

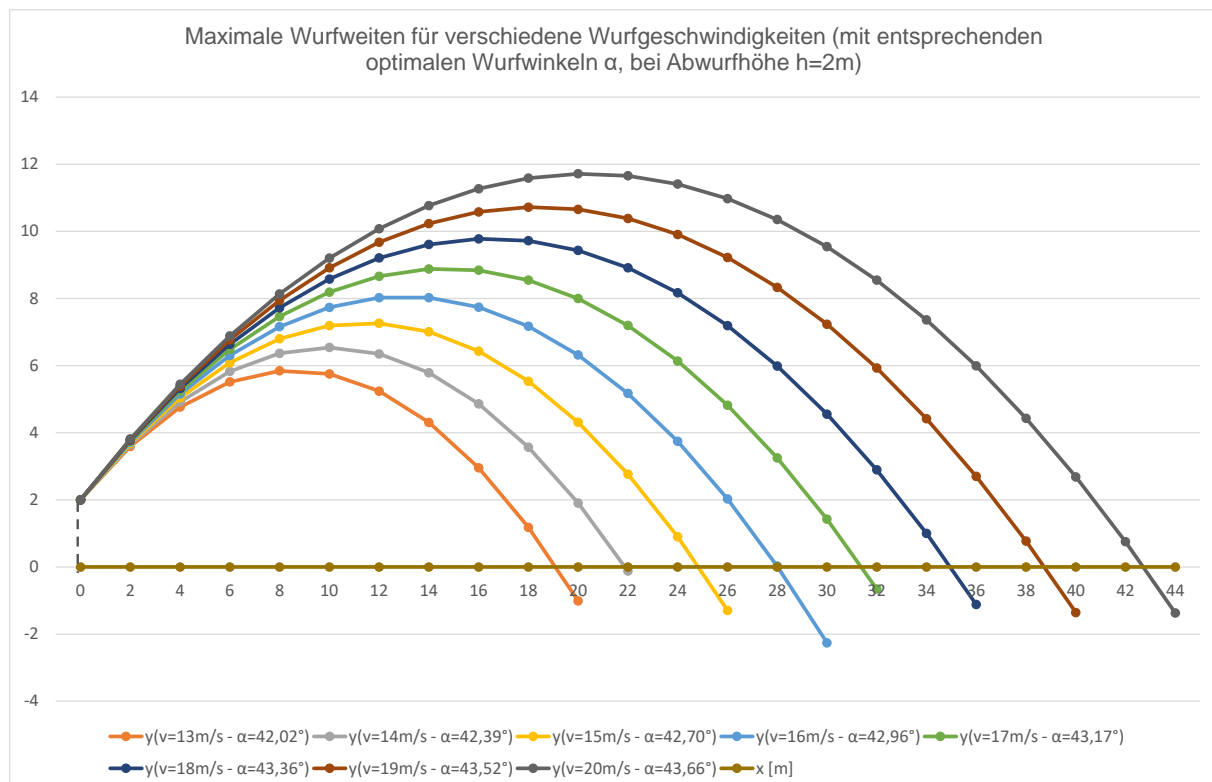
Autor: Harald Kunde

Einleitung

Im Dokument [Corona-Kuriositäten](#) wurden die wichtigsten Grundlagen für eine ausreichende Abstandshaltung in Corona-Zeiten zusammengetragen. Es wurde dort bereits darauf hingewiesen, dass Sopranistinnen besonders gefährlich sind, da sie ihren Kopf bei sehr hohen Tönen noch oben neigen und auch höhere Auswurfgeschwindigkeiten haben. Man geht vom Doppelten der Standard-Auswurfgeschwindigkeit von 3,5 m/s aus. Damals konnte nicht genau quantifiziert werden, wie groß der Abstand zu Sopranistinnen sein muss. Dies soll in diesem Dokument nachgeholt werden. Als Abfallprodukt erfahrt ihr, welche Abwurfgeschwindigkeit ihr bei einem Wurf von einem Ei-großen Stein mindestens habt, wenn ihr eine bestimmte Wurfweite erzielt.

Wurfweiten

In folgendem Diagramm seht ihr Wurfweiten in Abhängigkeit von Abwurfgeschwindigkeit und dem je solcher Geschwindigkeit optimalen Wurfwinkel α . Unterstellt ist eine Abwurfhöhe (über dem Kopf befindlicher, ausgestreckter Arm) von 2m. Für Kleinwüchsige ist ein entsprechender Sprung beim Wurf unterstellt.



Die Berechnungen sind kompliziert und die Formel für die Wurfweite zeigt, dass der optimale Wurfwinkel α vom Betrag der Wurfgeschwindigkeit v und der Abwurfhöhe H abhängt. Für Physiker und Masochisten sei die Formel hier kurz notiert:

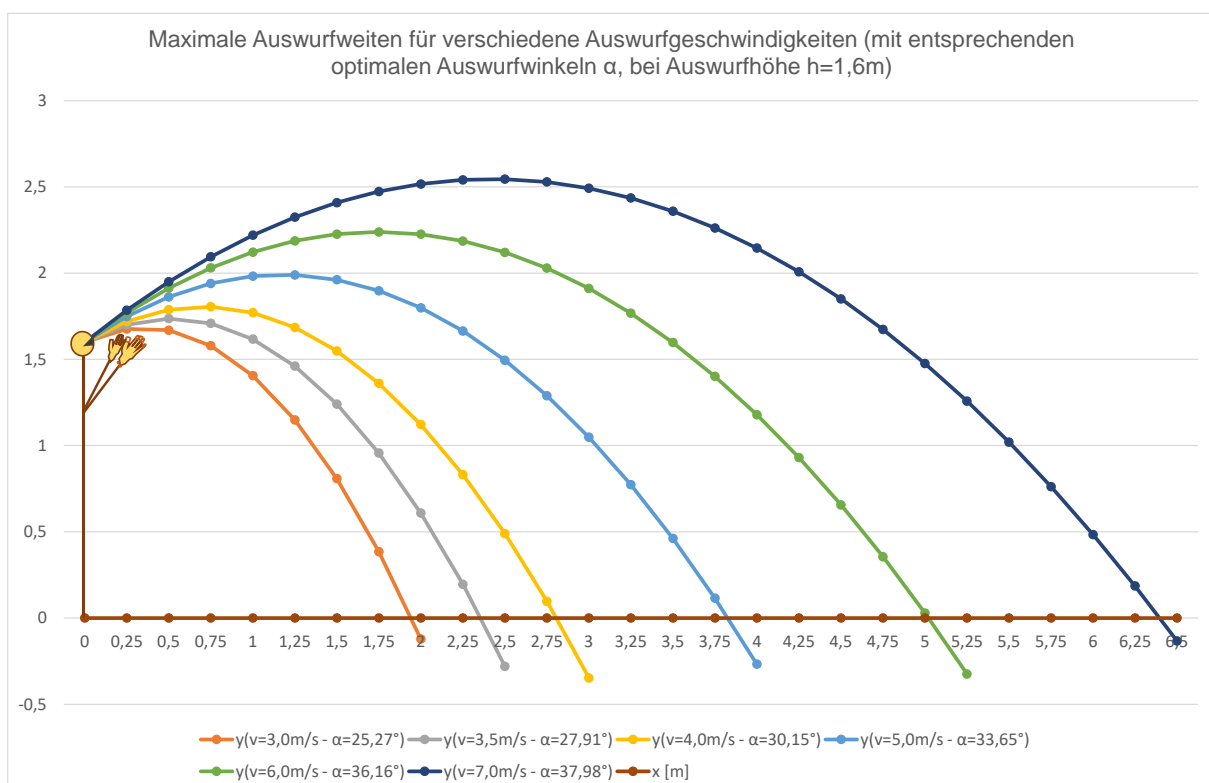
$x = \frac{v \cdot \cos \alpha}{g} * (v * \sin \alpha + \sqrt{2gH + v^2 * \sin^2(\alpha)})$, mit Wurfweite x, Abwurfgeschwindigkeit v, Erdbeschleunigung g ($=9,81 \frac{m}{s^2}$), Abwurfhöhe H und Abwurfwinkel α . Zu $\alpha=0$ erhält man $x = v * \sqrt{\frac{2H}{g}}$ das bekannte Ergebnis aus Dokument [Corona-Kuriositäten](#). Das Optimum der Weite erhält man dagegen, wenn $\frac{dx}{d\alpha} = 0 \leftrightarrow v * \cos 2\alpha * (\sqrt{2gH + v^2 \sin^2(\alpha)} + v * \sin \alpha) = 2gH * \sin \alpha$ gilt.

Die optimalen Winkel α je Wurfgeschwindigkeit (und auch Höhe H!) können für ausgewählte Werte der Legende in den Diagrammen entnommen werden.

Wenn ihr nun etwa einen Ei-großen Stein werft und beispielweise 43m weit werft, so könnt ihr eure Abwurfgeschwindigkeit abschätzen. Denn sie muss mindestens so groß sein wie die zu optimalem Abwurfwinkel mit entsprechender Weite. Im Beispiel wären das also 20m/s. Damit wärt ihr (mit ein bisschen Training) zum Speerwerfer prädestiniert, denn die haben Abwurfgeschwindigkeiten von ca. 23m/s (ohne Anlauf und Stemmschritt) – allerdings für Speere, nicht für Steine.

Auswurfweiten

Man kann obige Ergebnisse jetzt anwenden, um kritische Auswurfweiten im Corona-Fall zu ermitteln. Im Dokument [Corona-Kuriositäten](#) wurden ja Weiten unter der Annahme eines Auswurfwinkels 0° ermittelt. Streng genommen muss man aber den Worstcase betrachten, d.h. den Fall des Auswurfs mit optimalem Auswurfwinkel. Solche Fälle können auftreten bei Sopranistinnen, wenn höchste Töne intoniert werden, weil dann üblicherweise der Kopf nach hinten geneigt wird. Aber auch der Fall eines Pfarrer/Pastor/Imams (*kurz: PPI*), der bei seiner Predigt im Gefühl, eins mit Gott zu sein, ein *Halleluja/Allahu Akbar* in den Kirchen/Moschee-Raum schickt, ist kritisch. Er ist sogar hochkritisch, wenn der PPI von einer Kanzel predigt. Sowohl bei Sopranistin als auch PPI muss darüber hinaus von einer gegenüber der Standard-Auswurfgeschwindigkeit von 3,5 m/s doppelt so hohen Geschwindigkeit ausgegangen werden. Hier zunächst der Fall einer nicht erhöhten Auswurfhöhe von 1,60m:

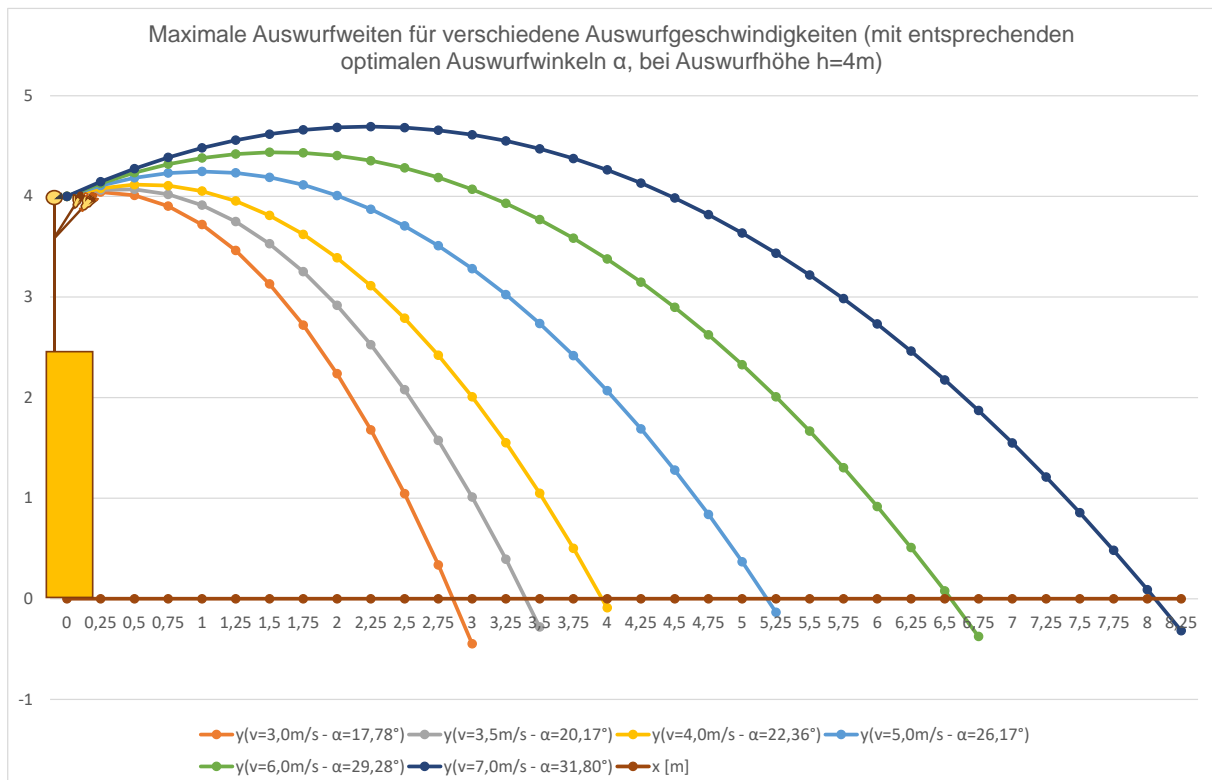


Man erkennt, dass der Mindestabstand, den man im Fall der Anwesenheit von Sopranistin oder PPI einhalten sollte, nicht 2m ist, sondern **6,5m**. Sogar im Standardfall ($v=3,5$ m/s) sollte man eigentlich 2,5m Abstand halten. Nämlich dann, wenn das Gegenüber in einem Winkel von $\sim 28^\circ$ mit einem spricht. Solche Gesprächssituationen liegen etwa vor bei Pöbeleien: „Wat du wolle, Alte(r)?“ o.ä.

Wie ändern sich die Verhältnisse, wenn Sopranistin oder PPI in erhöhter Position sind, etwa auf einer Kanzel (Bühne)?

Bild rechts zeigt, dass eine Kanzel durchaus eine Höhe von etwa 2,4m haben kann. Mit der Mundhöhe über Boden von 1,6m zusammen ergibt das etwa eine Auswurfhöhe von 4m.

Das folgende Diagramm zu Auswurfweiten bei bestimmten Auswurfgeschwindigkeiten und zugehörigen optimalen Auswurfwinkeln basiert auf dieser Höhe von 4m.



Man erkennt, dass ein **Sicherheitsabstand von über 8m** eingehalten werden sollte. Solltet ihr also an Weihnachten in eine Christmette gehen, denkt daran: **8 Meter!** Bzw.: *Hinterbänkler leben länger!* Gelegentlich hört man den Einwand, dass zur Messe verströmter Weihrauch desinfizierend wirken könnte. Das mag sein, wird aber wahrscheinlich durch verstärkten Hustenreiz bei den Kirchenbesuchern mehr als kompensiert.

Dazu das passende Lied von Police: <https://www.youtube.com/watch?v=OMOGaugKpzs>