Der Mythos der tödlichen Münze: Physik im freien Fall

Ein physikalischer Kurzartikel

Mike Winkler
Fakultät für Mathematik, Ruhr-Universität Bochum
mike.winkler@ruhr-uni-bochum.de
März 2026

Einleitung

Jeder kennt sie, die berühmte urbane Legende: Eine kleine Münze, arglos von der Aussichtsplattform eines hohen Gebäudes geschnippt, verwandelt sich auf dem Weg nach unten in ein tödliches Projektil, das mühelos menschliche Schädel durchschlägt. Doch was sagen die klassische Mechanik und die Strömungslehre dazu? Am Beispiel der oberen Aussichtsplattform des Empire State Buildings (102. Stock, ca. 381 m) schauen wir uns die Kinetik sowie Aerodynamik einer fallenden Münze präzise an und berechnen, wie viel Wahrheit in diesem Mythos steckt.

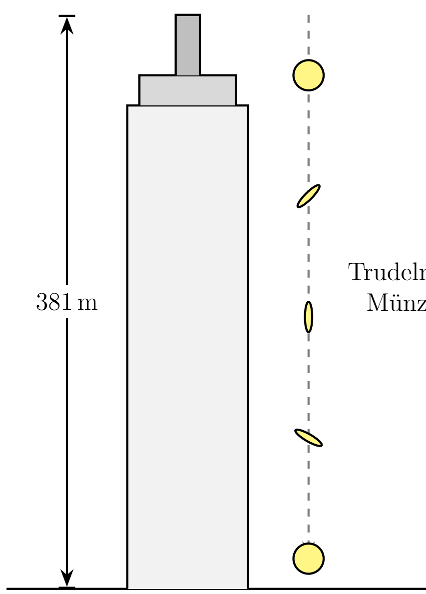

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Fallwegs mit einer im Fall vergrößert dargestellten, trudelnden Münze.

Das Vakuum-Szenario: Der freie Fall ohne Luftwiderstand

Nehmen wir für einen Moment an, unser Planet hätte keine Atmosphäre. Eine Standardmünze (z. B. ein US-Penny) besitzt eine Masse von etwa $m = 2.5\,\mathrm{g} = 0.0025\,\mathrm{kg}$ [2, 3]. Die Fallhöhe von der oberen Aussichtsplattform des Empire State Buildings (102. Stock) beträgt $h = 381\,\mathrm{m}$ [1]. Ohne Luftwiderstand beschleunigt die Münze konstant mit der Erdbeschleunigung $g \approx 9.81\,\mathrm{m/s^2}$.

Die Aufprallgeschwindigkeit lässt sich aus der Energieerhaltung ($E_{\mathrm{pot}} = E_{\mathrm{kin}}$) herleiten:

$$v = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Setzen wir die spezifischen Werte ein:

$$v = \sqrt{2 \cdot 9.81\,\mathrm{m/s^2} \cdot 381\,\mathrm{m}} = \sqrt{7475.22\,\mathrm{m^2/s^2}} \approx 86.46\,\mathrm{m/s} \approx 311.26\,\mathrm{km/h}$$

Im absoluten Vakuum würde die Münze also mit knapp über $300\,\mathrm{km/h}$ auf dem Gehweg einschlagen. Doch wie groß wäre selbst in diesem physikalischen Extremfall ihre kinetische Energie E_{kin}?

$$E_{\mathrm{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 0.0025\,\mathrm{kg} \cdot (86.46\,\mathrm{m/s})^2 \approx 9.34\,\mathrm{J}$$

Die Realität: Aerodynamik und Endgeschwindigkeit (v_t)

Glücklicherweise bewegen sich Objekte auf der Erde durch ein fluides Medium (die Luft). Hier wirkt der Luftwiderstand F_w der Gravitationskraft F_g entgegen. Die Luftwiderstandskraft wächst quadratisch mit der Fallgeschwindigkeit:

$$F_w = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho \cdot A \cdot v^2$$

Dabei ist c_w der Strömungswiderstandskoeffizient, $\rho = 1.225\,\mathrm{kg/m^3}$ die Dichte der Luft (auf Meereshöhe, Standardatmosphäre [4]) und A die effektive Querschnittsfläche der Münze. Sobald die Widerstandskraft exakt der Gewichtskraft ($F_g = m \cdot g$) entspricht ($F_w = F_g$), ist die resultierende Beschleunigung null, und aus der Gleichgewichtsbedingung folgt die Endgeschwindigkeit:

$$v_t = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g}{c_w \cdot \rho \cdot A}}$$

Betrachten wir zunächst die flach fallende Münze. Ein US-Penny hat einen Durchmesser von $19.05\,\mathrm{mm}$ [2] und damit eine Querschnittsfläche von $A_{\mathrm{flach}} = \pi\, r^2 \approx 2.85 \times 10^{-4}\,\mathrm{m^2}$. Für eine flache Scheibe beträgt der Widerstandsbeiwert $c_w \approx 1{,}17$ [5, 6]. Damit ergibt sich:

$$v_{t,\mathrm{flach}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.0025\,\mathrm{kg} \cdot 9.81\,\mathrm{m/s^2}}{1{,}17 \cdot 1.225\,\mathrm{kg/m^3} \cdot 2.85 \times 10^{-4}\,\mathrm{m^2}}} \approx 10.96\,\mathrm{m/s}$$

Die Geschwindigkeit im Luftwiderstandsregime folgt

$$v(t) = v_t \cdot \tanh\left(\frac{g \cdot t}{v_t}\right),$$

woraus sich die zurückgelegte Strecke ergibt:

$$s(t) = \frac{v_t^2}{g} \cdot \ln\left(\cosh\left(\frac{g \cdot t}{v_t}\right)\right)$$

Für 95 % der flachen Endgeschwindigkeit ergibt sich mit $\operatorname{artanh}(0{,}95) \approx 1{,}832$:

$$s_{95\%} = \frac{v_{t,\text{flach}}^2}{g} \cdot \ln\Big(\cosh(1{,}832)\Big) \approx \frac{(10.96\,\text{m/s})^2}{9.81\,\text{m/s}^2} \cdot 1{,}164 \approx 14.25\,\text{m}$$

Im flach fallenden Zustand erreicht die Münze ihre Endgeschwindigkeit also bereits nach etwas mehr als 14 m – ein überraschend kurzer Weg. Die verbleibenden rund 367 m bis zum Boden ändern daran nichts mehr.

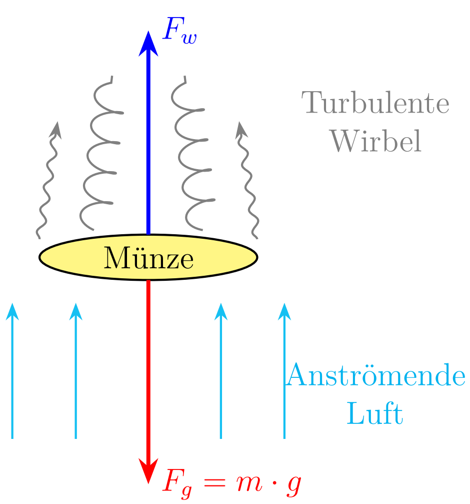

Abbildung 2: Kräftegleichgewicht: Schwerkraft nach unten (F_g), Luftwiderstand nach oben (F_w), ergänzt durch turbulente Wirbelbildungen.

Sehen wir uns nun den Fall in Kantenlage an. Dieser Zustand ist aerodynamisch extrem instabil und in der Praxis kaum dauerhaft. Zudem hängt der Widerstandsbeiwert c_w von der gewählten Referenzfläche A ab. Im Folgenden ist A jeweils die projizierte Stirnfläche in Strömungsrichtung. Für stumpfe Körper bzw. Platten quer zur Strömung werden oft Widerstandsbeiwerte der Größenordnung $c_w \sim 1$ bis > 1 angegeben (abhängig von Definition, Referenzfläche und Reynolds-Zahl) [5, 6].

Zum Vergleich rechnen wir mit den Extremwerten $c_w \approx 0{,}5$ (sehr günstige Untergrenze) und $c_w \approx 1{,}3$ (typische Größenordnung für eine Platte quer zur Strömung). Die Querschnittsfläche reduziert sich in diesem Szenario auf $A_{\text{Kante}} = d \cdot t_{\text{Münze}} = 19.05 \times 10^{-3}\,\text{m} \cdot 1.52 \times 10^{-3}\,\text{m} \approx 2.90 \times 10^{-5}\,\text{m}^2$ (Durchmesser $\times$ Dicke [2]). Analog zum Szenario der flach fallenden Münze ergeben sich für die Kantenlage folgende Endgeschwindigkeiten und Anlaufstrecken:

$$v_{t,\mathrm{Kante,max}}\,(c_w = 0{,}5) = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.0025\,\mathrm{kg} \cdot 9.81\,\mathrm{m/s^2}}{1.225\,\mathrm{kg/m^3} \cdot 0{,}5 \cdot 2.90 \times 10^{-5}\,\mathrm{m^2}}} \approx 52.55\,\mathrm{m/s}$$

$$s_{95\%,\mathrm{Kante,max}} = \frac{v_{t,\mathrm{Kante,max}}^2}{g} \cdot 1{,}164 \approx \frac{(52.55\,\mathrm{m/s})^2}{9.81\,\mathrm{m/s^2}} \cdot 1{,}164 \approx 327.66\,\mathrm{m}$$

$$v_{t,\mathrm{Kante,min}}\,(c_w = 1{,}3) = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.0025\,\mathrm{kg} \cdot 9.81\,\mathrm{m/s^2}}{1.225\,\mathrm{kg/m^3} \cdot 1{,}3 \cdot 2.90 \times 10^{-5}\,\mathrm{m^2}}} \approx 32.59\,\mathrm{m/s}$$

$$s_{95\%,\mathrm{Kante,min}} = \frac{v_{t,\mathrm{Kante,min}}^2}{g} \cdot 1{,}164 \approx \frac{(32.59\,\mathrm{m/s})^2}{9.81\,\mathrm{m/s^2}} \cdot 1{,}164 \approx 126.02\,\mathrm{m}$$

Im günstigsten Extremfall (größtes v_t) wären also rund 328 m nötig, um 95 % zu erreichen. Bei einer Fallhöhe von 381 m verbleiben dann nur noch etwa 53 m. Im konservativeren Extremfall (kleineres v_t) werden 95 % bereits nach rund 126 m erreicht und es verbleiben etwa 255 m.

Diese Zahlen darf man allerdings nicht als realistische Erwartungswerte interpretieren. Sie liefern damit nur eine ideale Ober- und Untergrenze. Wie wir im nächsten Abschnitt sehen werden, *trudelt* die Münze nämlich in der Realität.

Der Trudel-Effekt und die mittlere Endgeschwindigkeit

Eine Münze verhält sich im Luftstrom nicht wie ein perfekt ausgerichteter Körper. Flache Scheiben geraten beim Fallen typischerweise ins Flattern und Trudeln, wobei sich Orientierung, Wirbelablösung und damit die effektive Größe $c_w A$ fortlaufend ändern. Für einen Penny werden in populären Abschätzungen und einfachen Mess- und Modellrechnungen Endgeschwindigkeiten in der Größenordnung von etwa 25 mph bis 50 mph angegeben (also grob 40 km/h bis 80 km/h) [8, 9].

Für eine konservative Rechnung setzen wir daher im Folgenden

$$v_{t,\mathrm{trudeln}} := 22\,\mathrm{m/s} \qquad (\approx 80\,\mathrm{km/h})$$

als obere typische Endgeschwindigkeit an.

Um die Anlaufstrecke grob zu erfassen, modellieren wir die späte Fallphase durch einen effektiven quadratischen Widerstand mit konstanter Endgeschwindigkeit $v_{t,\mathrm{trudeln}}$. Analog zur Rechnung der flach fallenden Münze ergibt sich für 95 % der Endgeschwindigkeit:

$$s_{95\%} = \frac{v_{t,\mathrm{trudeln}}^2}{g} \cdot 1{,}164 \approx \frac{(22\,\mathrm{m/s})^2}{9.81\,\mathrm{m/s^2}} \cdot 1{,}164 \approx 57.43\,\mathrm{m}$$

Erst nach etwa 57 m ist die Münze also praktisch in ihrer Endgeschwindigkeit. Die verbleibenden rund 324 m bis zum Boden ändern die Aufprallgeschwindigkeit nicht mehr wesentlich.

Der letale Grenzwert: Energiebilanz beim Aufprall

Betrachten wir nun die reale Aufprallenergie bei Erreichen einer konservativ gewählten Trudel-Endgeschwindigkeit von $v_t = 22\,\mathrm{m/s}$:

$$E_{\text{kin, real}} = \frac{1}{2} \cdot 0.0025\,\mathrm{kg} \cdot (22\,\mathrm{m/s})^2 = 0.61\,\mathrm{J}$$

Dieser Wert liegt deutlich unter 1 J. Die forensische Biomechanik berichtet Bruchenergien des menschlichen Schädels (bei dynamischer Belastung) in einer Größenordnung von einigen Dutzend Joule. In [7] liegen die gemessenen Werte beispielsweise zwischen 14.1 J und 68.5 J. Die kinetische Energie der fallenden Münze verfehlt diesen kritischen Schwellenwert somit massiv.

Vergleichsbeispiel: Der Fall eines Baseballs

Um diese Werte in Relation zu setzen, betrachten wir ein schwereres und kompakteres Objekt: Einen Standard-Baseball mit einer Masse von $m = 145\,\mathrm{g} = 0.145\,\mathrm{kg}$ [10].

Aufgrund des wesentlich größeren Verhältnisses von Masse zu Querschnittsfläche und der kugelrunden Aerodynamik erreicht ein Baseball eine deutlich höhere Endgeschwindigkeit in der Größenordnung von etwa $v_t \approx 40\,\mathrm{m/s}$ (ca. 144 km/h). Bei rund 95 mph ($\approx 42\,\mathrm{m/s}$) ist die Luftwiderstandskraft bereits in der Größenordnung der Gewichtskraft [11]. Berechnen wir dessen kinetische Energie beim Aufprall:

$$E_{\text{kin, Baseball}} = \frac{1}{2} \cdot 0.145\,\mathrm{kg} \cdot (40\,\mathrm{m/s})^2 = 116\,\mathrm{J}$$

Mit 116 J liegt der Baseball deutlich über dem in [7] berichteten Bereich der Schädelbruchenergien (bis 68.5 J). Während eine Münze harmlos ist, wäre der Fall eines Baseballs aus derselben Höhe zweifellos lebensgefährlich.

Cartoon-Physik: Der Fall des Konzertflügels

Meine erste Begegnung mit der urbanen Legende des tödlichen Pennies geht auf die bekannte Zeichentrickserie *Die Simpsons* zurück. Genauer gesagt auf die Itchy & Scratchy Show der Folge *Bart verkauft seine Seele* [12].

Die entsprechende Szene spielt in der US-Stadt Seattle an der berühmten Space Needle, einem Aussichts- und Restaurantturm [13]. Itchy (die Maus) lockt Scratchy (die Katze) per Liebesbrief zu einem vermeintlichen Date zum Turm. Voller romantischer Erwartungen wartet Scratchy vor dem Bauwerk sehnsüchtig auf seine heimliche Verehrerin. Itchy lauert bereits auf dem Dach des Turms und lässt, inspiriert durch ein entsprechendes Warnschild, einen Penny in Richtung Scratchy fallen. Die Münze beschleunigt auf eine absurd hohe Geschwindigkeit und schlägt rot glühend knapp neben Scratchy ein tiefes Loch in den Boden.

Abbildung 3 zeigt eine Neuinterpretation dieser Szene als Comicstrip. Aus urheberrechtlichen Gründen müssen wir an dieser Stelle auf Original-Screenshots verzichten.

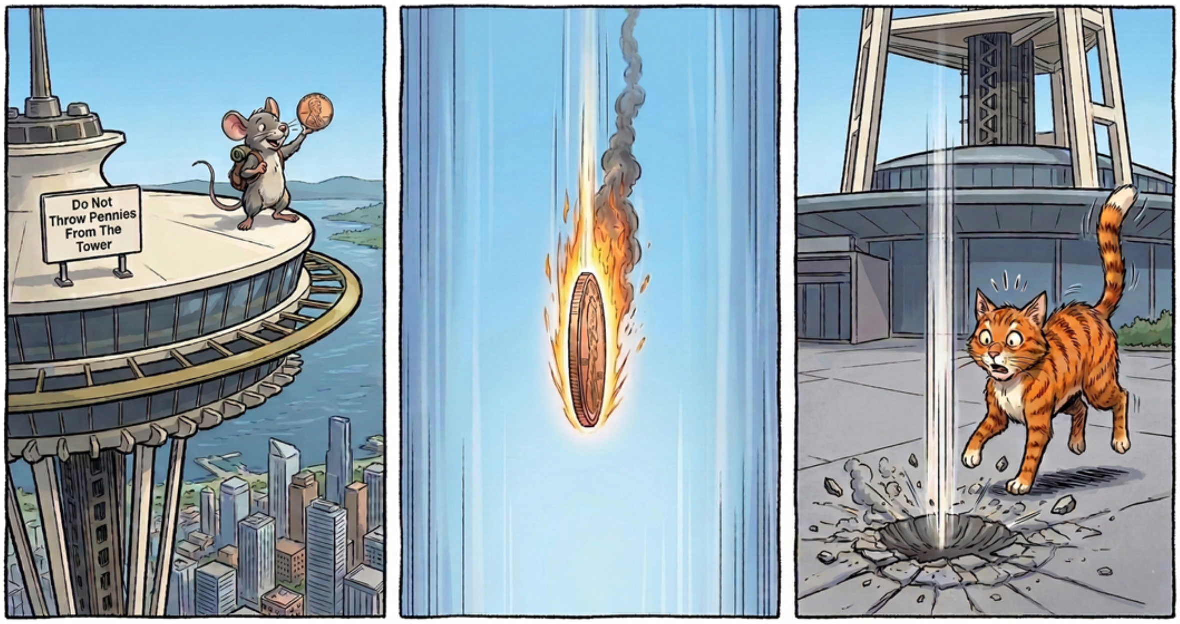

Abbildung 3: Neuinterpratation der Itchy & Scratchy Show: *Skinless in Seattle*

Obwohl Itchys Penny den gesamten Weg in der Kantenlage zurücklegt, haben End- und Aufprallgeschwindigkeit der Münze nichts mit der Realität zu tun. Doch was wären Cartoons ohne das Stilmittel der Übertreibung?

Um die Absurdität der urbanen Legende noch weiter auf die Spitze zu treiben, bedienen wir uns eines klassischen Tropes der Cartoon-Geschichte:

Was passiert, wenn anstelle einer Münze ein ausgewachsener Konzertflügel vom Empire State Building fällt?

Nehmen wir als Modell einen Standard-Konzertflügel (z. B. Steinway Model D-274 [14]). Dieser besitzt eine Masse von beachtlichen $m = 480\,\text{kg}$. Seine Querschnittsfläche (von unten betrachtet) schätzen wir auf $A \approx 3\,\text{m}^2$. Da ein Klavier aerodynamisch etwa so günstig geformt ist wie eine Schrankwand, nehmen wir einen hohen Strömungswiderstandskoeffizienten von $c_w \approx 1,0$ an [15]. Die Luftdichte beträgt weiterhin $\rho \approx 1.2\,\text{kg/m}^3$.

Für unsere Cartoon-Werte ergibt sich die Endgeschwindigkeit:

$$v_t = \sqrt{\frac{2 \cdot 480\,\text{kg} \cdot 9.81\,\text{m/s}^2}{1,0 \cdot 1.2\,\text{kg/m}^3 \cdot 3\,\text{m}^2}} = \sqrt{\frac{9417.6\,\text{N}}{3.6\,\text{kg/m}}} \approx 51.15\,\text{m/s} \approx 184.14\,\text{km/h}$$

Aufgrund der enormen Masse fällt das Klavier mit einer Endgeschwindigkeit von rund 184 km/h also wesentlich schneller als die Münze. Berechnen wir nun die kinetische Energie, mit der das Instrument auf dem Gehweg (oder Scratchy) einschlägt:

$$E_{\text{kin, Flügel}} = \frac{1}{2} \cdot 480\,\text{kg} \cdot (51.15\,\text{m/s})^2 \approx 627\,917\,\text{J}$$

Mit knapp 628 Kilojoule übersteigt der Konzertflügel den in [7] berichteten empirischen Maximalwert der Schädelbruchenergie (68.5 J) um fast das Zehntausendfache.

Während uns die Aerodynamik also vor der tödlichen Münze bewahrt, gilt dies für Klaviere definitiv nicht. Wer von einem Konzertflügel getroffen wird, endet zweifellos exakt so, wie es uns die Cartoons am Samstagmorgen immer gelehrt haben: als zweidimensionale Pfannkuchen-Version seiner selbst.

Fazit

Die Physik ist eindeutig: Werden Sie von einer Münze getroffen, die von der Spitze eines Wolkenkratzers fällt, resultiert dies allenfalls in einem schmerzhaften blauen Fleck. Die terminale Aerodynamik und das geringe Gewicht bewahren uns vor Schlimmerem. Größere und schwerere Objekte wie Baseballs durchbrechen hingegen die kritische Energiegrenze und stellen eine reale Gefahr dar.

Sollten Sie jedoch jemals in den stetig wachsenden Schatten eines vom Himmel fallenden Konzertflügels geraten, hilft Ihnen leider auch der beste Strömungswiderstandskoeffizient nicht mehr weiter. In diesem Fall verdrängen Sie am besten alle Gedanken an die Aerodynamik und treten einfach schnell einen Schritt zur Seite.

Literatur

[1] Empire State Building Observatory, *Facts & Figures*. `https://www.esbnyc.com/about/facts-figures` (abgerufen Februar 2026). Offizielle Angabe: 102. Stockwerk auf 1250 Fuß = 381 m über dem Straßenniveau.

[2] Wikipedia, *Penny (United States coin)*. `https://en.wikipedia.org/wiki/Penny_(United_States_coin)` (abgerufen Februar 2026). Maße seit 1982 (Kupferplattiertes Zink): Masse 2.5 g, Durchmesser 19.05 mm, Dicke 1.52 mm.

[3] United States Mint, *Coin Specifications*. `https://www.usmint.gov/learn/coins-and-medals/circulating-coins/coin-specifications` (abgerufen Februar 2026). Offizielle Maße und Zusammensetzung aller Umlaufmünzen der USA.

[4] International Civil Aviation Organization (ICAO), *Manual of the ICAO Standard Atmosphere*, 3rd ed., Doc. 7488-CD, ICAO, Montréal, 1993. Standardatmosphäre auf Meereshöhe: $\rho_0 = 1.225\,\mathrm{kg/m^3}$, $T_0 = 288.15\,\mathrm{K}$.

[5] Aerospaceweb.org, *Drag of Cylinders & Cones*. `https://aerospaceweb.org/question/aerodynamics/q0231.shtml` (abgerufen Februar 2026). Widerstandsbeiwert der kreisförmigen Scheibe senkrecht zur Strömung: $c_w = 1{,}17$, konstant ab Reynolds-Zahl $\mathrm{Re} > 1000$.

[6] Wikipedia, *Drag coefficient*. `https://en.wikipedia.org/wiki/Drag_coefficient` (abgerufen Februar 2026). Tabellarische Übersicht typischer c_w-Werte für verschiedene Körperformen; flache Scheibe senkrecht: $c_w = 1{,}17$; zylindrische Scheibe (Kante): $c_w \approx 0{,}5$.

[7] N. Yoganandan, F. A. Pintar, A. Sances et al., *Biomechanics of skull fracture*, Journal of Neurotrauma **12** (1995), 659–668. Gemessene Bruchenergien des menschlichen Schädels bei dynamischer Belastung: 14.1 J bis 68.5 J (Mittelwert 28 J). Der im Artikel genannte Wert von 68.5 J entspricht dem empirischen Maximalwert aus dieser Studie.

[8] N. Wolchover, *Could a Penny Dropped Off a Skyscraper Actually Kill You?*, Scientific American / Life's Little Mysteries, 2012. `https://www.scientificamerican.com/article/could-a-penny-dropped-off/` (abgerufen Februar 2026).

[9] T. Tucker, *Lethal pennies and other misconceptions*, Mechanical Science & Engineering, University of Illinois Urbana-Champaign, 2016. `https://mechse.illinois.edu/news/blogs/lethal-pennies-and-other-misconceptions` (abgerufen Februar 2026).

[10] Major League Baseball, *Official Baseball Rules, Rule 3.01.* `https://www.mlb.com/official-information/umpires/official-rules/objectives-1-0` (abgerufen Februar 2026). Vorgeschriebene Masse eines Baseballs: 5 bis $5\,\frac{1}{4}$ oz ($\approx$ 142 g bis 149 g, Mittelwert 145 g).

[11] R. K. Adair, *The physics of baseball*, Physics Today, May 1995. `https://baseball.physics.illinois.edu/Adair_PhysicsToday_May95.pdf` (abgerufen Februar 2026).

[12] Wikipedia, *Bart Sells His Soul (Bart verkauft seine Seele).* `https://en.wikipedia.org/wiki/Bart_Sells_His_Soul` (abgerufen Februar 2026) Die Simpsons, Staffel 7, Episode 4, Regie: Wes Archer, Drehbuch: Greg Daniels, Produktionscode: 3F02, Erstausstrahlung: 08.10.1995, D-Premiere: 07.11.1996.

[13] Wikipedia, *Space Needle.* `https://en.wikipedia.org/wiki/Space_Needle` (abgerufen Februar 2026).

[14] Steinway & Sons, *Produktspezifikationen Modell D-274.* Der Flügel hat laut Hersteller eine Länge von 274 cm, eine Breite von 156 cm und ein Gewicht von exakt 480 kg.

[15] S. F. Hoerner, *Fluid-dynamic Drag: Practical Information on Aerodynamic Drag and Hydrodynamic Resistance*, 1965. Ein umströmter, stumpfer Quader besitzt erfahrungsgemäß einen c_w-Wert im Bereich von 1,0 bis 1,2.