

---

## Zusammenfassung

---

### Enthüllung des Mars-Rovers

#### Unterschiede in den Designs

- **Sojourner (1997)**: Als erster Rover auf dem Mars klein und relativ einfach gestaltet, mit dem Hauptziel, die Machbarkeit der Rover-Technologie auf dem Mars zu demonstrieren.
- **Spirit und Opportunity (2004)**: Beide hatten ein ausgeklügelteres Design als Sojourner, waren größer, hatten eine längere Missionsdauer und waren mit fortschrittlicheren wissenschaftlichen Instrumenten ausgestattet, um Geologie und Atmosphäre zu erforschen.
- **Curiosity (2012)**: Noch größer und komplexer, mit einem Labor an Bord, um chemische Analysen durchzuführen und nach Bedingungen für mikrobielles Leben zu suchen.
- **Perseverance (2021)**: Baut auf Curiositys Design auf, mit zusätzlichen Instrumenten für astrobiologische Forschung, einschließlich der Suche nach fossilen Mikroben, und dem experimentellen Mars-Hubschrauber Ingenuity.

#### Gemeinsamkeiten

- Alle Rover sind mit Kameras und wissenschaftlichen Instrumenten ausgestattet, um den Mars zu studieren.
- Solarenergie (bis Curiosity, der mit einem Radioisotopengenerator betrieben wird) und Kommunikationsfähigkeit mit der Erde.
- Mobilität auf der Oberfläche zur Durchführung geologischer Untersuchungen und Atmosphärenmessungen.

#### Einfluss der Missionsziele auf das Design

- Mit jedem Rover wuchsen die Missionsziele, was zu komplexeren Designs führte. Während Sojourner hauptsächlich die Technologie testete, suchten spätere Rover nach Wasserzeichen, aktuellen und vergangenen Lebensbedingungen und bereiteten die Mars-Erkundung durch Menschen vor.
- Die Instrumentenauswahl reflektiert die spezifischen wissenschaftlichen Ziele jeder Mission.

#### Technologische Fortschritte

- Fortschritte in der Robotik, Navigation, Energieversorgung und wissenschaftlichen Instrumentierung.
- Von einfachen Kameras und Analyseinstrumenten zu hochauflösenden Kamerasystemen, Umweltsensoren, chemischen Analyseinstrumenten und dem ersten Fluggerät (Ingenuity).

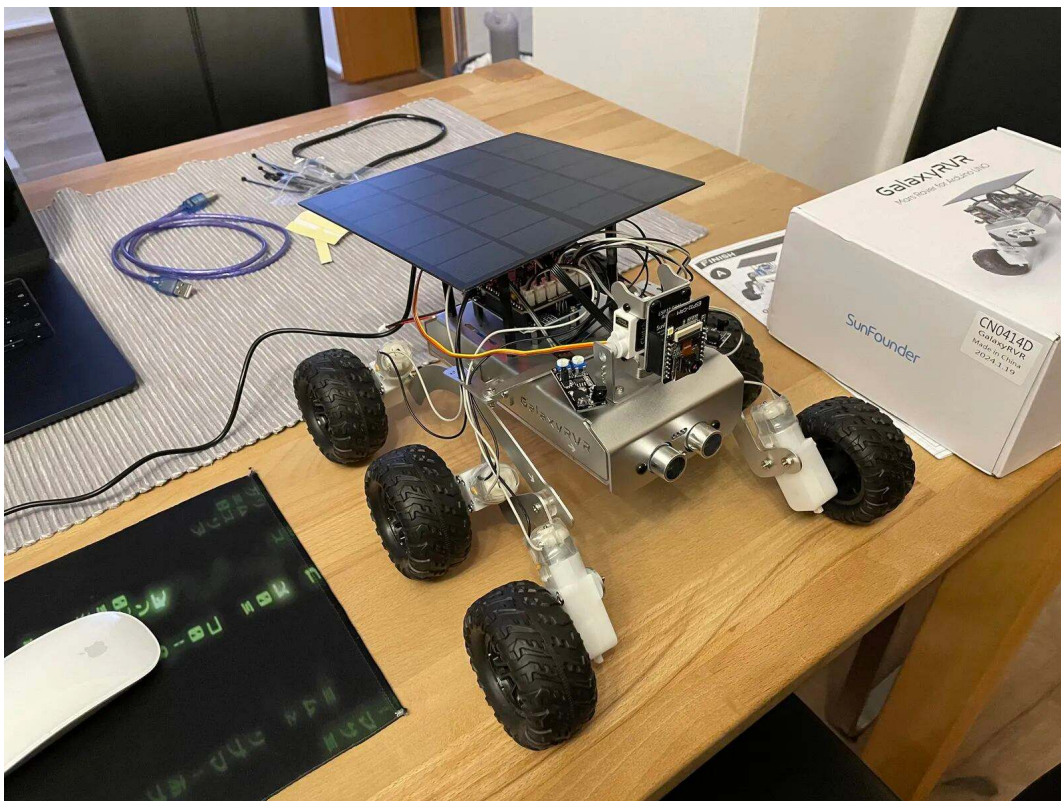
#### Vorschläge für den nächsten Mars-Rover

- Erweiterte Lebenssuche: Noch spezifischere Instrumente zur Detektion von Leben oder organischen Molekülen.
- Probe-Return-Technologie: Integration von Systemen, um Proben für eine zukünftige Rückkehr zur Erde zu sammeln und zu konservieren.



Anmerkungen:

**ABB. 1. Mars-Rover Montage**



Anmerkungen:

**ABB. 2. Mars-Rover Montage 2**

- Autonomie: Verbesserte autonome Navigationssysteme, um mehr Terrain sicher und effizient zu erkunden.
- Technologien zur Unterstützung menschlicher Exploration: Experimente zur Ressourcengewinnung aus der Marsatmosphäre oder dem Boden.

### Reflexionen und Fragen

- Wie können zukünftige Rover zur Vorbereitung menschlicher Missionen auf den Mars beitragen?
- Welche neuen Technologien könnten zukünftige Rover revolutionieren?
- Inwiefern können die gesammelten Daten dazu beitragen, die langfristige Bewohnbarkeit des Mars für Menschen zu verstehen?

### Verständnis und Bau des Rocker-Bogie-Systems

- **Einführung in das Rocker-Bogie-System:** Ein Federungssystem, das bei allen Mars-Rovern von Sojourner bis Perseverance verwendet wird, um eine optimale Anpassung an das raue Marsgelände zu gewährleisten.

#### Schritt 1: Rocker-Bogie-Systems

- Das Rocker-Bogie-System ermöglicht es, dass alle Räder trotz unebener Oberflächen Bodenkontakt halten.
- Zwei Hauptteile: »Rocker« (große Gliedmaßen für Bodenkontakt) und »Bogie« (kleineres Verbindungssystem für Flexibilität).

#### Schritt 2: System in Aktion

- Warum denkst du, ist das Rocker-Bogie-Federungssystem für die Mars-Erkundung geeignet?
- Kannst du beschreiben, wie das Rocker-Bogie-System in deinen eigenen Worten funktioniert?
- Was sind die Schlüsselemente des Rocker-Bogie-Systems, die den Rovern helfen, schwieriges Gelände zu bewältigen?

#### Schritt 3: Bau des Systems

- Zusammenbau eines Rocker-Bogie-Systems mit einem GalaxyRVR-Kit und Diskussion seiner Komponenten.

### Reflexion

Das Rocker-Bogie-Federungssystem ist für die Mars-Erkundung besonders geeignet, da es eine außergewöhnliche Geländegängigkeit und Stabilität bietet, die für die Bewältigung der unebenen und vielfältigen Oberflächen des Mars unerlässlich sind. Dieses System ermöglicht es Rovern, über große Steine und durch tiefe Sandgruben zu fahren, ohne dass sie umkippen oder stecken bleiben, was bei der Erkundung eines unbekannten und oft herausfordernden Terrains von entscheidender Bedeutung ist.

Das Rocker-Bogie-System funktioniert auf eine Weise, die es dem Rover ermöglicht, seine Räder unabhängig voneinander zu bewegen und sich an die Oberfläche anzupassen, auf der er sich bewegt. Es besteht aus zwei Teilen: dem »Rocker«, einem Gelenkarm, der sich auf einer Seite des Rovers befindet, und dem »Bogie«, einem weiteren Gelenkarm auf der gegenüberliegenden Seite. Diese Arme sind durch eine Querachse miteinander verbunden, die dem System erlaubt, sich an Unebenheiten im Gelände anzupassen, indem es die Gewichtsverteilung über die Räder ausgleicht. Wenn ein Rad auf ein Hindernis trifft, können sich die Rocker und Bogies so verstellen, dass alle Räder in Kontakt mit dem Boden bleiben und der Rover stabilisiert wird.

Die Schlüsselemente des Rocker-Bogie-Systems, die den Rovern helfen, schwieriges Gelände zu bewältigen, umfassen:

1. **Unabhängige Radbewegung:** Jedes Rad kann sich unabhängig voneinander heben oder senken, was es dem Rover ermöglicht, sich an die Geländeoberfläche anzupassen, über die er fährt.
2. **Gewichtsverteilung:** Das System verteilt das Gewicht des Rovers gleichmäßig auf alle Räder, was die Wahrscheinlichkeit eines Umkippens verringert und es dem Rover ermöglicht, über Hindernisse zu klettern, die größer sind als seine Räder.

3. **Anpassungsfähigkeit:** Die Rocker-Bogie-Konstruktion ermöglicht eine außerordentliche Flexibilität in der Bewegung, was dem Rover hilft, über komplexe Oberflächenstrukturen zu navigieren, ohne stecken zu bleiben oder beschädigt zu werden.

### Einstieg in die Welt von Arduino und Programmierung

- **Arduino:**
  - Eine benutzerfreundliche Open-Source-Plattform für Hardware und Software.
  - Ermöglicht das Erstellen digitaler Geräte, die physische Vorgänge wahrnehmen und steuern können.
  - Open-Source-Ansatz fördert Teilen und Kreativität.
- **Komponenten von Arduino:**
  - **Mikrocontroller:** Das »Gehirn« von Arduino, ein kleiner Computer für einfache Aufgaben.
  - **Entwicklungsboard:** Unterstützt den Mikrocontroller und enthält Komponenten für die Interaktion mit der Welt.
  - **Arduino IDE:** Eine Entwicklungsumgebung, wo Anweisungen in C++ basierter Sprache geschrieben werden, um dem Arduino Befehle zu erteilen.
- **SunFounder R3 Board:**
  - Ein spezifisches Arduino-kompatibles Board mit zahlreichen Funktionen für Projektentwicklungen.
  - Verfügt über 14 digitale Pins für Eingabe/Ausgabe-Aktionen und 6 analoge Pins zur Sensorintegration.
  - USB-Anschluss für die Programmübertragung und ein Power Jack für die Stromversorgung.
  - ICSP Header für externe Programmierer und einen Reset-Button zum Neustarten des Programms.
- **Arduino-Programmierung:**
  - **Grundlegende Funktionen:**
    - \* `setup()`: Initialisiert Variablen, Pin-Modi etc., wird einmal zu Beginn ausgeführt.
    - \* `loop()`: Enthält den Code, der wiederholt ausgeführt wird (Hauptschleife).
    - \* `pinMode()`: Definiert Pins als Eingang oder Ausgang.
    - \* `digitalWrite()`: Setzt den Pin auf HIGH oder LOW.
    - \* `delay()`: Pausiert das Programm für eine angegebene Zeit.

### Beherrschung des TT-Motors

- **Grundlagen von Motoren:**
  - Ein Motor wandelt elektrische in mechanische Energie um, basierend auf dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion.
  - Der TT-Motor, ein Getriebemotor in einem Kunststoffgehäuse, erhöht durch Zahnräder das Drehmoment für effektive Bewegungen.
- **Steuerung von Motoren:**
  - Direktes Anschließen eines Motors an eine Batterie führt zur Drehung; die Umkehr der Anschlüsse ändert die Drehrichtung.
  - Arduino-Boards allein reichen nicht aus, um Motoren zu betreiben, da deren Signaltins nicht genügend Strom liefern.
  - Motor-Treiber dienen als Verstärker zwischen Arduino und Motor, um Bewegungen zu steuern.
- **Einsatz des GalaxyRVR-Shields:**
  - Das Shield dient als Schnittstelle für die Steuerung von bis zu sechs Motoren und verbindet Sensoren sowie Stromversorgung.
  - Die Steuerung erfolgt über spezifische Pins, die an Motor-Treiber-Chips angeschlossen sind, welche die Motoren aktivieren.
- **Programmierung zur Motorsteuerung:**
  - Grundlegende Befehle (wie `digitalWrite()` und `pinMode()`) steuern Richtung und Aktivität des Motors.
  - Die Anwendung der Pulsweitenmodulation (PWM) ermöglicht die Feinabstimmung der Motorgeschwindigkeit.

- Arduino-Bibliotheken wie SoftPWM erweitern die Möglichkeiten zur Geschwindigkeitskontrolle durch Software.

## Antriebslogik

TAB. 1

INA	INB	Motor
L	L	Standby
L	H	Im Uhrzeigersinn
H	L	Gegen den Uhrzeigersinn
H	H	Bremse

Anmerkungen:

Treiberchips mit den Pins 2, 3, 4 und 5 und verwenden die SoftPWM-Bibliothek von Arduino, um PWM auf diesen Pins zu ermöglichen.

// Wie würdest du den Code ändern, um sechs Motoren gleichzeitig zu steuern?

```
const int in3 = 4;
const int in4 = 5;

void setup() {
  pinMode(in3, OUTPUT);
  pinMode(in4, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  delay(2000);
  digitalWrite(in3, HIGH);
  digitalWrite(in4, LOW);
  delay(2000);
  digitalWrite(in3, HIGH);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  delay(5000);
}
```

Um sechs Motoren gleichzeitig zu steuern und dabei die Antriebslogik sowie die Nutzung der SoftPWM-Bibliothek für das Arduino-Board zu berücksichtigen, muss der vorgegebene Code erweitert werden. Da die Pins 2 und 3 für die Steuerung der Motoren A, B, C und die Pins 4 und 5 für die Steuerung der Motoren D, E, F verwendet werden, kann der Code wie folgt angepasst werden, um alle sechs Motoren gleichzeitig zu steuern:

```
>>`c++
#include <SoftPWM.h>

// Definition der Pins für die Motoren A, B, C
const int motorA1 = 2; // INA für Motoren A, B, C
const int motorA2 = 3; // INB für Motoren A, B, C

// Definition der Pins für die Motoren D, E, F
const int motorB1 = 4; // INA für Motoren D, E, F
```



```
const int motorB2 = 5; // INB für Motoren D, E, F

void setup() {
  // Initialisierung der Pins als Ausgang
  SoftPWMBegin(); // Start der SoftPWM-Bibliothek

  pinMode(motorA1, OUTPUT);
  pinMode(motorA2, OUTPUT);
  pinMode(motorB1, OUTPUT);
  pinMode(motorB2, OUTPUT);

  // Setzt die PWM-Auflösung für die Pins
  SoftPWMSet(motorA1, 0);
  SoftPWMSet(motorA2, 0);
  SoftPWMSet(motorB1, 0);
  SoftPWMSet(motorB2, 0);
}

void loop() {
  // Motoren A, B, C im Uhrzeigersinn
  SoftPWMSet(motorA1, LOW);
  SoftPWMSet(motorA2, HIGH);

  // Motoren D, E, F im Uhrzeigersinn
  SoftPWMSet(motorB1, LOW);
  SoftPWMSet(motorB2, HIGH);

  delay(2000); // Wartezeit

  // Motoren A, B, C gegen den Uhrzeigersinn
  SoftPWMSet(motorA1, HIGH);
  SoftPWMSet(motorA2, LOW);

  // Motoren D, E, F gegen den Uhrzeigersinn
  SoftPWMSet(motorB1, HIGH);
  SoftPWMSet(motorB2, LOW);

  delay(2000); // Wartezeit

  // Alle Motoren stoppen (Bremse)
  SoftPWMSet(motorA1, HIGH);
  SoftPWMSet(motorA2, HIGH);
  SoftPWMSet(motorB1, HIGH);
  SoftPWMSet(motorB2, HIGH);

  delay(5000); // Wartezeit
}
```

Dieser Code nutzt die SoftPWM-Bibliothek, um PWM-Signale auf den Pins 2, 3, 4 und 5 zu ermöglichen, was eine feinere Kontrolle über die Motorgeschwindigkeit erlaubt. Die Antriebslogik wird beibehalten, indem die Pins in verschiedenen Kombinationen (LOW/HIGH) gesetzt werden, um die Motoren in unterschiedliche Richtungen zu drehen oder sie zu stoppen. Durch die parallele Anbindung der Motoren an jeweils zwei Pins können alle sechs Motoren simultan gesteuert werden, was eine flexible und effektive Kontrolle des Systems ermöglicht.

### Steuerung der Motorgeschwindigkeit (PWM)

```
>>`c++
// Steuerung der Motorgeschwindigkeit
// SoftPWM, for-Schleife
```

```
#include <SoftPWM.h>

const int in1 = 2;
const int in2 = 3;

void setup() {
    SoftPWMBegin();
}

void loop() {
    SoftPWMSet(in1, 0);
    for (int i = 0; i <= 255; i++) {
        SoftPWMSet(in2, i);
        delay(100);
    }
    delay(1000);
}
```

Pulsweitenmodulation (PWM) mit der SoftPWM-Bibliothek in Arduino verwendet wird, um die Geschwindigkeit eines Motors zu steuern. Die SoftPWM-Bibliothek ermöglicht es, PWM auf digitalen Pins zu simulieren, die keine nativen PWM-Fähigkeiten haben. Der Code durchläuft einen Zyklus, bei dem die Geschwindigkeit des Motors schrittweise von 0 bis zum Maximum erhöht wird.

```
#include <SoftPWM.h>

const int in1 = 2;
const int in2 = 3;

void setup() {
    SoftPWMBegin();
    SoftPWMSet(in1, 0);
}

void loop() {
    // Geschwindigkeit erhöhen
    for (int i = 0; i <= 255; i++) {
        SoftPWMSet(in2, i);
        delay(20); // Schnellere Änderung der Geschwindigkeit
    }

    delay(1000); // Kurze Pause bei maximaler Geschwindigkeit

    // Geschwindigkeit verringern
    for (int i = 255; i >= 0; i--) {
        SoftPWMSet(in2, i);
        delay(20); // Schnellere Änderung der Geschwindigkeit
    }

    delay(1000); // Kurze Pause bei minimaler Geschwindigkeit
}
```

Hardware-PWM (Pulsweitenmodulation) und Software-PWM (z.B. mit der SoftPWM-Bibliothek für Arduino) bieten beide die Möglichkeit, die Ausgangsleistung an einem Pin zu steuern, unterscheiden sich jedoch in ihrer Implementierung und Leistungsfähigkeit.

## Unterschiede zwischen Hardware-PWM und Software-PWM

- **Hardware-PWM:**
  - Wird direkt von den Mikrocontroller-Hardwareeinheiten bereitgestellt.
  - Bietet eine präzisere und stabilere PWM-Signalgenerierung im Vergleich zu Software-PWM, da sie nicht von der CPU-Auslastung oder Software-Verzögerungen beeinflusst wird.
  - Die Anzahl der verfügbaren Hardware-PWM-Pins ist begrenzt und hängt vom spezifischen Mikrocontroller ab.
  - Ermöglicht in der Regel höhere Frequenzen und eine bessere Auflösung des PWM-Signals.
- **Software-PWM:**
  - Wird durch Software-Algorithmen realisiert, die auf beliebigen digitalen Pins ausgeführt werden können.
  - Kann flexibler sein, da nahezu jeder Pin als PWM-Ausgang verwendet werden kann, ist aber weniger präzise und kann durch andere Vorgänge im Programm beeinträchtigt werden.
  - Die Frequenz und Auflösung des PWM-Signals kann durch die Prozessorgeschwindigkeit und die Effizienz der Software-Implementierung begrenzt sein.
  - Kann mehr CPU-Ressourcen verbrauchen, was die Leistung anderer Teile des Programms beeinträchtigen kann.

## Beispiel für Hardware-PWM mit Arduino

Steuerung der Helligkeit einer LED. Die Arduino-Boards haben Pins, mit einem Tilde-Symbol (~ Pins 3, 5, 6, 9, 10 und 11 auf dem Arduino Uno).

```
int ledPin = 9; // Pin mit Hardware-PWM-Funktion

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop() {
  for (int i = 0; i <= 255; i++) {
    analogWrite(ledPin, i); // Setzt die Helligkeit der LED
    delay(10);
  }

  for (int i = 255; i >= 0; i--) {
    analogWrite(ledPin, i); // Verringert die Helligkeit der LED
    delay(10);
  }
}
```

## Reflektieren und Verbessern

- Arbeitsprinzipien von Motoren
  - Motor das Prinzip der elektromagnetischen Induktion.
  - TT-Getriebemotor
- Wie steuert man ihre Richtung und Geschwindigkeit durch Programmierung.
- Wie würdest du die for-Schleife ändern, um die Motorgeschwindigkeit allmählich zu verringern?
- Wie würdest du den Motor so steuern, dass er beim Drehen gegen den Uhrzeigersinn beschleunigt oder verlangsamt?

## Arbeitsprinzipien von Motoren

- **Elektromagnetische Induktion:** Die Drehbewegung eines Motors entsteht durch die Interaktion eines erzeugten Magnetfelds mit den Magneten im Motor. Dieses Prinzip ermöglicht es, elektrische Energie in



mechanische Bewegung umzuwandeln.

- **TT-Getriebemotor:** Die Kombination aus Motor und Getriebe in einem TT-Getriebemotor ermöglicht es, das Drehmoment zu erhöhen. Dadurch kann der Motor größere Lasten bewegen, was ihn ideal für Anwendungen wie Rover auf unebenem Terrain macht.

### Steuerung der Richtung und Geschwindigkeit durch Programmierung

- **Richtungssteuerung:** Die Richtung eines Motors wird durch Ändern der Polarität der an den Motor angelegten Spannung bestimmt. In einem Programm kann dies durch Wechseln der HIGH/LOW-Zustände der Pins erreicht werden, die den Motor steuern.
- **Geschwindigkeitssteuerung:** Die Geschwindigkeit eines Motors kann durch Pulsweitenmodulation (PWM) angepasst werden, wobei die durchschnittliche Spannung, die dem Motor zugeführt wird, durch Ändern des Tastverhältnisses des PWM-Signals variiert wird.

### Programmierbeispiele

**Motorgeschwindigkeit allmählich verringern** Um die Motorgeschwindigkeit allmählich zu verringern, kann man eine `for`-Schleife verwenden, die den PWM-Wert von einem hohen Wert schrittweise auf einen niedrigeren Wert reduziert:

```
for (int i = 255; i >= 0; i--) {
    analogWrite(motorPin, i);
    delay(20); // Verzögerung für sichtbare Geschwindigkeitsänderung
}
```

**Motor beschleunigen/verlangsamen gegen den Uhrzeigersinn** Die Beschleunigung oder Verlangsamung eines Motors in eine bestimmte Richtung, wie gegen den Uhrzeigersinn, erfordert die Steuerung der Drehrichtung sowie die Anpassung der Geschwindigkeit. Dies kann durch Kombination der Richtungssteuerung und schrittweise Anpassung des PWM-Werts erreicht werden:

```
// Setzt die Richtung auf gegen den Uhrzeigersinn
digitalWrite(directionPin1, HIGH);
digitalWrite(directionPin2, LOW);

// Beschleunigung
for (int i = 0; i <= 255; i++) {
    analogWrite(speedPin, i);
    delay(20);
}

// Kurze Pause
delay(1000);

// Verlangsamung
for (int i = 255; i >= 0; i--) {
    analogWrite(speedPin, i);
    delay(20);
}
```

### Entfesselung der Beweglichkeit des Mars Rovers

- **Integration von Motoren ins Rocker-Bogie-System:** Das Rocker-Bogie-System ist speziell für die Bewältigung der komplexen und unebenen Marslandschaften konzipiert. Die Einbindung von TT-Motoren in

dieses System erweitert dessen Fähigkeit, sich an diverse Geländearten anzupassen, indem es eine verbesserte Mobilität und Stabilität bietet.

- **Programmierung des Mars Rovers:** Die Verwendung der Arduino-Plattform ermöglicht eine präzise Steuerung der Motoren, was die Grundlage für die Bewegungskontrolle des Rovers bildet. Die Programmierung umfasst die Steuerung der Motordrehrichtung und -geschwindigkeit, um Vorwärts-, Rückwärts- und Drehbewegungen zu realisieren.

### Implementierungsschritte

1. **Bewegungssteuerung:** Durch Programmierung werden die Motoren so angesteuert, dass der Rover vorwärts und rückwärts fahren sowie nach links und rechts drehen kann. Dies wird durch Anpassung der Drehrichtung und Geschwindigkeit der Motoren erreicht.
2. **Programmbeispiele:** Die Bereitstellung von Codebeispielen illustriert, wie die SoftPWM-Bibliothek genutzt wird, um die Geschwindigkeit und Richtung der Motoren feinabzustimmen. Die Variation der PWM-Werte ermöglicht es, die Geschwindigkeit der Motoren dynamisch anzupassen, was eine differenzierte Steuerung der Bewegung des Rovers ermöglicht.
3. **Erweiterung der Bewegungssteuerung:** Die Entwicklung von Funktionen für spezifische Bewegungsabläufe erleichtert die Programmstrukturierung und erhöht die Wiederverwendbarkeit des Codes. Durch diese Modularisierung wird der Code nicht nur übersichtlicher, sondern auch flexibler für zukünftige Anpassungen und Erweiterungen.

### Den Rover in Bewegung setzen

#### Rover vorwärts bewegen

- **Initialisierung:** Die SoftPWM-Bibliothek wird initialisiert, was es ermöglicht, PWM-Signale auf den Pins `in1`, `in2`, `in3`, und `in4` zu generieren.
- **Motorsteuerung:**
  - Die linken Motoren (`in1` und `in2`) werden so gesteuert, dass `in1` auf volle Geschwindigkeit gesetzt wird (255), während `in2` gestoppt wird (0). Dies bewirkt, dass die linken Motoren gegen den Uhrzeigersinn drehen.
  - Gleichzeitig werden die rechten Motoren (`in3` und `in4`) so gesteuert, dass `in3` gestoppt wird (0) und `in4` auf volle Geschwindigkeit gesetzt wird (255), was zu einer Drehung im Uhrzeigersinn führt.
- **Ergebnis:** Durch diese Konfiguration der Motorsteuerung bewegt sich der Rover vorwärts, da die gegenüberliegenden Seiten des Rovers in entgegengesetzte Richtungen drehen, wodurch Vorwärtsbewegung entsteht.

```
// Rover vorwärts bewegen
```

```
#include <SoftPWM.h>
```

```
// Definiert die Pins für die Motoren
```

```
const int in1 = 2;
```

```
const int in2 = 3;
```

```
const int in3 = 4;
```

```
const int in4 = 5;
```

```
/*
```

```
 * Initialisiert das Programm und die SoftPWM-Bibliothek.
```

```
 * Dieser Teil des Codes wird einmal beim Start des Programms ausgeführt.
```

```
*/
```

```
void setup() {
```

```
    // Initialisiert die SoftPWM-Bibliothek
```

```
    SoftPWMBegin();
```

```
}
```

```
/*
```

```
 * Hauptteil des Programms, der kontinuierlich ausgeführt wird.
```

```

    * Hier wird die Bewegung der Motoren gesteuert, um den Rover vorwärts zu bewegen.
    */
void loop() {
    // Setzt die linken Motoren so, dass sie gegen den Uhrzeigersinn drehen
    SoftPWMSet(in1, 255); // Volle Geschwindigkeit
    SoftPWMSet(in2, 0);   // Stop

    // Setzt die rechten Motoren so, dass sie im Uhrzeigersinn drehen
    SoftPWMSet(in3, 0);   // Stop
    SoftPWMSet(in4, 255); // Volle Geschwindigkeit
}

```

### Rover rückwärts bewegen

- **Initialisierung:** Wie im ersten Beispiel wird die SoftPWM-Bibliothek initialisiert.
- **Motorsteuerung:**
  - Die Steuerung der linken Motoren (in1 und in2) wird umgekehrt, indem in1 gestoppt wird (0) und in2 auf volle Geschwindigkeit gesetzt wird (255), was eine Drehung im Uhrzeigersinn bewirkt.
  - Für die rechten Motoren (in3 und in4) wird in3 auf volle Geschwindigkeit gesetzt (255) und in4 gestoppt (0), was eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn zur Folge hat.
- **Ergebnis:** Diese Anordnung führt dazu, dass der Rover sich rückwärts bewegt, da die Motoren auf beiden Seiten des Rovers in umgekehrter Richtung zur Vorwärtsbewegung drehen.

```

// Rover rückwärts bewegen
#include <SoftPWM.h>

// Definiert die Pins für die Motoren
const int in1 = 2;
const int in2 = 3;
const int in3 = 4;
const int in4 = 5;

/*
 * Initialisiert das Programm und die SoftPWM-Bibliothek.
 * Dieser Teil des Codes wird einmal beim Start des Programms ausgeführt.
 */
void setup() {
    // Initialisiert die SoftPWM-Bibliothek
    SoftPWMBegin();
}

/*
 * Hauptteil des Programms, der kontinuierlich ausgeführt wird.
 * Hier wird die Bewegung der Motoren gesteuert, um den Rover rückwärts zu bewegen.
 */
void loop() {
    // Setzt die linken Motoren so, dass sie im Uhrzeigersinn drehen
    SoftPWMSet(in1, 0);   // Stop
    SoftPWMSet(in2, 255); // Volle Geschwindigkeit

    // Setzt die rechten Motoren so, dass sie gegen den Uhrzeigersinn drehen
    SoftPWMSet(in3, 255); // Volle Geschwindigkeit
    SoftPWMSet(in4, 0);   // Stop
}

```

### Rover in andere Richtungen bewegen

1. Methode besteht darin, die Räder auf der linken Seite langsamer als die auf der rechten Seite rotieren zu lassen. Dieser Geschwindigkeitsunterschied wird den Rover nach links abbiegen lassen.
2. Methode besteht darin, beide linken und rechten Motoren in dieselbe Richtung rotieren zu lassen (in diesem Fall im Uhrzeigersinn), was den Rover auf seiner Achse nach links drehen lässt.

// Methode 1: Unterschiedliche Geschwindigkeiten auf jeder Seite

```
#include <SoftPWM.h>
```

```
// Definiert die Pins für die Motoren
```

```
const int in1 = 2;
```

```
const int in2 = 3;
```

```
const int in3 = 4;
```

```
const int in4 = 5;
```

```
/*
```

```
 * Initialisiert das Programm und die SoftPWM-Bibliothek.
```

```
 * Dieser Teil des Codes wird einmal beim Start des Programms ausgeführt.
```

```
*/
```

```
void setup() {
```

```
    // Initialisiert die SoftPWM-Bibliothek
```

```
    SoftPWMBegin();
```

```
}
```

```
/*
```

```
 * Hauptteil des Programms, der kontinuierlich ausgeführt wird.
```

```
 * Steuert die Bewegung der Motoren, um den Rover nach links abbiegen zu lassen.
```

```
*/
```

```
void loop() {
```

```
    // Setzt die linken Motoren so, dass sie mit niedriger Geschwindigkeit gegen  
    // den Uhrzeigersinn drehen
```

```
    SoftPWMSet(in1, 40); // Niedrige Geschwindigkeit
```

```
    SoftPWMSet(in2, 0); // Stop
```

```
    // Setzt die rechten Motoren so, dass sie mit höherer Geschwindigkeit im  
    // Uhrzeigersinn drehen
```

```
    SoftPWMSet(in3, 0); // Stop
```

```
    SoftPWMSet(in4, 200); // Höhere Geschwindigkeit
```

```
    delay(2000); // Wartezeit von 2 Sekunden
```

```
}
```

// Methode 2: Alle Motoren in dieselbe Richtung drehen

```
#include <SoftPWM.h>
```

```
// Definiert die Pins der Motoren
```

```
const int in1 = 2;
```

```
const int in2 = 3;
```

```
const int in3 = 4;
```

```
const int in4 = 5;
```

```
/*
```

```
 * Initialisiert das Programm und die SoftPWM-Bibliothek.
```

```
 * Dieser Teil des Codes wird einmal beim Start des Programms ausgeführt.
```

```
*/
```

```
void setup() {
```

```
    // Initialisiert die SoftPWM-Bibliothek
```

```
    SoftPWMBegin();
```

```

}

/*
 * Hauptteil des Programms, der kontinuierlich ausgeführt wird.
 * Steuert die Bewegung der Motoren, sodass alle Motoren im Uhrzeigersinn drehen.
 */
void loop() {
    // Setzt alle Motoren so, dass sie im Uhrzeigersinn drehen
    SoftPWMSet(in1, 0);    // Stoppt den Motor in1
    SoftPWMSet(in2, 255);  // Volle Geschwindigkeit für den Motor in2
    SoftPWMSet(in3, 0);    // Stoppt den Motor in3
    SoftPWMSet(in4, 255);  // Volle Geschwindigkeit für den Motor in4
}

// In alle Richtungen bewegen
#include <SoftPWM.h>

// Definiert die Pins der Motoren
const int in1 = 2;
const int in2 = 3;
const int in3 = 4;
const int in4 = 5;

/*
 * Initialisiert das Programm und die SoftPWM-Bibliothek.
 * Wird einmal beim Programmstart ausgeführt.
 */
void setup() {
    // Initialisiert die SoftPWM-Bibliothek
    SoftPWMBegin();
}

/*
 * Hauptfunktion, die kontinuierlich ausgeführt wird.
 * Koordiniert die Bewegungen des Rovers.
 */
void loop() {
    moveForward(200); // Bewegt den Rover vorwärts
    delay(1000);     // Wartezeit

    moveBackward(200); // Bewegt den Rover rückwärts
    delay(1000);     // Wartezeit

    turnLeft(200); // Dreht den Rover nach links
    delay(1000);  // Wartezeit

    turnRight(200); // Dreht den Rover nach rechts
    delay(1000);  // Wartezeit

    stopMove(); // Hält den Rover an
    delay(5000); // Wartezeit
}

// Bewegt den Rover vorwärts
void moveForward(int speed) {
    // Setzt die linken Motoren auf gegen den Uhrzeigersinn
    SoftPWMSet(in1, speed);
    SoftPWMSet(in2, 0);

```

```
// Setzt die rechten Motoren auf im Uhrzeigersinn
SoftPWMSet(in3, 0);
SoftPWMSet(in4, speed);
}

// Bewegt den Rover rückwärts
void moveBackward(int speed) {
    // Setzt die linken Motoren auf im Uhrzeigersinn
    SoftPWMSet(in1, 0);
    SoftPWMSet(in2, speed);

    // Setzt die rechten Motoren auf gegen den Uhrzeigersinn
    SoftPWMSet(in3, speed);
    SoftPWMSet(in4, 0);
}

// Dreht den Rover nach links
void turnLeft(int speed) {
    // Setzt alle Motoren auf im Uhrzeigersinn
    SoftPWMSet(in1, 0);
    SoftPWMSet(in2, speed);
    SoftPWMSet(in3, 0);
    SoftPWMSet(in4, speed);
}

// Dreht den Rover nach rechts
void turnRight(int speed) {
    // Setzt alle Motoren auf gegen den Uhrzeigersinn
    SoftPWMSet(in1, speed);
    SoftPWMSet(in2, 0);
    SoftPWMSet(in3, speed);
    SoftPWMSet(in4, 0);
}

// Stoppt die Bewegung des Rovers
void stopMove() {
    // Stoppt alle Motoren
    SoftPWMSet(in1, 0);
    SoftPWMSet(in2, 0);
    SoftPWMSet(in3, 0);
    SoftPWMSet(in4, 0);
}
```