

## Aktuelles aus dem Technologieunterricht der 13. Klassen

Vom Sprung des Felix Baumgartner aus fast 40 Kilometer Höhe am 14. Oktober 2012 konnte man aus der Presse bzw. aus dem Internet Folgendes entnehmen:

*Nach dem Start in 39.045 Meter Höhe war im freien Fall die höchste Geschwindigkeit 1.342,87 km/h, der freie Fall endete nach 4 Minuten und 20 Sekunden als der Fallschirm in einer Höhe von 1500 Meter öffnete.*

Nachdem in der 13. Jahrgangsstufe der Ausbildungsrichtung Technik im Rahmen des Themenkomplexes „Modellbildung“ bereits der freie Fall einer Stahlkugel aus größerer Höhe unter Berücksichtigung der Luftdichte und der Lufttemperatur und auch ein Sprung mit einem Fallschirm simuliert wurde, war es mit diesen Daten nun relativ leicht möglich, den Verlauf der Geschwindigkeit und der Beschleunigung für diesen sensationellen Sprung nachzuvollziehen.

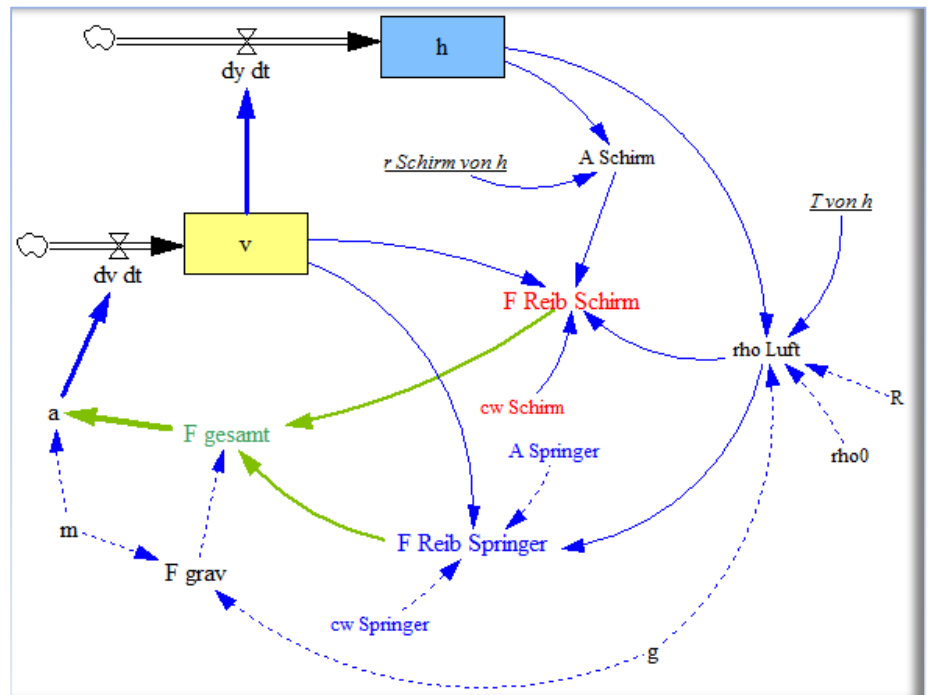


Abbildung 1: Systemschema

Das im Unterricht eingesetzte Simulationsprogramm Vensim® ermöglicht eine grafische Darstellung der physikalischen Zusammenhänge. Die Abbildung 1 zeigt das Systemschema im Programm Vensim®.

Nachdem das Systemschema entworfen ist, sind noch die notwendigen physikalischen Formeln zu ergänzen:

$$F_G = m \cdot g, F_R = \frac{c_w \cdot A \cdot \rho \cdot v^2}{2}, \rho(h) = \rho_0 \cdot e^{-\frac{g \cdot h}{R \cdot T}}$$

Dabei steht  $F_G$  für die Gravitationskraft.  $F_R$  berücksichtigt die Kraft der Luftreibung, die zunächst nur auf den Springer und dann zusätzlich auf den Fallschirm wirkt. Dabei bestimmt man die korrekte Dichte  $\rho$  der Luft mit der barometrischen Höhenformel und entnimmt die von der Höhe abhängige Temperatur einer sogenannten „Lookup“-Tabelle. Diese Tabelle zeigt die Abbildung 2, in der die Höhe auf der waagrechten Achse (links ist die Höhe 0 m) und auf der senkrechten Achse die zugehörige Temperatur aufgetragen ist. Nachdem die physikalischen Zusammenhänge und die Startwerte ins Programm eingefügt sind, kann die Simulation gestartet werden und das Ergebnis sieht dann so aus:

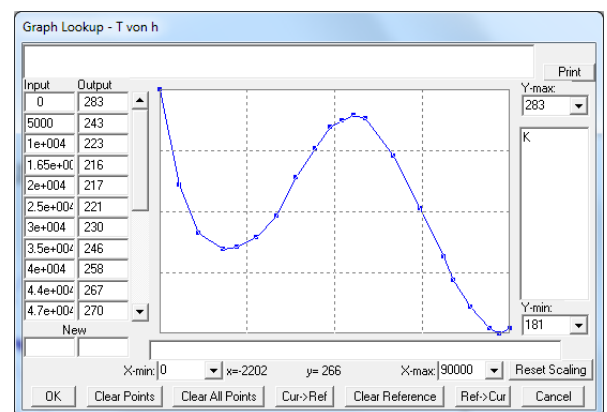


Abbildung 2: Lookup-Tabelle für die Lufttemperatur

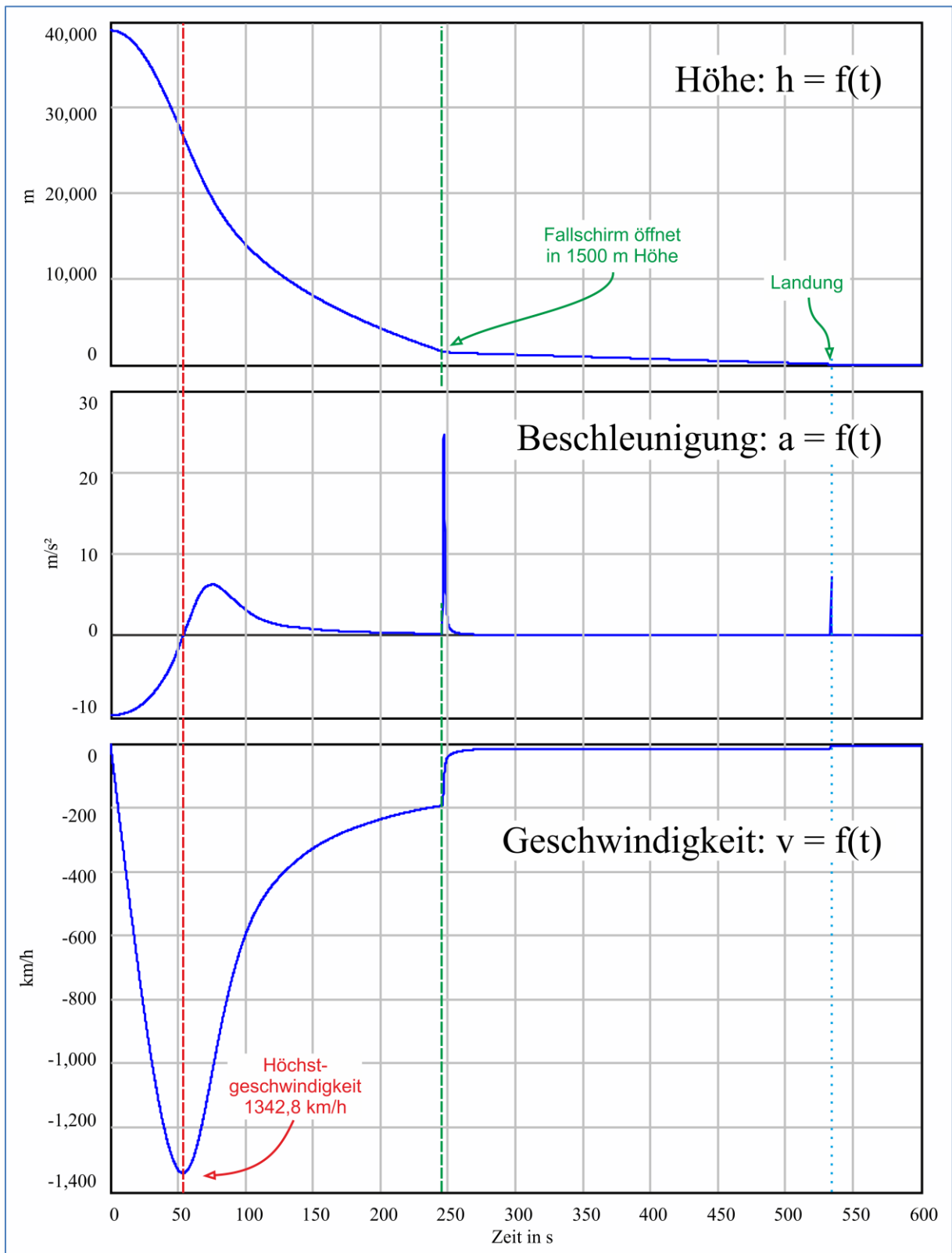


Abbildung 3: Ergebnis der Simulation

Dass in der Simulation die Höhe von 1500 Meter um 14 Sekunden früher erreicht wird als in den veröffentlichten Daten, mag daran liegen, dass Felix Baumgartner während seines Sprunges ins Trudeln geriet, was zu einer Verringerung seiner Fallgeschwindigkeit geführt haben dürfte.