

Lösung PW 22 F 1 Hoher Druck

Experiment

- Da die Aufgabe von einem Fahrrad ausgeht, ist es sinnvoll, als Last einen normalen Fahrer zu wählen (also das Hinterrad mit mindestens 40 kg zu belasten).
- Bei der Auswahl der Bereifung ist ein Sportreifen einem Reifen mit Stollenprofil vorzuziehen; grundsätzlich sind Reifen mit weicherer Lauffläche und weicheren Flanken am besten geeignet, also Reifen, die die aufliegende Last durch den Innendruck tragen. Diese Reifen bieten auch den Vorteil, dass sie für höhere Innendrucke konzipiert sind.
- Die Druckmessung sollte mit einem Manometer erfolgen, die Zahl von Luftpumpenhüben ist nicht proportional zum Innendruck.
- Beim empfohlenen Reifentyp ist die Aufstandsfläche über weite Bereiche ellipsenförmig, zur Flächenbestimmung reicht es also aus, die beiden Halbachsen zu vermessen und die Flächenformel für Ellipsen anzuwenden. (Selbst wenn man hier ein umhüllendes Rechteck verwendet, ändert sich der zu beobachtende Zusammenhang nicht wesentlich.)
- Es gibt sehr viele Möglichkeiten, die jeweilige Aufstandsfläche messbar darzustellen.

Durchführung und Werte

- Das vorgeschlagene Layout des Experiments ermöglicht es, mindestens zehn Wertepaare zu erhalten.
- Bei der Darstellung der Wertepaare in einem Diagramm ist zu bedenken, ob das Manometer den absoluten Druck anzeigt oder den Überdruck gegenüber dem Atmosphärendruck (was meist der Fall ist). Dann ist darauf zu achten, dass die Abszisse diesen Überdruck bezeichnet.

Auswertung

- Da der Luftdruck im Reifen auf der Aufstandsfläche die Gewichtskraft der Last ausgleichen muss und da $F_{Last} = F_{Druck} = p \cdot A$ gilt, sollten die gemessenen Werte (über einen hinreichenden Bereich) dem funktionalen Zusammenhang $A \sim \frac{1}{p}$ folgen. Hierbei ist p der Überdruck.
- Grundsätzlich gilt: Je steifer der Reifen ist, desto mehr trägt er aus sich heraus im Bereich geringen Innendrucks, desto weniger ändert sich in diesem Bereich die Aufstandsfläche. Das heißt auch, dass hier die Aufstandsfläche tendenziell zu klein ist.
- Auch im Bereich hohen Innendrucks hat die Tragfähigkeit des Reifens selbst einen Einfluss, wenn auch einen geringeren. (Deswegen – siehe oben – ist ein weniger steifer Reifen für dieses Experiment geeigneter.)
- Eine Fehlerbetrachtung gehört zu einer vollständigen Auswertung.

Lösung PW 22 F 2 Hoher Ton

Experiment

- Die Darstellung des Experiments muss deutlich machen, was für ein Glas verwendet wird (am besten durch ein Photo), mit welchem Hilfsmittel die Frequenzen bestimmt werden und wie (genau) die Wassermenge gemessen wird.
- Die Verwendung mehrerer Gläser ist weniger sinnvoll, da sich die „Grundfrequenz“ unterschiedlicher Gläser auch gleicher Art um bis zu einem Halbton unterscheiden können.
- Die Aufgabe spricht zwar davon, die Tonhöhe in Abhängigkeit von der Wassermenge im Glas zu bestimmen, der umgekehrte Ansatz, nämlich die Wassermenge in Abhängigkeit von der – jeweils vorher eingestellten - Tonhöhe zu bestimmen, ist auch sinnvoll – dies ist letztlich das Problem des Stimmens einer Glasharfe.
- Die Form des verwendeten Glases ist in der Aufgabe nicht näher vorgeschrieben, deswegen sind für verschiedene Gläser der jeweilige Zusammenhang von Wassermenge und Füllhöhe nicht gleich (und deswegen ist die Füllhöhe nicht die gewünschte einzustellende Größe).

Durchführung und Werte

- Das Glas sollte am Fuß festgehalten werden.
- Besonders gut eignet sich zum Erzielen des Tons ein Geigenbogen (statt der feuchten Finger).
- Bei diesem Experiment lassen sich unschwer viele Wertepaare erzielen.
- Die Bemühungen um Genauigkeit liegen hier klar bei der Füllmenge (die Frequenz ist hinreichend genau festzulegen, sei es über den verwendeten Frequenzmesser, sei es durch das Gehör beim Abgleich mit vorgegebenen Tönen,).

Auswertung

- Eine theoretische Betrachtung ist bei dieser Aufgabe keineswegs gefordert.
- Beobachtung und graphische Auswertung zeigen, dass das leere Glas den höchsten Ton ergibt, dass sich dieser Ton bei wenig zugefügter Wassermenge (bis etwa 10% des Gesamtvolumens nicht wesentlich ändert) und dass dann der Ton immer tiefer wird.
- Verwendet man für die Ordinate Tonbezeichnungen statt Frequenzen, so ist zu beachten, dass Tonbezeichnungen ein logarithmisches Maß für die Frequenzen sind.
- Überschlagsmäßig lässt sich feststellen, dass die Tonhöhe über einen gewissen Bereich dem „freien“ Volumen des Glases, also der Differenz zwischen maximaler Füllmenge und zugefügter Wassermenge, folgt; allerdings hängt dieser Zusammenhang durchaus von der Form des Glases ab.
- Wenn die Frequenzmessung ein Gerät verwendet, das das gesamte Frequenzspektrum abbildet, lassen sich Obertöne (und deren relative Stärke) gut erkennen. Hierauf kann man eingehen, auch auf die durch unterschiedliche Stärke der Obertöne hervorgerufene Änderung der Klangfarbe.
- Bei manchen Gläsern und manchen Frequenzen lassen sich auch stehende Wellen an der Wasseroberfläche beobachten.

Lösung PW 22 F 3 Hohe Leistung

Hier sind alle laut Aufgabenstellung möglichen Schaltungen angegeben:

1 wird verbunden mit	2 wird verbunden mit	Ersatzschaltung	Gesamtwiderstand	Leistung
A	B	Reihenschaltung	300 Ω	176 W
A	C	Reihenschaltung	700 Ω	76 W
A	D	1 Widerstand	200 Ω	265 W
B	C	1 Widerstand	400 Ω	132 W
B	D	1 Widerstand	100 Ω	529 W
C	D	Reihenschaltung	500 Ω	106 W
A,B	C	Parallel 100 und 200, in Reihe zu 400	467 Ω	113 W
A,B	D	Parallel 100 und 200	67 Ω	790 W
A,C	B	In Reihe 100 und 200, parallel 400	171 Ω	309 W
A,C	D	In Reihe 100 und 400, parallel 200	143 Ω	370 W
A,D	B	Parallel 200 und 0, in Reihe 100	100 Ω	529 W
A,D	C	Parallel 200 und 0, in Reihe 100 und 400	500 Ω	106 W
B,C	D	Parallel 400 und 0, in Reihe 100	100 Ω	529 W
B,D	C	Parallel 100 und 0, in Reihe 400	400 Ω	132 W
C,D	A	Parallel 500 und 0, in Reihe 200	200 Ω	265 W
C,D	B	Parallel 100 und 400	80 Ω	661 W
A,B	C,D	Parallel 100, 200 und 400	57 Ω	928 W
A,C	B,D	Parallel 200 und 400	133 Ω	398 W
A,D	B,C	Parallel 100 und 200	67 Ω	790 W
A,B,C	D	Parallel 100 und 200	67 Ω	790 W
A,B,D	C	1 Widerstand	400 Ω	132 W
A,C,D	B	1 Widerstand	400 Ω	132 W
B,C,D	A	1 Widerstand	200 Ω	265 W

Die grau unterlegten Anschlussmöglichkeiten bieten eine (fast) lineare Kette von Leistungswerten, bei denen die Leistung jeweils um etwa 130 W steigt (siehe auch Darstellung auf der folgenden Seite).

