

Hans Walser, [20180708]

## Rohre und Pizze

Anregung: Herget 2018

### 1 Worum geht es?

Wir gehen exemplarisch der Frage nach, was bei der Verdoppelung des Durchmessers geschieht.

### 2 Rohr

Wie verändert sich die Kapazität eines Rohres bei Verdoppelung des Durchmessers?

Die schulmäßige Antwort besteht darin, dass sich die Querschnittsfläche und damit im Wesentlichen auch die Kapazität vervierfachen. Stimmt das?

Dieser Überlegung liegt das Modell zugrunde, dass die Flüssigkeit in einer Art Monoblock mit überall gleicher Strömung durch die Röhre rauscht.

Die Durchflussmenge pro Zeiteinheit ist dann ein Zylinder (rot in Abb. 1a), dessen Volumen sich bei Verdoppelung des Durchmessers vervierfacht (Abb. 1b).

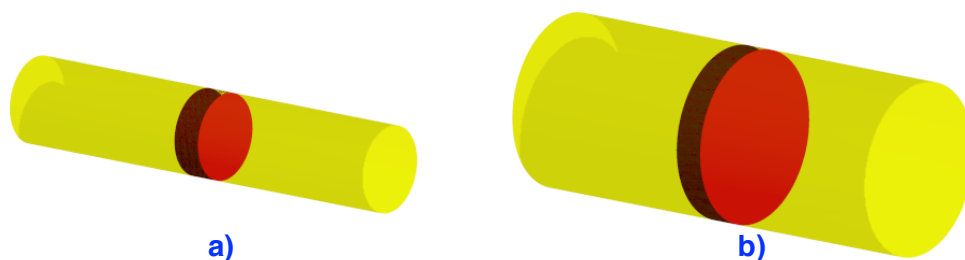


Abb. 1: Homogene Strömung

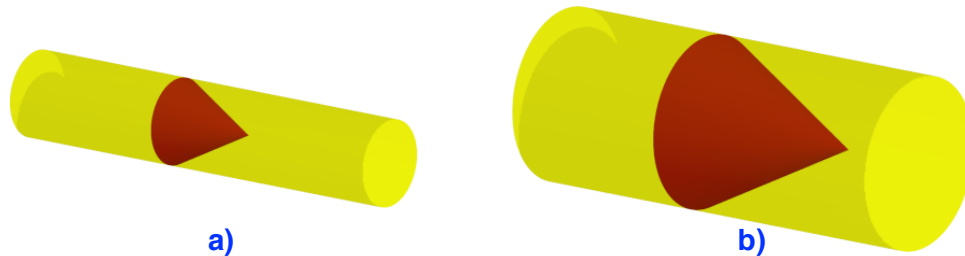
Dieses Modell ist falsch, wie man sofort merkt, wenn man den Rhein bei Basel schwimmend überqueren will. Am Ufer ist die Strömung nicht fühlbar, nimmt dann aber mit der Entfernung vom Ufer dramatisch zu.

**Warnung: Es ist verboten, den Rhein schwimmend zu queren. Ein Aufprall auf einen mittleren Brückenpfeiler ist lebensgefährlich.** Auch sind die Frachter zu träge, um zeitgerecht ausweichen zu können. Zudem ist von der Kommandobrücke aus die unmittelbare Umgebung der Wasseroberfläche um das Schiff nicht einsehbar.

Man muss sich als Schwimmer innerhalb der blauen Bojen halten. Aber auch dieser kleine Abstand vom Ufer ist hinreichend um die Zunahme der Strömung zu spüren.

Leonhard Euler verbrachte seine Schul- und Studienjahre in Basel, die Uni stand direkt am Rhein. Er arbeitete daher mit dem Modell einer Strömung, die linear mit dem Abstand vom Rand zunimmt. Damit haben wir durchaus eine Proportionalität im Sinne von Herget (2018).

Nach diesem Modell ist in einem Rohr die Durchflussmenge pro Zeiteinheit ein Kegel (rot in Abb. 2a). Verdoppelung des Durchmessers bewirkt eine Verachtfachung des Volumens (Abb. 2b).



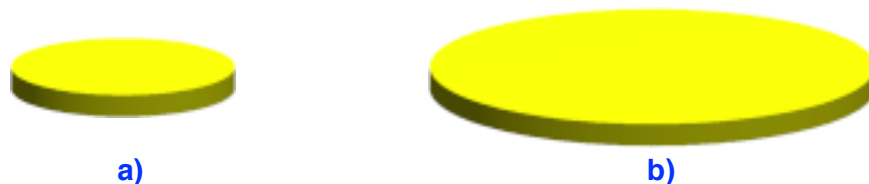
**Abb. 2: Lineare Zunahme der Strömung**

Man kann diskutieren, ob dieses Modell tragfähig ist. Jedenfalls ist es besser als das Modell mit der homogenen Strömung. Ich halte das Modell der homogenen Strömung im Unterricht für gemeingefährlich. Dies gilt insbesondere für die vielen Vektorgeometrieaufgaben, wo ein Schwimmer mit einem konstanten Strömungsvektor konfrontiert wird. Man muss immer damit rechnen, dass Schülerinnen und Schüler für bare Münze nehmen, was in der Schule erzählt wird.

### 3 Che pizza!

Wie verändert sich der Preis einer Pizza bei Verdoppelung des Durchmessers (Abb. 3)? Der schulmäßige Kommentar wäre ein Preisverhältnis von 1:4.

Ein reales Beispiel: Eine 5-inch-Pizza kostet \$13, eine 10-inch-Pizza \$16. Und der Pizaiolo meint, die kleinen Pizzen seien ein Verlustgeschäft. Wie das?



**Abb. 3: Kleine und große Pizza**

Der Geschäftsführer: Die Hauptkosten sind Lokalmiete, Versicherungen, Personalkosten, Reinigung und Werbung. Diese Kosten sind unabhängig von der Pizza-Größe. Die Materialkosten sind marginal.

### Literatur

Herget, Wilfried (2018): Accelerated Learning – unglaublich wirtschaftlich. ml mathematik lehren 208 | 2018. S. 48-49.