

Simulation einer Wurfbewegung

Wie verhält sich ein Tennisball bei einer Wurfbewegung?

Ann-Sophie¹, Sophia¹, Oscar¹

¹GH (Schule)

Das Thema dieses Artikels ist die Simulation der Wurfbewegung eines Tennisballs und wie diese mithilfe von einer Numerischen Simulation durchgeführt wurde. Dazu haben wir uns die Frage gestellt „Wie genau kann ein einfaches Modell einer Wurfbewegung die beobachtete reale Wurfbewegung eines Tennisballs beschreiben?“, welche im folgenden Artikel beantwortet wird.

Einleitung Dieser Artikel beschäftigt sich mit der Frage wie sich Gegenstände (hier ein Tennisball) bei einem Wurf verhalten. Das Verhalten des Tennisballs haben wir mit Hilfe einer numerischen Simulation untersucht. Dabei haben wir bereits vorhandene physikalische Gesetze, wie die Anziehungskraft der Erde, mit einbezogen. Alle Daten und Beobachtungen, wurden aus einem selbst erstellten Video herausgefiltert, welches einen Tennisball bzw. seine Wurfbewegung darstellt. Unser Projekt wurde von der Uni Bonn geleitet die, die Edu Challenge entworfen hat. Die Edu Challenge dient dazu Schülern das Konzept der Modelbildung in der Wissenschaft und die damit zusammenhängenden Forschungsschritte näher zu bringen. Als roten Faden für unsere Forschungsarbeiten haben wir uns folgende Frage gestellt: Wie genau kann ein einfaches Modell einer Wurfbewegung die beobachtete reale Wurfbewegung eines Tennisballs beschreiben?

Methoden Genutzt wurde das Programm „Excel“ von Microsoft, um die berechneten Werte anschaulich darzustellen. Die Werte, also die Positionen des Balles zu verschiedenen Zeitpunkten, wurden mit dem Programm der Uni Bonn, welches für die Edu Challenge entwickelt wurde, aus dem Video ermittelt. Dieses Programm nennt sich Jupyter Notebook. Die Berechnungen sind mit Berücksichtigung der Ortskraft, welche $-9,81 \text{ m/s}^2$ beträgt, erstellt worden. Wir

haben uns für $-9,81$ als Erdanziehungskraft entschieden, da es der Wert für die Erdanziehung in Europa bzw. in Deutschland ist. Die Gravitation wurde 1687 zum ersten Mal von Isaac Newton entdeckt und wurde auf den Wert $9,81$ in Deutschland festgelegt. Die Entfernung zwischen dem Startpunkt des Balles und dem Endpunkt, beträgt $3,94 \text{ m}$. Diesen Wert haben wir mit Hilfe eines Zollstocks abgemessen. Als Starthöhe des Balles haben wir den Wert von $1,8 \text{ m}$ genutzt, da dieser der Höhe eines durchschnittlichen Mannes entspricht.

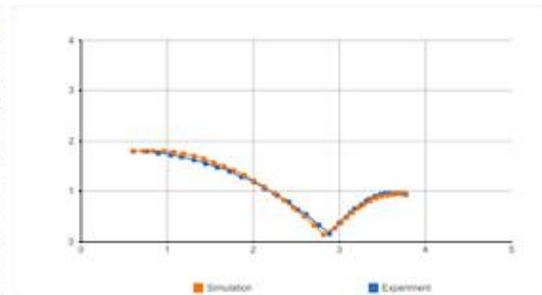
All diese Werte wurden genutzt um mit Hilfe der numerischen Simulation ein Modell, das die Wurfbewegung beschreibt, zu erstellen.

Als Startwerte für die die Geschwindigkeit in die x-Richtung haben wir die Differenz der ersten und zweiten Position des Experiments genutzt. Da dieser Wert jedoch nicht komplett mit der Realität übereingestimmt hat, wurden dieser von uns so verändert, dass er dieses Kriterium erfüllt.

Zwischendurch wurde von uns ein neuer Wert eingefügt, da der Ball vom Boden abgeprallt ist. Die Startwerte sind in der Tabelle gelb markiert.

Für die y-Werte sind wir nach demselben Prinzip vorgegangen (auch gelb markiert).

Numerische Simulation									
g	9,81	1,00E-01							
Δt	3,33E-02								
Experiment		Daten		Simulation E. Modell					
Nr	Zeit (s)	x (m)	y (m)	a_x	v_x	a_y	v_y		
0	0,000	0,001	1,800	0,000	3,500	0,001	-9,810	0,354	1,800
1	0,033	0,750	1,800	0,000	3,500	0,718	-9,810	-0,023	1,812
2	0,067	0,883	1,780	0,000	3,500	0,834	-9,810	-0,303	1,812
3	0,100	1,030	1,740	0,000	3,500	0,931	-9,810	-0,630	1,802
4	0,133	1,160	1,690	0,000	3,500	1,067	-9,810	-0,957	1,791
5	0,167	1,300	1,630	0,000	3,500	1,184	-9,810	-1,283	1,749
6	0,200	1,440	1,570	0,000	3,500	1,300	-9,810	-1,600	1,707
7	0,233	1,570	1,490	0,000	3,500	1,417	-9,810	-1,907	1,653
8	0,267	1,720	1,400	0,000	3,500	1,515	-9,810	-2,203	1,599
9	0,300	1,850	1,300	0,000	3,500	1,650	-9,810	-2,500	1,513
10	0,333	2,000	1,190	0,000	3,500	1,766	-9,810	-2,907	1,477
11	0,367	2,130	1,070	0,000	3,500	1,883	-9,810	-3,243	1,330
12	0,400	2,270	0,924	0,000	3,500	2,000	-9,810	-3,570	1,222
13	0,434	2,410	0,796	0,000	3,500	2,116	-9,810	-3,897	1,103
14	0,467	2,510	0,647	0,000	3,500	2,233	-9,810	-4,223	0,973
15	0,500	2,610	0,560	0,000	3,500	2,349	-9,810	-4,550	0,833
16	0,534	2,750	0,348	0,000	3,500	2,466	-9,810	-4,877	0,681
17	0,567	2,880	0,168	0,000	3,500	2,582	-9,810	-5,203	0,519
18	0,600	2,950	0,282	0,000	3,500	2,699	-9,810	-5,530	0,345
19	0,634	2,990	0,374	0,000	3,500	2,815	-9,810	-5,857	0,161
20	0,667	3,070	0,493	0,000	2,000	2,930	-9,810	-3,500	0,282
21	0,700	3,120	0,584	0,000	2,000	3,017	-9,810	-3,173	0,399
22	0,734	3,170	0,669	0,000	2,000	3,083	-9,810	-2,847	0,504
23	0,767	3,250	0,744	0,000	2,000	3,150	-9,810	-2,520	0,599
24	0,800	3,300	0,821	0,000	2,000	3,216	-9,810	-2,193	0,683
25	0,834	3,340	0,856	0,000	2,000	3,283	-9,810	-1,867	0,756
26	0,867	3,410	0,911	0,000	2,000	3,350	-9,810	-1,540	0,818
27	0,900	3,470	0,950	0,000	2,000	3,416	-9,810	-1,213	0,869
28	0,934	3,530	0,982	0,000	2,000	3,483	-9,810	-0,887	0,910
29	0,967	3,590	0,973	0,000	2,000	3,549	-9,810	-0,560	0,939
30	1,000	3,650	0,976	0,000	2,000	3,616	-9,810	-0,213	0,958
31	1,034	3,710	0,968	0,000	2,000	3,683	-9,810	-0,093	0,966
32	1,067	3,770	0,959	0,000	2,000	3,749	-9,810	-0,420	0,963



Ergebnisse In dieser Abbildung sieht man die gemessenen und simulierten Werte und zudem noch ein Diagramm, welches die simulierte (rot) und die tatsächliche (blau) Wurfbewegung darstellt. Um die Forschungsfrage zu beantworten kann man sagen, dass man die reale Wurfbewegung des Tennisballs ziemlich gut simulieren konnte.

Diskussion An dem Beispiel der Wurfbewegung eines Tennisballs kann man also sehen wie gut sich eine solche Bewegung simulieren, also rekreieren und beschreiben lässt. Wichtig ist nur, dass man alle nötigen Werte und Daten hat, um die Simulation durchzuführen. Bis auf ein paar technische Probleme von dem Simulationsprogramm hat alles gut funktioniert.

Zusammenfassend kann man sagen dass unsere Simulation erfolgreich abgeschlossen wurde und mit der Realität übereinstimmt. Die Simulation konnte den Wurf gut nachbilden und wir waren in der Lage selbstständig die neuen Inhalte nachzuvollziehen. Das Projekt wurde gut von der EduChallenge angeleitet und vermittelt.