

Gruppe I: Dämpfung eines Falles

Niklas Ependiller, Selim Incirkus, Niels Boelger, Jelko Seiboth (Leiterin: Anna Strezhenyuk)

Einführung / Motivation

Bei diesem Versuch soll untersucht werden, welche Materialien einen Sturz am besten abdämpfen. Dies ist für sehr viele verschiedene Anwendungsbereiche interessant. Sei es die Rettung von Menschen aus einem brennenden Gebäude mittels „Sprungkissen“ oder einfach um herauszufinden, bei welcher Fallhöhe das Handy noch intakt bleibt.

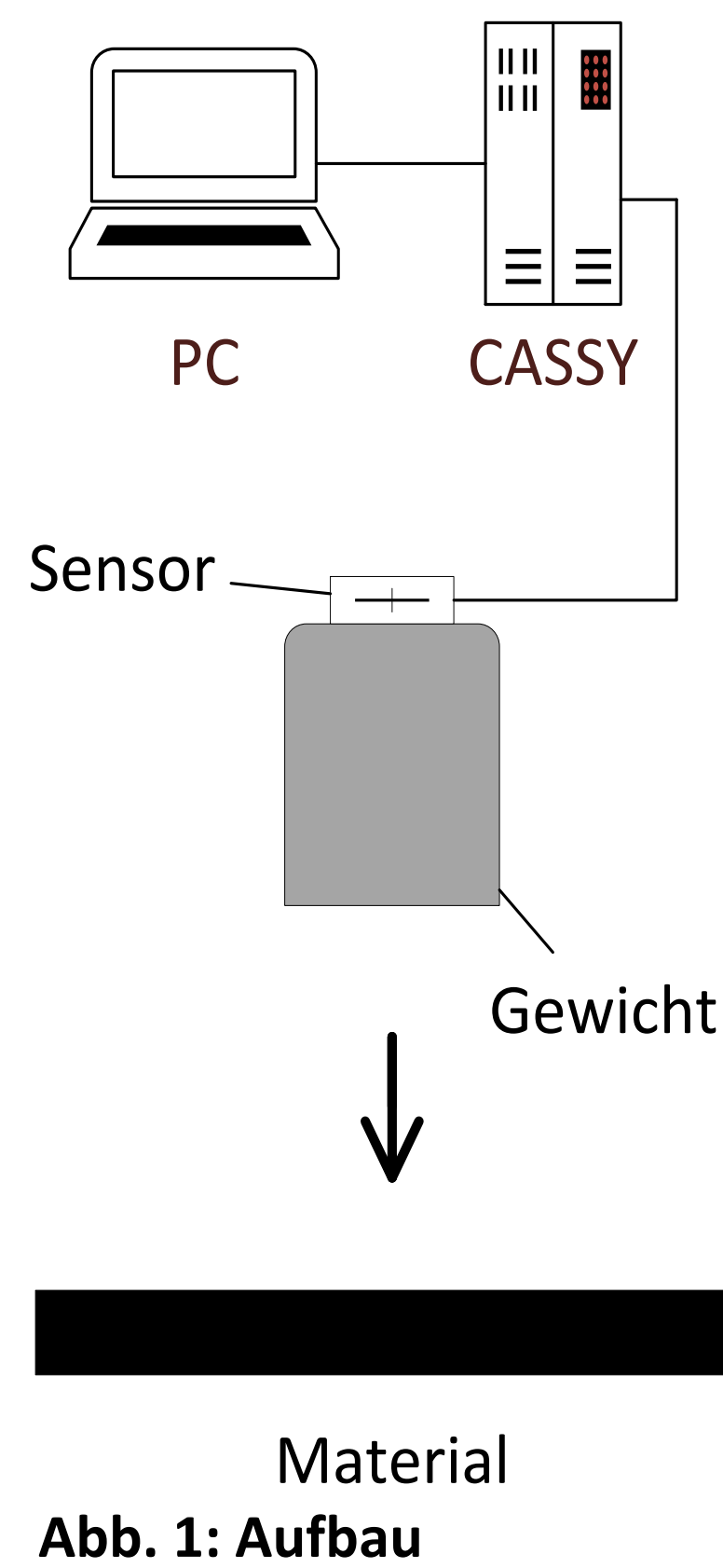
Versuchsbeschreibung

Versuchsaufbau:

- Das Versuchsobjekt ist mit einem Beschleunigungssensor versehen
- Darunter ein Boden aus dem Versuchsmaterial oder ein Behälter gefüllt mit der Versuchsflüssigkeit

Versuchsdurchführung:

- Mit dem Beschleunigungssensor versehenes Objekt wird fallen gelassen
- Das Versuchsobjekt wird aus verschiedenen Höhen (50cm, 1m, 2m) auf die verschiedenen Böden bzw. Flüssigkeiten fallen gelassen
- Die Messergebnisse werden nach jedem Sturz aus dem Beschleunigungssensor ausgelesen und mögliche Besonderheiten werden notiert.
- Es werden pro Material 10 Messungen aufgenommen, mithilfe derer dann die Fehlerrechnung durchgeführt wird



Grundlagen

Fallen auf Festkörper:

Die Bremsbeschleunigung lässt sich berechnen durch:

$$a_{Brems} = \frac{v^2}{2s} = \frac{g \cdot h}{s}$$

Bei einer Kompression liefert der Kompressionsmodul K einen Zusammenhang zwischen dem aufgebrachten Druck p und dem Volumen V :

$$K = -V \cdot \frac{dp}{dV}$$

Es gibt also an, welche allseitige Druckänderung nötig ist, um eine bestimmte Volumenänderung zu erreichen.

Ein weiterer Faktor ist die Querkontraktion des Gewichtes, welche durch die Poissonzahl beschrieben wird (mit der Ausgangslänge l bzw. -dicke d und der Änderung Δl bzw. Δd):

$$\nu = -\frac{\Delta l / l}{\Delta d / d}$$

Das Elastizitätsmodul kann vernachlässigt werden, da die Biegung verschwindend klein ist.

Gewicht fällt in Flüssigkeit:

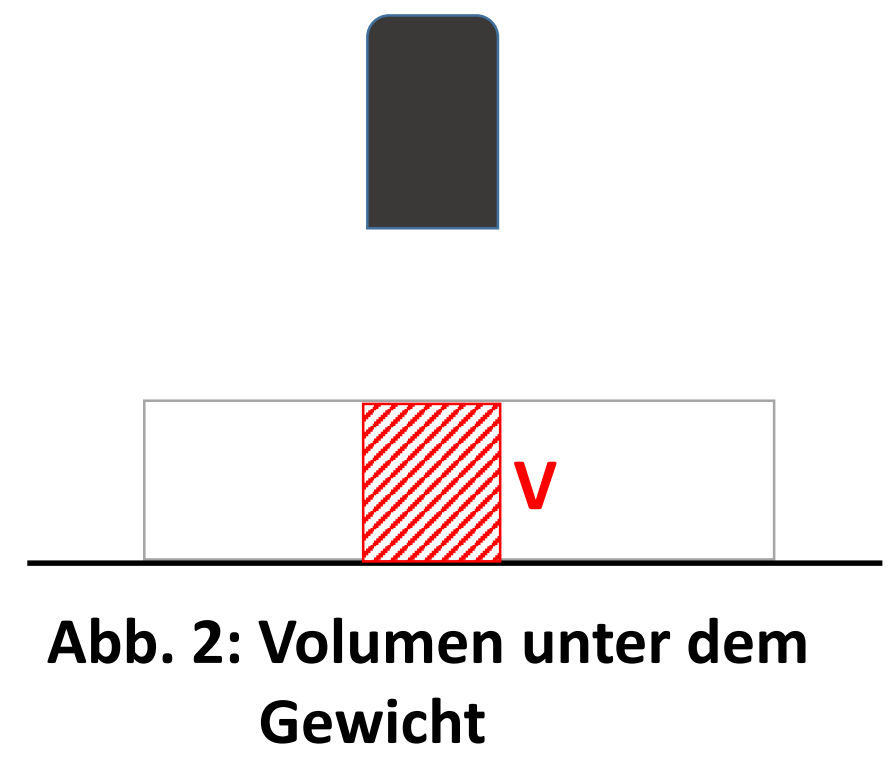
Fällt ein Gegenstand auf eine Flüssigkeit, muss er zunächst die sog. Oberflächenspannung γ überwinden:

$$\gamma = \frac{dW}{dA} = \frac{F \cdot dh}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot dh}$$

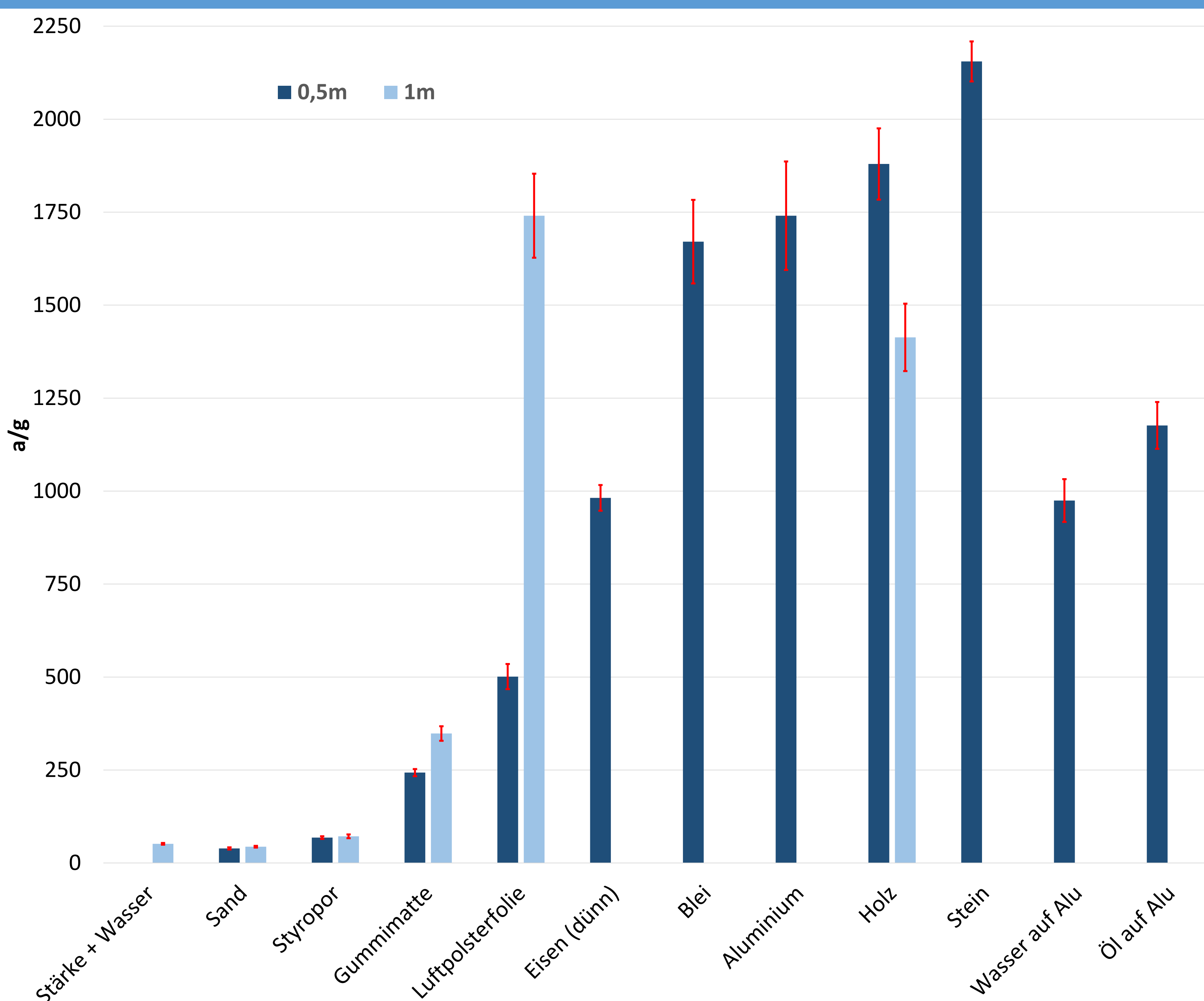
In der Flüssigkeit ergibt sich folgendes Kräftegleichgewicht (F_g Gewichtskraft, F_A Auftriebskraft, F_R Reibungskraft):

$$F_{ges} = F_A + F_R - F_g = \rho \cdot g \cdot V + c_w \cdot \rho \cdot v^2 \cdot \frac{A}{2} - m \cdot g$$

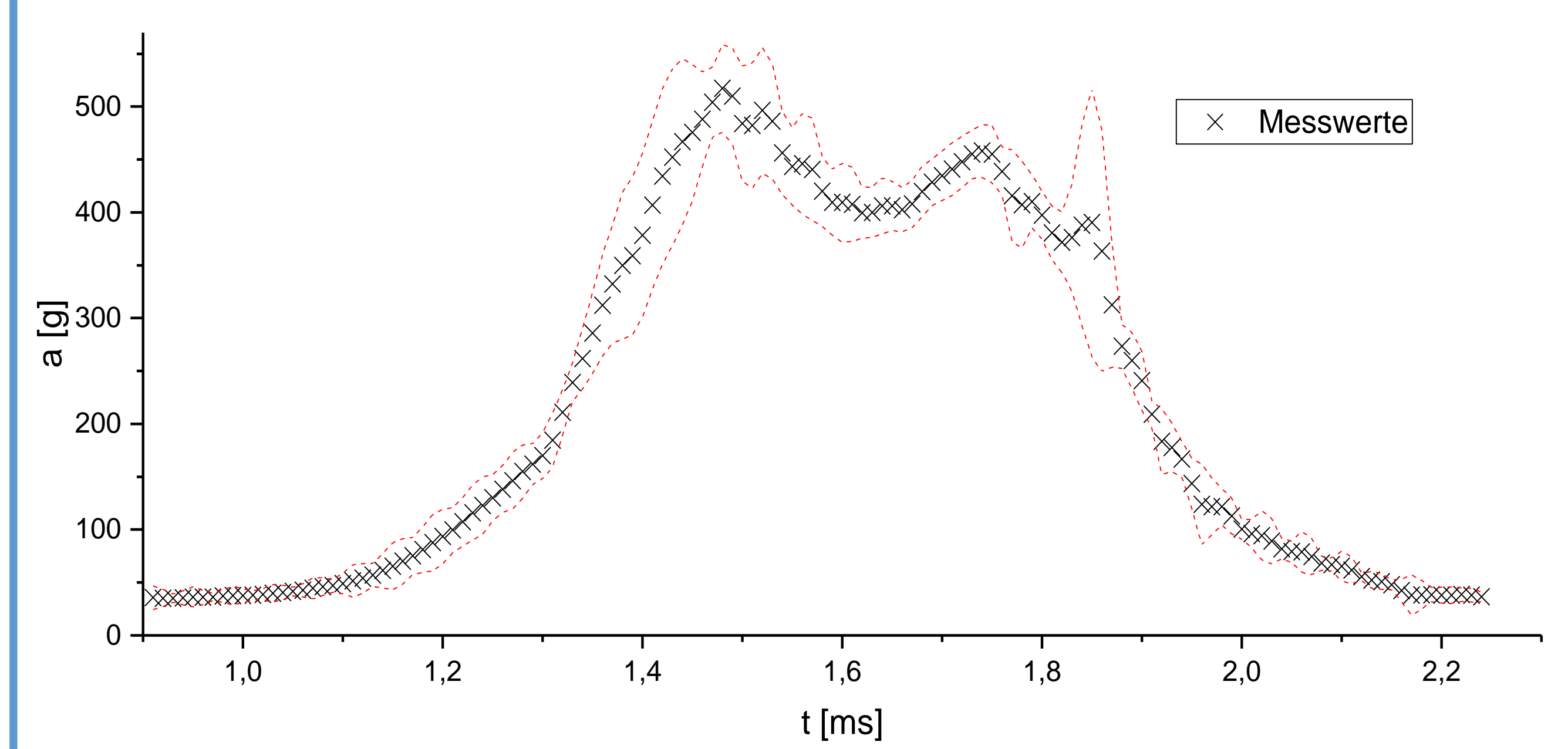
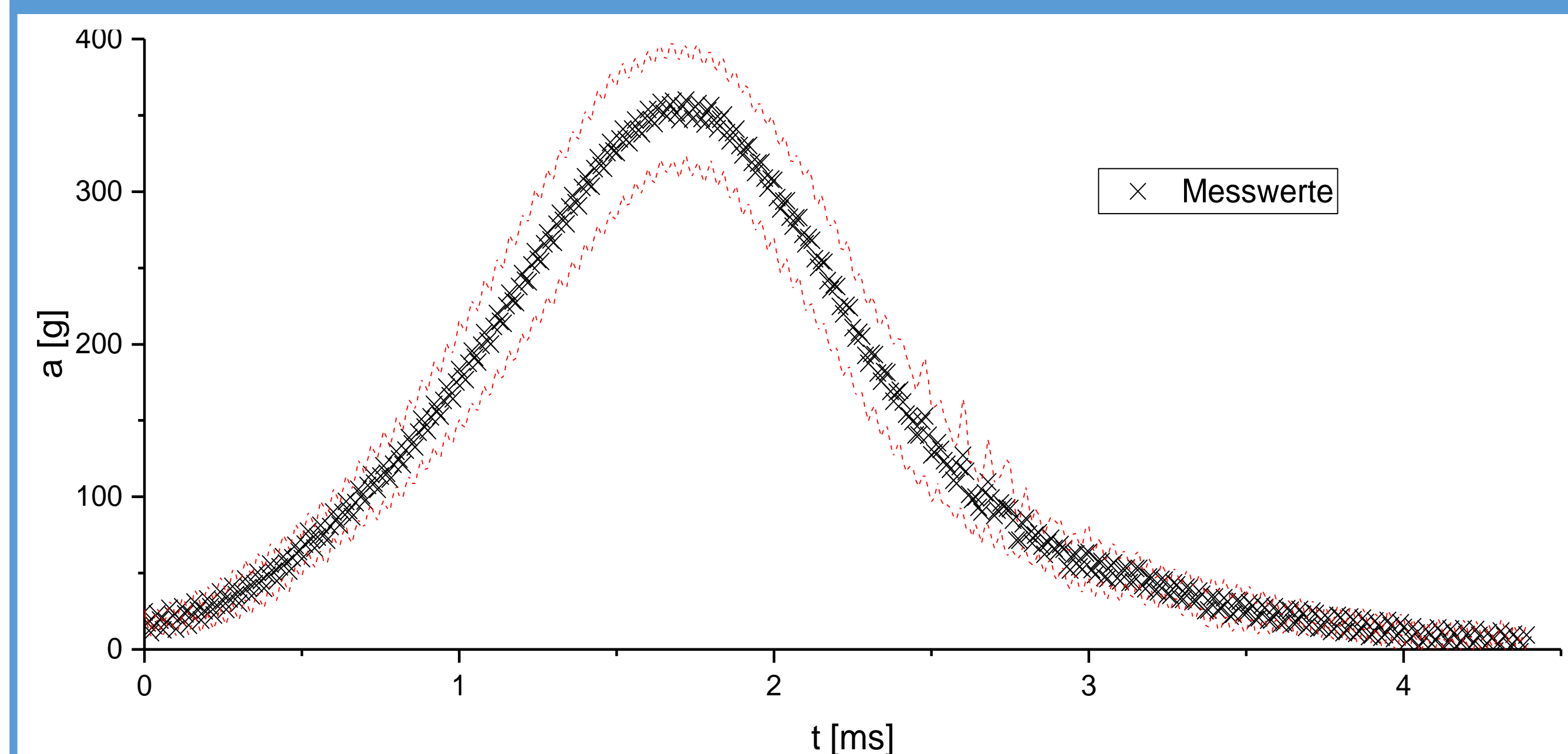
Mit A der Fläche des Körpers (\perp Bewegungsrichtung), c_w dem Strömungswiderstand und v der Geschwindigkeit (in Abhängigkeit von der Zeit).



Ergebnisse



Exemplarische Messreihen



Fazit

Die Schwankung unserer aufgenommenen Messwerte befindet sich im nachvollziehbaren Bereich. Auch einem Vergleich mit theoretisch bestimmten Beschleunigungen halten unsere Messwerte zumindest von der Größenordnung her stand (Bspw. Holz: $a \cong 5000g$ aus einem Meter).

Als ausgesprochen gut dämpfende Materialien haben sich zum einen Sand herausgestellt, welcher aus diesem Grund z.B. auf Spielplätzen eingesetzt wird. Zum anderen hat auch Gummi gut dämpfende Eigenschaften. Die Tatsache, dass Gummi im Herstellungsprozess die jeweilig gewünschte Form gegeben werden kann macht es zu einem idealen Dämpfer, wie z.B. in der Funktion als Handy-Hülle oder Turnmatte. Durch den Vergleich mit metallischen Materialien wurde die enorme Spannweite bezüglich dämpfender Eigenschaften klar: im Gegensatz zu der auftretenden Abbremsbeschleunigung in Sand (welche von der Größenordnung beinahe in der Messgenauigkeit des Sensors liegt) wird von Metallen die messbare Grenze von 2000g schon aus sehr geringen Fallhöhen erreicht.

Welches Modul hierbei die größte Rolle spielt hängt ganz von der Form und Verwendung des Materials ab, was die Dämpfungseigenschaften stark beeinflussen kann (Biegung der Eisenplatte). Außerdem kann eine Verbesserung der Dämpfungseigenschaften festgestellt werden, wenn der Aufprall für eine dauerhafte Verformung ausreicht (siehe Holz). Für Flüssigkeiten konnten wir keine verlässlichen Werte messen, da die von der Oberflächenspannung verursachte Bremsbeschleunigung zu gering ist. Anhand des besser gedämpften Aufpralls auf Aluminium mit dünnem Flüssigkeitsfilm lässt sich aber erkennen, dass Wasser besser dämpft als Öl. Dies hängt vermutlich mit der höheren Dichte von Wasser und der damit verbundenen größeren Trägheit zusammen.