



Schola Europaea

Büro des Generalsekretärs

Referat für Pädagogische Entwicklung

Ref.: 2018-02-D-35-de-2

AZ.: FR



## **Elektroniklabor - Wahlpflichtfach (S6-S7)**

Genehmigt durch den Gemischten Pädagogischen Ausschuss auf dem Weg des Schriftlichen Verfahrens PE 2018/11 am 8. März 2018

Inkraftsetzung für Klasse S6 am 1. September 2018  
für Klasse S7 am 1. September 2019

**Leistungsdeskriptoren:** für Klasse S6 am 1. September 2019  
für Klasse S7 am 1. September 2020

# 1. Generelle Zielesetzung der Europäischen Schulen

---

Die Europäischen Schulen verfolgen zwei Zielsetzungen, die darin bestehen, einerseits eine offizielle Erziehung zu bieten und andererseits die persönliche Entwicklung der Kinder in einem breiten sozio-kulturellen Umfeld zu fördern. Die formelle Erziehung beinhaltet die Aneignung von Kompetenzen – Wissen, Fertigkeiten und Verhaltensweisen in zahlreichen Gebieten. Die persönliche Entwicklung findet in vielfältigen geistigen, moralischen, sozialen und kulturellen Kontexten statt. Sie setzt das Bewusstsein des angemessenen Verhaltens, das Verständnis der Umwelt, in der die Schüler leben, sowie die Entwicklung ihrer persönlichen Identität voraus.

Diese beiden Zielsetzungen reifen in einem Kontext des größeren Bewusstseins über den Reichtum der europäischen Kultur. Das Bewusstsein und die Erfahrung eines gemeinsamen europäischen Daseins sollten die Schüler zu einer größeren Achtung der Traditionen aller einzelnen Staaten und Regionen Europas bewegen, während sie gleichzeitig ihre eigenen nationalen Identitäten ausbauen und wahren.

Die Schüler der Europäischen Schulen sind die künftigen Bürger Europas und der Welt. Als solche müssen sie sich mit einer Reihe von Kompetenzen wappnen, wenn sie den Herausforderungen des rapiden Wandels unserer Welt standhalten möchten. Der Europäische Rat und das Europäische Parlament haben 2006 einen Europäischen Referenzrahmen für Schlüsselkompetenzen für Lebenslanges Lernen verabschiedet, in dem acht Schlüsselkompetenzen identifiziert werden, die sämtliche individuellen Bedürfnisse für eine persönliche Entfaltung und Entwicklung, eine aktive Bürgerschaft sowie eine soziale Eingliederung und Beschäftigung umfassen:

1. *Muttersprachliche Kompetenz*
2. *Fremdsprachliche Kompetenz*
3. *Mathematische Kompetenz und grundlegende naturwissenschaftlich-technische Kompetenz*
4. *Computerkompetenz*
5. *Lernkompetenz*
6. *Soziale Kompetenz und Bürgerkompetenz*
7. *Eigeninitiative und unternehmerische Kompetenz*
8. *Kulturbewusstsein und kulturelle Ausdrucksfähigkeit*

Die Lehrpläne der Europäischen Schulen verfolgen das Ziel, all diese Schlüsselkompetenzen der Schüler zu entwickeln.

## 2. Didaktische Prinzipien

---

Das allgemeine Ziel dieses Kurses ist es, die erforderlichen Kompetenzen und Kenntnisse zu entwickeln, die notwendig sind, um Projekte, Forschungsarbeiten und praktische Untersuchungen durchzuführen. Der Kurs konzentriert sich auf die Prinzipien und die Praxis in der wissenschaftlichen Forschung sowie deren Kommunikation.

In diesem Projekt erhalten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, organisatorische Kompetenzen zu entwickeln und sie lernen zu planen. Sie setzen sich mit Fragen der Forschung auseinander und wenden Kompetenzen an, die ihr wissenschaftliches Wissen erweitern.

Der Kurs umfasst wichtige Bereiche wie wissenschaftliche Prinzipien und Methoden, Experimente und kritische Evaluierung im Bereich der wissenschaftlichen Forschung.

Im Verlauf dieses Kurses entwickeln die Schüler Kompetenzen, die in der Wissenschaft wichtig sind, wie wissenschaftliches und analytisches Denken. Diese Kompetenzen eröffnen ihnen unter anderem eine fundierte und ethische Sicht auf komplexe Themen.

Die Schülerinnen und Schüler werden auch in der Lage sein, schriftlich und mündlich zu kommunizieren. Sie entwickeln Gruppenarbeitsformen und eine kritische Denkfähigkeit in neuen und unbekanntem Zusammenhängen, um Probleme zu lösen. Auf diese Weise werden sie auch im wissenschaftlichen Bereich mündige Bürger, die in der Lage sind, rationale Entscheidungen zu treffen.

Die Reihenfolge, die Art und die Anzahl der Projekte sind nicht festgelegt, denn dies hängt zum Beispiel von der Verfügbarkeit der Ausstattung und der Materialien ab.

Da die Laborarbeit sehr zeitaufwändig ist, muss der Laborkurs in einer Doppelstunde geplant werden.

### 3. Lernziele

---

Zum Ende des siebten Schuljahres sollen die Schüler in der Lage sein,

- wissenschaftliche Erkenntnisse zu nutzen, um Probleme zu analysieren und sie auf neue Situationen anzuwenden;
- Informationen und wissenschaftliche Daten aus verschiedenen Quellen, einschließlich wissenschaftlicher Veröffentlichungen und technischer Daten, qualitativ und quantitativ zu verarbeiten und zu analysieren;
- Experimente und Projekte anhand von Referenzinformationen zu planen und zu entwerfen;
- verschiedene Arten von Grafiken zu analysieren;
- zutreffende Schlussfolgerungen zu ziehen und Erklärungen mit Begründungen zu geben;
- klar zu kommunizieren und dabei die Fachsprache zu verwenden;
- sehr gute Präsentationsfähigkeiten vorzuweisen;
- in einem Team konstruktiv zusammenzuarbeiten.

## 4. Inhalte

---

Zwei Themen werden vorgeschlagen. Die Lehrer wählen eines davon basierend auf dem Material, das in ihrer Schule verfügbar ist. Diese Themen sollen sowohl in S6 als auch in S7 Gegenstand von Experimenten sein.

### **Thema 1: MIKROELEKTRONIK - Digitale und analoge Elektronik**

Der Inhalt dieses Kurses basiert auf Praxis durch eine Vielzahl an Experimenten, die der Schüler vor allem im zweiten Teil der sechsten Klasse und in der siebten Klasse durchführt.

Die grundlegenden Eigenschaften von LOGISCHEN GATTERN und ihre Verwendung in Schaltkreisen bieten "logische Lösungen" für praktische Alltagsprobleme, wie zum Beispiel das Befüllen einer Waschmaschine mit Wasser, das anschließende Erhitzen dieses Wassers und der Start des Waschzyklus.

Ein anderes einfaches Beispiel wäre die Aktivierung eines Einbruchalarms, wenn ein Fenster oder eine Tür geöffnet, ein Lichtstrahl unterbrochen oder Druck auf einen unter einem Teppich platzierten Sensor ausgeübt wird.

Die Möglichkeit, jedes logische Gatter durch Kombinieren von NAND- oder NOR-Gattern herzustellen, wird verifiziert und erlaubt die Reduktion von Logikschaltungen auf eine Kombination eines einzelnen Gattertyps. Die fortgeschrittenere Vereinfachung logischer Ausdrücke wird mithilfe der Booleschen Algebra untersucht. Das alles ist der Inhalt des ersten Semesters S6.

Das zweite Semester widmet sich der detaillierten Untersuchung der sequentiellen Logik, beginnend mit RS-Kippschaltungen, die durch eine ansteigende oder abfallende Flanke aktiviert werden und aus gekoppelten NAND- und NOR-Gattern bestehen. Anwendungen wie das "Entprellen" eines Schalters werden untersucht. Dann folgt eine Erweiterung auf D- und T-Flipflops, was es ermöglicht, Schieberegister (Latches) und Zähler zu verstehen.

Im zweiten Teil dieses Kurses (S7) werden Logiksysteme (schwache Ströme) zur Steuerung von Transistoren und Relais über verschiedene physikalische Sensoren (Helligkeit, Temperatur, Feuchte, ...) eingesetzt.

Dies ermöglicht die Steuerung von Geräten, die mit stärkeren Strömen arbeiten: Ein Beispiel könnte das Einschalten einer Treibhausheizung in der Nacht sein, wenn die Temperatur unter eine festgelegte Schwelle fällt. Eine viel komplexere Simulation, die eine Herausforderung darstellt, wäre die Entwicklung einer Schaltung, die einen intermittierenden Scheibenwischer mit einer variablen Verzögerung simuliert. Er startet automatisch bei Regen.

In all diesen Simulationen wird ein modularer Ansatz empfohlen, um das Schaltungsdesign zu erleichtern. Zuerst werden die Eingangsmodule (physikalische Sensoren wie Temperatur, Helligkeit, Feuchtigkeit), dann die Verarbeitungseinheiten (Transistoren, Verriegelungen, Verzögerungsglieder und Zähler) und schließlich die Ausgangsmodule (Motoren, Summer, Lichter und Solenoide) individuell studiert; Ihre Betriebsparameter werden als Tabellen gespeichert. Diese werden dann den Ausgangspunkt für das Design und die Konstruktion von Simulationsschaltungen bilden.

Die Studie wird mit analogen Systemen fortgesetzt. Das grundlegendste ist der OPERATIONS-VERSTÄRKER, der im Detail untersucht wird; insbesondere seine Steuerfunktion, zum Beispiel in dem Fall, in dem es darum geht, die Leistung einer Lampe entsprechend der Umgebungshelligkeit proportional zu steuern. Ein anderes Beispiel ist die Positionssteuerung eines Servomotors.

THEMEN	INHALTE
<p><b>Stromkreise mit Schaltern</b></p> <p><b>Logikgatter</b></p>	<p>Vergleich eines Schalters (offen/geschlossen) mit den logischen Zuständen (0 oder 1)</p> <p>Der logische Zustand 0 entspricht der Spannung 0 V, der Zustand 1 der Spannung 5 V</p> <p>Typen von Schaltgattern: NOT, AND, OR, NAND, NOR</p> <p>Symbole der Gatter (frühere und IEC)</p> <p>Beispiele für Schaltkreise mit Gattern (Kombination von Gattern)</p> <p>Kombination von Schaltern, äquivalente Schaltpläne und Wahrheitstabellen: Planung und Konstruktion</p> <p>Logische Funktionen für die Kombination von Gattern</p> <p>Äquivalenz logischer Schaltungen (über ihre Wahrheitstabellen)</p> <p>Logische Funktionen, ausgehend von der (zu vereinfachenden) Wahrheitstabelle</p> <p>Jedes Schaltgatter kann aus einem einzigen Gattertyp zusammengesetzt werden (üblicherweise NAND), bewiesen mithilfe der Booleschen Algebra</p> <p>Alltagsanwendungen (Einbruchalarm, Kaffeemaschine, Wechselschalter, ...), praxisnahe Simulation</p> <p>Logische Schaltkreise = schwache Ströme, können keine externen Bauteile mit hoher Stromstärke ansteuern, daher die Notwendigkeit zur Verstärkung (Transistor)</p>
<p><b>Grundkonzepte zu Dioden und Transistoren</b></p>	<p>Einfache Schaltkreise, welche die Eigenschaften von Dioden und Transistoren zeigen</p>
<p><b>Boolesche Algebra</b></p>	<p>Grundlegende Gesetze, de Morgansche Regel</p> <p>Vereinfachung logischer Schaltkreise (ausgehend von der Logikgleichung), um einen äquivalenten Schaltkreis mit weniger Gates zu erhalten.</p>

THEMEN	INHALTE
<b>Logische Schaltkreise (mono- und bistabile Kippschaltungen)</b>	<p>Grundlegende RS-Kippschaltungen (gekoppelte NAND- oder NOR-Gatter)</p> <p>Prellen eines Schalters; wichtige Anwendung von RS-Kippschaltungen als Entprellfilter am Schalter</p> <p>Ausbau eines RS-Kippschwingers zu einem D-Flipflop, welches als Schieberegister verwendet wird (Übertragung der Information vom Eingang D zum Ausgang Q im Rhythmus des Taktgebers): Auslösung bei steigender oder fallender Flanke</p> <p>Übergang vom D- zum T-Flipflop: verhält sich wie ein Binärzähler oder Frequenzteiler</p> <p>Anwendungen: Verzögerungsglied, präzise Kurzzeitmessung</p>
<b>Sensoren in Schaltkreisen, Spannungsteiler</b>	<p>Wärme, Licht, Schall. Auf- und Entladung eines Kondensators, um eine Verzögerung zu erreichen</p>

THEMEN	INHALTE
<b>automatische Kontrolleinrichtung</b>	<p>Mit einer verarbeitenden Schaltung verbundener Sensor, die an ein Ausgangsmodul angeschlossen ist, mit oder ohne dazwischenliegende digitale Bearbeitung</p> <p>Verstärkermodul (Transistor, allein oder zur Ansteuerung eines Relais)</p> <p>Aktor (Aktivierung eines optischen oder akustischen Alarms, durch Magnet oder Motor bewirkte Bewegung)</p> <p>Zahlreiche mögliche Anwendungen</p> <p>Anwendung einer Vergleichsschaltung (wenn sich die vom Sensor erzeugte Spannung nur langsam ändert)</p>
<b>Operationsverstärker</b>	<p>Praktische Anwendung eines Operationsverstärkers: invertierender / nicht invertierender Verstärker, Differentialverstärker, Addierer, Subtrahierer, Differenzierer, Integrierer</p> <p>Bedeutung der Gegenkopplung</p> <p>Verwendung des Integrierers zur Lösung von Differentialgleichungen und zur Simulation, z. B. Abnahme einer radioaktiven Strahlung, harmonische Schwingung mit oder ohne Dämpfung, ...</p> <p>Operationsverstärker als Vergleicher</p> <p>Kontrolle der Position eines Servomotors</p> <p>Analog-Digital- und Digital-Analog-Wandlung</p>



## **Thema 2: Elektronik - Robotik**

Dieser Kurs basiert auf der Entdeckung von „Physical Computing“ durch die Praxis, durch viele Projekte, die von den Schülern realisiert werden sollen.

Es gibt also einen umfangreichen Abschnitt Programmierung (C, C++, Python oder andere, abhängig von der Wahl der Plattform) und einen kleineren, aber immer noch essenziellen Teil zur Elektronik.

Schüler sollen digitale und analoge Sensoren zur Messung von Temperatur, Helligkeit, Entfernung, ... kennenlernen. Auch sollen sie in der Lage sein, diese Informationen zu verarbeiten, um Aktoren (Motoren, Servomotoren, Magnete, Relais, ...) entsprechend zu aktivieren. Ein Beispiel wäre, einen Abstandssensor an einem Roboter (eine Plattform auf Rädern mit Motoren) zu verwenden, um Hindernisse zu vermeiden, oder alternativ einen Linienfolge-Roboter zu realisieren.

Sie sollen auch lernen, ihre Schaltungen miteinander kommunizieren zu lassen, sei es über kurze Entfernungen über serielle Kommunikation oder über das Internet und eine Cloud-Plattform (zum Beispiel ein MQTT-Server).

Sie müssen daher durch Erstellung praktischer Anwendungen eine gute Grundlage in der Programmierung erwerben, die im zweiten Jahr zu Erfolgen im Bereich des Internets der Dinge führen kann.

Sie müssen auch eine gute Kompetenz zur kritischen Analyse erwerben, um ihre Projekte entwickeln und verbessern zu können.

THEMEN	INHALTE
<b>GRUNDLAGEN DER ELEKTRONIK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- passive Bauteile: Widerstand, Kondensator, Induktivität</li> <li>- einfache Stromkreise, pull-up- und pull-down-Widerstände</li> <li>- aktive Bauteile: Diode/LED, Transistor (bipolar/MOSFET)</li> <li>- logische Schaltkreise (Schaltgatter)</li> <li>- Messungen: Multimeter, Oszilloskop</li> </ul>
<b>TECHNISCHE INFORMATIK MIT BETRIESSYSTEM ODER MICROCONTROLLER</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- allgemeine Grundlagen (Ein- und Ausgangsports)</li> <li>- Umgang mit einem Betriebssystem</li> <li>- Grundlagen der Programmierung in C oder Python (Variablen, Schleifen, Fallunterscheidungen)</li> <li>- Aufbauen einfacher computergesteuerter Schaltungen</li> </ul>
<b>SENSOREN AKTOREN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Beschreibung und einfache Anwendungen verschiedener Sensortypen (Schalter, Entfernungs-, Helligkeits-, Beschleunigungssensor, Gyroskop, ...)</li> <li>- Beschreibung und einfache Anwendungen von Motoren (Gleichstrommotor, Servomotor, Schrittmotor)</li> <li>- einfache Filterung (Durchschnitt, Entprellung)</li> </ul>

THEMEN	INHALTE
<b>FREIE GRUPPENARBEIT</b>	<p>Eines der drei folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Werkzeug zur Versionsverwaltung (Git, ...)</li> <li>- Werkzeug zur Erstellung elektronischer Schaltungen bzw. gedruckter Schaltungen</li> <li>- Erstellung von Anleitungen: Beschreibung aller zur Realisierung eines Projektes erforderlichen Schritte (Texte, Bilder, Videos)</li> </ul>
<b>NETZWERKKOMMUNIKATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- serielle Datenübertragung (serielle Verbindung, I<sup>2</sup>C- und SPI-Datenbus)</li> <li>- Bluetooth-Kommunikation (Smartphone, ...)</li> <li>- TCP/IP-Netzwerk</li> <li>- Verwendung von Cloudbasierten Diensten (MQTT-Protokoll oder Plattformen im „Internet der Dinge“ (IoT))</li> </ul>
<b>ROBOTIK</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realisierung von Projekten mit wachsendem Schwierigkeitsgrad:</li> </ul> <p>Linienverfolger (Roboter, der eine Linie entlangfährt)</p> <p>Roboterarm</p> <p>über Bluetooth gesteuerter Roboter</p> <p>Vermeidung von Hindernissen</p> <p>Fahrtrouten unter Verwendung von GPS</p> <p>Kartographie eines Zimmers</p>

## 5. Bewertung

---

Die Bewertung kann auf dem Grad der Beteiligung, der Qualität der Berichte, der Projekte und den Präsentations- und Kommunikationsfähigkeiten beruhen.

Formale schriftliche Tests von langer Dauer sollten nicht zur Bewertung der Schüler verwendet werden.

### 5.1 Vorgeschlagene Bewertungsgrundlagen für die Noten A und B

5.1.1 Eine A-Note wird für jedes Semester vergeben und muss die folgenden Elemente berücksichtigen:

- Beobachtung von Schülern während praktischer Aktivitäten:
  - Teilnahme am Unterricht: individuelle Fähigkeiten und Teamfähigkeit
  - Beachtung der Sicherheitsvorgaben
  - Sorgfalt bei der Benutzung aller Materialien
- Bei schriftliche Berichte sieht man, ob
  - Ziele / Hypothesen sinnvoll eingesetzt wurden,;
  - Verfahren / Methoden sinnvoll eingesetzt wurden;
  - Ergebnisse in einem geeigneten Format präsentiert wurden;
  - Entsprechende Schlussfolgerungen gezogen wurden.
- die Qualität der mündlichen und / oder schriftlichen Präsentationen werden ebenfalls herangezogen.

5.1.2 Eine Note B wird für jedes Semester erteilt und soll auf dem Abschluss eines Projekts mit der Ausarbeitung eines kurzen schriftlichen Berichts (zwei Unterrichtsstunden) basieren.

## 5.2 Leistungsdeskriptoren

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	<b>FX</b>
	9,0 - 10 Ausgezeichnet	8,0 - 8,9 Sehr gut	7,0 - 7,9 Gut	6,0 - 6,9 Befriedigend	5,0 - 5,9 Ausreichend	3,0 - 4,9 Mangelhaft/ Minderleistung	0 - 2,9 Ungenügend/ Minderleistung
<b>Experimentelle Arbeit</b>	Führt völlig selbständig einen Versuchsaufbau gemäß einer Anleitung durch und beachtet dabei die Sicherheitsvorschriften	Führt selbständig einen Versuchsaufbau gemäß einer Anleitung durch und beachtet dabei die Sicherheitsvorschriften	Führt einen Versuchsaufbau gemäß einer Anleitung durch und beachtet dabei die Sicherheitsvorschriften	Benötigt Hilfe, um einen Versuchsaufbau gemäß einer Anleitung zu erstellen, beachtet dabei die Sicherheitsvorschriften	Benötigt ständig Hilfe, um einen Versuchsaufbau gemäß einer Anleitung zu erstellen	Hat Schwierigkeiten, einer Versuchsanleitung zu folgen	Kann einer Versuchsanleitung nicht folgen
<b>Analyse</b>	Detaillierte und kritische Analyse der Daten, um die Funktionsweise des Versuchsaufbaus zu verbessern	Detaillierte Analyse der Daten, um die Funktionsweise des Versuchsaufbaus zu verbessern	Analyse der Daten unter Verständnis der verwendeten Konzepte	Rudimentäre Analyse und Erklärung der Daten unter Verständnis der verwendeten Konzepte	Zeigt eine gewisse Fähigkeit im Umgang mit den Daten unter begrenztem Verständnis der verwendeten Konzepte	Ist ohne beträchtliche Hilfe nicht in der Lage, die Daten zu verwenden und erfasst nur zum Teil einige Konzepte	Kann die Daten nicht angemessen verwenden und zeigt nur sehr begrenztes Verständnis der Konzepte
<b>Kommunikation (mündlich und schriftlich)</b>	Kommuniziert logisch und präzise unter Verwendung der Fachsprache. Die Präsentation seiner Arbeiten ist exzellent	Kommuniziert klar unter Verwendung der Fachsprache. Präsentiert seine Arbeiten sehr gut.	Kommuniziert meistens klar unter Verwendung der Fachsprache. Präsentiert seine Arbeiten gut	Verwendet teilweise die Fachsprache, die Struktur der Formulierungen ist zufriedenstellend. Präsentiert seine Arbeiten zufriedenstellend	Verwendet teilweise die Fachsprache, wobei Formulierungen teilweise Struktur und Klarheit fehlt. Die Art der Präsentation ist akzeptabel	Formuliert unvollständig und unzureichend unter unzureichender Verwendung der Fachsprache. Die Art der Präsentation ist mangelhaft	Kann wissenschaftliche Informationen nicht schriftlich oder mündlich kommunizieren

<b>Gruppenarbeit</b>	Ergreift Initiative und zeigt konstruktiven Teamgeist	Zeigt konstruktiven Teamgeist	Zeigt guten Teamgeist	Beteiligt sich zufriedenstellend an der Gruppenarbeit	Kann in einer Gruppe arbeiten	Benötigt bei der Arbeit in einer Gruppe Hilfestellung	Ist nicht in der Lage, in einer Gruppe zu arbeiten
----------------------	---	-------------------------------	-----------------------	---	-------------------------------	---	--

## 6. Anhang

---

### Anhang 1. Vorgeschlagene Bewertungskriterien für schriftliche Arbeiten

#### **Realisierung einer Maus:**

Wir verwenden die Fähigkeiten eines Mikrocontrollers, um sich dem PC gegenüber als Maus auszugeben.

Dann werden Mausbewegungen z. B. mit einem Joystick gesteuert.

#### **Serielle Kommunikation:**

Die seriellen Ports von zwei Mikrocontrollern werden (durch die Kreuzung der Pins RX / TX) verbunden.

Aufgabe ist, die LED eines Mikrocontrollers durch Drücken der Taste des anderen einzuschalten; dazu ist es notwendig, ein „Protokoll“ der Kommunikation zu entwerfen, damit sie sich „verstehen“ (sehr einfach, einige Zeichen sind genug).

#### **Bluetooth-Kommunikation:**

Eine Schaltung auf Basis eines Mikrocontrollers wird von einem Smartphone gesteuert (dies kann die Beleuchtung von LEDs, die Steuerung von Servomotoren eines Roboterarms oder die Steuerung eines Roboters sein, ...). Auch hier wird es notwendig sein, ein Protokoll zu entwerfen, damit das Smartphone und der Mikrocontroller miteinander kommunizieren können.

#### **Roboter als Linienfolger:**

Der Zweck der Unterrichtseinheit ist, dass ein Roboter (Plattform mit drei Rädern und zwei Motoren, die durch den Mikrocontroller gesteuert werden) selbständig einer Linie folgt, die auf dem Boden gezeichnet wird. Die hier verwendeten Sensoren messen das Reflexionsvermögen des Bodens (also sind ein heller Boden und eine dunkle Linie nötig oder umgekehrt) und steuern die Drehzahl der Motoren.