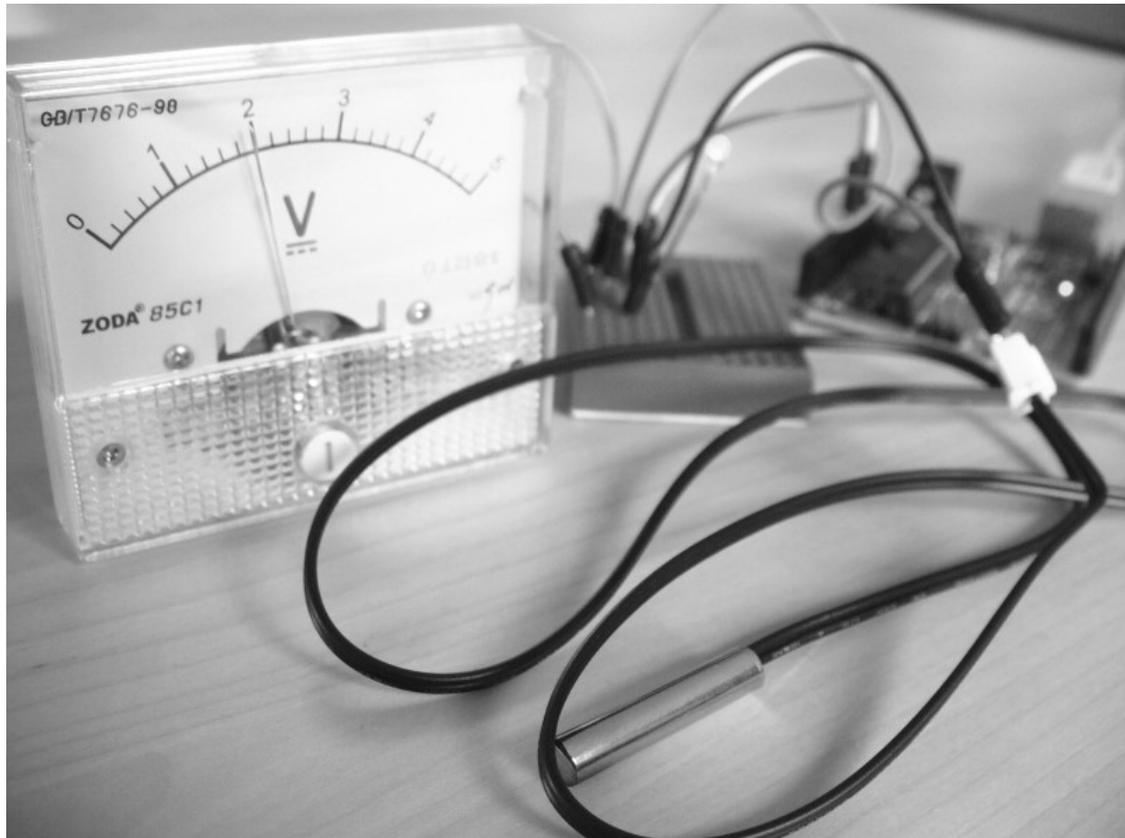


Ein Unterrichtsmodul der iMINT Akademie im Medienforum
Entwickelt von Michael Abend, Clemens Dubberke, Matthias Gauger und Lars Pelz



Dokument zuletzt bearbeitet am: 17.02.2021

Lizenz Titelbild: Lars Pelz, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)



Pelz, Abend, Dubberke, Gauger,

gefördert durch

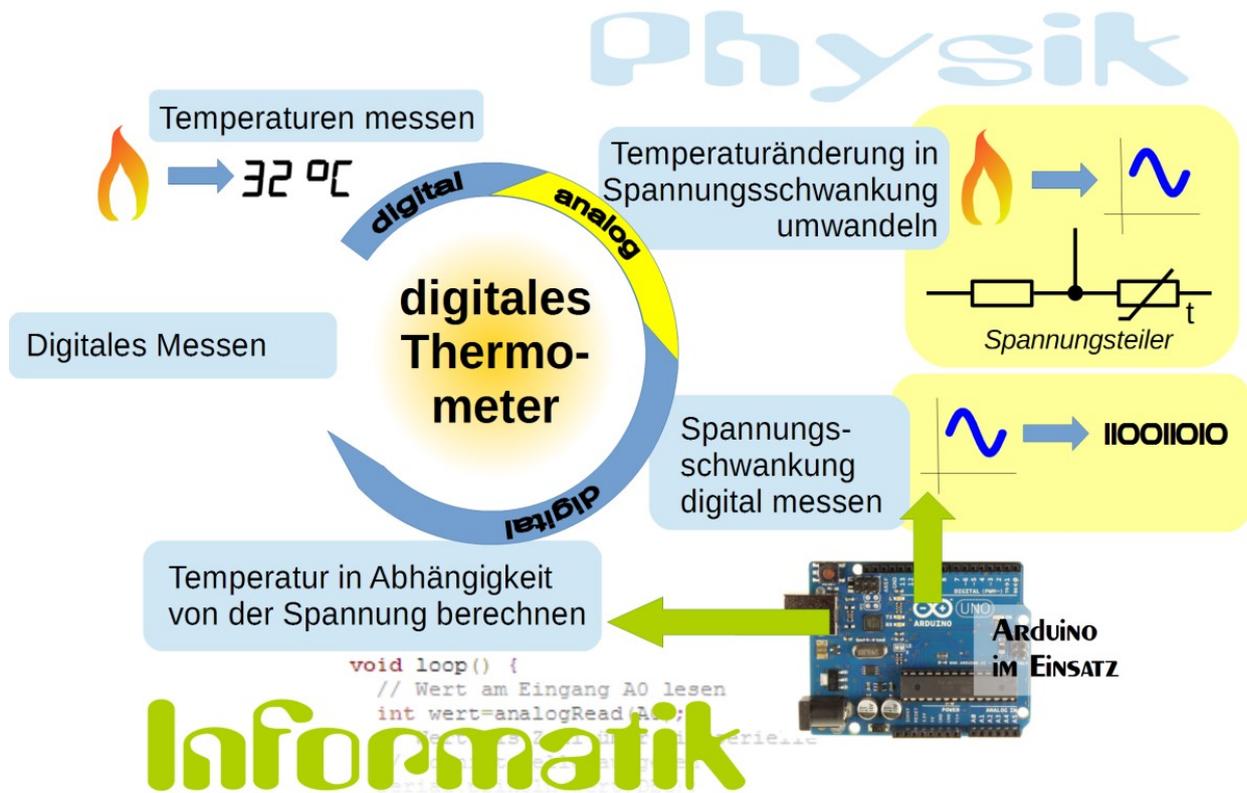
Senatsverwaltung
für Bildung, Jugend
und Wissenschaft



Inhaltsverzeichnis

1) Advance Organizer	3
2) Didaktische Überlegungen	4
2.1) Wie kommt die Temperatur auf das Display?	5
2.2) Woher kommt der im Display angezeigte Wert?	6
2.3) Wie wird aus den Spannungswerten die Temperatur bestimmt?	6
2.4) Themen für den Anschluss	7
3) Unterrichtseinheit: Sequenz	8
4) Arbeitsbögen	10
5) Vorbereitung der Arbeitsumgebung	18
5.1) Voraussetzungen für den Einsatz des Moduls	18
5.2) Installation unter Windows	18
5.3) Installation unter Linux	19
6) Arduino-Programme	20
6.1) Ausgeben der gemessenen Werte über die serielle Schnittstelle	20
6.2) Ausgeben der mittels des gemessenen Wertes bestimmten Temperatur	20
7) Quellen	21
8) Teileliste des Materialkoffers	22

1) Advance Organizer



Bildlizenz: „Advance Organizer“ Lars Pelz für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

2) Didaktische Überlegungen

Die Auswertung analoger Sensoren ist eine zentrale Aufgabe von Rechnersystemen in unserer Umgebung. Dabei findet das EVA-Prinzip der Informatik eine Anwendung. Das vorliegende Unterrichtsmodul ermöglicht die Verdeutlichung dieses Prinzips mittels der Experimentierplattform „Arduino“. Dazu wird eine analoge Messschaltung aufgebaut und der Sensorwert mittels eines Mikrocontrollers aus einer sich ändernden Spannung berechnet.

Als beispielhafte Anwendung wird ein digitales Thermometer gebaut. Thermometer finden sich in der direkten Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler (SuS) und es wird gleichzeitig ein fachübergreifender Bezug zum Physikunterricht hergestellt.

Digitale Temperaturmessung findet an vielen Stellen in unserer unmittelbaren Umgebung statt. Moderne Küchengeräte sind ebenso davon abhängig wie Fahrzeuge und industrielle Maschinen. Um Temperaturen erfühlen zu können, setzt man Halbleiterelemente ein, die ihre Stromleitfähigkeit in Abhängigkeit von ihrer Temperatur verändern. Temperaturschwankungen werden so in Spannungsschwankungen umgewandelt, die von Mikrocontrollern digitalisiert werden. Die Programmierung des Controllers veranlasst ihn, in Abhängigkeit des gemessenen Wertes Einfluss auf den zu regelnden Bereich eines Gerätes zu nehmen.

Die Vorteile des Einsatzes von programmierbaren Mikrocontrollern als Regler im Gegensatz zu fest verdrahteten Schaltungen liegen in vielen Bereichen:

- Austauschbarkeit und Erweiterungsfähigkeit ohne Eingriff in die Elektronik des Gerätes
- Wiederverwendung der Software in ähnlichen Anwendungen
- hohe Toleranz und Flexibilität gegenüber Störungen und verbesserte Genauigkeit

Diese Vorteile kommen jedoch nur zum Tragen, sofern eine entsprechend hoch entwickelte Software vorliegt. Deshalb ist es von großer Bedeutung, interessierten SuS die Möglichkeit zu geben, sich in diese Richtung entwickeln. Darüber hinaus lernen SuS durch Experimente mit Mikrocontrollern die sie umgebende Elektronik und deren Möglichkeiten und Grenzen besser verstehen und einschätzen.

Das vorliegende Modul unterstützt die Kompetenzentwicklung in den folgenden Bereichen¹:

- Fachwissen (S. 10)
 - Erstellung kleiner Programme mithilfe von Bausteinen, Anpassen vorgegebener Programme
 - Modellierung einer Temperatur als Zahlenwert im Rechner
- Erkenntnisgewinnung (S. 11)
 - Lesen von Programmdokumentation
- Kommunikation (S. 12)

¹ RLP Informatik Berlin Sek I (2006), Informatik Wahlpflichtfach

- Kommunizieren zwischen Arbeitsgruppenmitgliedern zur gegenseitigen Kontrolle und Fehlerkorrektur
- Präsentation von Arbeitsgruppenergebnissen

Neben dem Basiskonzept Materie (Wärmelehre) wird vor allem auf das Basiskonzept System des Physikunterrichts² in der Sekundarstufe 1 Bezug genommen im Besonderen auf das vorhandene Fachwissen der SuS, einfache elektrische Schaltungen zu bauen und Messungen durchzuführen.

Neben dem fachübergreifenden Bezug zur Lebenswelt der SuS steht in dieser Unterrichtsreihe Entdeckendes Lernen durch Experimentieren und Kommunizieren im Vordergrund. Mit Hilfe unterschiedlicher Arbeitsblätter und Experimentiervorgaben wird eine Differenzierung entsprechend der Leistungsniveaus der SuS ermöglicht. Deswegen sind die Arbeitsblätter als Bausteine zu verstehen, die entsprechend dem Leistungsniveau der SuS ausgewählt und angepasst werden können. Alle Arbeitsbögen liegen in zwei sprachlich differenzierten Varianten vor.

Damit die Unterrichtsreihe unabhängig von Fachräumen durchgeführt werden kann, befinden sich alle benötigten Materialien in einem zusammengestellten Experimentierkoffer. Zusätzlich werden nur die ausgewählten Arbeitsblätter und Laptops benötigt. Auf den Laptops müssen die Arduino-Entwicklungsumgebung und eine Java-Laufzeitumgebung (JRE) installiert sein. Beides ist sowohl für Windows als auch für Linux erhältlich.

Die Modularität der Unterrichtsreihe bietet weiterhin die Möglichkeit, den Unterricht in unterschiedlich didaktischer Herangehensweise durchzuführen. So ist sowohl ein „Unterricht mit zentraler Sicherung“ als auch die Durchführung der Reihe als „Selbstorganisiertes Lernen“ möglich. Letztere bietet den Vorteil, dass die SuS eher entsprechend ihrem Lern- und Arbeitstempo Zusammenhänge entdecken und Erkenntnisse anwenden können. Die erste Variante bietet sich dagegen für Lerngruppen an, die einer stärkeren Steuerung bedürfen bzw. weniger Grundkenntnisse mitbringen.

2.1) Wie kommt die Temperatur auf das Display?

In der ersten Stunde werden die SuS an das Messen von Temperatur mit einem digitalen Thermometer herangeführt. Im Unterrichtseinstieg sollte Bezug auf das tägliche Vorkommen dieses Vorganges in der Lebenswelt der SuS genommen werden.

Um allen SuS den Einstieg in die Thematik zu erleichtern, wird der Vorgang des Temperaturmessens mit dem Experiment A nachvollzogen. Dabei stehen ihnen einfache Materialien wie Knete und Kältespray sowie ein Digitalthermometer zur Verfügung. Knete und Kältespray finden hier Verwendung, weil so eine Durchführung des Unterrichts außerhalb von Fachräumen, also ohne Wasser und Heizelemente möglich wird. In einen Arbeitsbogen tragen die SuS ihre Beobachtungen ein.

Die Besprechung der Ergebnisse der Arbeitsbögen dient zur Hinleitung auf die eigentliche Fragestellung der Stunde: „Wie kommt die Temperatur auf das Display?“.

² RLP Physik Berlin Sek I (2006), S. 16 ff.

Dazu wird das eingangs durchgeführte Experiment erweitert, indem das Digitalthermometer nun durch eine analoge Schaltung ersetzt wird. Die SuS bauen mit Hilfe von Breadboard, 10k-Ohm-Widerstand, NTC mit Kabel, Drahtbrücken, 4.5-Volt-Batterie und einem Mini-Voltmeter (oder einer LED) eine Messschaltung auf³. Sie prüfen ihren Aufbau gegenseitig anhand von Checklisten und führen danach das Experiment erneut durch. Am Voltmeter bzw. an der Helligkeit der LED lässt sich nun erkennen, dass je nach Temperatur unterschiedliche Spannungen erzeugt werden, weil sich der Widerstand des Heißleiters verändert.

Das Experiment legt die Hypothese nahe, dass ein Digitalthermometer die Temperatur anzeigt, indem es die Spannung, die am Heißleiter auftritt, misst und draus die herrschende Temperatur berechnet.

In der Gestaltung der Arbeitsblätter bzw. der Arbeitsaufträge kommt der Schwerpunkt der Sprachbildung zum Tragen. So können die SuS je nach Niveaustufe sprachdifferenzierte Aufgaben erhalten.

2.2) Woher kommt der im Display angezeigte Wert?

Im Experiment C wird das Voltmeter durch das Arduino-Board ersetzt. Die analoge Anzeige der Spannungswerte soll so durch eine digitale Ausgabe ersetzt werden.

Die SuS bauen die Schaltung auf, überprüfen den Aufbau anhand von Checklisten und überspielen das Programm 5.1 auf den Mikrocontroller. Anschließend verändern sie wie in den vorangegangenen Experimenten die Temperatur des Heißleiters, lesen gleichzeitig am Bildschirm die vom Mikrocontroller ausgegebenen Werte ab und tragen sie in den Arbeitsbogen ein.

In diesem Experiment geht es darum, die SuS die Handhabung des Arduino-Boards und der Programmierumgebung zu erlernen. Sie erfahren außerdem den Informationsfluss durch den Mikrocontroller: Eingabe als Spannung an einem Pin des Boards, Ausgabe auf dem Bildschirm des Laptops.

2.3) Wie wird aus den Spannungswerten die Temperatur bestimmt?

Während im vorausgegangenen Experiment die Ein- und Ausgabe von Daten im Vordergrund stand, liegt der Schwerpunkt des Experiments D auf der Verarbeitung der Daten.

Die SuS verändern nur das Programm 5.2, indem sie die im Experiment C gewonnenen Messpunkte an der richtigen Stelle im Programm eintragen. Nach der Überspielung des angepassten Programms verändern die SuS wieder die Temperatur des Heißleiters. Durch gleichzeitiges Messen der herrschenden Temperatur und Vergleichen mit dem durch den Arduino berechneten Wert stellen die SuS fest, ob ihre Kalibrierung des Sensors erfolgreich war. Gegebenenfalls korrigieren sie die Kalibrierung durch Änderung der Werte im Programm und erneute Übertragung des Programms auf den Arduino.

³ RLP Physik Berlin Sek I (2006), S. 16 Jahrgangsstufe 7/8: Aufbau einfacher Schaltungen, Widerstandsbegriff

2.4) Themen für den Anschluss

Vorschlag I: Maximalthermometer (Fieberthermometer)

Ein (vorgegebenes) Programm wird so erweitert, dass es wartet, bis sich der gemessene Wert im Rahmen einer Toleranz für mehrere Sekunden nicht mehr ändert und lässt dann ausgeben „aktuelle Temperatur: xx °C“.

Zusätzlich kann die Temperatur mit voreingestellten Werten verglichen werden und etwas in der Art ausgegeben werden: „kein Fieber“, „leichtes Fieber“, „starkes Fieber“...

Vorschlag II: Schwellenschalter

Eine LED leuchtet auf (oder Lüfter geht an, oder ein Ton wird ausgegeben), falls ein Schwellenwert überschritten wird.

Vorschlag III: Lüfterregelung (Erweiterung Schwellenschalter)

Ab einer bestimmten Temperatur läuft der Lüfter an und wird mit zunehmender Temperatur schneller.

3) Unterrichtseinheit: Sequenz

Im Folgenden wird eine beispielhafte Zusammenstellung der vorgeschlagenen Unterrichtsabschnitte in eine Sequenz von vier Stunden eingeordnet. Dies zeigt die Abhängigkeit der einzelnen Abschnitte voneinander.

Bitte bedenken: Die Vorbereitung des Unterrichtsraums muss vor der ersten Stunde geschehen. Hierin sind die Installation der Arduino-Umgebung (siehe Kapitel 4) und die Aufstellung der Materialkoffer inbegriffen.

1. Stunde: Wie funktioniert Temperaturmessung?

Zeit	Phase	Unterrichtsverlauf	Material
10' 15'	Einführung Experiment A	<p>Aufgabenstellung:</p> <p><i>Notiere die höchste/niedrigste Temperatur, die du mit der Knete/dem Kältespray erzeugen kannst.</i></p> <p>Durchführung:</p> <p><i>Knete weich (und warm) kneten, Wert notieren</i> <i>Fühler mit Kältespray besprühen, Wert notieren</i></p> <p>Sicherung:</p> <p><i>Vergleichen der Werte, Hinführung zur Fragestellung: Wie kommt die Temperatur auf das Display?</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - digitales Thermometer - Knete - Kältespray - Arbeitsbogen 1
15'	Erarbeitung Experiment B	<p>Aufgabenstellung:</p> <p><i>Erzeuge verschiedene Temperaturen am Sensor und miss die Spannungen, die dabei auftreten.</i></p> <p>Durchführung:</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=XpGKLOWkOcM</p> <ul style="list-style-type: none"> - vorgegebene Schaltung aufbauen - NTC mit Knete/Kältespray behandeln - Spannung messen, im Arbeitsbogen eintragen - Beobachtung formulieren (sprachdifferenziert) <p>Sicherung:</p> <p><i>Beobachtungen besprechen, Funktionsprinzip formulieren:</i></p> <p><i>„Das Thermometer zeigt die Temperatur an, indem es die Spannung misst, die am Heißleiter auftritt.“</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mini-Voltmeter oder LED - Breadboard - NTC mit Kabel - Drahtbrücken - 4.5-Volt-Batterie (oder Arduino) - Arbeitsbogen 2 (sprachdifferenzierte Ausführungen)

2. Stunde: Digitale Messung mit dem Arduino

Zeit	Phase	Unterrichtsverlauf	Material
10'	Einführung	Das Voltmeter ist analog. Woher kommt der im Digitaldisplay angezeigte Wert?	
20'	Erarbeitung Experiment C	<p>Aufgabenstellung: <i>Bestimme den höchsten und den niedrigsten Zahlenwert, der im Terminalfenster angezeigt wird.</i></p> <p>Durchführung: https://www.youtube.com/watch?v=8Z6Ug5Daipc - vorgegebene Schaltung aufbauen - vorgegebenes Programm 6.1 auf Arduino übertragen https://www.youtube.com/watch?v=mqry4PLfZn8 Falls das Programm 6.1 nicht abgetippt werden soll, kann das Beispielprogramm „Beispiele → Basics → AnalogReadSerial“ angepasst werden (Arduino-IDE 1.0.6). - „Serial Monitor“ in Programmieroberfläche öffnen - Heißeleiter und Thermometerfühler in die weich geknetete Knete stecken, warten bis Wert nicht mehr steigt, Wert und Temperatur in Arbeitsbogen eintragen - Heißeleiter und Thermometerfühler mit Kältespray behandeln, niedrigsten Wert und Temperatur in den Arbeitsbogen eintragen - Vermutung formulieren: Wie stehen die angezeigten Werte im Zusammenhang mit der Temperatur am Fühler?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Arduino - Breadboard - 10k-Widerstand - NTC mit Kabel - Drahtbrücken - USB-Kabel - Laptop - Arduino-Software - Digitalthermometer - Arbeitsbogen 3
10'	Sicherung:	<ul style="list-style-type: none"> - Vergleich der eingetragenen Werte - Bezug zu letzter Stunde: ausgegebene Werte ändern sich wie die Spannung → Arduino misst Spannungen <p>Versuchsaufbau sollte für die folgende Stunde aufgehoben werden.</p>	

4) Arbeitsbögen

Die folgenden Seiten können als Arbeitsbögen für die SuS ausgedruckt werden.

Liste der Arbeitsbögen:

Nummer	Kurzbeschreibung	Sprachniveau	Seite
1	Aufbau und Durchführung Experiment A: Messen von Temperaturen mit Digitalthermometer	hoch	11
1	Aufbau und Durchführung Experiment A: Messen von Temperaturen mit Digitalthermometer	niedrig	12
2	Aufbau und Durchführung Experiment B: Umwandlung von Temperaturschwankungen in Spannungsschwankungen	hoch	13
3.1	Aufbau und Durchführung Experiment C: Spannungsmessung mit dem Arduino	hoch	14
3.2	Überprüfung des Aufbaus für Experiment C	niedrig	15
4	Einstellen des digitalen Thermometers	hoch	16
5	Verstehen des Programms zur Umwandlung von Spannungswerten in Temperaturen	niedrig	17

Arbeitsbogen 1: *Experiment A*: Messen von unterschiedlichen Temperaturen

- Durchführung:**
1. Nimm dir das digitale Thermometer aus dem Experimentierkasten. Schalte es ein und lies die Zimmertemperatur ab. Trage sie unten ein.
 2. Nun nimm die Knete und erwärme sie dadurch, dass du sie in deiner Hand durchknetest. Stecke den Temperaturfühler in die Knete. Warte, bis sich die Temperatur nicht mehr verändert. Notiere den neuen Wert unten.
 3. Zum Schluss nimm die Kältespraydose und sprühe 2-3 Sekunden den metallenen Temperaturfühler ein. Lies ein drittes Mal die Temperatur ab und notiere den Wert.

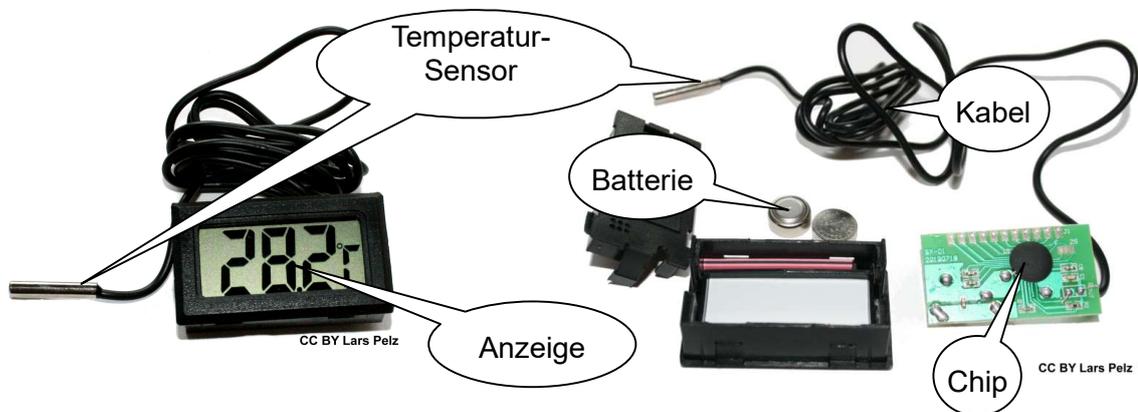
1. Zimmertemperatur: _____ °C

2. Temperatur der erwärmten Knete: _____ °C

3. Temperatur des mit Kältespray abgekühlten Messfühlers: _____ °C

Nun weißt du, welche Temperaturunterschiede auf deinem Tisch herrschen können! Doch wie kann das Thermometer die Temperaturen anzeigen?

Ordne die Aufgaben **Eingabe**, **Verarbeitung** und **Ausgabe** den Teilen des Thermometers zu!



Eingabe: _____

Verarbeitung: _____

Ausgabe: _____

Arbeitsbogen 1: *Experiment A*: Messen von unterschiedlichen Temperaturen

Durchführung: 1. Nimm dir das digitale Thermometer aus dem Experimentierkasten. Schalte es ein und lies die Zimmertemperatur ab. Trage sie unten ein.

2. Nun nimm die Knete und erwärme sie dadurch, dass du sie in deiner Hand durchknetest. Stecke den Temperaturfühler in die Knete. Warte, bis sich die Temperatur nicht mehr verändert. Notiere den neuen Wert unten.

3. Zum Schluss nimm die Kältespraydose und sprühe 2-3 Sekunden den metallenen Temperaturfühler ein. Lies ein drittes Mal die Temperatur ab und notiere den Wert.

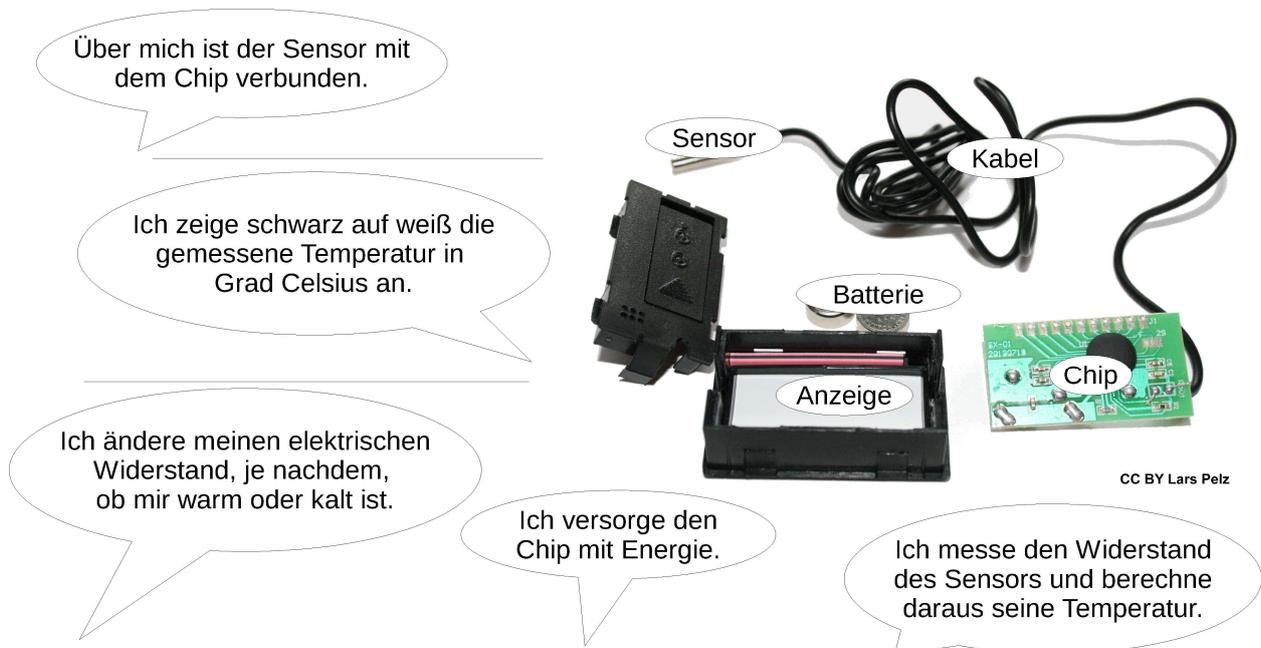
1. Zimmertemperatur: _____ °C

2. Temperatur der erwärmten Knete: _____ °C

3. Temperatur des mit Kältespray abgekühlten Messfühlers: _____ °C

Nun weißt du, welche Temperaturunterschiede auf deinem Tisch herrschen können! Doch wie kann das Thermometer die Temperaturen anzeigen?

Aufgabe: Ordne den unten beschriebenen Aufgaben die Teile des Thermometers zu!



Über mich ist der Sensor mit dem Chip verbunden.

Ich zeige schwarz auf weiß die gemessene Temperatur in Grad Celsius an.

Ich ändere meinen elektrischen Widerstand, je nachdem, ob mir warm oder kalt ist.

Ich versorge den Chip mit Energie.

Ich messe den Widerstand des Sensors und berechne daraus seine Temperatur.

Sensor

Kabel

Batterie

Anzeige

Chip

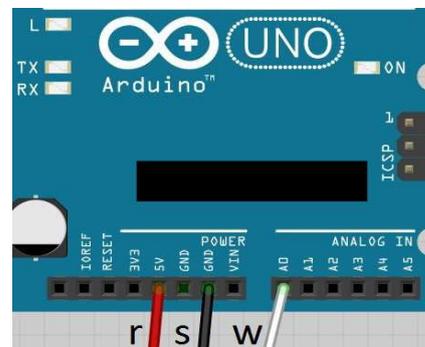
CC BY Lars Pelz

Arbeitsbogen 2: Experiment B: Temperatur, Widerstand, Spannung

Der Arduino ist ein kleiner Computer. Er hat Anschlüsse für die Eingabe, eine Verarbeitungseinheit und Anschlüsse für die Ausgabe. Außerdem kann der Arduino als Spannungsquelle genutzt werden – wie eine Batterie.

Für den Versuch brauchst du drei Anschlüsse des Arduino:

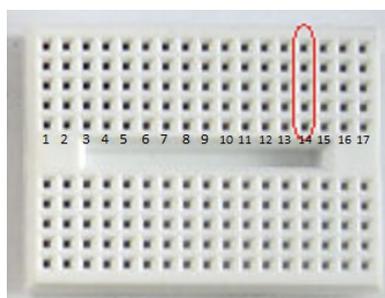
5V	hier gibt der Arduino eine Spannung von 5 Volt aus
GND (ground)	heißt in der Physik Masse, hier wird der Stromkreis wieder geschlossen
A0	Eingang für die Messwerte (wichtig für den nächsten Versuch)



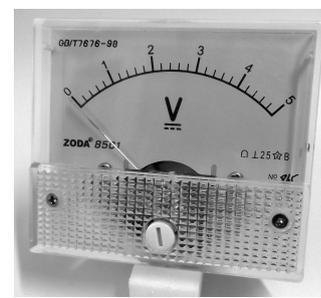
Anschlussbelegung

Das Steckbrett

Mit dem Steckbrett kann man ganz einfach elektrische Schaltungen aufbauen. Die fünf Anschlüsse in einer Spalte sind miteinander verbunden und leiten den Strom (siehe rot umrandeten Bereich im Bild). In die Anschlüsse kann man Kabel oder Bauteile stecken, z. B. Widerstände.



Das Steckbrett



Das Voltmeter

Beachte: Anschlüsse im oberen Block sind nicht mit Anschlüssen im unteren Block verbunden!

Der Versuchsaufbau

Jetzt sollst du folgende Schaltung aufbauen:

1. Verbinde den Anschluss **5V** mit der **1. Spalte** des Steckbretts. Nimm dazu ein **rotes** Kabel.
2. Verbinde den Anschluss **GND** mit der letzten **Spalte**. Nimm dazu ein **schwarzes** Kabel.
3. Verbinde den Anschluss **A0** mit einer **Spalte in der Mitte**. Nimm dazu ein **weißes** Kabel.
4. Stecke die Enden des **Widerstands** in die Spalte mit dem **roten** Kabel (5V) und in die Spalte mit dem **weißen** Kabel (GND).
5. Verbinde das **Voltmeter** ebenfalls mit diesen beiden Spalten (**rot – linke Seite** des Voltmeters, **weiß – rechte Seite**).
6. Verbinde den einen Anschluss des **Temperatursensors** mit der Spalte mit dem **weißen** Kabel und den anderen Anschluss mit der Spalte mit dem **schwarzen** Kabel.

Verwende nun das **USB-Kabel** mit dem **Netzteil** oder dem **Laptop**. Stecke das Netzteil in die Steckdose oder schalte das Laptop ein.

Aufgabe: Erwärme und kühle den Temperatursensor wie im ersten Experiment. Beobachte das Voltmeter und schreibe auf, wie sich die Spannung bei verschiedenen Temperaturen ändert.

Bilderlizenzen: „Steckbrett“ M. Abend, „Voltmeter“ M. Gauger, „Anschlussbelegung“ Lars Pelz, für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/)

Arbeitsbogen 3.1: *Experiment C: Messen mit dem Arduino*

1) Aufbau

Du brauchst

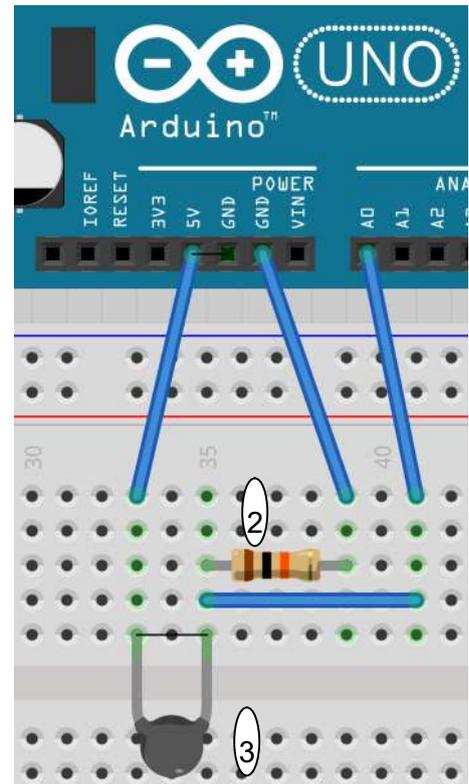
- 1x Arduino-Board (1)
- 1x Steckbrett
- 1x 10-Kiloohm-Widerstand (2)
- 1x Temperatursensor (3). Der Sensor ist in einer kleinen Metallkappe mit einem langen Kabel daran untergebracht (siehe auch AB „Checkliste“).
- 6x Steckdraht

Verbinde die Bauteile wie im rechten Bild gezeigt.

2) Überprüfung

Überprüfe die Schaltung deines Mitschülers / deiner Mitschülerin. Verwende dazu den Arbeitsbogen „Checkliste“.

Wenn du einen Fehler findest, hilf ihm/ihr, die Schaltung richtig aufzubauen. Lasse deine Schaltung auch überprüfen, bevor du weitermachst.



Schaltbild für Experiment C

3) Programmierung

1. Starte das Programm „Arduino“ auf dem Computer, an dem der Arduino angeschlossen ist.
2. Wähle im Menü unter *Tools* → *Board* den Eintrag „Arduino Uno“.
3. Wähle im Menü unter *Tools* → *Serieller Port* den richtigen Anschluss (COMxx).
4. Gib das Programm „6.1“ vom Arbeitsbogen „Arduino-Programme“ im Textfenster ein.
5. Klicke auf die Schaltfläche „→“ um das Programm auf das Arduino-Board zu übertragen.
6. Wenn alles stimmt, erhältst du die Meldung „Upload abgeschlossen“.
7. Klicke auf die Schaltfläche „Serial Monitor“ um zu sehen, was der Arduino an den Computer sendet.

4) Experiment

Erwärme und kühle den Temperatursensor. Die Zahlen, die im „Serial Monitor“ ausgegeben werden, sollten sich verändern. Beschreibe, wie sich die Zahlen verändern, wenn du den Sensor erwärmst oder kühlst. Notiere die Werte bei unterschiedlichen Temperaturen.

Bildlizenz: „Schaltbild für Experiment C“: Lars Pelz für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Arbeitsbogen 3.2

Experiment C: Checkliste

Überprüfe den Aufbau des Experimentes. Mache einen Haken an jede richtig aufgebaute Verbindung.

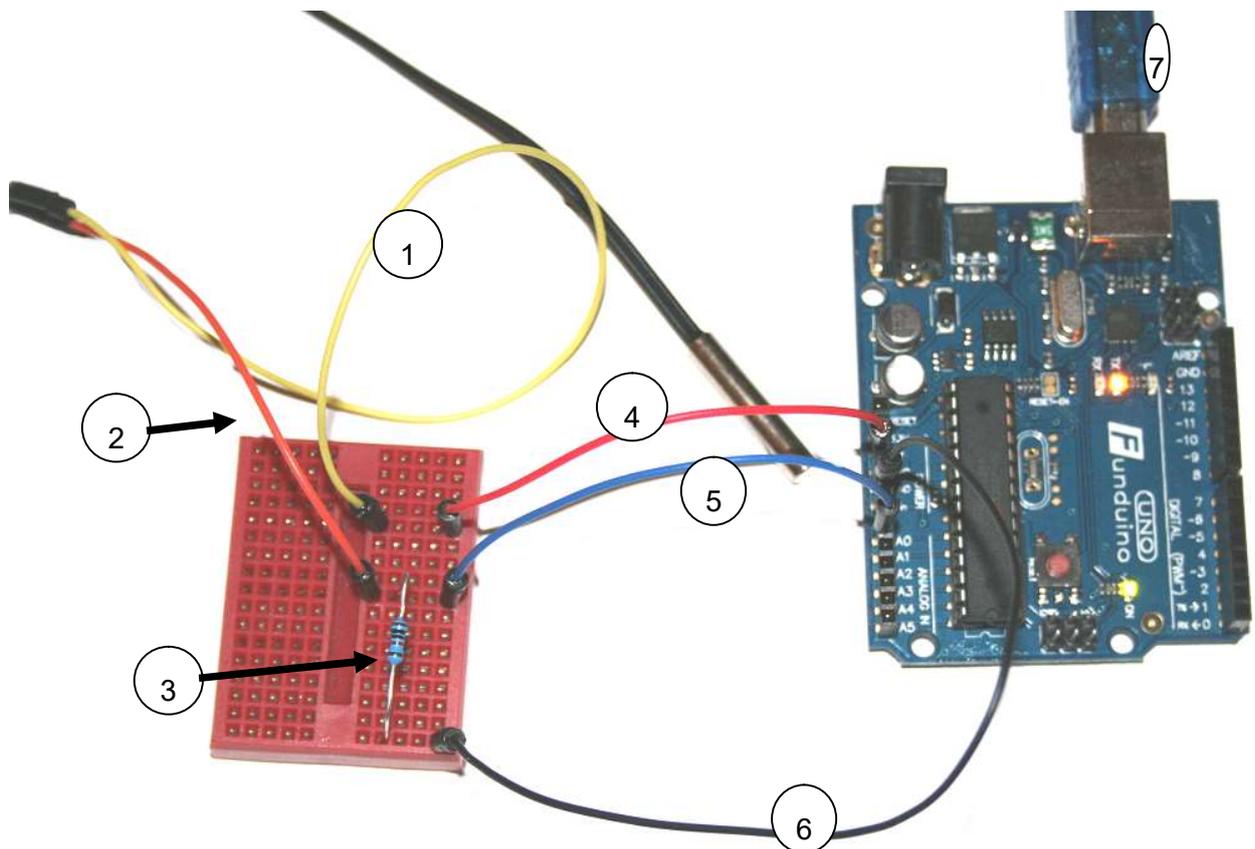


Foto des Aufbaus

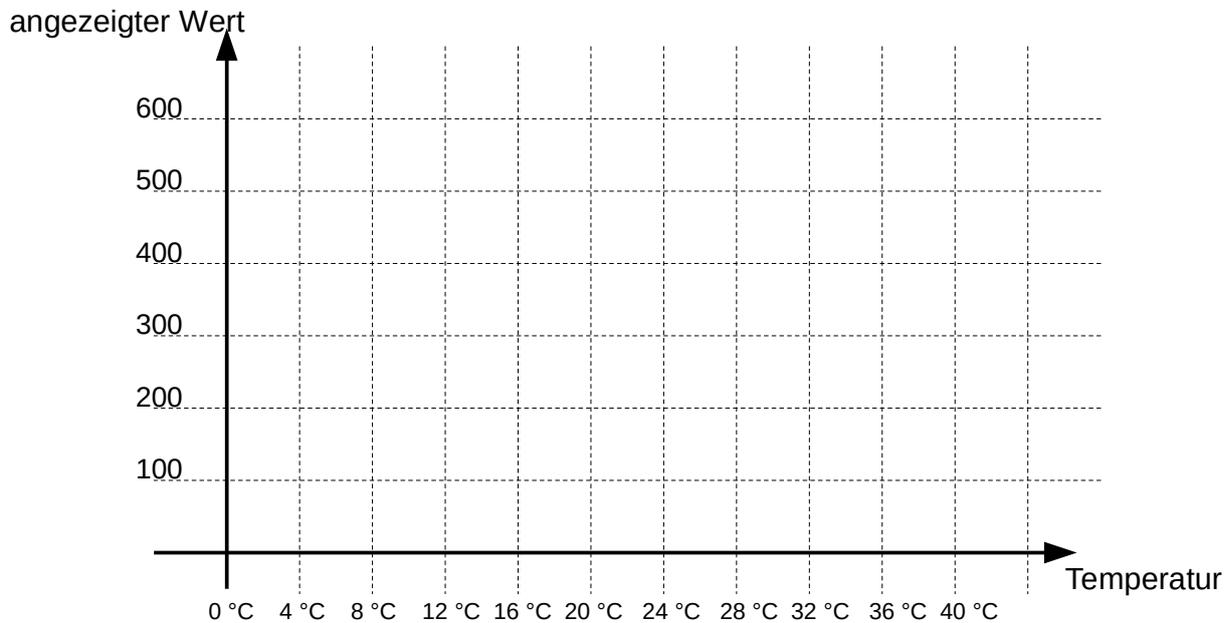
- Draht (1) verbindet den Temperatursensor mit dem Draht (4).
- Draht (2) verbindet den Temperatursensor mit dem 10-Kilohm-Widerstand (3).
- Der 10-Kilohm-Widerstand (3) steckt mit einem Anschluss bei (2) und (5), mit dem anderen bei (6).
- Draht (4) verbindet Temperatursensor (1) und den Pin 5V auf dem Arduino-Board.
- Draht (5) verbindet den 10-Kilohm-Widerstand (3) und den Temperatursensor (2) mit dem Pin A0 auf dem Arduino-Board.
- Draht (6) verbindet den 10-Kilohm-Widerstand mit dem Pin GND auf dem Arduino-Board.
- Das USB-Kabel (7) verbindet das Arduino-Board mit einem USB-Anschluss des Laptops.

Bildlizenz: „Foto des Aufbaus“ Lars Pelz, für SenBJW Berlin, [CC BY 3.0 de](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/)

Arbeitsbogen 4

Experiment D: Einstellen des selbstgebauten digitalen Thermometers

Aufgabe 1) Trage die Messwerte aus Experiment C als Punkte in das Diagramm ein.



Aufgabe 2) Verbinde die Punkte mit einer Linie. Bestimme die Temperaturen, die am Heißleiter herrschen, wenn der Arduino folgende Werte ausgibt:

Wert 300: _____ °C

Wert 400: _____ °C

Schau dazu nach, bei welcher Temperatur die waagerechten Linien Deine selbst eingezeichnete Linie schneiden.

Aufgabe 3)

- Gib das Programm 6.2 vom AB „Arduino-Programme“ in der Arduino-Umgebung ein.
- Trage an den markierten Stellen Deine Messwerte aus Experiment C ein.
- Übertrage das Programm auf den Arduino.
- Öffne den „Serial Monitor“.
- Wiederhole das Experiment C.
- Vergleiche die Temperatur, die das Digitalthermometer anzeigt, mit der vom Arduino berechneten Temperatur.

Arbeitsbogen 5

Beschreibung des Programmablaufs

```
void setup() {  
1   pinMode(A0, INPUT);  
2   Serial.begin(9600);  
}
```

```
void loop() {  
3   int wert=analogRead(A0);  
4   int temp=map (wert, _____, _____, _____, _____);  
5   Serial.println(temp, DEC);  
6   delay(1000);  
}
```

Zahlenwert bei niedriger Temperatur

Zahlenwert bei hoher Temperatur

niedrige Temperatur

hohe Temperatur

Aufgaben

- Trage deine Messwerte aus Experiment C in die Programmzeile 4 ein.
- Ordne den Sätzen des Wortgeländers die richtige Zeilennummer zu.
- Beschreibe den Ablauf des Programms. Nutze das *Wortgeländer als Hilfe*.

Wortgeländer

Programmzeile ____ : Temperaturwert – als Zahl – berechnet – ausgeben

Programmzeile ____ : einschalten – Kommunikation – Computer

Programmzeile ____ : Sekunde – 1 – warten

Programmzeile ____ : umrechnen – Spannungswert – Temperatur – speichern – Variable ‚temp‘

Programmzeile ____ : Funktion – Pin A0 – einstellen – Eingang

Programmzeile ____ : Spannung – Pin A0 – messen – speichern – Variable ‚wert‘

5) Vorbereitung der Arbeitsumgebung

5.1) Voraussetzungen für den Einsatz des Moduls

Um das Modul einzusetzen benötigen Sie für jeweils 2-3 SuS:

- Rechner mit Windows oder Linux mit installiertem Java (Laufzeitumgebung)
- Materialkoffer „Digitales Thermometer“ des iMINT-Fachset Informatik (Teileliste auf Seite 22)

Die Installationsdateien für die Arduino-Programmierungsumgebung (IDE) befinden sich auf der im Materialkoffer beigelegten CD. Sie können selbstverständlich auch eine aktuelle Version unter arduino.cc herunterladen, doch aufgrund der ständigen Veränderungen an der IDE kann es sein, dass die vorgegebenen Programme für die SuS auf der CD mit einer aktuellen Version der IDE inkompatibel sind.

5.2) Installation unter Windows

A) Dateien für die IDE

Entpacken Sie die Archiv-Datei „arduino-windows.zip“ in ein Verzeichnis, auf das die SuS Zugriff haben. Dies kann auch eine Freigabe auf Ihrem Schulserver sein. Sie können auch die Arduino-IDE auch auf USB-Sticks kopieren. Eine Installation als Administrator ist nicht nötig.

B) Treiber für den Arduino

Auf den Rechnern, die von den SuS benutzt werden sollen, muss der Hardware-Treiber für den Arduino installiert werden. Dazu gehen Sie wie folgt vor:

- Stellen Sie sicher, dass am Rechner der Zugriff auf die Arduino-IDE möglich ist.
- Schließen Sie den Arduino, mit dem gearbeitet werden soll, an den Rechner an.
- Eventuell meldet Windows 7, dass kein Treiber installiert werden konnte.
- Rufen Sie den Gerätemanager der Systemsteuerung auf.
- Klicken Sie auf den Eintrag „Arduino“, der mit einem kleinen gelben Dreieck versehen ist.
- Wählen Sie „Treiber aktualisieren“.
- Navigieren Sie zum Verzeichnis „drivers“ in der Verzeichnisstruktur der Arduino-IDE.
- Wählen Sie „OK“.
- Windows bemängelt die fehlende Treibersignierung. Bitte bestätigen Sie mit „OK“.
- Die Treiberinstallation sollte nun abgeschlossen und das Gerät Arduino sollte im Gerätemanager korrekt angezeigt werden.

5.3) Installation unter Linux

Die Installation unter Linux kann einerseits als Administrator erfolgen, andererseits im Benutzerverzeichnis der SuS. Hier wird nur die Installation im Benutzerverzeichnis dargestellt, da für die jeweiligen Paketmanager (z.B. Ubuntu/Debian) Arduino-Pakete zur Verfügung stehen und somit ganz einfach installiert werden können.

Installation für den lokalen Zugriff

- CD aus dem Materialkoffer ins Dateisystem einbinden (z.B. /media/cdrom).
- Für 32-bit Linux folgenden Befehl in der Shell (Eingabeaufforderung) ausführen:

```
tar xzvf /media/cdrom/arduino-1.0.5-linux32.tgz
```
- Für 64-bit Linux die „32“ im obigen Befehl durch „64“ ersetzen.
- Die Arduino-IDE durch Aufruf des Skriptes „arduino“ starten.

6) Arduino-Programme

6.1) Ausgeben der gemessenen Werte über die serielle Schnittstelle

(Experiment C)

```
void setup() {  
  // Eingang an Pin A0 einschalten  
  pinMode(A0, INPUT);  
  
  // serielle Übertragung zum  
  // PC einschalten  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
  // Wert am Eingang A0 lesen  
  int wert=analogRead(A0);  
  // Wert als Zahl über die serielle  
  // Schnittstelle ausgeben  
  Serial.println(wert, DEC);  
  // eine Sekunde warten, bevor der  
  // nächste Wert gelesen wird  
  delay(1000);  
}
```

6.2) Ausgeben der mittels des gemessenen Wertes bestimmten Temperatur

(Experiment D, in Programm 5.1 vorhandene Kommentare entfernt)

```
void setup() {  
  pinMode(A0, INPUT);  
  Serial.begin(9600);  
}  
  
void loop() {  
  int wert=analogRead(A0);  
  
  // Hier müssen die Spannungswerte und die  
  // Temperaturen eingetragen werden:  
  // min. Wert -----v v---- max. Wert  
  int temp=map (wert, , , , );  
  // min. Temperatur -----^ ^-----v  
  //                               max. Temperatur  
  
  Serial.println(temp, DEC);  
  delay(1000);  
}
```

Beispielzeile für die Anpassung des gemessenen Wertes:

```
int temp=map (wert, 304, 540, 21, 34);
```

Erläuterung:

Der kleinste vom Arduino ausgegebene Wert war 304 (ca. 1.48 V) bei einer am Sensor gemessenen Temperatur von 21°C. Der größte Wert war 540 (ca. 2.43 V) bei einer am Sensor gemessenen Temperatur von 34°C.

7) Quellen

Kompetenzentwicklung und Einordnung

- LISUM, Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006):
Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I, Physik.
URL: <http://tinyurl.com/pnotomn> (zuletzt geprüft: 6.12.2014)
- LISUM, Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport Berlin (Hrsg.) (2006):
Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I, Informatik/ITG.
URL: <http://tinyurl.com/q9f23ns> (zuletzt geprüft 6.12.2014)

Fundamentale Ideen der Informatik

- Schwill, Andreas; Schubert, Sigrid (1. Auflage 2004): Didaktik der Informatik, München:
Spektrum Akademischer Verlag München

8) Teileliste des Materialkoffers

Bezeichnung	Menge
Widerstand 10 kOhm (eng. resistor)	5
Heißleiter mit Metallkapsel und Kabel (eng. thermistor)	1
Analog-Voltmeter zum Einbau (eng. panelmeter), 0-5V	1
Arduino Uno r3	1
Steckbrett (eng. breadboard)	1
Steckbrücken (eng. jumper wires)	10
Knete	1
Kältespray / Kühlspray (med.)	1
USB-Kabel	1
5V-Steckernetzteil mit USB-Anschluss	1
Piezo-Summer (eng. buzzer)	1
LED mit integriertem Vorwiderstand für Anschluss an 5V	3
Digitalthermometer mit externem Temperatursensor	1