

---

## Zusammenfassung

---

### Funktionsprinzip Ultraschall-Abstandssensors

Sensor ist wie ein Fledermaus, die Schallwellen aussendet, um sich zu orientieren. Wenn du auf einen Knopf drückst (das ist das 10 Mikrosekunden lange Signal), sagst du der »Fledermaus-Sensor«, dass sie ihre »Ultraschallrufe« aussenden soll. Diese »Rufe« sind sehr, sehr hoch, viel höher als jedes Geräusch, das wir hören können, und sie passieren ganz schnell hintereinander, genau 8 Mal in einem winzigen Moment.

Das ist, als würdest du schnell hintereinander 8 Mal in die Hände klatschen, nur dass es so schnell und so hoch ist, dass niemand es hören kann außer der Sensor selbst. Diese speziellen Klatschgeräusche helfen der »Fledermaus-Sensor«, zu erkennen, wie weit Dinge von ihr entfernt sind, ähnlich wie echte Fledermäuse es tun, wenn sie durch die Nacht fliegen.

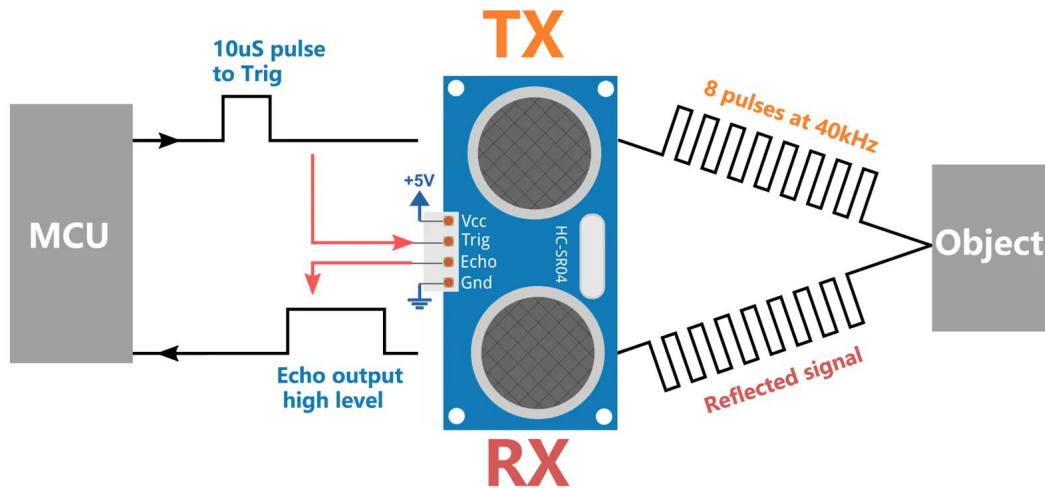
- **10 Mikrosekunden (10us):** Der Sensor wird durch ein Signal von 10 Mikrosekunden (10us) Länge aktiviert, das ist der Startimpuls. Es ist wie das Drücken eines Startknopfes, aber es passiert super schnell, in nur einem winzigen Bruchteil einer Sekunde.
- **8-Zyklus-Burst:** sendet einen Ultraschall-Burst, besteht aus 8 Ultraschallwellen bei einer Frequenz von 40 kHz, um Entfernungen zu messen. Stell dir vor, du klatschst 8 Mal ganz schnell hintereinander in die Hände – so ähnlich macht es der Sensor mit Schallwellen, die wir aber nicht hören können.
- **40 kHz (Kilohertz):** Das ist die Höhe oder Frequenz des Ultraschallsignals, das der Sensor aussendet. Kilohertz ist eine Einheit, die verwendet wird, um zu beschreiben, wie hoch oder tief ein Ton ist. 40 kHz bedeutet, der Ton schwingt 40.000 Mal pro Sekunde. Das ist viel höher als das, was das menschliche Ohr hören kann.

Das **menschliche Gehör** kann normalerweise Töne in einem Bereich von etwa **20 Hertz (Hz) bis 20.000 Hertz (20 kHz)** wahrnehmen. Das bedeutet, alles, was unter 20 Hz oder über 20 kHz liegt, können wir nicht hören. Der Ultraschall, den der Sensor verwendet, liegt also weit außerhalb des Bereichs, den unsere Ohren erfassen können, weil er bei 40 kHz ist, also doppelt so hoch wie die obere Grenze unseres Hörvermögens.

### Berechne die Entfernung zu einem Objekt

Angenommen, wir messen die Entfernung zu einem Objekt, das 1 Meter entfernt ist.

1. **Trigger-Signal senden:**
  - Der Sensor erhält über den TRIG-Pin ein 10 Mikrosekunden ( $\mu\text{s}$ ) hohes Signal, was ihn veranlasst, einen 8-Zyklus-Burst von Ultraschallwellen mit einer Frequenz von 40 kHz zu senden.
2. **Echo-Signal empfangen:**
  - Nach dem Senden des Bursts wartet der Sensor auf das Echo, also das Zurückkommen der Ultraschallwellen, nachdem diese vom Objekt reflektiert wurden.
3. **Zeitmessung:**
  - Die Zeit vom Senden bis zum Empfangen des Echos wird gemessen. Nehmen wir an, die gemessene Zeit (Echo-Zeit) beträgt 5.82 Millisekunden (ms).
4. **Entfernung berechnen:**
  - Die Entfernung wird mit der Formel berechnet:
  - Entfernung = 
$$\frac{\text{Zeit des hohen Niveaus} \times \text{Schallgeschwindigkeit}}{2}$$



Anmerkungen:

ABB. 1. Ultraschallmodul Prinzip

- Die Schallgeschwindigkeit in Luft beträgt etwa 340 Meter pro Sekunde (M/S). Da unsere Zeit in Millisekunden gemessen wurde, müssen wir sie in Sekunden umrechnen, um sie in die Formel einzusetzen (1 ms = 0.001 Sekunden).

##### 5. Rechnung:

- Umrechnung der Echo-Zeit in Sekunden: 5.82 ms = 0.00582 s.
- Einsetzen in die Formel:
- Entfernung =  $\frac{0.00582 \text{ s} \times 340 \text{ m/s}}{2} = \frac{1.9788 \text{ m}}{2} = 0.9894 \text{ m}$

### Keywords Ultraschall

**Frequenz** Die Frequenz beschreibt, wie oft eine Schallwelle (oder jede Art von Welle) in einer Sekunde schwingt. Sie bestimmt die Tonhöhe eines Geräusches: je höher die Frequenz, desto höher der Ton.

**Hörbarkeit** Hörbarkeit bezieht sich darauf, ob ein Geräusch in dem Frequenzbereich liegt, den das menschliche Ohr wahrnehmen kann, typischerweise zwischen 20 Hz und 20.000 Hz (20 kHz).

**Schallwellen** Schallwellen sind Schwingungen, die sich durch die Luft oder ein anderes Medium ausbreiten und von unserem Ohr als Geräusche wahrgenommen werden können.

**Hertz (Hz)** Hertz ist die Einheit für Frequenz im Internationalen Einheitensystem (SI) und beschreibt, wie viele Schwingungen (Zyklen) pro Sekunde stattfinden.

**Hörschwelle** Die Hörschwelle ist die leiseste Lautstärke eines Tons, die gerade noch gehört werden kann. Sie variiert je nach Frequenz des Tons und von Person zu Person.

**Ultraschall** Ultraschall bezeichnet Schallwellen, die eine höhere Frequenz haben als der hörbare Bereich für Menschen (über 20 kHz). Sie werden in der Medizin für bildgebende Verfahren und in anderen Technologien verwendet.

**Infraschall** Infraschall umfasst Frequenzen unterhalb des menschlichen Hörbereichs (weniger als 20 Hz) und kann von einigen Tieren wahrgenommen werden oder tritt bei natürlichen Phänomenen wie Erdbeben auf.

**Dezibel (dB)** Dezibel ist eine Maßeinheit für die Lautstärke (Schalldruckpegel) eines Geräusches. Sie hilft, die große Spanne an Hörbarkeit menschlichen Hörens quantitativ zu erfassen.

**Schallgeschwindigkeit** Die Schallgeschwindigkeit ist die Geschwindigkeit, mit der sich Schallwellen durch ein Medium (wie Luft, Wasser oder Stahl) ausbreiten. In Luft beträgt sie etwa 343 Meter pro Sekunde bei Raumtemperatur.

**Echoortung und Sonar** Echoortung ist die Fähigkeit einiger Tiere (wie Fledermäuse und Delfine), die Umgebung zu erkunden, indem sie Schall aussenden und das Echo analysieren. Sonar ist eine technologische Anwendung dieses Prinzips, das unter Wasser verwendet wird.

**Schallisolation und Raumakustik** Schallisolation bezieht sich auf Techniken, um die Übertragung von Schall von einem Raum zum anderen zu verhindern. Raumakustik beschäftigt sich mit der Optimierung von Klangqualität und -verteilung in einem Raum.

**Ultraschallbildgebung (Sonographie)** Ultraschallbildgebung ist ein medizinisches Verfahren, das Ultraschallwellen nutzt, um Bilder vom Inneren des Körpers zu erzeugen, z.B. um ein ungeborenes Baby im Mutterleib zu sehen.

**Schallausbreitung in verschiedenen Medien** Schallwellen breiten sich unterschiedlich in verschiedenen Medien (Luft, Wasser, Festkörper) aus, beeinflusst durch Faktoren wie Dichte und Elastizität des Mediums.

**Frequenzmodulation und -demodulation** Frequenzmodulation (FM) ist eine Technik, bei der die Frequenz einer Welle geändert wird, um Informationen zu übertragen. Demodulation ist der umgekehrte Prozess, bei dem die ursprüngliche Information aus der modulierten Welle zurückgewonnen wird.

**Dopplereffekt** Der Dopplereffekt tritt auf, wenn sich eine Schallquelle relativ zu einem Beobachter bewegt, was eine wahrgenommene Änderung der Frequenz des Schalls zur Folge hat (z.B. das An- und Abschwellen des Geräusches eines vorbeifahrenden Krankenwagens).

## Mathematischen Zugang Ultraschall

### Frequenz ( $f$ )

- **Formel:**  $f = \frac{1}{T}$ , wobei  $T$  die Periodendauer ist (die Zeit für eine vollständige Schwingung/Zyklus).

### Hörbarkeit

- Der hörbare Bereich für Menschen liegt zwischen 20 Hz und 20.000 Hz. Frequenzen innerhalb dieses Bereichs sind hörbar, Frequenzen außerhalb dieses Bereichs sind entweder Ultraschall ( $> 20$  kHz) oder Infraschall ( $< 20$  Hz).

### Schallwellen

- **Geschwindigkeit ( $v$ ) einer Welle:**  $v = f\lambda$ , wobei  $\lambda$  die Wellenlänge ist.
- **Schallgeschwindigkeit in Luft:** etwa 343 m/s bei 20 °C.

### Hertz (Hz)

- Einheit für Frequenz, 1 Hz = 1 Schwingung pro Sekunde.

### Hörschwelle

- Die Hörschwelle variiert je nach Frequenz, wobei etwa 0 dB SPL (Schalldruckpegel) für Frequenzen um 1 kHz als leiseste hörbare Töne für Menschen gelten.

### Ultraschall und Infraschall

- **Ultraschall:** Frequenzen  $> 20$  kHz, nicht hörbar für Menschen.
- **Infraschall:** Frequenzen  $< 20$  Hz, ebenfalls nicht hörbar für Menschen.

**Dezibel (dB)**

- **Formel zur Berechnung des Schalldruckpegels:**  $L = 20 \log_{10}(\frac{p}{p_0})$ , wobei  $p$  der Schalldruck und  $p_0$  der Referenzschalldruck (üblicherweise 20 µPa in Luft) ist.

**Schallgeschwindigkeit**

- Abhängig vom Medium. In Luft etwa 343 m/s, in Wasser etwa 1.483 m/s und in Stahl etwa 5.960 m/s.

**Echoortung und Sonar**

- **Entfernungsbestimmung:**  $D = \frac{1}{2}tv$ , wobei  $t$  die Zeit zwischen Aussenden und Empfangen des Echos ist und  $v$  die Schallgeschwindigkeit im Medium.

**Frequenzmodulation und -demodulation**

- **Frequenzmodulation (FM):**  $f(t) = f_c + \Delta f \sin(2\pi f_m t)$ , wobei  $f_c$  die Trägerfrequenz,  $\Delta f$  die Frequenzabweichung und  $f_m$  die Modulationsfrequenz ist.

**Dopplereffekt**

- **Formel für bewegten Beobachter:**  $f' = f \left( \frac{v \pm v_o}{v \mp v_s} \right)$ , wobei  $f'$  die wahrgenommene Frequenz,  $f$  die ursprüngliche Frequenz,  $v$  die Schallgeschwindigkeit,  $v_o$  die Geschwindigkeit des Beobachters und  $v_s$  die Geschwindigkeit der Quelle ist. Pluszeichen wird verwendet, wenn sich Beobachter und Quelle einander nähern, Minuszeichen, wenn sie sich voneinander entfernen.

**Funktionsprinzip IR-Hindernisvermeidungsmodul**

Stell dir vor, das IR-Hindernisvermeidungsmodul ist wie ein Spiel mit einem Ball, den du wirfst und der zurückkommt, wenn er auf etwas trifft. Nur dass hier statt einem Ball Infrarotlicht verwendet wird, das wir nicht sehen können.

- **IR-Sender-Empfänger-Paar:** Das Modul hat zwei Hauptteile, ähnlich wie du zwei Hände hast – eine zum Werfen des Balls (das ist der IR-Sender) und eine zum Fangen (das ist der IR-Empfänger).
- **Sender emittiert Infrarotlicht:** Der Sender im Modul »wirft« Infrarotlicht »Bälle« aus. Infrarotlicht ist eine Art Licht, das wir nicht mit unseren Augen sehen können, aber es ist überall um uns herum, zum Beispiel kommt es von der Fernbedienung deines Fernsehers.
- **Licht trifft auf Hindernisse:** Wenn das Infrarotlicht auf ein Hindernis vor dem Modul trifft – sagen wir, ein Buch auf dem Boden oder eine Wand –, wird das Licht von diesem Hindernis »zurückgeworfen« wie ein Ball, der von einer Wand abprallt.
- **Empfänger detektiert reflektiertes Licht:** Der IR-Empfänger im Modul wartet darauf, das zurückgeworfene Infrarotlicht »zu fangen«. Wenn er das Licht »fängt«, weiß das Modul, dass etwas da ist – ein Hindernis.
- **Ausgabe eines niedrigen Signals:** Sobald der Empfänger das reflektierte Licht erfasst, sagt das Modul: »Huch, da ist etwas im Weg!« und sendet ein spezielles Signal aus, ein »niedriges Signal«, um zu zeigen, dass ein Hindernis erkannt wurde. Dieses Signal kann dann von einem Computer, einem Roboter oder einem anderen Gerät verwendet werden, um zu entscheiden, was als Nächstes zu tun ist, wie zum Beispiel anzuhalten oder die Richtung zu ändern.

**Mathematische Annäherung** nutzen, um zu verstehen, wie die Entfernungsmessung und die Auswirkung der Objektfarbe auf die Reflexionsniveaus funktionieren. Das Modul verwendet Infrarotlicht, um Objekte zu erkennen, indem es Licht aussendet und das von Objekten reflektierte Licht misst. Die Zeit vom Aussenden bis zum Empfang des reflektierten Lichts gibt Aufschluss über die Entfernung zum Objekt.

**Grundlagen der Entfernungsmessung**

Die Grundidee hinter der Entfernungsmessung mit einem IR-Sensor basiert auf der Lichtgeschwindigkeit und der Zeit, die das Licht benötigt, um zum Sensor zurückzukehren. Für präzise Messungen in kurzen Entfernungen, wie sie bei IR-Hindernisvermeidungsmodulen üblich sind, berücksichtigt man die Geschwindigkeit des Lichts und die Verarbeitungszeit des Sensors.

**Einfluss der Objektfarbe** Die Reflexionseigenschaften von Objekten beeinflussen, wie viel Licht zum Sensor zurückkehrt. Dunklere Farben absorbieren mehr Licht und reflektieren weniger, was zu einem schwächeren Signal führt. Helle Farben reflektieren mehr Licht und führen zu einem stärkeren Signal. Das Modul misst die Intensität des reflektierten Lichts, um zu bestimmen, ob ein Objekt innerhalb des Erfassungsbereichs liegt.

**Mathematische Betrachtung der Reflexionsniveaus** Die Intensität des reflektierten Lichts ( $I$ ) kann durch das Lambert-Beersche Gesetz angenähert werden, das die Absorption und Reflexion von Licht durch ein Material beschreibt:

$$I = I_0 e^{-\alpha d}$$

- $I_0$  ist die ursprüngliche Intensität des ausgesendeten Lichts,
- $\alpha$  ist der Absorptionskoeffizient des Materials (höher für dunklere Objekte),
- $d$  ist die Dicke des Materials oder die Distanz, die das Licht durch das Objekt zurücklegt.

Für das IR-Hindernisvermeidungsmodul ist  $d$  die Entfernung zum Objekt, und der Absorptionskoeffizient kann als Maß für die Farbe oder Reflexionsfähigkeit des Objekts angesehen werden.

**Entfernungsberechnung** Angenommen, ein IR-Sensor misst die Zeit  $t = 1 \times 10^{-4}$  Sekunden für das Licht, um von einem Objekt reflektiert zu werden und zurückzukehren. Die Entfernung ( $d$ ) zum Objekt kann berechnet werden als:

$$d = \frac{c \cdot t}{2}$$

Wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ist. Für kurze Distanzen und die schnelle Reflexion von Infrarotlicht ist jedoch die genaue Geschwindigkeit des Lichts oft weniger relevant als die direkte Messung der Zeit und die Kalibrierung des Sensors.

Infrarot-Hindernisvermeidungsmodule nutzen die Prinzipien der Lichtreflexion und -absorption, um Objekte innerhalb eines bestimmten Bereichs zu erkennen. Die Farbe des Objekts beeinflusst die Reflexionsniveaus, und die Sensorik ist darauf ausgelegt, diese Unterschiede zu erfassen und zu interpretieren, um Hindernisse zu identifizieren. Die mathematische Modellierung dieser Prozesse ermöglicht ein tieferes Verständnis ihrer Funktionsweise und der Faktoren, die die Sensorleistung beeinflussen.

### effektive Winkel von 35°

Der **effektive Winkel von 35°** bei einem IR-Hindernisvermeidungsmodul bezieht sich auf den Winkelbereich, innerhalb dessen das Modul effektiv Hindernisse erkennen kann.

- **Fokussierte Erkennung:** Der Sensor kann Objekte innerhalb eines Kegels erkennen, der im Zentrum eine Spitze hat (dort, wo der Sensor montiert ist) und sich mit einem Öffnungswinkel von 35° nach außen ausweitet. Dies begrenzt die Erkennungszone auf einen spezifischen Bereich vor dem Sensor.
- **Planung der Sensorplatzierung:** Für eine umfassende Abdeckung rund um den Roboter könnten mehrere Sensoren benötigt werden, da jeder Sensor nur Hindernisse innerhalb seines effektiven Winkels von 35° erkennen kann. Durch strategische Platzierung dieser Sensoren kann ein Roboter eine 360°-Hinderniserkennung erreichen.
- **Navigationsgenauigkeit:** Der effektive Winkel beeinflusst, wie genau der Roboter seine Umgebung »sieht«. Ein schmalere Winkel bietet eine genauere Erkennung in die Tiefe des Feldes, während ein breiterer Winkel eine breitere, aber weniger präzise Erkennung ermöglicht. Mit 35° bietet der Sensor eine ausgewogene Mischung aus Breite und Genauigkeit.
- **Vermeidungsstrategien:** Der Roboter verwendet die Informationen aus dem Sensor, um Kollisionen zu vermeiden. Mit einem effektiven Winkel von 35° muss der Roboter möglicherweise seine Route anpassen, wenn ein Hindernis innerhalb dieses Bereichs erkannt wird, was die Bewegungsplanung und Strategie zur Hindernisvermeidung beeinflusst.

Die Montage der IR-Hindernisvermeidungsmodul in einem Winkel von 35° nach vorne außen, zusammen mit einem zentralen Ultraschallsensor, eine kluge Wahl für die Optimierung der Hinderniserkennung und -vermeidung bei einem Rover ist. Diese Anordnung erhöht die räumliche Wahrnehmung und ermöglicht eine effektivere Navigation in komplexen Umgebungen.

**Keywords Infrarotlicht (IR)**

1. **Wellenlänge:** Der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Wellenbergen oder -tälern in einer Welle. Bestimmt Farbe und Energie des Lichts.
2. **Sichtbares Licht:** Der Teil des elektromagnetischen Spektrums, den das menschliche Auge sehen kann, von Violett bis Rot.
3. **Elektromagnetisches Spektrum:** Die gesamte Bandbreite elektromagnetischer Wellen, von sehr kurzen Gammastrahlen bis zu sehr langen Radiowellen, einschließlich sichtbarem Licht.
4. **Infrarotlicht (IR):** Lichtwellen, die länger als rotes Licht sind und von uns als Wärme gefühlt, aber nicht gesehen werden können.
5. **Ultraviolettes Licht (UV):** Lichtwellen, die kürzer als violettes Licht sind und Hautbräunung oder -schäden verursachen können.
6. **Nanometer (nm):** Eine Einheit zur Messung der Wellenlänge des Lichts, wobei 1 Nanometer einem milliardsten Meter entspricht.
7. **Photonen:** Teilchen, die Lichtwellen tragen. Sie sind die kleinsten Energiequanten im Licht.
8. **Farbspektrum:** Die Reihe von Farben, die durch das Aufteilen von Licht in seine einzelnen Wellenlängen entsteht, z.B. durch ein Prisma.
9. **Transparenz und Opazität:** Eigenschaften von Materialien, die bestimmen, ob Licht durch sie hindurchgehen kann (transparent) oder nicht (opak).
10. **Reflexion und Brechung:** Reflexion ist das Zurückwerfen von Licht von einer Oberfläche. Brechung ist die Änderung der Richtung des Lichts, wenn es von einem Medium in ein anderes übergeht.
11. **Lichtabsorption:** Wenn Materialien Licht aufnehmen und in eine andere Energieform umwandeln, oft Wärme.
12. **Prisma und Lichtdispersion:** Ein Prisma kann Licht in sein Farbspektrum aufteilen, indem es die verschiedenen Wellenlängen unterschiedlich bricht.
13. **Nachtsicht und Infrarottechnologien:** Technologien, die Infrarotlicht nutzen, um in der Dunkelheit zu sehen oder Bilder zu erzeugen.
14. **Wärmebildtechnik:** Eine Technik, die Temperaturunterschiede in einer Szene erfasst und sie in ein sichtbares Bild umwandelt, basierend auf Infrarotstrahlung.
15. **Lichtquellen:** Objekte oder Geräte, die Licht aussenden, wie die Sonne, Glühlampen oder Laser.
16. **Farbtemperatur:** Ein Maß für die Lichtfarbe, gemessen in Kelvin (K), das angibt, ob das Licht eher warm (gelblich) oder kühl (bläulich) ist.
17. **Lasertechnologie:** Technologie, die Licht durch einen Prozess der optischen Verstärkung erzeugt, was zu einem sehr engen und fokussierten Lichtstrahl führt.
18. **Holographie:** Eine Technik zur Erzeugung dreidimensionaler Bilder mit Laserlicht.
19. **Elektromagnetische Wellentheorie:** Die Theorie, die die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen, einschließlich Licht, durch Raum oder Materie beschreibt.

**Mathematischen Zugang Infrarotlicht (IR)****1. Wellenlänge ( $\lambda$ )**

- **Mathematische Darstellung:**  $\lambda = \frac{v}{f}$ 
  - $v$  ist die Geschwindigkeit der Welle (z.B. Lichtgeschwindigkeit im Vakuum, etwa  $3 \times 10^8$  m/s).
  - $f$  ist die Frequenz der Welle in Hertz (Hz).

**2. Sichtbares Licht und Elektromagnetisches Spektrum**

- **Bereich des sichtbaren Lichts:** Etwa 380 nm bis 740 nm.
- **Umrechnung in Frequenz:**  $f = \frac{c}{\lambda}$ , wobei  $c$  die Lichtgeschwindigkeit ist.

**3. Infrarotlicht (IR) und Ultraviolettes Licht (UV)**

- **IR-Bereich:** Wellenlängen größer als 740 nm.
- **UV-Bereich:** Wellenlängen kleiner als 380 nm.
- **Berechnung der Energie eines Photons:**  $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ , wobei  $h$  das Plancksche Wirkungsquantum ist.

#### 4. Nanometer (nm)

- **Umrechnung:**  $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ Meter}$ .
- **Anwendung in Formeln:** Direkte Einsetzung der Wellenlänge in nm nach Umrechnung in Meter für physikalische Berechnungen.

#### 5. Transparenz, Reflexion, Brechung, und Lichtabsorption

- **Brechungsindex:**  $n = \frac{c}{v_{\text{medium}}}$ , wobei  $v_{\text{medium}}$  die Geschwindigkeit des Lichts im Medium ist.
- **Snelliussches Brechungsgesetz:**  $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$ , wobei  $\theta$  der Winkel zur Normalen ist.

#### 6. Prisma und Lichtdispersion

- **Dispersion:** Abhängigkeit des Brechungsindex von der Wellenlänge, was zu Farbaufspaltung führt.

#### 7. Farbtemperatur

- **Einheit:** Kelvin (K).
- **Zusammenhang mit Spektrum:** Höhere Farbtemperaturen entsprechen bläulichem Licht, niedrigere wärmerem Licht.

#### 8. Lasertechnologie und Holographie

- **Kohärenz und Monochromasie:** Laserlicht hat sehr enge Wellenlängenbereiche, ideal für Interferenz und Holographie.

#### 9. Photonik und Elektromagnetische Wellentheorie

- **Photonenenergie:** Siehe Formel oben.
- **Maxwellsche Gleichungen:** Grundlage der elektromagnetischen Wellentheorie, beschreiben die Ausbreitung elektromagnetischer Felder.

### Funktionsprinzip Servo

#### Motor

- Im Servo befindet sich ein Motor, ähnlich denen, die die Räder eines Marsrovers antreiben könnten. Dieser Motor ist für die Bewegung zuständig.

#### Die Kraft der Übersetzung: Zahnräder

- Um die Motorbewegung zu kontrollieren und kraftvoller zu machen, sind um den Motor herum Zahnräder angeordnet. Ein großes Zahnrad greift in ein kleineres ein, das direkt auf der Motorwelle sitzt. Diese Anordnung wandelt die schnelle Drehung des Motors in eine langsamere, aber stärkere Bewegung um. Das ist wichtig, weil wir oft wollen, dass der Rover präzise und kraftvoll agiert, zum Beispiel beim Bewegen seiner Arme oder beim Drehen seines Körpers.

#### Potentiometer und Steuerungsschaltung

- Ein wichtiger Teil des Servos ist das Potentiometer. Stell dir das Potentiometer wie einen kleinen Detektiv vor, der immer genau weiß, in welcher Position sich der Servo befindet. Wenn sich der Servo dreht, dreht sich auch das Potentiometer und verändert seinen Widerstand.
- Die Steuerungsschaltung im Servo ist wie das Gehirn, das die Informationen des Potentiometers liest. Sie versteht die Veränderung des Widerstands und weiß dadurch, in welcher Position sich der Servo befindet. So kann sie den Servo genau dort anhalten, wo er sein soll.

#### Pulsweitenmodulation (PWM)

- Durch die Anpassung der »Länge« (also der Impulse) können wir den Servo sehr genau steuern. So können wir dem Rover befehlen, seinen Arm genau so zu bewegen, wie wir es möchten, oder sich in eine bestimmte Richtung zu drehen.

## Newton

Ein **Newton** (Symbol: N) ist die SI-Einheit der Kraft. Sie ist definiert als die Kraft, die erforderlich ist, um einem Kilogramm Masse eine Beschleunigung von einem Meter pro Sekunde im Quadrat zu erteilen. Mathematisch ausgedrückt:

$$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$$

Das bedeutet, dass ein Newton die Menge an Kraft ist, die benötigt wird, um ein Objekt mit einer Masse von einem Kilogramm mit einer Rate von einem Meter pro Sekunde pro Sekunde zu beschleunigen.

## Mathematischer Zugang zu Newton

Die Beziehung zwischen den Grundgrößen in der Physik, wie Masse, Beschleunigung und Kraft, kann durch das zweite Newtonsche Gesetz ausgedrückt werden:

$$F = m \cdot a$$

- $F$  ist die Kraft in Newton,
- $m$  ist die Masse in Kilogramm,
- $a$  ist die Beschleunigung in Metern pro Sekunde im Quadrat ( $\text{m/s}^2$ ).

**Rechenbeispiel: Kraftberechnung** Angenommen, ein Auto mit einer Masse von 1000 kg soll aus dem Stand innerhalb von 5 Sekunden auf eine Geschwindigkeit von 10 m/s beschleunigt werden. Die Beschleunigung ( $a$ ) kann zuerst berechnet werden als:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{10 \text{ m/s}}{5 \text{ s}} = 2 \text{ m/s}^2$$

Dann kann die Kraft ( $F$ ) berechnet werden, die benötigt wird, um diese Beschleunigung zu erreichen:

$$F = m \cdot a = 1000 \text{ kg} \cdot 2 \text{ m/s}^2 = 2000 \text{ N}$$

Das bedeutet, dass eine Kraft von 2000 Newton erforderlich ist, um das Auto unter den gegebenen Bedingungen zu beschleunigen.

## Unterschied zwischen Gewicht und Masse

- **Masse:** Ein Maß für die Menge an Materie in einem Objekt. Die Masse ist eine inhärente Eigenschaft eines Objekts und ändert sich nicht, unabhängig von der Position im Universum.
- **Gewicht:** Eine Kraft, die aufgrund der Gravitationsanziehung auf eine Masse wirkt. Das Gewicht kann variieren, abhängig von der Gravitationsbeschleunigung des Ortes, an dem sich das Objekt befindet.

**Umrechnung zwischen Kilogramm und Newton** Die Umrechnung zwischen Kilogramm (kg) und Newton (N) hängt von der Gravitationsbeschleunigung ab. Auf der Erdoberfläche beträgt die durchschnittliche Gravitationsbeschleunigung etwa  $9,81 \text{ m/s}^2$ .

$$1 \text{ kg} \approx 9,81 \text{ N}$$

Das bedeutet, dass die Gewichtskraft eines Körpers mit der Masse 1 kg auf der Erdoberfläche etwa 9,81 N beträgt.

## Was ist Gravitationsbeschleunigung?

Stell dir vor, du lässt einen Ball fallen. Während der Ball fällt, wird er schneller und schneller. Das liegt daran, dass die Erde eine Art unsichtbare Kraft hat, die alles zu sich zieht – wir nennen das Gravitation. Die Gravitationsbeschleunigung ist ein Maß dafür, wie schnell etwas durch diese Kraft beschleunigt wird, wenn es fällt.

Die Zahl  $9,81 \text{ m/s}^2$  sagt uns, wie schnell der Ball jedes Sekunde schneller wird, wenn er fällt. Das bedeutet, am Ende der ersten Sekunde fällt der Ball mit einer Geschwindigkeit von 9,81 Meter pro Sekunde. Nach zwei Sekunden ist er schon doppelt so schnell, also etwa 19,62 Meter pro Sekunde, und so wird er immer schneller, je länger er fällt.



**Experiment freier Fall - volle und eine leere Flasche gleichzeitig fallen** Wenn du eine volle und eine leere Flasche gleichzeitig fallen lässt, fallen sie tatsächlich mit der gleichen Geschwindigkeit, vorausgesetzt, dass sie im Vakuum fallen, wo kein Luftwiderstand vorhanden ist. Das liegt daran, dass die Gravitationsbeschleunigung für alle Objekte an einem bestimmten Ort gleich ist, unabhängig von ihrer Masse. Dieses Prinzip wurde von Galileo Galilei durch seine Experimente im 16. Jahrhundert entdeckt und später von Isaac Newton in seinen Bewegungsgesetzen formuliert.

In der realen Welt, außerhalb eines Vakuums, spielt jedoch der Luftwiderstand eine Rolle. Der Luftwiderstand hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich der Form des Objekts und seiner Oberfläche. Wenn die volle und die leere Flasche genau dieselbe Form und Größe haben, könnte die volle Flasche schneller fallen als die leere, weil sie eine größere Masse hat und der Unterschied im Luftwiderstand zwischen beiden Flaschen nicht ausreicht, um den Fall der schwereren Flasche signifikant zu verlangsamen. Aber der Unterschied wäre unter normalen Bedingungen minimal.

In der Praxis bedeutet das, dass, obwohl theoretisch beide Flaschen mit der gleichen Rate fallen sollten, die volle Flasche aufgrund ihres größeren Gewichts leicht schneller fallen könnte als die leere Flasche, besonders wenn die Flaschen nicht perfekt aerodynamisch sind und der Luftwiderstand eine Rolle spielt.

### Keywords Gravitation, Newtonsche Gesetze und die grundlegenden physikalischen Einheiten

1. **Gravitation:** Anziehungskraft zwischen Massen, Gravitationsfeld, Gravitationsgesetz, universelle Gravitationskonstante.
2. **Newton:** Isaac Newton, Newtonsche Gesetze der Bewegung, Newtonsches Gravitationsgesetz, Einheit der Kraft.
3. **Kraft:** Grundlegende Wechselwirkung, Newton (N), Kraftvektor, resultierende Kraft, Zentripetalkraft.
4. **Beschleunigung:** Änderungsrate der Geschwindigkeit,  $m/s^2$ , gleichmäßige Beschleunigung, Gravitationsbeschleunigung.
5. **Masse:** Menge der Materie, Kilogramm (kg), Trägheit, Massenerhaltung.
6. **Gewicht:** Kraft aufgrund der Gravitation, Gewichtskraft, Unterschied zwischen Masse und Gewicht,  $N$  (Newton).
7. **Meter (m):** Basiseinheit der Länge, Distanzmessung, Lichtgeschwindigkeit in Metern pro Sekunde.
8. **Kilogramm (kg):** Basiseinheit der Masse, internationaler Kilogrammprototyp, Masse-Wasser-Äquivalent.
9. **Sekunde (s):** Basiseinheit der Zeit, Zeitmessung, Frequenz des Cäsium-133-Atoms.
10. **Ampere (A):** Basiseinheit der elektrischen Stromstärke, elektrischer Strom, Coulombs pro Sekunde.
11. **Kelvin (K):** Basiseinheit der Temperatur, absolute Temperaturskala, thermodynamische Temperatur.
12. **Mol (mol):** Basiseinheit der Stoffmenge, Avogadros Zahl, Moleküle und Atome.
13. **Candela (cd):** Basiseinheit der Lichtstärke, Lichtquellen, Luminanz.
14. **Fallgesetze:** Freier Fall, Luftwiderstand, Terminalgeschwindigkeit.
15. **Impuls und Impulserhaltung:** Impuls als Produkt aus Masse und Geschwindigkeit, Erhaltungsgesetz.
16. **Arbeit und Energie:** Arbeitseinheit Joule, kinetische Energie, potenzielle Energie, Energieerhaltung.
17. **Drehmoment:** Rotationskraft, Drehmoment und Hebelgesetz,  $N \cdot m$  (Newtonmeter).
18. **Schwingungen und Wellen:** Periodische Bewegung, Frequenz, Wellenlänge, Schallwellen, elektromagnetische Wellen.

### Mathematischen Zugang Gravitation, Newtonsche Gesetze und die grundlegenden physikalischen Einheiten

#### Gravitation

- **Newtonsches Gravitationsgesetz:**  $F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 
  - **Beispiel:** Zwei Massen von je 1 kg im Abstand von 1 m zueinander üben eine Anziehungskraft von etwa  $6,674 \times 10^{-11}$  N aus.

#### Newton

- **Zweites Newtonsches Gesetz:**  $F = m \cdot a$ 
  - **Beispiel:** Ein Objekt mit einer Masse von 10 kg, das mit  $2 \text{ m/s}^2$  beschleunigt wird, erfährt eine Kraft von 20 N.

**Kraft**

- **Kraftvektor:**  $F = m \cdot a$ 
  - **Beispiel:** Ein Auto (Masse = 1000 kg) beschleunigt mit  $1 \text{ m/s}^2$ , die wirkende Kraft ist 1000 N.

**Beschleunigung**

- **Gleichmäßige Beschleunigung:**  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$ 
  - **Beispiel:** Ein Auto erhöht seine Geschwindigkeit von 0 auf 60 km/h (etwa 16,67 m/s) in 5 Sekunden,  $a = 3,33 \text{ m/s}^2$ .

**Masse und Gewicht**

- **Gewicht:**  $W = m \cdot g$ 
  - **Beispiel:** Eine Masse von 50 kg auf der Erde (mit  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ) hat ein Gewicht von 490,5 N.

**Meter und Kilogramm**

- **Längenmessung:** 1 Meter ist die Basislänge.
- **Masse:** 1 Kilogramm ist die Basismasse.

**Sekunde, Ampere, Kelvin, Mol, Candela**

- **Zeit:** 1 Sekunde ist die Basiseinheit der Zeit.
- **Stromstärke:** 1 Ampere ist die Basiseinheit der elektrischen Stromstärke.
- **Temperatur:** 1 Kelvin ist die Basiseinheit der Temperatur.
- **Stoffmenge:** 1 Mol ist die Basiseinheit der Stoffmenge.
- **Lichtstärke:** 1 Candela ist die Basiseinheit der Lichtstärke.

**Fallgesetze und Impulserhaltung**

- **Freier Fall:**  $s = \frac{1}{2}gt^2$ 
  - **Beispiel:** Ein Objekt fällt für 2 Sekunden, zurückgelegte Strecke ist 19,62 m.

**Arbeit und Energie**

- **Arbeit:**  $W = F \cdot d$ 
  - **Beispiel:** Heben eines Objekts (Kraft = 100 N) um 2 Meter verrichtet eine Arbeit von 200 J.

**Drehmoment**

- **Drehmoment:**  $\tau = F \cdot r$ 
  - **Beispiel:** Eine Kraft von 10 N, die im Abstand von 0,5 m vom Drehpunkt wirkt, erzeugt ein Drehmoment von  $5 \text{ N} \cdot \text{m}$ .

**Schwingungen und Wellen**

- **Frequenz einer Welle:**  $f = \frac{1}{T}$ 
  - **Beispiel:** Eine Schwingung, die sich alle 0,5 Sekunden wiederholt, hat eine Frequenz von 2 Hz.

**Gravitationsbeschleunigungen für Erde, Mond und Mars**

Die Gravitationsbeschleunigung eines Himmelskörpers hängt hauptsächlich von zwei Faktoren ab:

1. **Masse des Himmelskörpers:** Je größer die Masse eines Himmelskörpers ist, desto stärker ist seine Gravitationskraft. Nach dem Gravitationsgesetz von Newton ist die Gravitationskraft direkt proportional zur Masse des Himmelskörpers. Das bedeutet, dass ein Planet mit einer höheren Masse eine stärkere Gravitationsanziehung hat, was zu einer höheren Gravitationsbeschleunigung führt.
2. **Radius des Himmelskörpers:** Die Gravitationsbeschleunigung hängt auch invers quadratisch vom Radius des Himmelskörpers ab. Wenn man sich weiter vom Zentrum eines Himmelskörpers entfernt, nimmt die Gravitationsbeschleunigung ab. Dies bedeutet, dass bei zwei Himmelskörpern mit gleicher Masse der Körper

mit dem kleineren Radius eine höhere Gravitationsbeschleunigung an seiner Oberfläche haben wird, da man näher am Massenzentrum ist.

Mathematisch wird die Gravitationsbeschleunigung ( $g$ ) an der Oberfläche eines Himmelskörpers durch die Formel

$$g = \frac{G \cdot M}{R^2}$$

ausgedrückt, wobei:

- $G$  die universelle Gravitationskonstante ist ( $6,674 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ s}^{-2}$ ),
- $M$  die Masse des Himmelskörpers ist,
- $R$  der Radius des Himmelskörpers ist.

```
# Gegebene Werte für Erde, Mond und Mars
# Universelle Gravitationskonstante
G = 6.674 * 10**-11 # m^3 kg^-1 s^-2

# Erde
M_Erde = 5.972 * 10**24 # kg
R_Erde = 6.371 * 10**6 # m

# Mond
M_Mond = 7.347 * 10**22 # kg
R_Mond = 1.737 * 10**6 # m

# Mars
M_Mars = 6.417 * 10**23 # kg
R_Mars = 3.3895 * 10**6 # m

# Berechnung der Gravitationsbeschleunigung für Erde, Mond und Mars
g_Erde = (G * M_Erde) / (R_Erde**2)
g_Mond = (G * M_Mond) / (R_Mond**2)
g_Mars = (G * M_Mars) / (R_Mars**2)

# Ausgabe der Gravitationsbeschleunigungen für Erde, Mond und Mars
print("Gravitationsbeschleunigung auf der Erde:", g_Erde, "m/s^2")
print("Gravitationsbeschleunigung auf dem Mond:", g_Mond, "m/s^2")
print("Gravitationsbeschleunigung auf dem Mars:", g_Mars, "m/s^2")
```

Die Gravitationsbeschleunigung eines Himmelskörpers hat signifikante Auswirkungen auf unseren Körper, vor allem in Bezug auf unser Gewicht, unsere Muskulatur und das Skelettsystem.

### Gewichtsunterschiede

- **Erde:** Auf der Erde erfahren wir die Gravitationsbeschleunigung, die unser Körper gewohnt ist. Unser Gewicht auf der Erde dient als Referenzwert für Vergleiche mit anderen Himmelskörpern.
- **Mond:** Auf dem Mond beträgt die Gravitationsbeschleunigung nur etwa 1/6 der Erdbeschleunigung. Das bedeutet, dass eine Person, die auf der Erde 60 kg wiegt, auf dem Mond nur etwa 10 kg wiegen würde. Die reduzierte Schwerkraft ermöglicht höhere Sprünge und das Tragen schwerer Lasten mit weniger Anstrengung.
- **Mars:** Mit etwa 1/3 der Erdbeschleunigung würde dasselbe Individuum auf dem Mars etwa 20 kg wiegen. Obwohl höher als auf dem Mond, bietet auch diese Gravitation eine Erleichterung gegenüber der Erdschwerkraft.

### Muskulatur und Skelettsystem

- **Langfristige Auswirkungen in niedriger Schwerkraft:** Ein längerer Aufenthalt in Umgebungen mit geringerer Gravitation (wie auf dem Mond oder Mars) kann zu Muskelatrophie und Knochenschwund führen, da die konstante Notwendigkeit, gegen die Schwerkraft zu arbeiten, als natürlicher Widerstand für den Erhalt von Muskel- und Knochenstärke entfällt.

- **Anpassung:** Astronauten, die längere Zeit im Weltraum verbringen, wo die Schwerkraft nahezu null ist, zeigen signifikanten Verlust an Muskelmasse und Knochendichte. Um dem entgegenzuwirken, sind regelmäßige Übungen mit Widerstandsgeräten notwendig, um die Auswirkungen der Schwerelosigkeit zu minimieren.

### Physiologische Anpassungen

- **Herz-Kreislauf-System:** Die geringere Schwerkraft auf dem Mond oder Mars würde auch das Herz-Kreislauf-System beeinflussen, da das Herz nicht so stark pumpen muss, um Blut durch den Körper zu zirkulieren. Langfristig könnte dies zu Veränderungen in der Herzgröße und -funktion führen.
- **Gleichgewichtssinn und Orientierung:** Die Veränderung der Gravitationsbeschleunigung kann auch den Gleichgewichtssinn beeinträchtigen. Das vestibuläre System im Ohr, das für die Orientierung und das Gleichgewicht verantwortlich ist, muss sich an die neue Umgebung anpassen, was anfangs zu Desorientierung führen kann.

### SI-Einheiten

Das Internationale Einheitensystem (SI) definiert sieben Basis-Einheiten, von denen alle anderen Einheiten abgeleitet werden:

1. **Meter (m)** - Einheit der Länge
2. **Kilogramm (kg)** - Einheit der Masse
3. **Sekunde (s)** - Einheit der Zeit
4. **Ampere (A)** - Einheit der elektrischen Stromstärke
5. **Kelvin (K)** - Einheit der thermodynamischen Temperatur
6. **Mol (mol)** - Einheit der Stoffmenge
7. **Candela (cd)** - Einheit der Lichtstärke

### Mathematischer Zugang zu SI-Einheiten

#### Meter (m) - Einheit der Länge

- **Beispiel:** Ein Raum ist 5 m lang. Wenn man den Boden mit Fliesen auslegt, die 0,25 m breit sind, benötigt man  $5\text{ m} / 0,25\text{ m} = 20$  Fliesen für eine Reihe.

#### Kilogramm (kg) - Einheit der Masse

- **Beispiel:** Ein Sack Reis wiegt 25 kg. Wenn eine Person täglich 0,5 kg Reis verbraucht, reicht der Sack für  $25\text{ kg} / 0,5\text{ kg/Tag} = 50$  Tage.

#### Sekunde (s) - Einheit der Zeit

- **Beispiel:** Ein Lichtsignal benötigt 3 Sekunden, um von einem Sender zu einem Empfänger zu gelangen. Die Übertragungsgeschwindigkeit des Signals beträgt also  $1/3\text{ s}^{-1}$ .

#### Ampere (A) - Einheit der elektrischen Stromstärke

- **Beispiel:** Ein elektrisches Gerät hat eine Stromaufnahme von 2 A. Wenn das Gerät für 1 Stunde eingeschaltet ist, fließt ein elektrischer Strom von 2 Amperestunden (Ah) durch das Gerät.

#### Kelvin (K) - Einheit der thermodynamischen Temperatur

- **Beispiel:** Die Zimmertemperatur beträgt 293 K. Dies entspricht etwa  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ , da  $20\text{ }^{\circ}\text{C} = 293\text{ K} - 273,15$ .

#### Mol (mol) - Einheit der Stoffmenge

- **Beispiel:** 1 mol Wasser ( $\text{H}_2\text{O}$ ) enthält etwa  $6,022 \times 10^{23}$  Moleküle und hat eine Masse von etwa 18 g.

#### Candela (cd) - Einheit der Lichtstärke

- **Beispiel:** Eine Kerze hat eine Lichtstärke von etwa 1 cd. Wenn man einen Raum mit 20 Kerzen beleuchtet, erreicht man eine Gesamtlichtstärke von 20 cd.

## Was ist ein Joule?

Ein Joule (Symbol: J) ist die SI-Einheit der Energie, benannt nach dem englischen Physiker James Prescott Joule. Ein Joule ist definiert als die Energiemenge, die benötigt wird, um ein Objekt mit einer Kraft von einem Newton einen Meter weit zu bewegen. Es ist auch die Energiemenge, die verbraucht wird, wenn ein Strom von einem Ampere eine Sekunde lang durch einen Widerstand von einem Ohm fließt. In anderen Worten:

$$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$$

## Kinetische Energie

Kinetische Energie ist die Energie, die ein Objekt aufgrund seiner Bewegung besitzt. Sie hängt von der Masse des Objekts und seiner Geschwindigkeit ab. Die Formel für die kinetische Energie ( $E_k$ ) eines Objekts lautet:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

wo:

- $E_k$  die kinetische Energie in Joule (J) ist,
- $m$  die Masse des Objekts in Kilogramm (kg),
- $v$  die Geschwindigkeit des Objekts in Metern pro Sekunde (m/s).

## Mathematischer Zugang zu Kinetische Energie

**Beispiel 1: Ein Auto** Ein Auto mit einer Masse von 1000 kg bewegt sich mit einer Geschwindigkeit von 20 m/s. Die kinetische Energie des Autos ist:

$$E_k = \frac{1}{2} \times 1000 \text{ kg} \times (20 \text{ m/s})^2 = 200,000 \text{ J}$$

**Beispiel 2: Ein Fußball** Ein Fußball mit einer Masse von 0.45 kg wird mit einer Geschwindigkeit von 15 m/s geschossen. Die kinetische Energie des Balls ist:

$$E_k = \frac{1}{2} \times 0.45 \text{ kg} \times (15 \text{ m/s})^2 = 101.25 \text{ J}$$

Diese Beispiele zeigen, wie die kinetische Energie mit der Masse und dem Quadrat der Geschwindigkeit zunimmt, was bedeutet, dass eine geringfügige Erhöhung der Geschwindigkeit zu einem erheblichen Anstieg der kinetischen Energie führt.

```
# Anpassung des Programms zur Ausgabe der kinetischen Energie in sinnvollen
# Einheitengrößen (Joule und Megajoule)

# Definition der Umrechnungsfunktion von km/h in m/s
def kmh_to_ms(velocity_kmh):
    return velocity_kmh / 3.6

# Definition der Funktion zur Berechnung der kinetischen Energie
def calculate_kinetic_energy(mass_kg, velocity_ms):
    return 0.5 * mass_kg * velocity_ms**2

# Umrechnung der Energie von Joule in Megajoule
def joule_to_megajoule(energie_j):
    return energie_j / 1_000_000

# Masse des Autos in Kilogramm
mass_kg = 1500 # Beispielhafte Masse eines Autos

# Verschiedene Geschwindigkeiten in km/h
geschwindigkeiten_kmh = [50, 80, 130, 200]

# Berechnung und Ausgabe der kinetischen Energie für jede Geschwindigkeit in Joule
# und Megajoule
for geschwindigkeit in geschwindigkeiten_kmh:
    # Umrechnung der Geschwindigkeit in m/s
```

```
geschwindigkeit_ms = kmh_to_ms(geschwindigkeit)
# Berechnung der kinetischen Energie
energie_j = calculate_kinetic_energy(mass_kg, geschwindigkeit_ms)
energie_mj = joule_to_megajoule(energie_j)
print(f"Kinetische Energie eines {mass_kg} kg schweren Autos bei {
    geschwindigkeit} km/h: {energie_j:.2f} Joule ({energie_mj:.2f} MJ)")
```

Das angepasste Programm gibt nun die kinetische Energie eines 1500 kg schweren Autos bei verschiedenen Geschwindigkeiten sowohl in Joule als auch in Megajoule (MJ) aus:

- Bei **50 km/h**: 144675.93 Joule (0.14 MJ)
- Bei **80 km/h**: 370370.37 Joule (0.37 MJ)
- Bei **130 km/h**: 978009.26 Joule (0.98 MJ)
- Bei **200 km/h**: 2314814.81 Joule (2.31 MJ)

```
# Berechnungen für verschiedene Zeiten: 1s, 2s, 10s, 20s, 60s
zeiten_s = [1, 2, 10, 20, 60]
masse_kg = 80 # Masse in Kilogramm

# Listen für Ergebnisse
strecken_m = []
geschwindigkeiten_m_s = []
energien_j = []

for t in zeiten_s:
    # Berechnung der zurückgelegten Strecke
    s = 0.5 * g * t**2
    strecken_m.append(s)

    # Berechnung der Geschwindigkeit am Ende der Zeitperiode
    v = g * t
    geschwindigkeiten_m_s.append(v)

    # Berechnung der kinetischen Energie am Ende der Zeitperiode
    E_kin = 0.5 * masse_kg * v**2
    energien_j.append(E_kin)

# Ausgabe der Ergebnisse
for t, s, v, E in zip(zeiten_s, strecken_m, geschwindigkeiten_m_s, energien_j):
    print(f"Zeit: {t} Sekunde(n), Strecke: {s:.2f} Meter, Geschwindigkeit: {v:.2f}
        m/s, Kinetische Energie: {E:.2f} Joule")
```

- **Nach 1 Sekunde:**
  - Strecke: 4.91 Meter
  - Geschwindigkeit: 9.81 m/s
  - Kinetische Energie: 3849.44 Joule
- **Nach 2 Sekunden:**
  - Strecke: 19.62 Meter
  - Geschwindigkeit: 19.62 m/s
  - Kinetische Energie: 15397.78 Joule

- **Nach 10 Sekunden:**
  - Strecke: 490.50 Meter
  - Geschwindigkeit: 98.10 m/s
  - Kinetische Energie: 384944.40 Joule
- **Nach 20 Sekunden:**
  - Strecke: 1962.00 Meter
  - Geschwindigkeit: 196.20 m/s
  - Kinetische Energie: 1539777.60 Joule
- **Nach 60 Sekunden:**
  - Strecke: 17658.00 Meter
  - Geschwindigkeit: 588.60 m/s
  - Kinetische Energie: 13857998.40 Joule

Diese Ergebnisse verdeutlichen die Zunahme von Geschwindigkeit und kinetischer Energie mit der Zeit im freien Fall. Die Geschwindigkeit und die kinetische Energie steigen kontinuierlich an, was die potenzielle Gefahr bei einem Sturz aus großer Höhe zeigt.