

# Beer-tapping

## Fragestellung

Ist die Amplitude abhängig von der Füllhöhe und wie sieht die Welle in der Bierflasche aus, die für das Übersäumen verantwortlich ist?

## Material

Microcontroller board(Arduino UNO), Drucksensor(HoneywellABPDANT015PGAA5), Bierflasche mit Loch im Boden, Gewichtskugel, Glasröhre, Silikonschlauch, Rechner. Die Programme, der Schaltplan, der Versuchsaufbau und Beispielmessungen auf <https://github.com/GrohJordan/Beer-tapping>.

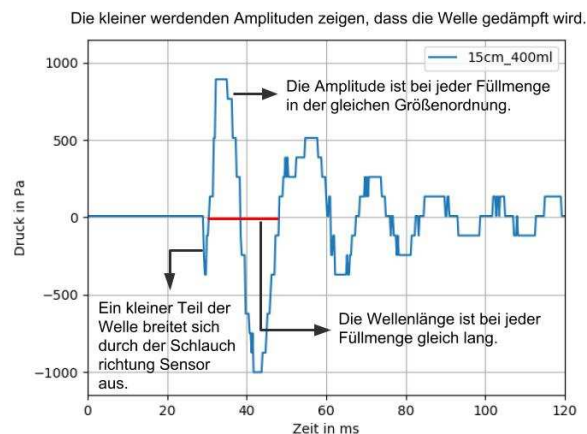
## Versuchsaufbau

Der Drucksensor wird durch den Silikonschlauch und ein Loch im Flaschenboden mit der Flasche Verbunden. Die Glasröhre wird so über der Flasche Befestigt, dass die Gewichtskugel gradlinig durch sie auf die Flasche fallen kann. Der Arduino wird mit einem Computer Verbunden der später die Daten aufnehmen wird. Die Gewichtskugel sollte immer aus der selben Fallhöhe, durch die Glasröhre, auf die Flasche fallen. Die Füllhöhe der Flasche kann Variiert werden.

## Versuchsdurchführung

Durch einen Knopfdruck wird der Arduino scharf geschaltet. Danach kann die Gewichtskugel auf die Flasche fallen gelassen werden, der Computer wird anschließend die gemessenen Werte Ploten. Der Plot und die Rohdaten können für spätere Betrachtungen Gespeichert werden.

## Beobachtung und Auswertung



# Erklärung

## Phase 1:

1. Impulsübertragung (das „Tapping“)
2. Kompressionswelle Richtung Boden (durch Glas)  
⇒ 15x Schneller als Schall in der Luft
3. Reflexion am Boden
4. Expansionswelle Richtung Flaschenhals (durch Glas und Flüssigkeit)
5. Reflexion am Flaschenhals
6. Kompressionswelle Richtung Boden (durch Flüssigkeit)  
⇒ dieser Kreislauf wird etliche Male in der ersten Millisekunde durchlaufen  
Kompressionswelle: Atome werden kurz zusammengedrückt  
Expansionswelle: Atome werden kurz auseinandergezogen

## Phase 2:

Die Wellen in der Flüssigkeit führen zu Druckschwankungen.  
⇒ Blasen schrumpfen und wachsen, werden instabil und zerfallen in tausende kleinere Bläschen. Die Bläschen haben das gleiche Volumen wie die große Blase, aber eine größere Oberfläche. Da jedes einzelne Bläschen noch nicht so gesättigt ist, wie die große Blase vorher, absorbieren die Bläschen die Kohlensäure aus ihrer Umgebung hundert mal schneller als die große Blase es tun würde.

## Phase 3:

Irgendwann enthält das Bier in der direkten Umgebung der Bläschen keine Kohlensäure mehr.  
⇒ Sie können nicht mehr weiterwachsen.  
Weil Kohlensäure leichter als Wasser ist, steigen die Blasen auf, wobei Verwirbelungen entstehen, weswegen die Blase aussieht wie ein Pilz (genauso wie die Wolke nach einer Atom-bombenexplosion).  
Durch diese Verwirbelungen kommt zum einen immer neues Kohlensäurehaltiges Bier an die Blasen, wodurch diese weiter wachsen können. Zum anderen können die Blasen durch die Verwirbelungen schneller aufsteigen. Dadurch kommt es am Ende zu dem explosionsartigen Übersäumen.

## Quellen

- Physics of Beer Tapping; Javier Rodriguez-Rodriguez, Almudena Casado-Chacon, Daniel Fuster; Physical Review Letters, 113, 214501, 2014
- Reinhard Remfort; Methodisch korrektes Biertrinken... und weitere Erkenntnisse aus einer Nacht mit Physik; 2. Auflage; Ullstein Buchverlage GmbH, Berlin 2017