

AERODYNAMIK VON MODELLRAKETEN: LUFTWIDERSTAND

BENJAMIN LIPS

Zielsetzung: Höher, schneller, weiter!

Bei dem Bau einer Rakete sorgt vor allem das Streben nach einer Verbesserung der Flugleistung bei jeder Iteration für Faszination. Ziel ist es daher, aus fünf verschiedenen Spitzenformen eine optimale zu finden. Da die Spitze das Bauteil ist, welches die umliegende Luft im Flug verdrängt, hat diese einen großen Einfluss auf den Luftwiderstand.

Die Spitzenformen:

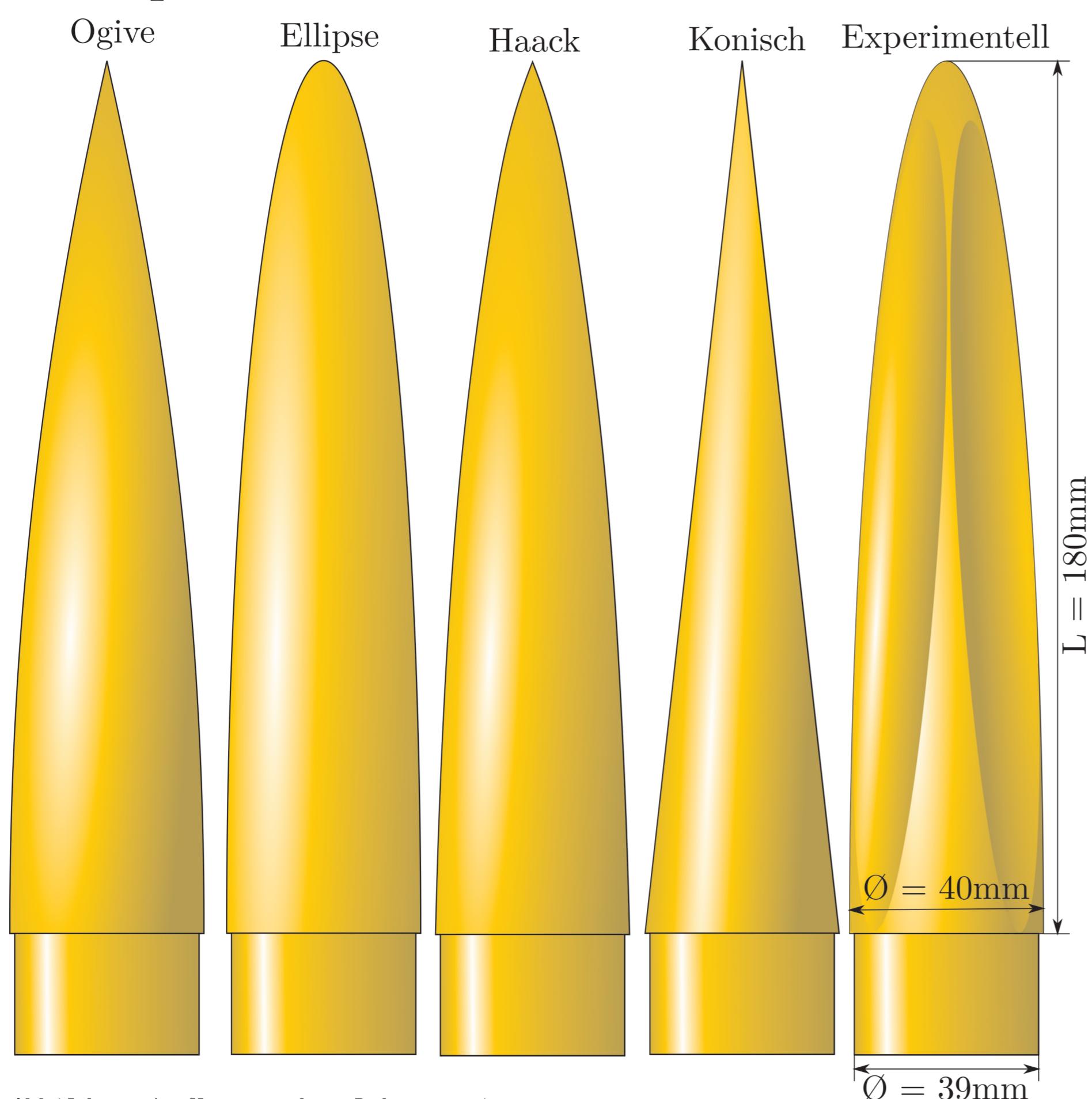


Abbildung 1: Untersuchte Raketenspitzen.

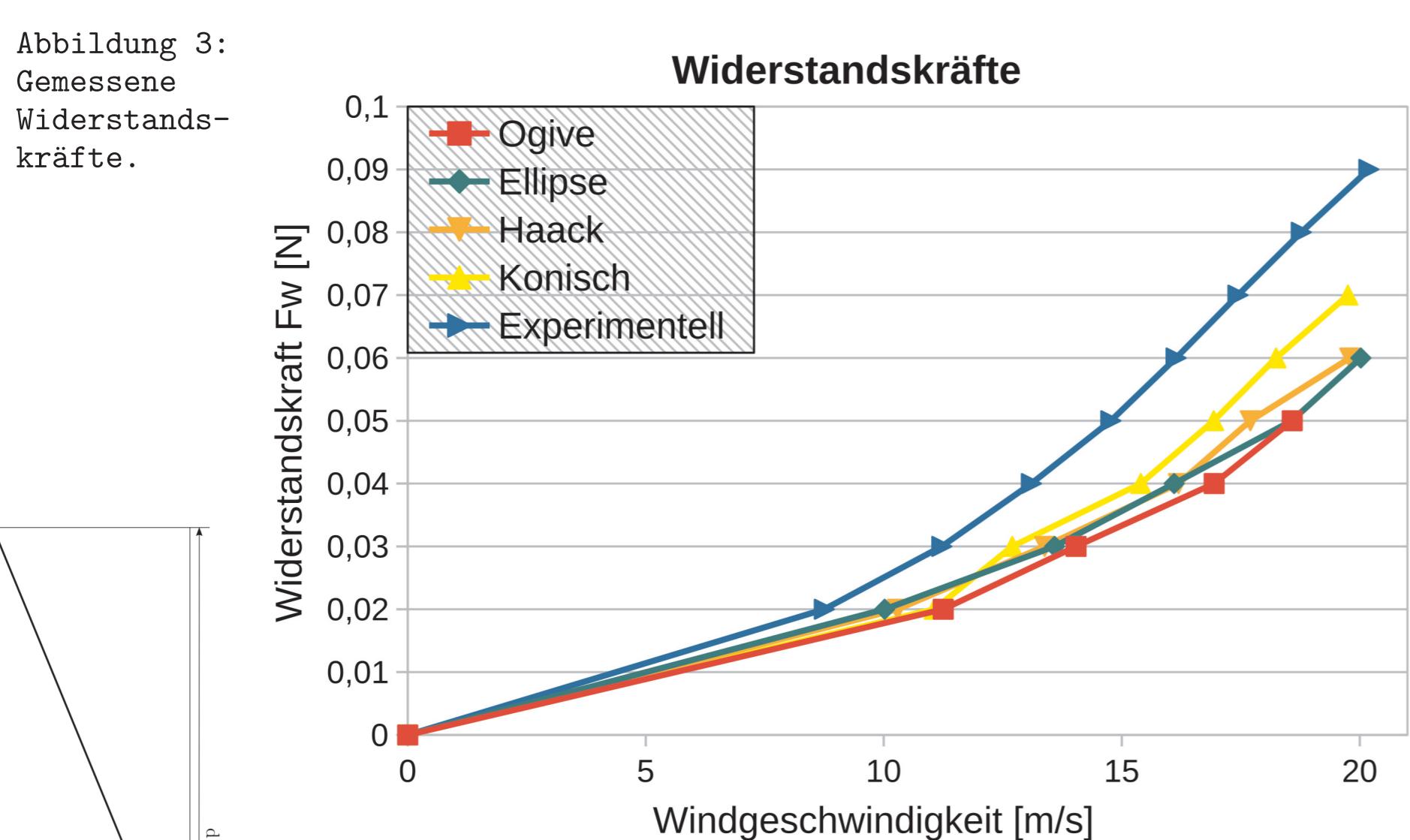
Versuch in Windkanal:

FTV wird, an einer Kraftwaage montiert, mittig und gerade in den Luftstrom des Windkanals ausgerichtet.



Ergebnisse:

Die Messungen zeigen, dass die experimentelle Spitze für eine große Widerstandskraft sorgt. Auch bei der konischen ist die gemessene Kraft erkennbar höher. Zwischen den anderen drei Spitzen ist die Differenz weniger erheblich, die Ogive stellt sich als beste Form heraus.



Auswertung:

Mit Hilfe der Messdaten wird der Cw-Wert der Rakete mit jeder Spitze berechnet, ein dimensionsloses Maß für den aerodynamischen Widerstand eines Objekts. Erneut schneidet die ogive Spitze am besten ab.

$$C_W = \frac{2 \cdot F_W}{\rho \cdot v^2 \cdot A}$$

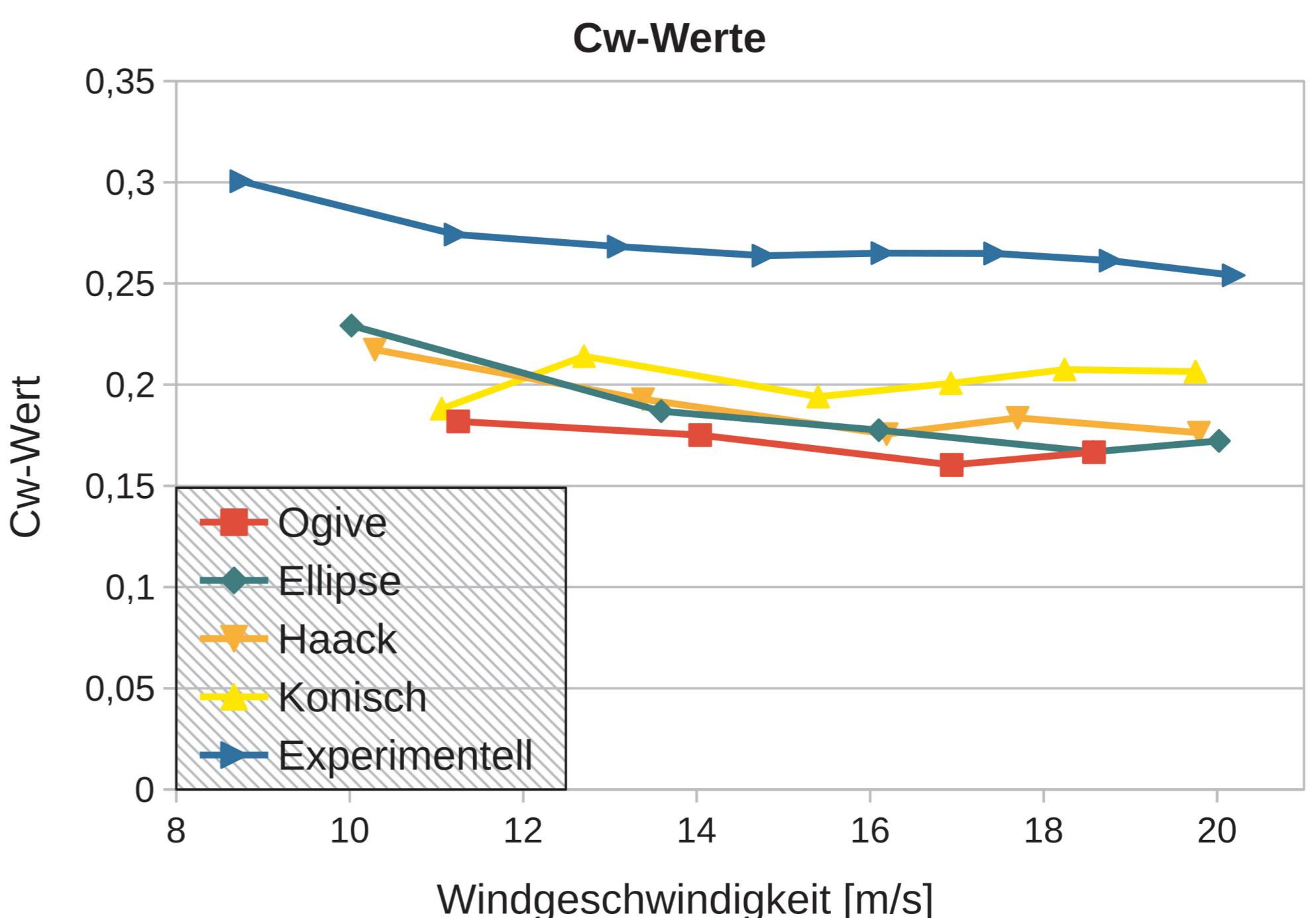


Abbildung 4: Errechnete Cw-Werte.

Flugsimulation mit GNU Octave:

Im Flug wirken drei Kräfte auf die Rakete: Die Schubkraft nach oben und die Erdanziehung und die Luftwiderstandskraft gegen die Flugrichtung:

$$F_{Ges} = F_{Schub} - F_G - F_W$$

Der Kraftansatz liefert eine Differentialgleichung für die Bewegung der Rakete:

$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{F_{Schub}}{m} - g - \frac{A \cdot C_W \cdot \rho \cdot v(t)^2}{2 \cdot m}$$

Numerisches Verfahren, um die DGL zu lösen:

$$v(t_{n+1}) \approx (t_{n+1} - t_n) \cdot \left(\frac{F_{Schub}}{m} - g - \frac{A \cdot C_W \cdot \rho \cdot v(t_n)^2}{2 \cdot m} \right) + v(t_n)$$

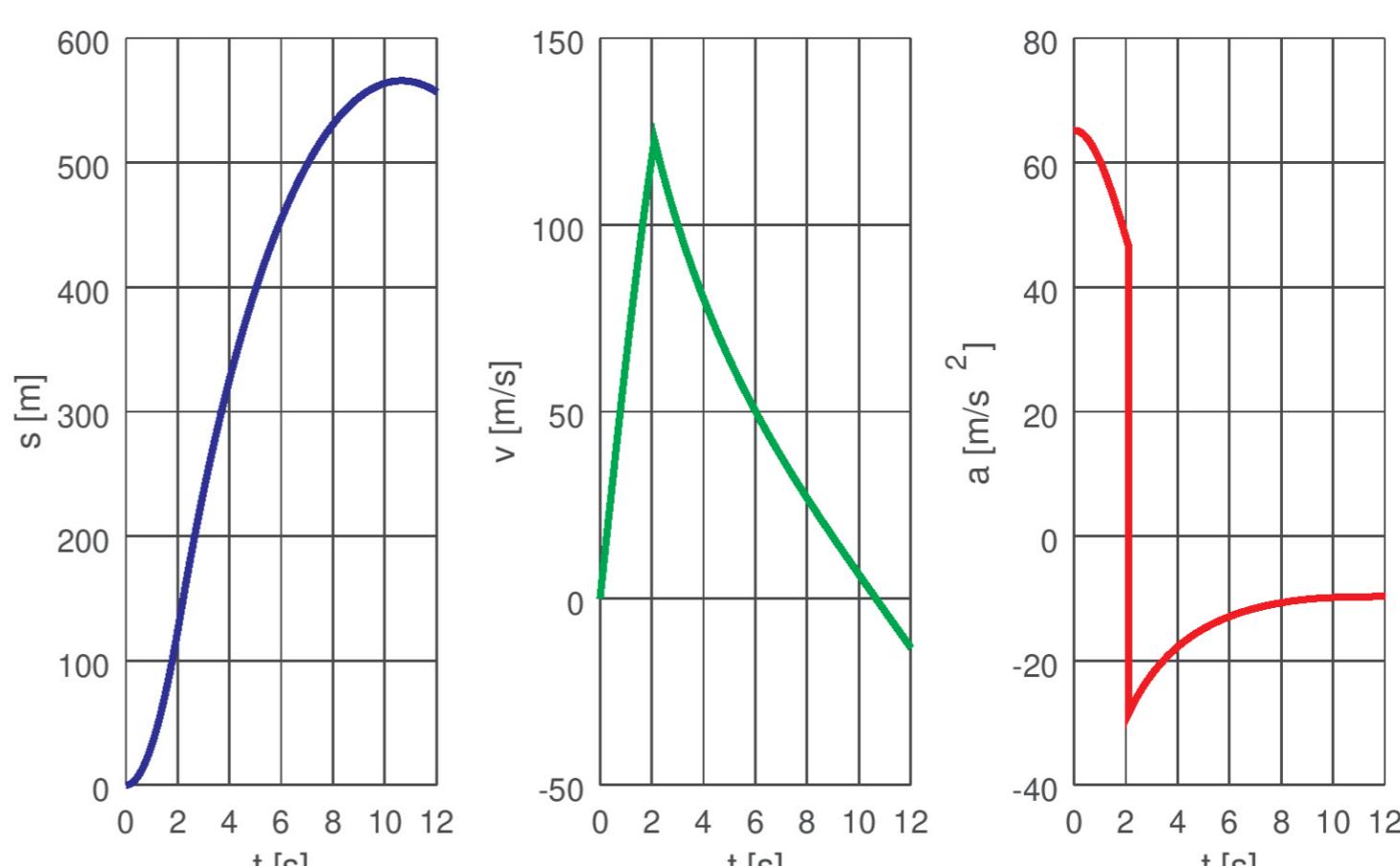


Abbildung 5: Simulationsergebnis mit ogiver Spitze.

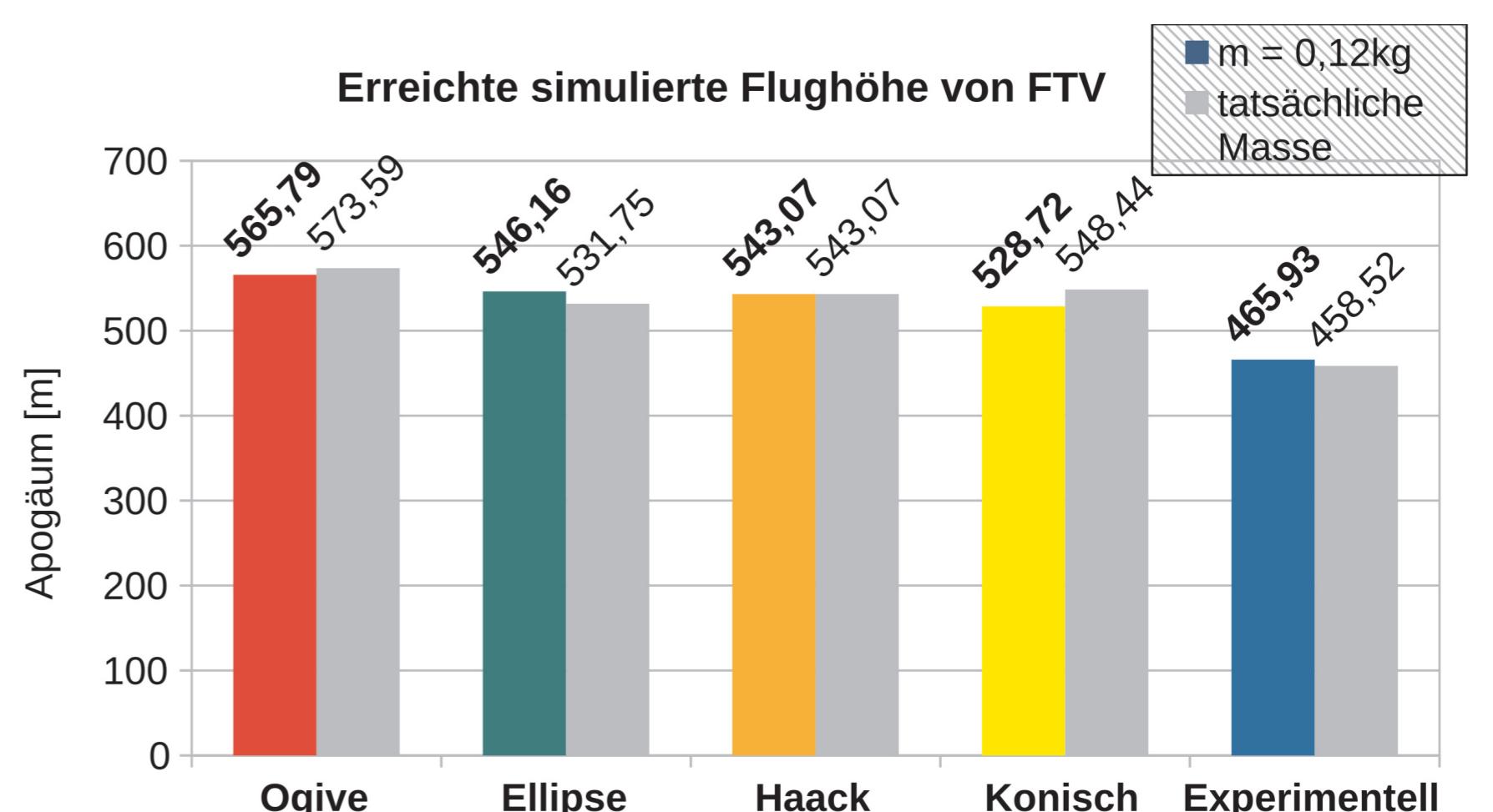
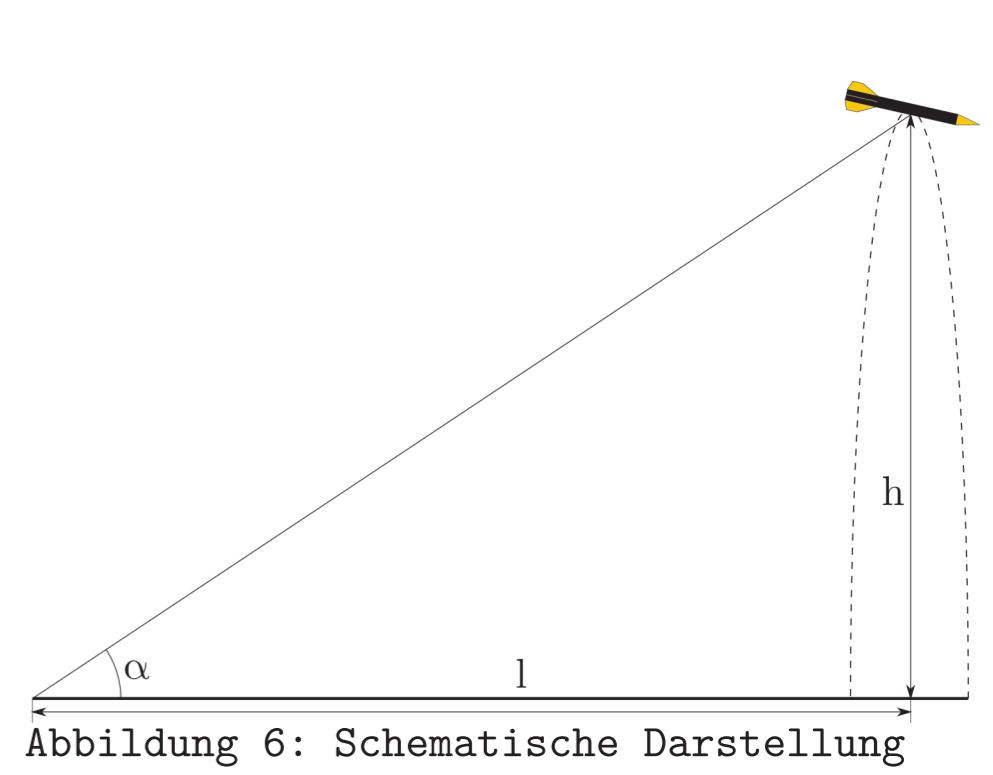


Abbildung 6: In der Simulation erreichte Flughöhen.

Flugversuch:

Die Flughöhe sollte durch Anpeilen der Rakete und eine trigonometrische Berechnung ermittelt werden. Da der Sichtkontakt zur Rakete verloren wurde, konnten leider keine Daten aufgenommen werden.



$$h = \tan \alpha \cdot l$$