

Messung und Simulation eines Volleyballs

Lena, Michelle, Claire

Ernst-Moritz-Arnd Gymnasium

Die Forschung setzt sich mit der Flugbahn eines Volleyballs auseinander und mit der Frage wie genau ein einfaches Modell die reale Flugbahn eines Volleyballs beschreiben kann. Dafür wurde eine reale Aufnahme und dessen Messwerte mit einer simulierten Flugbahn verglichen. Zunächst gab es stärkere Abweichungen auf der x-Achse, diese konnten aber in einer zweiten Simulation behoben werden.

Einleitung

Die Flugbahn eines Volleyballs ist ein faszinierendes Thema. Das lässt sich auf unterschiedliche Weise analysieren, etwa durch direkte Messungen und durch Simulationen. Dabei stellt sich die Frage, inwieweit einfache physikalische Modelle geeignet sind, die tatsächliche und reale Bewegung präzise nachzubilden. In unserer Arbeit wurden experimentelle Daten zur Flugbahn des Balls mit einem Simulationsmodell verglichen. Ziel war es, die Abweichung zwischen beiden Ansätzen zu bewerten und die Grenzen der Simulation aufzuzeigen.

Unsere Forschungsfrage lautet daher: wie genau kann ein einfaches Modell die reale Flugbahn eines Volleyballs beschreiben? Und welche Faktoren führen zu den größten Abweichungen und wie können diese minimiert werden?

Methoden

In unserer Untersuchung zur Bearbeitung der Flugbahn eines Volleyballs haben wir folgende Methodik angewendet:

Zunächst wird mit einem Volleyball, einem Zollstock zur Messung und einem iPad die Wurfbewegung aufgenommen (s. Abb. 1.). Anschließend wird die Videoaufnahme analysiert. Um die genaue Position des Balls in verschiedenen Phasen zu bestimmen, wird eine Stroboskop-Aufnahme angefertigt. Diese Messdaten werden dann verwendet, um die

Flugbahn des Balls in der Programmierumgebung Jupyter Notebook, in der Programmiersprache Python zu simulieren.

Das Simulationsmodell wird dann mit den tatsächlichen Aufnahmen verglichen, um die Abweichungen zu identifizieren. Schließlich haben wir versucht, das Modell durch Anpassung der Parameter zu verbessern um Abweichungen zu minimieren.

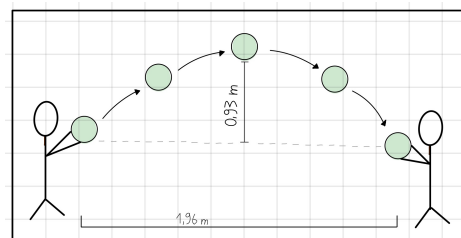


Abbildung 1: Skizze zum Versuchsaufbau

Ergebnisse

Insgesamt ist die Flugkurve des Volleyballs parabelförmig, die Startposition des Volleyballes liegt bei 0,6 m auf der y-Achse und bei 0,2 m auf der x-Achse. Desto höher der Volleyball fliegt, desto mehr nimmt seine Geschwindigkeit ab. Er erreicht seinen höchsten Wert auf der y-Achse und somit auch den höchsten Punkt des Wurfes bei ca. 1,4 m. Danach nähert sich dieser wieder der x-Achse und beschleunigt, insgesamt hat sich der Volleyball 1,5 m auf der x-Achse bewegt.

Die Flugkurve ist auch bei der simulierten Flugbahn wieder parabelförmig. Der größte

Wert bzw. höchsten Punkt auf der y-Achse ist bei 1,96 m.

In einer ersten Simulation, ist der grundlegende Verlauf der Graphen ähnlich. Während sich die ersten drei Werte schon ähnlich sind, werden die Abweichungen allerdings immer größer. Zudem ist die simulierte Flugbahn insgesamt um 0,2 m höher als die gemessene Flugbahn. Das Verhältnis dieser Abweichung auf der y-Achse (G) im Vergleich zur Höhe des gesamten Wurfes liegt bei 0,25 (maximale Abweichung Prognose/Wurfhöhe) (s. Abb. 2).

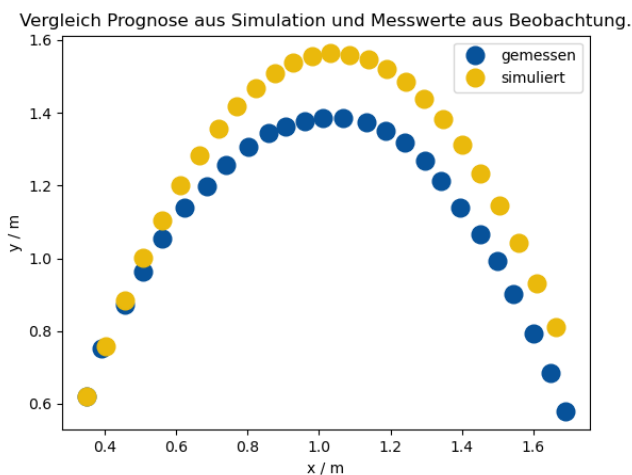


Abbildung2: Stroboskopbild Vergleich simulierte Flugbahn und Messwerte

Danach wurde eine zweite Simulation durchgeführt. Die Geschwindigkeit auf der y-Achse von 4,14 m/s auf 3,9 m/s verringert. Die Simulation kommt den gemessenen Werten sehr nahe. Der Wert G liegt nun bei ca. 0,11 (s. Abb. 3).

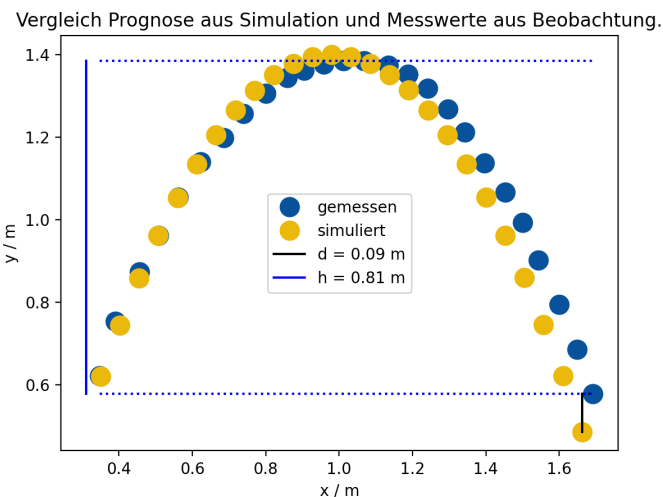


Abbildung3: Stroboskopbild Vergleich verbesserte Simulation und Messwerte

Diskussion Anhand des Vergleichs zwischen den zwei Modellen lässt sich erschließen, dass ein gemessenes Modell mit gewissen Abweichungen die reale Flugbahn des Volleyballs zumindest begrenzt beschreiben kann.

Das G, das Verhältnis von der maximalen Abweichung zu der Gesamthöhe der Messwerte, betrug 0,25 (etwa ein Viertel). Nach einer Verbesserung der Simulation hat sich G auf ca. 0,11 verringert.

Zudem waren die x-Werte der Prognose größer, was auf eine zu schnelle Geschwindigkeit in der Prognose hinweist.

Diese Abweichungen sind vermutlich durch diese Faktoren verursacht worden: Verzerrungen durch den Kamerawinkel während der Videoaufnahme oder ungenaue Positionierung und Auswahl beim Markieren des Zeitintervalls. Um diese menschlichen Fehler, die zu einer verminderten Aussagekraft der Ergebnisse führen, zu minimieren, könnten technologische Hilfsmittel sowie der Einsatz von hochpräzisen Motion-Tracking-Systemen oder die Anwendung von Kalibrierungstechniken, um Verzerrungen durch Kamerawinkel zu korrigieren, eingeführt werden.

Weiterführende Forschung könnte sich darauf konzentrieren, die Genauigkeit von Flugbahnsimulationen durch die Berücksichtigung zusätzlicher physikalischer Faktoren wie Luftwiderstand zu erhöhen oder die unterschiedliche Modellansätze zu vergleichen und zu analysieren, inwieweit neuere Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) die Prognosegenauigkeit weiter verbessern können.

Fazit Zusammenfassend lässt sich sagen, dass ein einfaches Modell die Flugbahn des Volleyballs grob beschreiben kann, jedoch Abweichungen von den tatsächlichen Messwerten auftreten, die durch menschliche Fehler und technische Limitierungen verursacht werden. Die Genauigkeit kann durch den Einsatz präziserer Messinstrumente und verbesserter Bildverarbeitungstechniken weiter erhöht werden.