

# Numerische Simulation

Analyse eines aufspringenden Tennisballs

Leo<sup>1</sup>, Philipp<sup>1</sup>

<sup>1</sup>GH (Schule)

*Warum springt ein Tennisball in einer bestimmten Flugkurve? Welche Kräfte wirken? In diesem Artikel haben wir mithilfe eines Computerprogrammes festgestellt, dass auf einen Tennisball die Erdanziehungskraft ein Luftwiderstand und eine gewisse Startgeschwindigkeit wirkt.*

**Einleitung** Wir analysieren die Flugbahn eines Tennisballes, welcher einmal aufprallt. Um die Forschungsfragen zu beantworten, müssen vorerst einmal Annahmen getroffen werden. Wir gehen davon aus, dass auf den geworfenen Tennisball eine Startgeschwindigkeit wirkt, welche wir erst im Nachhinein bestimmen (mehr dazu später), außerdem gehen wir noch davon aus, dass auf den Tennisball die Erdanziehungskraft mit  $g = 9.81$  wirkt und, dass wenn der Ball aufprallt, dieser durch seinen eigenen flexiblen Aufbau wieder in die Höhe fliegt. Um zu schauen, ob wenn man einem Tennisball nur diese Randwerte gibt, ein realitätsnaher Wurf herauskommt, benutzen wir ein Computerprogramm (Excel), machen also so gesehen eine numerische Simulation.

**Methoden** Zuerst nehmen wir ein Video von einem Wurf eines Tennisballs auf und nehmen daraus realistische Werte: Breite (2,04m), Höhe (1m) --> Position des Balles nach jeden 0,3 Sekunde. Nachdem wir diese Werte haben, haben wir im Computer diese Werte eingesetzt und so einen Graphen erstellt, welcher die Position des Balles angibt (von dem echten Wurf) mithilfe eines Computerprogramms, welches die Position des Balls in einer bestimmten Zeit angibt (Programm: Jupyter Notebook). Nun, da wir den Vergleichsgraphen haben, können wir mit der Simulation anfangen, wir geben dem simulierten „Ball“ die Erdbeschleunigung als Beschleunigung in der y-Achse und errechneten anhand der erhaltenen Werte des echten Balles die Geschwindigkeit in Richtung

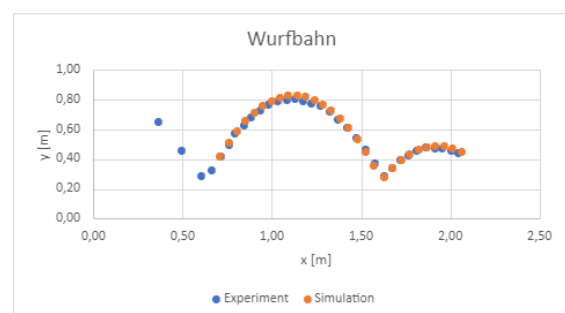
der x-Achse aus, welche wir ja jetzt haben. Wir rechneten nicht die Beschleunigung aus, da wir den Luftwiderstand nicht in unserem Model beachten. Nun müssen wir nur noch Startgeschwindigkeiten angeben, welche wir erraten, da wir keine genauen Werkzeuge haben, um diese zu berechnen. Dieselbe Prozedur machten wir, nachdem der Ball aufgeprallt ist, da sich dort neue Anfangswerte bilden, weil wir noch keine Regel kennen, welche den Aufprall eines Objekts beschreibt.

Folgende Funktionen nutzen wir bei dem Höhenwert:  $v(y2) = v(y1) - 9,81 * t$  und  $y(2) = y(1) + v(y2) * t$

Und Folgende für den Wert der Breite:  $v(x) = 1,44$  und  $x(2) = x(1) + 1,44 * t$

Die Startwerte sind vor dem Aufprall:  $a(x) = 0, V(x) = 1,44, X = 0,71$  und  $a(y) = -9,81, V(y) = 3, Y = 0,42$  und nach dem Aufprall:  $a(x) = 0, V(x) = 1,44, X = 1,63$  und  $a(y) = -9,81, V(y) = 2,2$

**Ergebnisse** Folgende Graphen sind entstanden:



**Diskussion** Dank dieser Graphen ist unsere Leitfrage beantwortet. Vorerst ist zu sagen, dass die Randwerte stimmen, da die Graphen fast identisch verlaufen, somit ist die Berechnung des Balles anhand der Erdanziehungskraft und die Kraft, mit der man den Ball wirft (welche durch den Luftwiderstand immer schwächer wird, also mit der Zeit immer weiter abgebremst wird) sehr nah an der Realität. Die leichten Unterschiede der Graphen lassen sich z.B. so erklären, dass vielleicht ein leichter Wind geweht hat, welcher unterschiedlich stark war. Da wir die Geschwindigkeit nur für den Anfang genommen haben und dann noch eine konstante Beschleunigung hinzugefügt haben, kann es sein, dass bei dem experimentellen Graphen diese Feinheiten nicht erfasst wurden.

In diesem Modell ist jedoch nicht alles beantwortet, da wir nur die Kraftauswirkungen auf den Ball näher betrachtet haben und nicht die Eigenschaften des Balles selbst, hierbei bleiben folglich die Fragen offen, wie die verschiedenen Startwerte genau entstehen, explizit bei dem Aufprall.

Abschließend ist zu sagen, dass das Modell schon ziemlich genau ist, aber noch Fragen offenlässt, jedoch konnte die Forschungsfrage erfolgreich beantwortet werden.