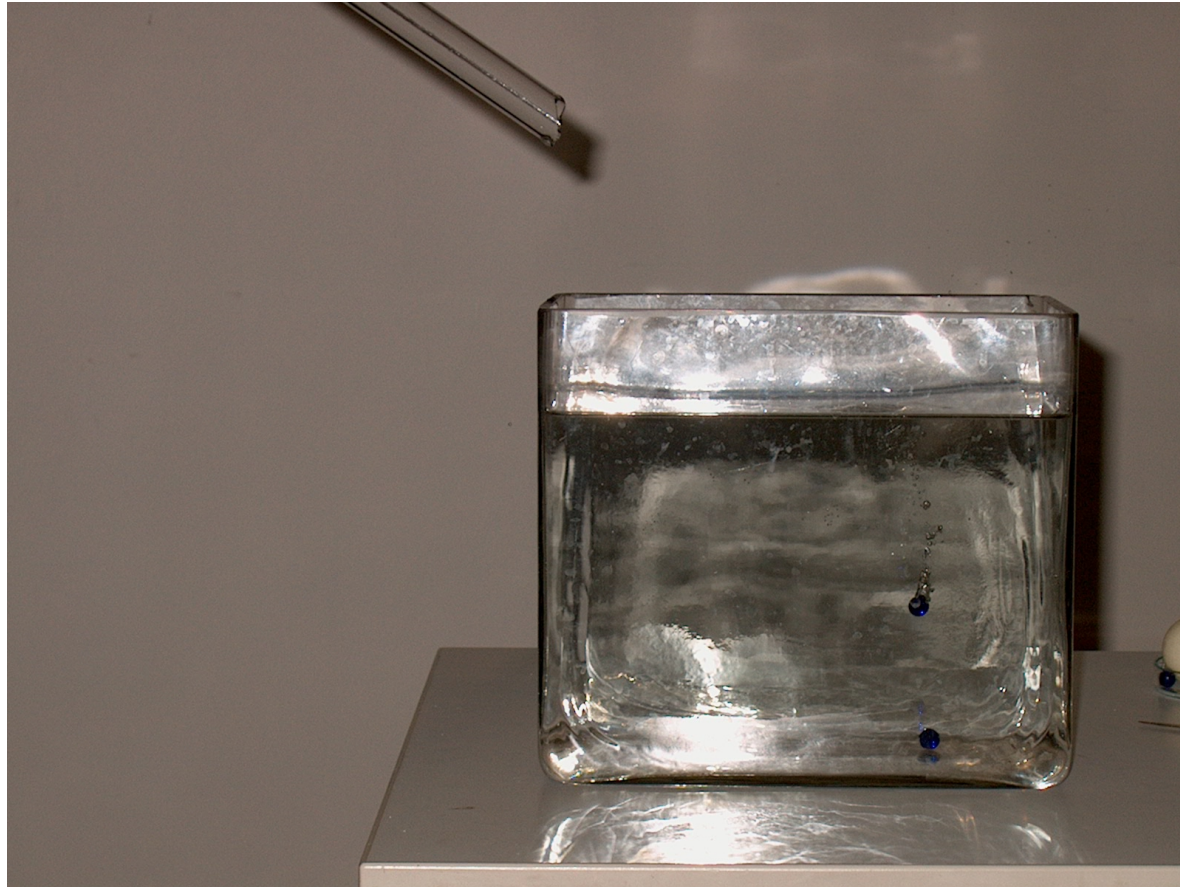


Strömung um sich drehenden Zylinder:

- Strömungsgeschwindigkeit oberhalb ist erhöht, unterhalb erniedrigt
- Druckunterschied nach Bernoulli
- Auftriebskraft

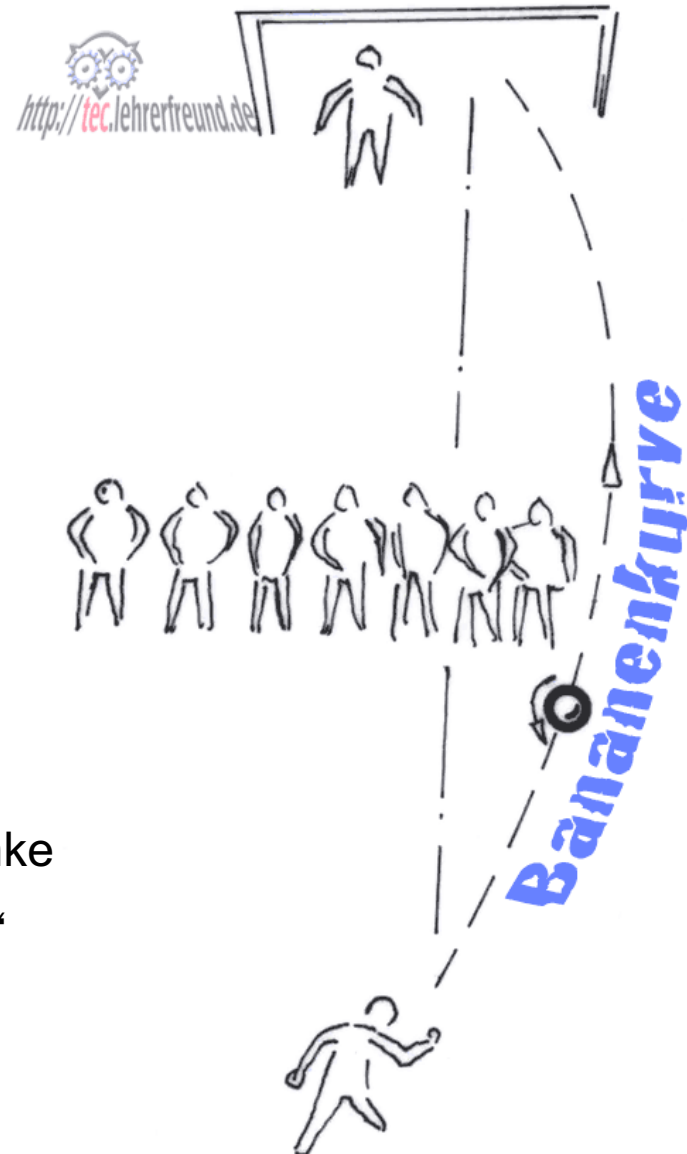
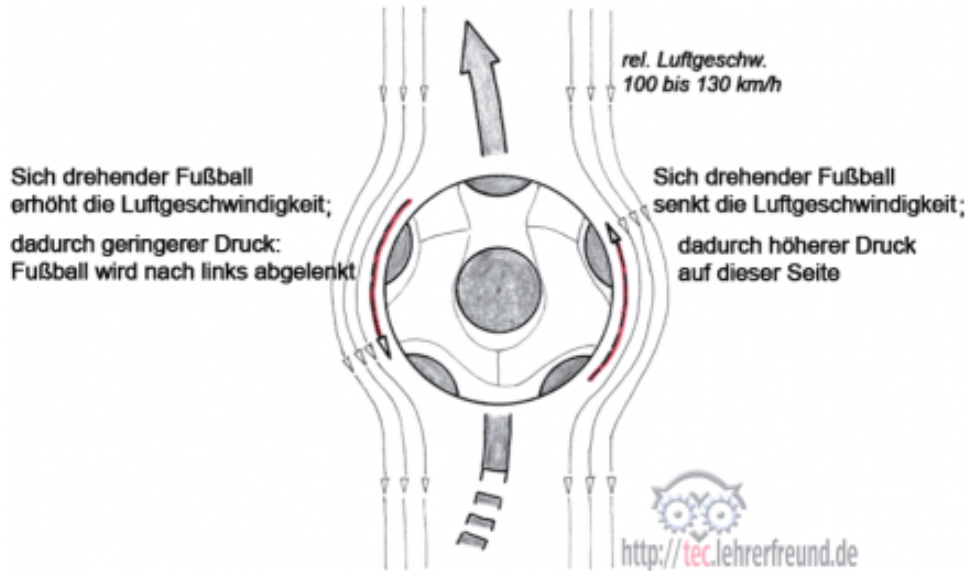


Experiment: Magnus-Effekt



Magnus-Effekt im Fußball: Bananenflanken

Die Bananenkurve



Magnus-Effekt im Fußball: Bananen-Flanke

- Fußballer muß den Ball „anschneiden“
- Fußball hat Drall (Eigenrotation)
- Ball fliegt auf krummliniger Bahn

Magnus-Effekt bei fallendem Basketball
