

# Schiefer Wurf eines Diabolos

Modellbildung und Ausarbeitung anhand einer Messung

Jasper, Jost, Lasse

CID

## Abstrakt:

*In dieser Untersuchung analysieren wir, wie genau sich die reale Wurfbewegung eines Diabolos mithilfe des schiefen Wurfes beschreiben lässt. Dabei gehen wir der Frage nach, inwieweit das Modell die Flugkurve präzise abbilden kann. Mithilfe von Frame-by-Frame-Analysen von Videoaufnahmen und dem Vergleich zwischen gemessenen und simulierten Daten können wir feststellen, dass das Modell zwar grundlegende Merkmale der Flugbahn realistisch darstellt. Jedoch zeigen sich Abweichungen, insbesondere in der Wurfhöhe. Diese Ergebnisse bieten eine solide Grundlage für zukünftige Forschungen und Optimierungen der Modellgenauigkeit.*

## Einleitung

In dieser Untersuchung betrachten wir den Diabolowurf und überprüfen, wie genau sich die Flugkurve durch ein einfaches Modell erklären lässt. Wurfbewegungen sind ein entscheidender Teil vieler Sportarten und somit ist es wichtig ein akkurates Modell nutzen zu können um beispielsweise die Wurftechniken zu perfektionieren. Für unsere Simulationen nutzen wir das Modell des schiefen Wurfes. Hierbei gehen wir davon aus, dass die X- und Y-Geschwindigkeit des Diabolos unabhängig von einander wirken und die Gesetze des freien Falls und der gleichförmigen Bewegung gelten. Unsere zentrale Fragestellung lautet: "Wie genau kann ein einfaches Modell einer Wurfbewegung die beobachtete reale Wurfbewegung in der Sportart Diabolowurf beschreiben?"

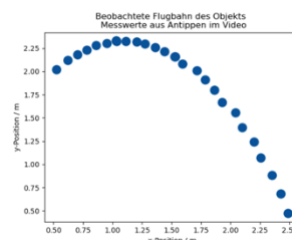
## Methoden

Um die Messwerte als Vergleich für unsere Simulation zu gewinnen haben wir eine Frame-by-Frame-Analyse eines Videos von einem Wurf durchgeführt. Hierfür haben wir zu erst die Kamera

parallel zu einer Wand aufgebaut. Dann haben wir auf der Wand ein 1x1 Meter Quadrat mit Klebeband markiert. Dadurch konnten wir später mithilfe der Höhe und Breite des Videos in Pixeln und der Breite des abgemessenen Meters in Pixeln die Breite des Bildes in Metern errechnen.

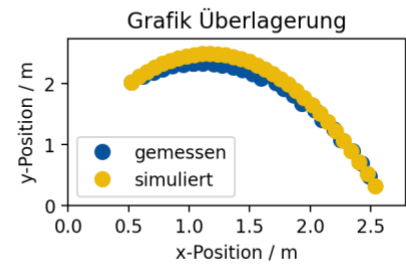
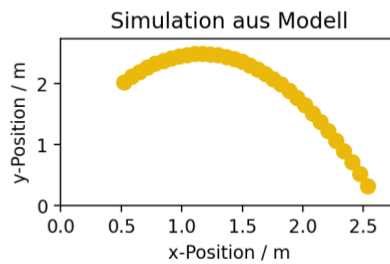
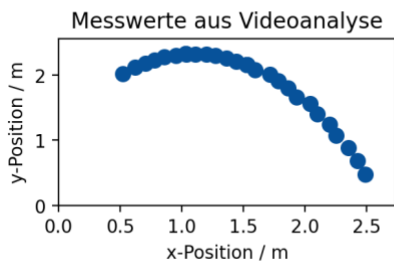
$$\frac{1\text{m}}{1\text{m in Pixeln}} * \text{Bildbreite in Pixel} = \text{Bildbreite in m}$$

Jetzt können wir die Punkte mit Hilfe des PreCampus Programms auswählen, wo sich das Diabolo in den einzelnen Bildern befindet. Daraus lässt sich nun ein y-t Diagramm bilden:



Anschließend haben wir den identischen Versuch simuliert.

Hierbei haben wir eine Startgeschwindigkeit von  $V_y = 2,86\text{m/s}$  und  $V_x = 2,07\text{m/s}$  gemessen. Diese Messwerte haben wir mit unserer numerischen Simulation verglichen.



## Ergebnisse

Basierend auf unseren Messergebnissen (blau) und unseren Ergebnissen der numerischen Simulation (gelb) konnten wir unser Modell des schiefen Wurfes detailliert untersuchen. Beim Vergleichen der Flugkurven fällt auf, dass die numerische Simulation besonders kurz nach dem Wurf von den gemessenen Werten abweicht. Diese Abweichung beträgt beim Aufprall des

$$\text{Diabolos: } G = \frac{D_{\text{prog}}}{\frac{\text{Messw}}{\text{Hwurf}}} = 0,22 = 22\%.$$

(Formel aus der Edu Challenge)

Das Modell beschreibt demnach die Form der Flugkurve ziemlich genau aber das Ablesen einzelner Werte ist deutlich unpräziser. Die Wurfweite stimmt bei beiden Graphen genau überein.

## Diskussion

Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass sich das Modell des schiefen Wurfes als solide Grundlage zur Bestimmung der Flugkurve und Wurfweite eignet. Dennoch ist die Genauigkeit noch durch einige externe Faktoren eingeschränkt. Beispielsweise der Luftwiderstand als auch die Rotation des Diabolos wurden nicht in die Modellbildung einbezogen. Darüber hinaus spielt auch die Messgenauigkeit eine starke Rolle, da die Messwerte bei der Videoanalyse nach Augenmaß ermessen wurden.

Um die Genauigkeit des Modells zu verbessern würde sich eine Messreihe

zum Luftwiderstand eignen. Außerdem müsste der Einfluss der

Rotationsbewegung des Diabolos auf den Wurf ermittelt werden.

Im Ausblick könnte zudem untersucht werden, wie sich verschiedene Wurfstile oder Materialien des Diabolos auf die Flugbahn auswirken. Eine interessante Erweiterung wäre es, den Versuch in einem Vakuum durchzuführen, um den Einfluss des Luftwiderstands vollständig zu eliminieren und die Gültigkeit des Modells unter idealisierten Bedingungen zu testen. Eine genauere Untersuchung dieser Variablen würde nicht nur die Modellgenauigkeit erhöhen, sondern auch praktische Anwendungen im Training und in der Sportwissenschaft unterstützen.

## Fazit

Zusammenfassend zeigt diese Untersuchung, dass ein einfaches Modell einer Wurfbewegung die reale Wurfbewegung des Diabolos annähernd beschreiben kann. Das Modell bildet die grundlegenden Merkmale der Flugbahn, wie den Verlauf und Wurfweite, grob ab. Allerdings bleiben Abweichungen durch Ungenauigkeiten und fehlende Faktoren bestehen. Diese Ungenauigkeiten gilt es noch durch weiterführende Forschungen und Verfeinerungen am Modell zu verringern.