

---

# NXT-G 2.0- Ergänzung

---

Messwerterfassung  
Datenprotokollierung  
Daten-Logging

---

Frank Engeln

---

## Inhalt

Durchführung eines Experiments.....	5
Arbeitsblatt zur Wärmelehre I.....	6
Arbeitsblatt zur Wärmelehre II.....	7
Der durch die Wüste fährt! Oder: wodurch schütze ich meinen NXT bei großer Hitze.....	8
Roboter überwachen Ozeane.....	10
Ein Rohrbruch - Roboter im Inneren der Öl-Pipelines.....	10
Welche Klänge kann der Soundsensor „hören“? .....	13
Kalibrieren .....	14
Bewegung kommt ins Spiel .....	15

# Einführung

---



**Wissenschaft will Antworten auf Fragen finden.**



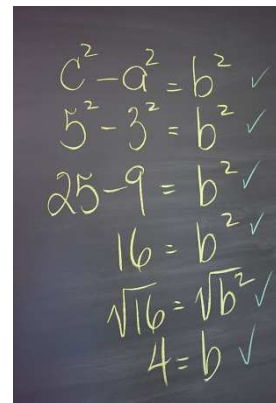
Experimente



Klimawandel



Umweltschutz



Ich schreibe gerade (im Juli) an dieser Erweiterung. Draußen sind es 28° C im Schatten. Stellt sich die wichtigste Frage im Moment: **Wie kann ich in welchem Gefäß (aus welchem Material) mein Getränk am besten kühl halten?**



Um diese Frage wissenschaftlich zu beantworten reicht es nicht nur Vermutungen anzustellen. Wir brauchen Beweise!

Der einfachste Weg ist dafür: **das Experiment.**

Ein **Experiment** (von lateinisch *experimentum* „Versuch, Beweis, Prüfung, Probe“) im Sinne der Wissenschaft ist eine methodisch angelegte *Untersuchungsanordnung*. Da es sich bei dem Experiment lediglich um eine Versuchsanordnung handelt, ist es prinzipiell bei allen Verfahren der Datenerhebung, einer Befragung, einer Inhaltsanalyse oder einer Beobachtung und ggf. auch bei einer physiologischen Messung, möglich. (aus: [www.wikipedia.de](http://www.wikipedia.de))

### Versuchsanleitung

Man fülle dasselbe Getränk (z.B. Wasser) in 3 verschiedene Becher aus unterschiedlichem Material (Glas, Pappe, Eisen). In jedes Gefäß wird nun ein Thermometer gestellt und man wartet 30 Minuten. Danach liest man ab, welche Flüssigkeit die geringste Temperatur hat. Am Ende haben wir ein Ergebnis: Die Temperatur gemessen in Grad Celsius.

⇒ Ergebnisse, die aus einem Experiment hervorgehen, werden Daten genannt.

Dieses Experiment lässt sich natürlich auf noch mehr Gefäße ausbauen.

Daten-Logging (*auch Datenlogging*)= Datenprotokollierung ist das Sammeln und die Aufzeichnung aller Daten in einem Experiment. Die Daten werden meistens in einem Computer oder anderem elektronischen Gerät gespeichert.

Das NXT kann solche Daten aufzeichnen. An dem NXT Baustein stellt man ein, welche Art Sensordaten er aufzeichnen soll und startet ihn. Alle aufgezeichneten Daten werden in dem NXT gespeichert und können anschließend auf einem PC übertragen und ausgewertet werden.

Beim Auswerten der Ergebnisse bekommt man schon eine Idee, welche Antwort zu erwarten ist. Am Ende der Messreihe hat man eine Antwort. Nun kann man beweisen, welches Gefäß das Getränk (Wasser) im Sommer „besonders“ kühl hält.

**Wissenschaft kann kleine Fragen beantworten oder auch im Ansatz auf große Fragen, wie z.B. Klimawandel, Luftqualität etc. erste Antworten finden.**

## Durchführung eines Experiments

1. Welche Frage beinhaltet das Problem/die Aufgabe?
2. Experimentiere, um verschiedene mögliche Antworten zu finden.
3. Sammle Daten mit dem PC, NXT oder per Hand.
4. Analysiere die Daten und schau, welche Antwort deine Vermutung unterstützt.
5. Beantworte die gestellte Frage.

### Beantworte schriftlich folgende Aufgaben:

1. Was ist ein Experiment?

---

---

2. Was sind Daten? Wofür werden sie gebraucht?

---

---

3. Was ist Datenprotokollierung / Daten-Logging?

---

---

4. Was ist das Ziel der Untersuchung und des wissenschaftlichen Experiments?

---

---

---

---

## Arbeitsblatt zur Wärmelehre I

Für die nächsten **Aufgaben** benötigst du einen Computer mit der NXT-G 2.0 Software.

1. Starte die NXT 2.0 Data-Logging Software.
2. Erstelle ein neues Experiment mit dem Namen „<Luft>“. Schließe den Temperatursensor an Port 4 des NXT an. Die Einheit soll °C und die Dauer der Aufzeichnung 10 Sekunden sein.
3. Prognose: Schätze die Temperatur der Luft (Raumtemperatur) durch fühlen ein. Schreibe eure Prognose in dieses Kästchen.

4. Übertrage eure Vermutung in die NXT 2.0 Software und erstelle einen Graphen.
5. Tretet nun den Beweis an. Nutze den NXT um die tatsächliche Temperatur im Raum (Raumtemperatur) zu messen.
6. Speichere das Experiment ab.
7. Wertet eure Daten aus. Vergleiche die Vermutung mit dem gemessenen Wert.



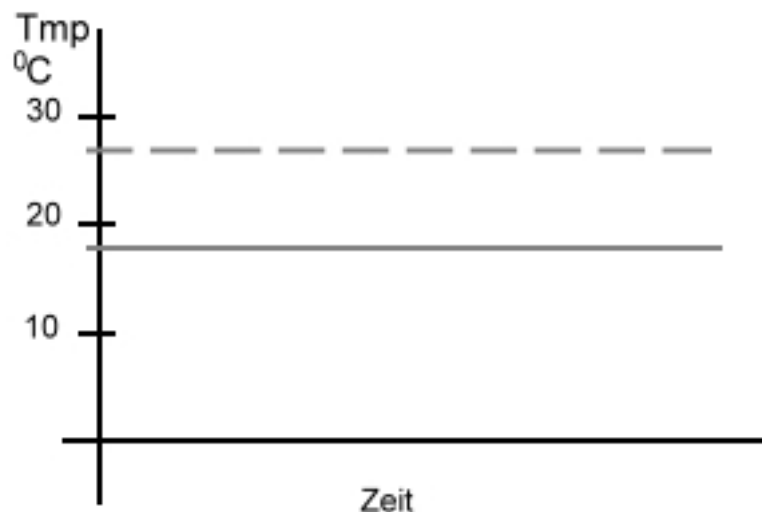
*Temperatursensor*

## Arbeitsblatt zur Wärmelehre II



Sieh dir das Bild an.

1. Welche Daten sollen untersucht werden? In welcher Einheit wird gemessen?
2. Eine Schülergruppe versucht die Temperatur einer Flüssigkeit durch Fühlen zu messen. Sie erstellen ein Diagramm mit Daten der Prognose und tatsächlich gemessenen Daten.



3. Beschrifte das Diagramm
  - a) Welche Linie zeigt die Vermutung der Gruppe?
  - b) Welche Temperatur hat die Gruppe prognostiziert?
  - c) Welche Linie zeigt die gemessenen Daten?
  - d) Hat die Gruppe ihre Prognose gut gestellt?  
Begründe schriftlich!

---



---



---



---

## Der durch die Wüste fährt! Oder: wodurch schütze ich meinen NXT bei großer Hitze

Hyperion ist ein solarbetriebener Roboter für die Erforschung karger Landschaften. Der Name Hyperion stammt aus der griechischen Mythologie: ein griechischer Licht- und Sonnengott, ist als einer der Titanen der griechischen Mythologie der Sohn der Gaia und des Uranos, nach einer anderen Fassung aber Sohn des Titan und der Titäa und somit der Enkel von Gaia.

Das Wort "Hyperion" kann auch übersetzt werden mit „wer der Sonne folgt“. Eine sicherlich treffende Beschreibung eines solarbetriebenen Roboters.

Hyperion ist das ältere Modell und wird nun als Testumgebung für die Soft- und Hardware für den neuen Roboter „Zoë“ genutzt.

Wir wollen die Wärmeleitung/Isolierung verschiedener Materialien prüfen. Die Untersuchung beträgt je 5 Minuten unter einer Wärmelampe (Terrarium, Tierbedarf...).

Um einen Standardwert zu erhalten, legt man den Temperatursensor unter eine Wärmelampe für 5 Minuten. Der NXT Baustein wird dabei mit dem USB Kabel an den Computer angeschlossen. Die Daten werden in die NXT 2.0 Data-Logging Software übertragen. Nun legt man die verschiedenen Behälter nacheinander über den Temperatursensor.

Jeder Test dauert mindestens 5 Minuten.

Wichtig: Zwischen den Tests muss der Sensor wieder auf die Ausgangstemperatur gebracht werden.

<http://miles.frc.ri.cmu.edu/public/hyperion.html>



**Glas**

**Metall**

**Karton**

### Entwickelt ein Kühlsystem für einen Solarroboter

#### Aufgabe:

1. Startet ein neues Experiment mit der NXT 2.0 Software mit dem Namen <“Hitze“>.
2. Schließt den Temperatur Sensor an den Port 4 des NXT. Die Einheit ist Grad Celsius. Die Aufnahmezeit ist 5 Minuten, die Aufnahmeintervalle 1 Aufzeichnungspunkt pro Minute.
3. Downloade das Programm auf den NXT (Import).

**Frage:** Wie viele Datenpunkte wird das Programm während der Aufzeichnung sammeln?

-





## Versuchsaufbau



4. Führt nun die Messungen durch. Beginnt mit der Ermittlung des Standardwerts.

Nach der Messung das USB Kabel anschließen und die Daten auf die Software übertragen (Importieren). Gebt der ersten Messung in der Datentabelle einen sinnvollen Namen wie z.B. „Messung\_blank“.

5. Zeichnet eure Vermutungen für die anderen Materialien ein. Ändert die Farben für Metall in grau, Glas in grün und Karton in braun.

### **Wichtig!!**

Der Abstand zur Wärmequelle muss immer gleich sein!

Der Temperatursensor muss zwischen den Messungen immer auf die Standardtemperatur (Nr. 2) abgekühlt oder erwärmt werden (immer Schritt 2. Durchführen).

6. Wiederholt den Versuch mit den 3 Gefäßen.
7. Überträgt die Ergebnisse in die Software und passt die Farben euren Vermutungen an (Metall in grau, Glas in grün und Karton in braun).

Beantworte folgende Fragen:

1. Wie hat sich die Temperatur ohne „Schutz“ über 5 Minuten geändert?
2. Welches Material schützt den Sensor vor Hitze? Begründe deine Antwort.

## Roboter überwachen Ozeane

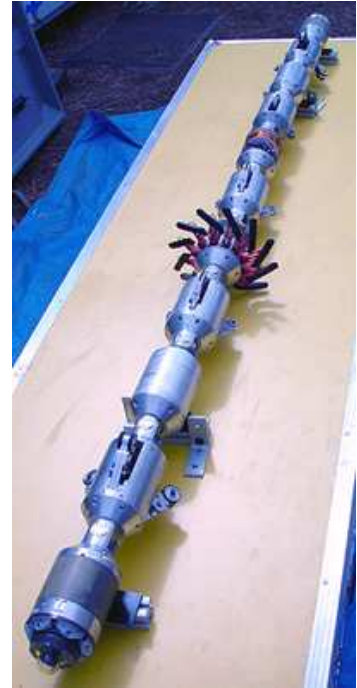
Meeres-Beobachtungsnetz wird weiter ausgebaut  
Ein globales Meeres-Beobachtungsnetz aus Messrobotern haben Ozeanographen seit dem Jahr 2000 innerhalb des internationalen Forschungsprojekts ARGO aufgebaut.

Die „Ozeanföhler“ in Form von Bojen liefern ständig Informationen über Salzgehalt und Temperatur aus den oberen Bereichen der Meere. Die Messungen helfen dabei, wichtige Klimafragen zu beantworten.

Seit dem 29. November 2004 ist bei ARGO mittlerweile das 1.500ste "Float" aktiv. Floats sind autonom operierende Bojen, ähnlich wie Wetterballons messen sie über Monate und Jahre klimarelevante Parameter in den Ozeanen. Geplant ist der permanente Einsatz einer Flotte von 3.000 Floats, die in allen eisfreien und tiefen Meeresregionen verteilt werden sollen.

Sowohl für Klima- und Meeresforscher als auch für Wetterstationen sind die ARGO-Daten (55.000 Messungen im Jahr) bereits zu einer wichtigen Grundlage geworden. Viele Phänomene wie der El Nino oder Wirbelstürme lassen mit ihrer Hilfe besser verstehen und vorhersagen.

Für Nordeuropa und Deutschland sind die Beobachtungen im Nordatlantik von besonderer Bedeutung. Einschneidende Klimaschwankungen könnten mit ihrer Hilfe schon frühzeitig entdeckt werden. (*idw - Leibniz-Institut für Meereswissenschaften Kiel, 30.11.2004 - DLO*)



## Ein Rohrbruch - Roboter im Inneren der Öl-Pipelines

*Foto: Explorer II robot, DOE National Energy Technology Laboratory*

Das weltweite Netz der Pipelines ist mehr als drei Millionen Kilometer lang. Sie werden zum Teil bei laufendem Betrieb von innen inspiziert.

Bis zu 800 Meter tief liegen Rohre, die flüssige Rohstoffe über Kilometer hinweg transportieren. Unterirdisch und unter Wasser sind diese Rohre hohen Belastungen ausgesetzt. Ein Bruch dieser Leitungen würde zu einer Umweltkatastrophe führen.

Bevor man nun einen Roboter konstruiert, testet man erst einmal die Funktion der Sensoren. Wir benötigen einen Lichtsensor und den NXT.

Zuerst werden die Farben schwarz und weiß gemessen, dann die anderen Farbwerte. Die Messung soll 10 Sekunden betragen.

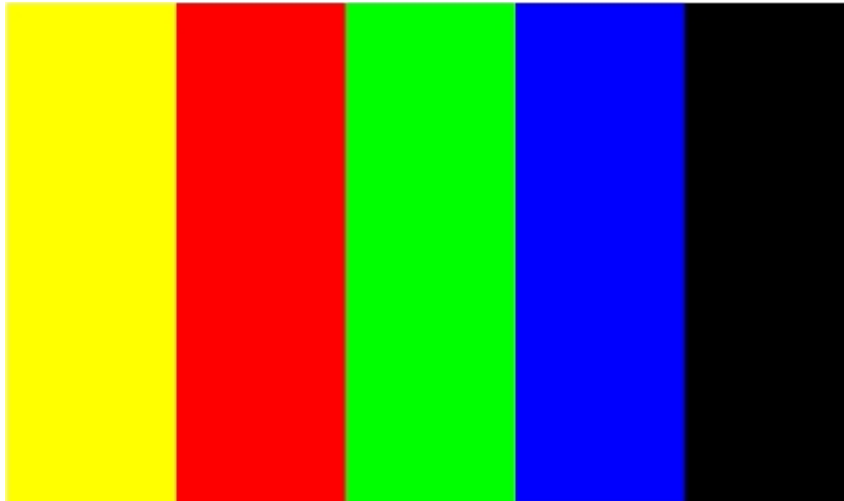
### Aufgaben:

1. Startet die NXT 2.0. Data-Logging Software.
2. Gebt dem Experiment den Namen <"Licht">.
3. Schließt den Lichtsensor an Port 3 an. Die Dauer soll 10 Sekunden betragen bei 5 Aufnahmewerten pro Sekunde.



4. Verbindet den NXT Baustein mit dem Computer per USB. Setzt den Lichtsensor direkt auf einen schwarzen Untergrund. Startet das Daten-Logging (herunterladen und starten). Der Wert für Schwarz wird für 10 Sekunden eingelesen. In der Datentabelle zu der zugehörigen Messung bitte „schwarz“ eingeben. Wandelt den Graphen in einen dunkelgrauen Graphen um.  
Nun wiederholt man diesen Vorgang für die Farbe Weiß. Es sind nun zwei Werte (Daten) vorhanden. Schwarz (ca. 9-10) und Weiß (ca. 47).

⇒ **Frage:** Welche Werte werden die anderen Farben haben? Stellt zuerst Vermutungen an.



Oder tragt die Werte in diese Tabelle ein.

Farbe	Schwarz	Weiß	Blau	Grün	Blau	rot	gelb
Wert	9	47					

Formuliert Vermutungen:

Der grüne Wert ist höher als der rote Wert (oder kleiner oder gleich)  
 Der blaue Wert ist höher als der gelbe Wert (oder kleiner oder gleich)  
 ... etc.

5. Zeichnet eure Vermutungen in das Koordinatensystem der Software. Gebt den Graphen und den Bezeichnungen in der Datentabelle eindeutige Namen und Farben.
6. Nun messt die Farbwerte um eure Vermutungen zu überprüfen (siehe Nr. 4)
7. Vergleicht die tatsächlichen Werte mit euren Vermutungen.
8. a) Wann ist ein Roboter, der durch Röhren fährt, hilfreich?  
 b) Wie ist eine Kamera aufgebaut? Informiert euch im Internet. Was ist der Unterschied zwischen einem Lichtsensor und einer Kamera?
9. Wie ändert sich der Wert im Koordinatensystem, wenn der Roboter ein Leck entdecken würde?

**Zusatzaufgabe:** Konstruiert einen Roboter, der durch ein Abflussrohr fahren kann. Rohre gibt es im Baumarkt. Verdunkelt die Enden und bohrt ein Loch hinein. Kann der Roboter das Leck finden? Wenn kein Rohr vorhanden ist kann man auch Kartons nehmen.



## Welche Klänge kann der Soundsensor „hören“?

Für dieses Experiment braucht man einen Computer mit externen Lautsprechern oder eine andere Signalquelle wie z.B. Musikanlage oder Kopfhörer.

Die Dauer des Experiments sind 5 Sekunden bei 10 Samples pro Sekunde.

In diesem Experiment soll untersucht werden, welche Art von Tönen der Soundsensor unterscheiden kann.

Zu Beginn muss der Soundsensor kalibriert werden, d.h. dafür sorgen, dass der zu messende Ton nicht zu laut oder zu leise ist. Anschließend nimmt man eine Reihe von Tönen um zu sehen, wie der Soundsensor reagiert.

Eine super Software (gratis) um Testtöne zu erstellen:

**Der „Tone Generator Audio Test Tone Generator“** Link: <http://www.nch.com.au/tonegen/>

**Aufgabe:** Baue ein einfaches Stativ für den Soundsensor, damit er ungefähr in der Mitte des Lautsprechers steht.

1. Startet die NXT 2.0 Software. Erstellt ein neues Experiment mit dem Namen <“Sound“>. Die Dauer beträgt 5 Sekunden, die Rate 10 Samples pro Sekunde.
2. Verbindet den Soundsensor mit Port 2 an dem NXT.
- 3.



Frage: a) Welche Daten wird das Programm nach dem Start sammeln?

---

b) Wie viele Samples wird die Software aufgezeichnet haben?

---

Weiter geht es mit dem Kalibrieren.

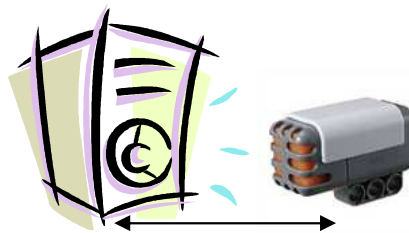
## Kalibrieren

Als **Kalibrierung** wird der Vergleich der mit einem Messgerät ermittelten Werte mit denen einer Referenz oder eines Normals bezeichnet. Dabei wird ermittelt, wie groß die Abweichung zwischen beiden Werten ist oder ob diese Abweichung innerhalb bestimmter Schranken liegt. Die gesetzlich vorgeschriebene Kalibrierung eines Messgerätes ist eine Eichung. *(aus Wikipedia)*

Stelle den Soundsensor im Abstand von 2-5 cm vor einen Lautsprecher, 1cm bei einem Kopfhörer.

Verbinde den NXT per USB mit dem Computer. Schalte den NXT und die Signalquelle ein und drücke in der Software „herunterladen und starten“. Es öffnet sich ein Fenster: „sound kalibrieren“. Auf die Schaltfläche klicken.

Es wird ein Graph aufgezeichnet. Sollte diese Linie außerhalb des Koordinatensystems liegen, so muss der Soundsensor näher oder weiter weg an die Signalquelle gestellt werden.



Die Linie sollte ungefähr in der Mitte des Koordinatensystems sein. Alle überflüssigen Linien, die durch Mehrfachmessungen entstanden sind bitte wieder löschen. Die kalibrierte Linie (Graph) in der Dataset-Tabelle den Namen „Frequenz“ geben.

### Aufgabe:

1. Spiele nun verschieden Frequenzen in deinen NXT und zeichne die Werte auf.
2. Stelle Vermutungen an, wie der Graph einer Trommel, eines Klaviers etc. aussieht.
3. Vergleiche deine Vermutungen mit den tatsächlich gemessenen Werten.
4. Stelle die Werte mit den Klangbeispielen deiner Klasse oder in der Gruppe vor.

Tonbeispiele findet man zum kostenlosen download unter [www.nxt-forum.de](http://www.nxt-forum.de) (Bereich Download). Die Registrierung im Forum ist kostenlos.

### Zusatzaufgabe:

Entwickle einen Roboter, der sich zu bestimmten Sounds oder Rhythmen bewegt.

## Bewegung kommt ins Spiel

Die **DARPA Urban Challenge 2007** ist ein Rennen zwischen autonomen Roboterfahrzeugen, das am 3. November 2007 in Victorville, CA auf der ehemaligen George Air Force Base stattgefunden hat.

Foto: <http://www.team-lux.com>



In diesem Experiment nutzen wir den Ultraschallsensor um zu untersuchen, wie weit sich der Roboter in einer bestimmten Zeit von der Wand entfernt hat.

Benötigt wird dazu ein einfacher Roboter ohne Lenkung (nur vorwärts und rückwärts Bewegung möglich).

Bsp.:

Der Ultraschallsensor sollte vor den NXT angebracht sein und zur Wand zeigen.

Ziel des Experiments: Eine präzise Kontrolle der Geschwindigkeit.

Um einen Referenzwert zu erhalten, lassen wir den Roboter mit einer Motorleistung von 40 % fahren und analysieren die gewonnenen Daten um die Geschwindigkeit zu erhalten. Dann verdoppeln wir die Motorenleistung.



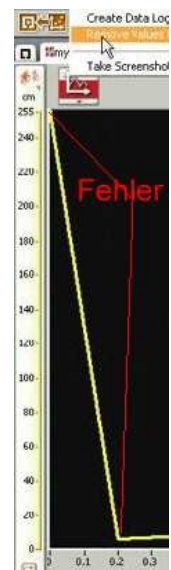
### Vorgehensweise

1. Schreibe ein einfaches Programm. Dauer 3 Sekunden, Rate 5, Ultraschall Port 4, Leistung 40%.



2. Verbinde den NXT mit dem Computer per USB.
3. Stelle den Roboter vor eine Wand.
4. Klicke auf „herunterladen und starten“ in der NXT 2.0 **Data-Logging** Software.

Der NXT (Software) zeichnet nun die Daten auf. Am Anfang der Aufzeichnung wird es einen Fehler geben. Lösche diesen Fehler unter Werkzeuge „Werte aus der Datenbank entfernen“. Der Fehler hat einen Wert von 254 bis 255.



Unter dem Icon „Analyse Werkzeug“ den Bereich der gemessen wurde markieren. Den Punkt „Ausgleichsgraph anzeigen“ aktivieren.



In der Tabelle öffnet sich nun eine Spalte mit dem Titel „Ausgleichsgerade“. Dort steht der Eintrag  $y = 13,92x + 1,71$ .

Das bedeutet in diesem Beispiel, dass der Roboter sich 13,92 cm pro Sekunde rückwärts bewegt hat.

Stellt nun eine Vermutung an und tragt diese ein: Wie ändert sich die Geschwindigkeit bei 80% Motorenleistung?

Dazu klickt man auf das Prognose-Tool ändert die Art der Vorhersage auf „Formel“ und gibt nun den doppelten Wert ein, also wir Vermuten dass der Roboter bei doppelter Leistung der Motoren, doppelt so schnell fährt.  $13,92 \text{ cm} \times 2 = 27,84 \text{ cm}$ .



Gehe nun in das Programm und ändere dort die Motorenleistung auf 80%. Setze den Roboter vor die Wand, verbinde den NXT mit dem Computer und starte das Programm aus der **Programm-Software** „herunterladen und starten“, **nicht aus der Data-Logging Software**.

Wechsel nach Beendigung des Programms in die Logging-Software und beseitige den Fehler am Anfang. Werte die Daten nun aus. Was stellst du fest?

**Aufgabe:** Der Roboter darf nicht mehr als 20cm/Sek. fahren. Überprüfe den Roboter mit Hilfe der Daten-Software.

**Zusatzaufgabe:** Kannst du ein Geschwindigkeitsmessgerät bauen?