

Lösungen – „Untersuche-Aufgaben“

10.1 Bahngeschwindigkeit bei einer geschätzten Umlaufzeit von: $T \approx 0,01$ s:

$$v = (2\pi \cdot r)/T \approx 6,3 \cdot 10^7 \text{ m/s} \approx 0,21c \text{ (etwa 21\% der Lichtgeschwindigkeit)}$$

$$\text{Berechnung mit dem 3. Kepler'schen Gesetz: } T^2/r^3 = 4\pi^2/(G \cdot M)$$

(wobei $M = 2 \cdot 30$ Sonnenmassen, da wir von einem Schwerpunktsystem ausgehen)

$$\text{Daraus folgt: } T \approx 22,3 \text{ ms und } v \approx 2,8 \cdot 10^8 \text{ m/s} \approx 0,94c$$

(Achtung: Es handelt sich um sehr vereinfachte Berechnungen, die lediglich die Größenordnungen widerspiegeln sollen!)

12.1 Wenn der Ball quer zur Bewegung angeblasen wird, wirkt eine Kraft auf ihn. Die Bewegung des Balls ändert sich sowohl in Richtung des Luftstoßes als auch durch seine ursprüngliche Bewegung. Die Wirkung des Luftstoßes hängt von der Impulsübertragung ab: $\Delta p = F \cdot \Delta t$
Heftiges Pusten (hohe Kraft F in kurzer Zeit): Ein kurzer, starker Luftstoß überträgt schnell eine große Impulsänderung. Dies kann den Ball abrupt in eine neue Richtung lenken, ist jedoch schwerer präzise zu kontrollieren.

Sanftes Blasen (niedrige Kraft F für längere Zeit): Ein sanfter Luftstoß überträgt den Impuls langsamer, sodass der Ball sanft seitlich abgelenkt wird. Dies bietet mehr Kontrolle, aber weniger Effektivität, falls der Ball eine starke Richtungsänderung benötigt.

13.2 Weiches Aufsetzen (blaue Kurve): Die Kraft nimmt allmählich zu und erreicht ein Maximum von etwa 1050 N nach ca. 0,2 s. Der Anstieg ist langsamer, was auf eine gleichmäßigere Belastung hinweist. Die Gelenke werden geschont, da die Kräfte weniger stark und gleichmäßiger verteilt sind.

Hartes Aufsetzen (rote Kurve): Die Kraft steigt sehr schnell an und erreicht nach ca. 0,08 s ein Maximum von etwa 1900 N. Es gibt eine zweite Kraftspitze bei ca. 0,17 s.

Der abrupte Kraftanstieg deutet auf eine stärkere Belastung der Gelenke und des Bewegungsapparats hin. Beim harten Aufsetzen sind die maximalen Kräfte fast doppelt so hoch wie beim weichen Aufsetzen und erhöht dadurch auch das Verletzungsrisiko.

13.3 a) Um die Dauer des Stoßes zu berechnen, betrachten wir die Zeitspanne, in der die Kraft ungleich null ist: Der Stoß beginnt bei etwa 7 ms und endet bei etwa 27 ms. Die Dauer des Stoßes beträgt daher ca. 20 ms.

b) Die maximale Kraft ist der höchste Wert der Kraftkurve und beträgt etwa 105 N.

15.1a) Geschwindigkeiten nach dem elastischen Stoß:

$$v'_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 + m_2} \cdot v_1 = 0 \text{ und } v'_2 = \frac{2m_1}{m_1 + m_2} \cdot v_1 = v_1 \text{ (für } m_1 = m_2 \text{ und } v_2 = 0)$$

Beispielmerksatz: Wenn zwei Körper gleicher Masse elastisch zusammenstoßen, wobei einer davon anfangs ruht, kommt der bewegte Körper nach dem Stoß zum Stillstand, und der ruhende Körper übernimmt seine Geschwindigkeit.

b) Wenn m_2 kleiner wird, behält der erste Körper (v'_1) immer mehr seiner ursprünglichen Geschwindigkeit. Der zweite Körper (v'_2) wird zunehmend schneller, bis er bei sehr kleinen m_2 fast die doppelte Geschwindigkeit ($2v_1$) erreicht.

16.1 a) Anfangs bewegt sich nur der Schläger (v_1). Elastischer Stoß mit $v'_2 = 50$ m/s als

$$\text{Endgeschwindigkeit für den Ball: } v_1 = \frac{m_1 + m_2}{2m_1} \cdot v'_2 = \frac{420 \text{ kg}}{720 \text{ kg}} \cdot 50 \frac{\text{m}}{\text{s}} \approx 29,2 \text{ m/s} \approx 105 \text{ km/h}$$

Die Schlagfläche muss eine Geschwindigkeit von etwa 105 km/h haben.

b) Der Schläger überträgt innerhalb 2 ms auf den Ball den Impuls $m_2 \cdot v'_2 = F_1 \cdot \Delta t$.

$$\text{Die Kraft, die auf den Schläger wirkt, ist somit: } F_1 = \frac{0,06 \text{ kg} \cdot 50 \text{ m/s}}{0,002 \text{ s}} = 1500 \text{ N}$$

Mögliche Schädigungen: Muskelüberdehnungen, Sehnenentzündungen (Tendinitis), Tennisarm (Epikondylitis), Gelenkverschleiß

16.2 a) Beim unelastischen Stoß bleibt der Impuls erhalten. Die Erhaltung des Impulses lautet: $m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = (m_1 + m_2) \cdot v'$; nach Einsetzen von $v_2 = 0$ und $m_1 = m_2$ folgt für die gemeinsame Endgeschwindigkeit: $v' = v_1/2$

Kinetische Energie nach dem Stoß: $E'_{kin} = \frac{1}{2}(m_1 + m_2) \cdot v'^2 = m_1 \cdot v_1^2/4$

Bruchteil: $E'_{kin}/E_{1,kin} = \left(\frac{1}{4}m_1 \cdot v_1^2\right) / \left(\frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2\right) = 1/2$

Beispielmerksatz: Wenn zwei Körper gleicher Masse unelastisch zusammenstoßen, wobei einer davon anfangs ruht, bewegen sich beide Körper nach dem Stoß mit der halben Geschwindigkeit des ursprünglich bewegten Körpers. Die Hälfte der anfänglichen kinetischen Energie bleibt als Bewegungsenergie erhalten.

b) für $m_1 \ll m_2$ und $v_2 = 0$ gilt: $v' \approx \frac{m_1}{m_2} \cdot v_1$ und $E'_{kin} \approx \frac{1}{2}m_2 \cdot v'^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{m_1^2 \cdot v_1^2}{m_2}$

Bruchteil: $E'_{kin}/E_{1,kin} = \left(\frac{1}{2} \cdot \frac{m_1^2 \cdot v_1^2}{m_2}\right) / \left(\frac{1}{2}m_1 \cdot v_1^2\right) = m_1/m_2$

Beim unelastischen Stoß eines Körpers gegen einen viel massiveren ruhenden Körper bleibt nur ein Bruchteil von m_1/m_2 der anfänglichen kinetischen Energie als Bewegungsenergie übrig. Der Rest geht in die restliche innere Energie U in Form von Wärme- und Deformationsenergie über.

16.3 a) Sicherheitsgurt: Reduktion der Bewegungsenergie bis zum absoluten Haltepunkt, Verlängerung der Verzögerungszeit, optimale Positionierung des Körpers

Airbag: Kraftverteilung auf eine größere Fläche, Stoßdämpfung, Vermeidung von direkten Kopfverletzungen

b) Aufgrund der hohen Masse (mehrere Tonnen) ist der Bremsweg einer Straßenbahn deutlich länger und Kollision weniger spürbar. Deshalb ist die Verletzungsgefahr für Insassen (im Sitzen oder Stehen beim Halten an Haltegriffen/-schlaufen) eher gering. Bei PKWs sorgen moderne Sicherheitssysteme (z.B. ABS) für kürzere und kontrollierte Bremswege. Dennoch ist die Gefahr bei Kollisionen (oder sonstigen Unfällen) für Insassen höher. Deshalb sind Sicherheitsgurte, Kindersitze und Airbags zwingend notwendig!

21.1 Die Bahngeschwindigkeit v eines Punktes hängt vom Radius r von der Drehachse und der Winkelgeschwindigkeit ω ab: $v = \omega \cdot r$; Da der Radius r nahe der Nabe (Drehachse) klein ist, ist die Bahngeschwindigkeit der dort angebrachten Buchstaben geringer.

21.2 Wenn sich das Massestück im tiefsten Punkt (direkt unter der Achse) befindet, ist das Gleichgewicht stabil. Es gibt kein Drehmoment, das eine Bewegung verursacht. Die potenzielle Energie des Massestücks ist am höchsten, wenn es sich oberhalb der Achse (höchster Punkt) befindet. Beim Herabfallen wird diese potenzielle Energie in Rotationsenergie (höchstes Drehmoment) des Rades umgewandelt.

23.1 a) Schere (zweiarbig): Der Drehpunkt befindet sich an der Achse, an der die beiden Scherenteile verbunden sind. Die Griffe der Schere bilden die Kraftarme, die Schneiden sind die Lastarme. Funktionsweise: Eine kleine Kraft am Griff erzeugt eine (größere) Kraft an der Schneide, um Materialien wie Papier oder Stoff zu schneiden.

Flaschenöffner (einarmig): Der Drehpunkt befindet sich am Rand der Flasche. Der Griff des Öffners bildet den Kraftarm, der kurze Hebel, der unter den Kronkorken greift, ist der Lastarm. Funktionsweise: Eine kleine Kraft am Griff hebt den Kronkorken ab.

b) Pedale (zweiarbig): Der Drehpunkt befindet sich an der Tretlagerachse. Der Abstand von der Achse bis zum Pedal, an der der Fuß die Kraft ausübt, entspricht dem Kraftarm, der Berührungspunkt der Kette mit dem Kettenblatt, das die Kette antreibt, ist der Lastarm, der die ausgeübte Kraft in eine Drehbewegung umwandelt.

Funktionsweise: Die Kraft des Fußes wird auf die Kurbel übertragen, die das Kettenblatt dreht und durch die Kette die Drehbewegung auf das hintere Rad überträgt.

Weiters: Bremshebel (zweiarbig), Gangschalthebel (zweiarbig)

Erklärung – Kettengetriebe:

Übersetzung: Das Kettengetriebe wandelt die Kraft, die durch die Pedale auf das Kettenblatt ausgeübt wird, in eine Bewegung des Hinterrads um.

Übersetzung: Zähne am Kettenblatt/Zähne am Ritzel

Großes Kettenblatt/kleines Ritzel (große Übersetzung) erhöht die Maximalgeschwindigkeit, aber benötigt eine erhöhte Tretkraft. Kleines Kettenblatt/großes Ritzel benötigt eine geringere Tretkraft, aber verringert die Geschwindigkeit. (kleine Übersetzung)

c) Das entstehende Drehmoment am Tretlager/Kurbel: $M_{\text{Kurbel}} = F_{\text{Pedal}} \cdot r_{\text{Kurbel}} = (m \cdot g) \cdot r_{\text{Kurbel}}$ und im Idealfall gilt (ohne Verluste durch Reibung etc.):

$M_{\text{Hinterrad}} = M_{\text{Kurbel}} / \text{Übersetzung}$ (Je größer die Übersetzung, desto kleiner wird das Drehmoment am Hinterrad.)

Für die Kraft, mit der das Hinterrad horizontal auf die Straße wirkt, gilt:

$F_{\text{Hinterrad}} = M_{\text{Hinterrad}} / r_{\text{Rad}}$ (wobei r_{Rad} der Radius des Hinterrads ist.)

Typische Werte bei 70 kg Fahrergewicht und 0,35 m Hinterradradius:

Üblich: 50-200 N; (Hobby-)Sportler mit Rennrad: bis zu 1000 N.

23.2 Ein Lineal wird quer auf einen Finger gelegt, so dass es in Balance bleibt und nicht herunterfällt. Dabei wird der Finger unter das Lineal verschoben, bis der Schwerpunkt erreicht ist, an dem das Lineal ausbalanciert bleibt. Das Drehmoment links vom Finger muss gleich dem Drehmoment rechts vom Finger sein, um ein Gleichgewicht zu erreichen/halten.

24.1 Die Balancierstange erhöht das Trägheitsmoment (größerer Widerstand gegen Kippbewegungen wegen der vom Schwerpunkt horizontal verteilten Masse), senkt den Schwerpunkt (ermöglicht ein stabileres Gleichgewicht), hilft durch Gegenbewegungen (Feinregulation) zur besseren Stabilisation.

25.1 a) Die mechanische Energie des Systems bleibt erhalten: $E = E_{\text{pot}} = mgh = E_{\text{trans}} + E_{\text{rot}}$

Mit der Translationsenergie $E_{\text{trans}} = \frac{1}{2}mv^2$ und der Rotationsenergie $E_{\text{rot}} = \frac{1}{2}I\omega^2$

Das Trägheitsmoment unterscheidet sich für die beiden Walzen: Vollwalze: $I = \frac{1}{2}mr^2$;

Hohlwalze: $I = mr^2$; Da beide Walzen die gleiche potentielle Energie besitzen, wird die Hohlwalze einen größeren Anteil ihrer Energie in Rotationsenergie umwandeln, was ihre Translationsgeschwindigkeit verringert. Die Vollwalze ist daher schneller.

Vergleich - Tischtennisball und Superball: Der Tischtennisball hat eine geringere Dichte und damit eine andere Massenverteilung. Dadurch ist sein Trägheitsmoment relativ zur Masse größer als das des Superballs. Der Superball wandelt weniger Energie in Rotationsenergie um und erreicht eine höhere Translationsgeschwindigkeit und ist dadurch schneller.

b) Die Masse tritt sowohl in der potenziellen Energie als auch in der Rotations- und Translationsenergie auf und hat somit keinen Einfluss auf die relative Verteilung. Der Radius r

hingegen beeinflusst das Trägheitsmoment I und für eine homogene Kugel gilt: $I = \frac{2}{5}mr^2$;

die quadratische Abhängigkeit vom Radius macht den größeren Superball langsamer, da mehr Energie in die Rotation fließt.

36.1 Berechne die Länge eines Pendels für $T = 1$ s. Fertige ein entsprechendes Pendel an und benutze es als Zeitmesser. Lasse das Pendel schwingen und zähle, wie oft dein Puls in 20s (= 20 Schwingungen) geschlagen hat. Multipliziere das Ergebnis mal 3 für Schläge pro Minute (bpm).

36.2 Nimm ein Fadenpendel und miss die Schwingungsperiode T (Mittelwert von mehreren Schwingungen) und die Pendellänge l . Berechne Fallbeschleunigung g aus: $g = 4\pi^2 \cdot l/T^2$

36.3 Bei halber Beinlänge (Pendellänge) nimmt die Schwingungsdauer um den Faktor $1/\sqrt{2}$ ab und damit auch die Dauer eines Schritts, die Schrittfrequenz nimmt zu. Da die Schrittweite proportional zur Beinlänge ist, sinkt die „gemütliche“ Gehgeschwindigkeit ebenfalls um den Faktor $1/\sqrt{2} \approx 0,7$.

36.4 Für kleine Auslenkungen des Federpendels gilt, dass die rücktreibende Kraft proportional zur Auslenkung ist. Dies gilt bei kleinen Auslenkungswinkeln φ auch für die senkrechte Kraftkomponente des Fadenpendels $m \cdot a_{\perp} = F_{\perp} = mg \cdot \sin \varphi \approx mg \cdot x/l$. Daraus folgt die Bewegungsgleichung $a_{\perp}(t) = g \cdot \sin \varphi \approx (g/l) \cdot x$. Dem Faktor k/m beim Federpendel entspricht beim Fadenpendel der Faktor g/l . Deshalb gilt auch $y(t) = y_0 \sin(2\pi t/T) = y_0 \sin(\omega \cdot t)$ mit $T = 2\pi\sqrt{l/g}$.

39.1 Ein Heizungsthermostat misst die Raumtemperatur, vergleicht sie mit der Soll-Temperatur und regelt die Wärmezufuhr durch Öffnen oder Schließen des Thermostatventils. Wenn die gemessene Temperatur unter der Soll-Temperatur liegt, öffnet das Thermostatventil, wodurch warmes Heizungswasser in den Heizkörper fließt und die Temperatur im Raum steigt. Weitere Beispiele: Tempomat eines Fahrzeugs, Druckventile (z. B. bei Kompressoren, die den Betriebsdruck konstant halten), Feuchtigkeitsregler (wie bei Luftbefeuchtern)

41.1 Das rhythmische Vor- und Zurückfahren beim Freischakeln eines festgefahrenen Autos nutzt physikalische Prinzipien wie Trägheit, Reibung und Resonanz. Durch die rhythmische Annäherung an die Eigenfrequenz der Fahrzeugfederung addieren sich die Impulse der einzelnen Bewegungen und verstärken so die Schwingungsamplitude (Resonanz), wodurch das Auto über den Punkt des Feststeckens hinausbewegt werden kann. Zudem verändert sich durch die Bewegung die Reibung zwischen Reifen und Untergrund sowie die Gewichtsverteilung, was kurzzeitig die Traktion verbessert.

41.2 Gezielte und rhythmische Verlagerungen des Körperschwerpunkts des Kindes führen der Schaukel periodisch Energie zu, um Reibungsverluste auszugleichen. Durch das Aufrichten im tiefsten Punkt der Schwingung wird Arbeit gegen die Schwerkraft verrichtet, wodurch potenzielle Energie gewonnen wird, die anschließend in kinetische Energie der Schaukel übergeht. Dies ermöglicht die Amplitude der Schwingung aufrechtzuerhalten oder sogar zu vergrößern.

46.1 a) Transversale Wellen entstehen in einem Medium, dessen Form sich elastisch verändern kann. Auf Grund der Oberflächenspannung ist dies an der Oberfläche von Flüssigkeiten gegeben. Im Inneren von Flüssigkeiten und Gasen gibt es ausschließlich Druckwellen.
b) In Festkörpern können sowohl longitudinale als auch transversale Wellen auftreten, da sie Druck- und Scherkräfte (Gitterstruktur mit starken/dichten Bindungen) weiterleiten. Flüssigkeiten und Gase übertragen im Inneren nur longitudinale Wellen, da sie keine Scherkräfte tragen können, während transversale Wellen in Flüssigkeiten nur an der Oberfläche auftreten. Plasmen können je nach elektromagnetischen Eigenschaften beide Wellenarten übertragen.

52.1 Das Geländer erscheint im Wasser geknickt, da Licht beim Übergang von Wasser in Luft gebrochen wird. Nach dem Brechungsgesetz gilt: $\sin\alpha/\sin\beta = c_1/c_2 = n$
Da die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Wasser kleiner ist ($c_1 < c_2$), wird das Licht vom Lot weg gebrochen ($\alpha < \beta$). Dies bewirkt, dass das unter Wasser liegende Geländer für den Betrachter versetzt erscheint, was den Eindruck eines Abknickens erzeugt.

52.2 a) Um den Brechungsindex n des Glaskörpers zu bestimmen, misst man den Einfallswinkel α in Luft und den Brechungswinkel β im Glas. Nach dem Brechungsgesetz gilt: $\sin\alpha/\sin\beta = n$
Hierbei entspricht n dem Verhältnis der Sinuswerte der Winkel.

b) Beim Austritt aus dem Halbzylinder tritt der Lichtstrahl senkrecht zur gekrümmten Grenzfläche (Tangentialfläche) aus. Da der Einfallswinkel an dieser Stelle $\alpha=0^\circ$ beträgt, gibt es keine Brechung, weil die Richtung des Lichtstrahls unverändert bleibt.

53.1 Japan liegt an der Grenze der Pazifischen, der Eurasischen, der Philippinischen und der Nordamerikanischen Platte, wodurch es in einer hochaktiven seismischen Zone liegt. Dies führt zu häufigen Erdbeben und Tsunamis, was den Einsatz von Atomkraft extrem risikoreich macht, da Naturkatastrophen wie 2011 Schäden mit schwerwiegenden und langanhaltenden Folgen für die Umwelt verursachen können. Angesichts dieser Risiken ist der Bau und Betrieb von Atomkraftwerken in Japan besonders kritisch zu bewerten, da selbst modernste Sicherheitsvorkehrungen nicht alle Gefahren vollständig ausschließen können.

56.2 Schall ist durch Mauern etc. hörbar. In Westernfilmen gibt es Szenen, in denen India ner ihr Ohr auf die Gleise legen, um nach einem nahenden Zug zu lauschen.

56.3 Die unterschiedliche Schallgeschwindigkeit ist durch die Dichte des Mediums und dessen Kompressibilität begründet. Feste Stoffe haben eine höhere Dichte und sind weniger kompressibel, d. h. die Moleküle/Atome können ihre Schwingungen mit geringerer Verzögerung weitergeben. Dies bedeutet eine höhere Schallgeschwindigkeit. Zum Beispiel ist die Schallgeschwindigkeit in Stahl etwa 5100 m/s, während sie in Luft nur etwa 343 m/s beträgt.

58.1 a) Vögel erzeugen Schall durch die Schwingungen im Syrinx (Stimmapparat), während Frösche Schall durch das Aufblasen ihrer Schallblasen erzeugen, die als Resonanzkörper wirken.

60.1 Diagnostische Bildgebung (Sonografie): Untersuchung von Organen wie Leber, Nieren, Herz und Gefäßen. In der Gynäkologie wird sie zur Beobachtung der fetalen Entwicklung eingesetzt.
Echokardiografie: Untersuchung des Herzens zur Beurteilung von Herzfunktion und -struktur.
Doppler-Sonografie: Flussgeschwindigkeit des Blutes in Gefäßen (Durchblutungsstörungen)
Therapeutischer Einsatz: Ultraschalltherapie zur Behandlung von Muskel- und Gelenksbeschwerden durch Wärme

Abgeleitete Informationen:

Strukturelle Details: Erkennung von Tumoren, Zysten, Abszesse oder Entzündungen.

Funktionelle Daten: Beurteilung der Herzfunktion, Blutflussgeschwindigkeit und Organbewegungen.

Erkennung von Fremdkörpern: z.B. Gallen- oder Nierensteine

60.2 Ultraschall spielt im Tierreich eine entscheidende Rolle bei Orientierung, Jagd und Kommunikation. Beispiele:

Echoortung (zur Navigation und Beuteerfassung): Fledermäuse, Delfine, bestimmte Wale;

Kommunikation: Nagetiere, Insekten, Frösche; Feindvermeidung: bestimmte Mottenarten

60.3 Geschwindigkeit $c(340 \text{ m/s}) = \text{Weg}/\text{Zeit} = s/t$ (mit $t = 0,2 \text{ s}$). Weg des Schalls bei Echo:
 $s = 340 \text{ m/s} \cdot 0,2 \text{ s} = 68 \text{ m}$, d. h. die Wand muss mindestens 34 m entfernt sein.

62.1 An einer Flöte kann man den Grundton verändern, indem man die Länge der schwingenden Luftsäule durch Öffnen oder Schließen der Löcher anpasst, wodurch die Frequenz der Schwingung und somit die Tonhöhe beeinflusst wird.

62.3 Beethoven nahm die Töne über Knochenleitung wahr, bei der die Schwingungen des Klaviers über den Spazierstock und seine Zähne direkt auf das Innenohr übertragen wurden.

62.4 Der Ton wird mit steigendem Wasserspiegel höher, da die Länge der schwingenden Luftsäule in der Flasche abnimmt, wodurch die Frequenz der erzeugten Resonanzschwingungen steigt. (Resonator)

63.1 Die Grundfrequenz einer Gitarrensaiten wird durch Ändern der Saitenspannung (Stimmen), der Saitenlänge (Greifen), des Saitendurchmessers oder des Saitenmaterials verändert.

64.1 Beispiele: lärmbedingter/altersbedingter Hörverlust, Tinnitus (Ohrgeräusche), Hörsturz, Schäden durch Medikamente, Verletzungen und Erkrankungen

64.2 Der richtungsbasierte Hörsinn ermöglicht es uns, die Position/Richtung von Schallquellen wahrzunehmen. Lautsprecherboxen sollten deshalb so aufgestellt werden, dass sie symmetrisch zum Hörplatz stehen, um ein möglichst ausgewogenes, natürliches und räumlich korrektes Klangbild zu erzeugen.

64.4 Folgen der Schwerhörigkeit: Mögliche Beeinträchtigung der Kommunikationsfähigkeit, schulische und berufliche Entwicklung, psychische Gesundheit und Lebensqualität. Für die Gesellschaft können dadurch höhere Gesundheits- und Sozialkosten entstehen.

64.5 Schwerhörige Menschen nehmen Töne und Geräusche oft leiser, verzerrter oder in einem eingeschränkten Frequenzbereich wahr, wodurch feine Nuancen und Sprachverständlichkeit verloren gehen können.

64.6 Hörgeräte verstärken Schall und passen die Lautstärke sowie bestimmte Frequenzen an, um die Hörwahrnehmung zu verbessern. Schwierigkeiten entstehen oft durch Störgeräusche, unnatürliche Klangwahrnehmung oder Probleme bei der Anpassung an unterschiedliche Umgebungen. Beispiele für Verbesserungen: individuell angepasste Hörgeräte, verbesserte Technologie wie Störgeräuschfilter, gesellschaftliches Bewusstsein für Hörbehinderungen

64.7 Geschwindigkeit c (Luftschall $\approx 340 \text{ m/s}$) = $Weg/Zeit = s/t$ (mit $t = 0,1 \text{ s}$). Weg des Schalls bei Echo: $s = 340 \text{ m/s} \cdot 0,1 \text{ s} = 34 \text{ m}$, d. h. die Felswand muss mindestens 17 m entfernt sein.

67.1 Beim Kauf von Kopfhörern sollte man auf Klangqualität, Tragekomfort, Bauform (In-Ear, On-Ear, Over-Ear) und Zusatzfunktionen wie Noise-Cancelling achten. Vorteile: Mobilität und gezielter Klanggenuss; Nachteile: Druckstellen, Wärmeentwicklung, eingeschränkte Wahrnehmung der Umgebung und Hörbeeinträchtigung durch zu hohe Lautstärke. Man sollte deshalb auf moderate Lautstärke und regelmäßige Pausen achten.

67.2 (Geltend für Wien laut Wiener Veranstaltungsgesetz) Im Publikumsbereich gilt ein Grenzwert von 100 dB und für die tiefen Frequenzen (Bässe) ein Grenzwert von 118 dB. Grenzwerte können je nach Bundesland variieren.

77.1 Wenn die elektrischen Ladungen von Elektron und Proton nicht genau gleich groß wären, wären Atome und Moleküle nicht elektrisch neutral, sondern hätten eine dauerhafte Nettoladung. Dies hätte zur Folge, dass Atome sich gegenseitig stark abstoßen oder anziehen würden (Grenze: Pauli-Verbot), was die Bildung stabiler Moleküle und fester Körper unmöglich machen würde. Chemische Reaktionen, wie wir sie kennen, könnten nicht stattfinden, und die uns bekannte Materie würde nicht existieren.

83.1 Die EU-Batterieverordnung regelt die Herstellung, den Verkauf, die Entsorgung und das Recycling von Batterien, um ihre Umweltbelastung zu minimieren und Nachhaltigkeit zu fördern.

83.2 Natrium-Ionen-Akkus funktionieren ähnlich wie Lithium-Ionen-Akkus, wobei Natrium-Ionen zwischen den Elektroden durch einen Elektrolyten wandern, um Energie zu speichern und freizusetzen. Sie sind kostengünstiger und sicherer, da Natrium reichlich verfügbar ist und ein geringeres Risiko für Überhitzung besteht. Ihre Nachteile sind jedoch eine geringere Energiedichte und Kapazität sowie eine kürzere Lebensdauer im Vergleich zu Lithium-Ionen-Akkus.

83.3 Polymerbasierte Akkus, wie Lithium-Polymer-Akkus (LiPo), verwenden einen festen oder gelartigen Polymer-Elektrolyten anstelle eines flüssigen, was flexiblere Bauformen ermöglicht. Die Herstellung im Druckverfahren erfolgt durch Schicht-für-Schicht-Auftragen der Komponenten mittels Siebdruck oder 3D-Druck, wodurch dünne, flexible und anpassbare Batterien produziert werden können.

83.4 Feststoffakkus ersetzen den flüssigen Elektrolyten durch einen festen, was die Sicherheit erhöhen und die Energiedichte sowie die Ladegeschwindigkeit verbessern soll. Sie ermöglichen größere Reichweiten und verringern das Risiko von Überhitzung oder Leckagen (Auslaufen des Elektrolyten), wodurch sie ideal für die Elektromobilität sind.

83.5 Eine vollständige Umstellung auf Elektroautos würde den Strombedarf erheblich erhöhen und einen Ausbau sowie die Modernisierung der Stromnetze erfordern, um eine stabile Versorgung zu gewährleisten. Der zusätzliche Bedarf könnte durch den Ausbau erneuerbarer Energien gedeckt werden, während intelligente Ladestrategien wie Vehicle-to-Grid (V2G) helfen könnten Lastspitzen zu vermeiden und nachhaltige Energie effizienter zu nutzen.

83.6 Akkus verlieren mit der Zeit an Kapazität, weil bei jedem Lade- und Entladevorgang durch chemische Prozesse im Inneren geringe Mengen aktiven Materials abgebaut werden, was die Fähigkeit zur Energiespeicherung verringert.

83.7 Der Energiebedarf von Elektrofahrzeugen nimmt mit der Größe des Fahrzeugs stark zu. EB für 15.000 km/Jahr: Kleinwagen (Fiat 500) - 2.100 kWh; SUV (VW ID.4) - 3.300 kWh. Dies entspricht einem Unterschied von rund 57 %, welcher durch eine entsprechende Vergrößerung der Photovoltaikfläche kompensiert werden könnte.

83.8 Akkus für Elektroautos werden hauptsächlich aus Lithium, Kobalt, Nickel, Mangan und Graphit hergestellt, wobei diese Materialien in komplexen Prozessen zu Elektroden, Elektrolyten und Separatoren verarbeitet und zu Batteriezellen zusammengebaut werden. Die Gewinnung dieser Rohstoffe ist oft mit sozialen Problemen wie Kinderarbeit, schlechten

Arbeitsbedingungen, Landkonflikten und Umweltzerstörung in den Abbaugebieten verbunden, insbesondere in Ländern des globalen Südens.

83.9 Der Lithiumabbau ist mit hohem Wasserverbrauch, Umweltverschmutzung durch Chemikalien und der Zerstörung von Ökosystemen verbunden, Lithium-Ionen-Akkus haben eine begrenzte Lebensdauer von einigen (6-10) Jahren. Ihre Entsorgung ist komplex, da sie wertvolle, aber auch umweltgefährdende Materialien enthalten und daher recycelt werden sollten, um Ressourcen zu schonen und Umweltbelastungen zu minimieren.

83.10 Der Abbau von Lithium führt oft zu Umweltproblemen wie Wasserknappheit und Bodenverschmutzung, besonders in Regionen wie dem "Lithium-Dreieck" in Südamerika. Europa, einschließlich Österreich, ist stark von Importen aus Ländern wie Chile, Australien und Argentinien abhängig, was geopolitische Risiken birgt. Diese Abhängigkeit erfordert nachhaltige Lieferketten und Strategien zur Sicherung der Rohstoffversorgung.

89.1 Die Brennstoffzellenforschung hat große Fortschritte gemacht, jedoch sind für einen großflächigen Einsatz noch eine nachhaltige und kostengünstige Wasserstoffproduktion als auch der Ausbau der Infrastruktur notwendig.

89.2 Beispiele: Industrie (Chemie, Stahl), Schwerlastverkehr (LKW, Busse), Schiff-/Luftfahrt

96.1 a) Typische Angaben am Typenschild: Spannung (V), Leistung (W), Stromstärke (A), Frequenz (Hz); Beispiel: Wasserkocher (2000 W) → 20-mal mehr ist als die Dauerleistung von 100 W

b) $I_{\text{Wasserkocher}} = P/U = 2000\text{W}/230\text{V} \approx 8,7\text{A}$

98.1 Es wäre nicht zweckmäßig, da bei einer Überlastung oder einem Defekt (Kurzschluss) der gesamte Strom ausfallen würde und keine gleichmäßige Verteilung der Last möglich wäre.

98.2 Beschädigte Anschlusskabel sind gefährlich, weil freiliegende Leitungen Kurzschlüsse, Stromschläge oder Brände verursachen können.

105.1 Ja, da die Kräfte zwischen zwei geladenen Körpern immer gleich groß, aber entgegengesetzt sind. Wenn sich zwei Körper mit verschiedenen großen Ladungen abstoßen, wirken auf beide Körper Kräfte gleichen Betrags, unabhängig von der Größe der Ladungen. Die Masse der Körper hat keinen direkten Einfluss auf die Stärke der elektrischen Kraft, beeinflusst aber die Beschleunigung: Körper mit geringerer Masse erfahren eine stärkere Beschleunigung.

105.2 Die Feldlinien, die die Stärke der jeweiligen Kraft beschreiben, werden mit zunehmendem Abstand r vom Zentrum der Quelle (Ladung oder Masse) über eine größere Kugeloberfläche $O=4\pi r^2$ verteilt. Die Anzahl der Feldlinien bleibt konstant, sodass die Feldliniendichte – und damit die Kraft – mit dem Quadrat des Abstands abnimmt.

105.3 Die Coulombkraft zwischen zwei Ladungen nimmt bei kleineren Abständen r stark zu, da sie umgekehrt proportional zu r^2 ist. Wenn der Abstand auf Mikrometer verkleinert wird, steigt die Kraft drastisch an, was bei sehr kleinen Abständen zu extrem großen Kräften führt.

109.1 Der menschliche Körper ist durch den hohen Flüssigkeitsgehalt ein guter elektrischer Leiter, in dessen Innerem kein elektrostatisches Feld bestehen kann. Die gesamte Körperoberfläche ist bei Kontakt mit der Erde gegenüber der Erde spannungsfrei.

110.1 Das Elektron würde aufgrund der Abstoßung durch die bereits vorhandenen freien Elektronen im Leiter sofort zur Oberfläche wandern. Überschüssige Ladungen sitzen nur auf der Oberfläche, da sie sich so verteilen, dass das elektrische Feld im Inneren null wird.

111.1 Ein Elektretmikrofon nutzt ein dauerhaft geladenes Material (Elektret) anstelle einer externen Spannungsquelle, um ein elektrisches Feld zu erzeugen. Schallwellen bewegen eine Membran, wodurch sich die Kapazität ändert und ein elektrisches Signal entsteht. Dieses Signal wird dann verstärkt und weiterverarbeitet.

122.1 Das Resultat folgt daraus, dass die "atomaren Kreisströme" in jedem Abschnitt eines Permanentmagneten weiterhin existieren und jeweils ein eigenes Magnetfeld erzeugen. Beim Zerschneiden entsteht daher kein einzelner Pol, sondern jeder Teil wird wieder ein eigener Dipol mit Nord- und Südpol.