

2. Klausur EPH im Fach Physik

Bitte bei allen Aufgaben mit $g=10\text{m/sec}^2$ rechnen und unbedingt überall korrekte Einheiten mitführen und umrechnen!

Aufgabe 1: 30 Punkte

Bugatti Veyron: Produktion des Supersportwagens nähert sich dem Ende

Der Countdown läuft: Vom Superflitzer Bugatti Veyron werden nur noch 15 Autos verkauft – dann ist der Rekordwagen Geschichte. Ein Nachfolger der aktuellen Serie ist aber bereits geplant. "Ich kann keine genaue Vorhersage geben, aber bis Anfang 2016 werden wir einen neuen Bugatti sehen", kündigte de Silva, Designchef von VW, in "TopGear" an. Jüngsten Meldungen zufolge wird in dem Veyron-Nachfolger ein neu entwickelter, turbogeladener 8,0-Liter-W16-Motor mit Hybridmodul verarbeitet, **der 1.500 PS**



(1kW =1,36PS) auf die Straße bringen soll. Die kolportierte **Höchstgeschwindigkeit würde bei 460 Kilometern pro Stunde liegen**. Das Leergewicht soll wie beim Vorgänger **bei 1880kg bleiben**. Die alte Multipoint-Einspritzung wird durch eine Direkteinspritzung ersetzt, um unter anderem die Anforderungen an die Abgasnorm erfüllen zu können. Ob dadurch der **Spritverbrauch unter die momentanen 100 Liter pro 100km bei Vollgas** sinken wird, ist fraglich. In der aktuellen Modellvariante "Bugatti Veyron 16.4 Super Sport" vereint das Fahrzeug etliche Superlative wie die namensgebenden 16 Zylinder des 640kg schweren Motors, das 110kg schwere Siebenganggetriebe mit Doppelkupplung, die vier Turbolader, die zehn Motorkühler, die zwei Motorölkühler und die Beschleunigung von 0 auf 100km/h in 2,5Sekunden. Um das schwere Fahrzeug sicher abbremsen zu können, werden Carbon-Keramik-Bremsscheiben eingebaut, die den Wagen **aus 100km/h auf einer Strecke von 31,4m** zum Stehen bringen. (Informationen und Bild von der VW-Website)

- Berechne mit den obigen Werten die maximale kinetische Energie des neuen Bugatti. (4P)
- Berechne die entsprechende Fallhöhe, um auf die gleiche Energie zu kommen. (4P)
- Berechne die Wärmeleistung, die in den Keramikbremsen bei einer Vollbremsung entsteht und vergleiche diese mit einem starken Heizlüfter mit 1,5kW. (6P)
- Ein Liter Benzin enthält eine Energie („Brennwert“) von etwa 10kWh. Berechne die bei dem genannten Maximalverbrauch freigesetzte Leistung und vergleiche diese mit der genannten Motorleistung von 1.500PS. Als Wirkungsgrad η versteht man das Verhältnis von aufgewandter zu nutzbarer Energie bzw. Leistung. Berechne auch diesen hier. (8P)
- Berechne die benötigte Kraft (im Wesentlichen durch Luftwiderstand), um den Wagen mit Höchstgeschwindigkeit und maximaler Motorleistung voran zu treiben. Vergleiche diese mit seiner Gewichtskraft und interpretiere das Ergebnis. (8P)

Aufgabe 2: 30 Punkte**Schiffartillerie – EM-Kanonen statt Granaten**

Bei der Entwicklung von Schiffsgeschützen ist ein neues Zeitalter angebrochen. Moderne Schiffsgeschütze werden elektromagnetisch (EM) angetrieben und verfeuern keine Sprengladungen mehr sondern Vollkupfer-Geschosse. Seit mehreren Jahren wird an der Entwicklung schwerer Schiffsgeschütze mit elektromagnetischem Antrieb gearbeitet. Die besondere Eignung von Schiffen als Trägern derartiger Geschütze erklärt sich aus der hohen Stromerzeugungskapazität der Gasturbinen auf diesen Kriegsschiffen. Zugleich haben die

neuen Geschütze den großen Vorteil, dass künftig auf Kriegsschiffen nur noch in ganz geringem Umfang Sprengladungen vorhanden sein werden, wie sie zum Verfeuern durch Geschütze bisher benötigt werden. Damit reduziert sich das Explosionsrisiko auf Kriegsschiffen bei bewaffneten Konflikten immens. Beim Abschuss wird in einem elektromagnetischen Schiffsgeschütz das kupferne Projektil durch ein schnell rotierendes starkes Magnetfeld extrem beschleunigt. **Das Projektil verlässt das Geschütz mit einer Geschwindigkeit von 9000 Kilometern in der Stunde. Die Reichweite beträgt derzeit maximal 370 Kilometer oder ganz grob das Zehnfache konventioneller Schiffsgeschütze.** Der Verzicht auf jegliche Sprengladung des Projektils wird dadurch möglich, dass das Vollkupfergeschoss beim Aufschlag auf das Ziel immer noch eine Geschwindigkeit von etwa 8000 Kilometern in der Stunde aufweist und damit auch sehr starke Panzerungen glatt durchschlägt. Mit Sprengladungen kann bisher keine höhere Durchschlagskraft erzielt werden. Der Verzicht auf herkömmliche Sprengladungen hat aber noch einen ganz anderen Grund: Ein elektromagnetisches Schiffsgeschütz erhitzt sich im Dauerbetrieb derart, dass eine Sprengladung schon vor dem Verlassen des Geschützrohres explodieren könnte.

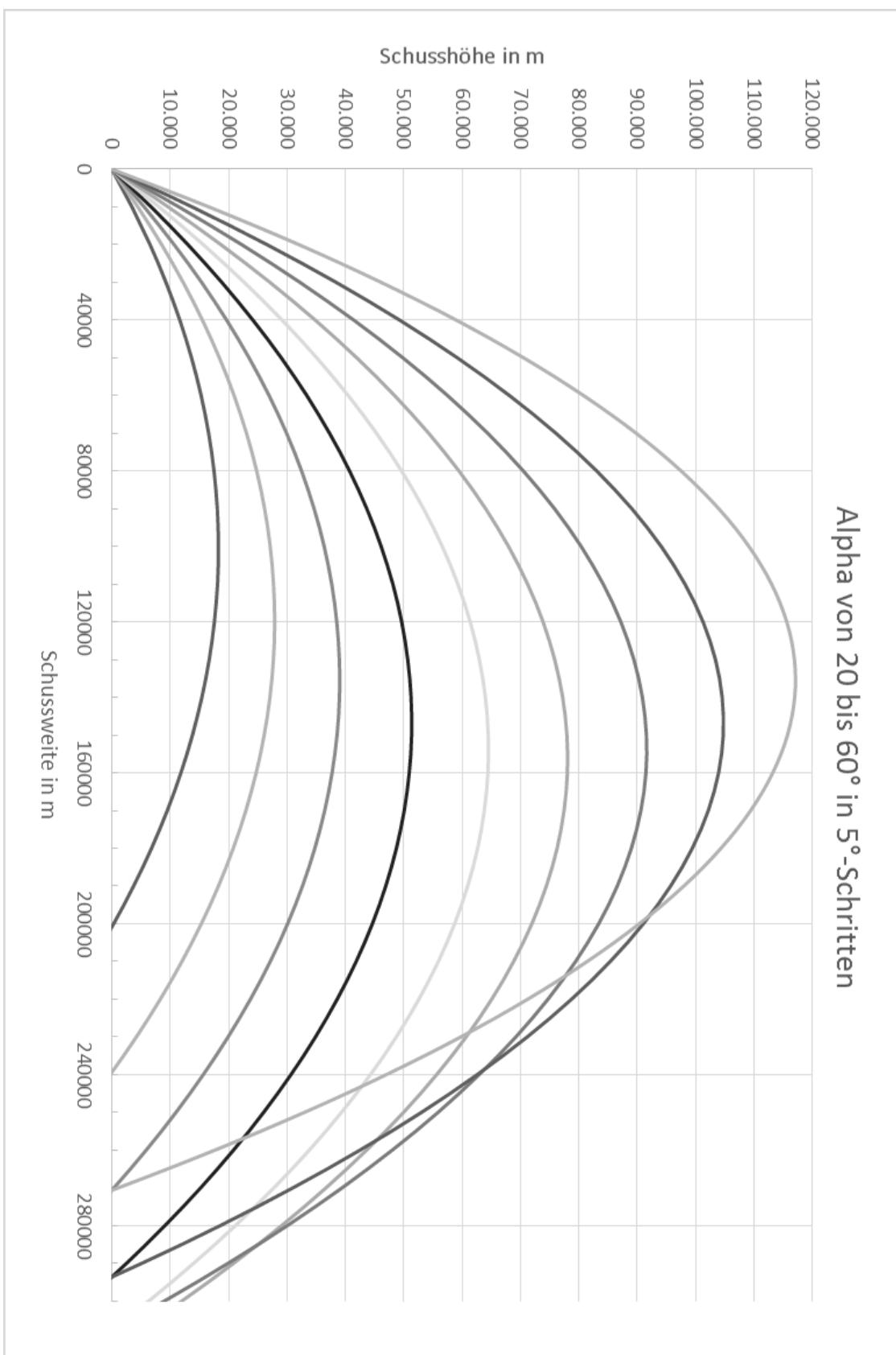
Quelle: „Der Ingenieur“ März 2013 und Wikipedia

Bild: SS Iowa feuert volle Breitseite

- a) Leite beide folgenden idealisierte (weil Luftreibung vernachlässigende) Formeln zur Berechnung der Bahnkurve eines Geschosses, welches aus einer Anfangshöhe h mit einer Geschwindigkeit von v_0 im Winkel α gegen die Horizontale verschossen wird, kommentiert und anhand einer geeigneten Skizze her. Der Ursprung des Koordinatensystems liegt dabei im Fußpunkt unter der Kanonenmündung! (10P)

$$\vec{s} = \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ h + v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 \end{pmatrix} \quad \text{und } y(x) = h + x \cdot \tan \alpha - \frac{g}{2v_0^2 \cdot (\cos \alpha)^2} \cdot x^2$$

- b) Zeige für diese Gleichung, dass die maximale Flugweite für $h=0\text{m}$ bei einem Abschusswinkel von 45° gegeben ist und berechne diese mit oben genannter Geschwindigkeit. Tipp: Beim Aufprall ist $y(x)=0\ldots$ Der Sinus ist bei 90° maximal. Weiteren Tipp ganz unten nutzen! (10P)
- c) Aliens greifen die Erde an! Die EM-Schiffskanone soll ein Ziel in 120km (Boden-)Entfernung befeuern. Das UFO befindet sich in 50km Höhe. Bestimme aus dem Diagramm den nötigen Winkel gegen die Horizontale, um zu treffen. Berechne die Geschwindigkeit, mit welcher das Kupferprojektil (ohne Luftreibung) in das feindliche Gefährt einschlägt. (10P)



Tipp: $\sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) = \frac{1}{2} \sin(2\alpha)$