

# Steuerung eines digitalen Rauchmelders

## Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	3
1.1 Leitfrage	3
1.2 Grundidee	3
1.3 Groblernziele	3
1.4 Feinlernziele	3
1.4.1 Physik-bezogene Lernziele	3
1.4.2 Informatik-bezogene Lernziele	3
1.4.3 NIU-bezogene Lernziele	4
1.5 Lernvoraussetzungen	4
1.6 Technische Voraussetzungen	4
1.7 Benötigte Materialien	4
1.8 Forschungsheft	5
1.9 Handreichung für Lehrkräfte	5
2 Unterrichtsverlauf	6
2.1 Übersicht über die Unterrichtsreihe	6
2.2 Tabellarische Verlaufspläne	6
2.2.1 Vorbereitungen vor Beginn der Durchführung	7
2.2.2 Stunde 1 (Prätests, Lichtstreuung)	8
2.2.3 Stunde 2 (Entwicklung einer Strategie)	9
2.2.4 Stunde 3a (Algorithmische Formulierung, Posttests)	10
2.2.5 Stunde 3b (Algorithmische Formulierung, Programmierung)	11
2.2.6 Stunde 4a (Testung des Rauchmeldermodells als Black Box)	12
2.2.7 Stunde 4b (Durchführung als Prototyp)	13
2.2.8 Stunde 5 (Posttests)	14
2.3 Detaillierte Verlaufsbeschreibungen	15
2.3.1 Stunde 1 (Prätests, Lichtstreuung)	15
2.3.2 Stunde 2 (Entwicklung einer Strategie)	16
2.3.3 Stunde 3a (Algorithmische Formulierung, Posttests)	18
2.3.4 Stunde 3b (Algorithmische Formulierung, Programmierung)	19
2.3.5 Stunde 4a (Testung des Rauchmeldermodells als Black Box)	21
2.3.6 Stunde 4b (Durchführung als Prototyp)	23
2.3.7 Stunde 5 (Posttests)	25
3 Lehr- und Bildungsplanbezüge	26
4 Fachwissenschaftliche Bemerkungen zu informatischen Inhalten	26

5 Didaktische und methodische Überlegungen	27
5.1 Auswahl der Ziele und Inhalte	27
5.2 Auswahl der Unterrichtsmittel und -materialien	28
6 Anhang	29
6.1 Projektion 1: „Durchführung der Tests“	30
6.2 Projektion 2: „Lichtstreuung“	31
6.3 Projektion 3: „Rauchmelder Grundprinzip“	32
6.4 Projektion 4: „Normierte Flussdiagramme“	33
6.5 Projektion 5: „Lösung Flussdiagramm“	34
6.6 Projektion 6: „Algorithmus Definition“	35
6.7 Projektion 7: „Bestandteile von Algorithmen“	36
6.8 Projektion 8: „Blockbausteine“	37
6.9 Projektion 9: „Grundlage Calliope“	38
6.10 Musterlösung zum Funktionsprinzip des Rauchmelders	39
6.11 Forschungsheft: „Rauchmelder (Funktionsprinzip)“	40
6.12 Forschungsheft: „Algorithmen“	41
6.13 Forschungsheft: „Zusatzaufgaben zu Algorithmen“	42
6.14 Forschungsheft: „Grundlagen zum Calliope mini“	43
6.15 Forschungsheft: „Programmieren mit MakeCode“	44
6.16 Forschungsheft: „Zusatzaufgaben zum Programmieren“	45
6.17 Forschungsheft: „Rauchmelder (Experiment)“	46
6.18 Forschungsheft: „Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)“	47
6.19 Bezugsmöglichkeiten für benötigte Materialien	48
6.20 Vorbereitung der Petrischalen und Kartonboxen	49

# 1 Einleitung

## 1.1 Leitfrage

Wie kann ein digitaler Rauchmelder realisiert werden?

## 1.2 Grundidee

Ein Lichtsensor (hier: Calliope mit integriertem Lichtsensor) misst den Lichteinfall. Die gemessene Lichtstärke erhöht sich bei Zugabe von Rauch (oder von Nebel), da durch diesen zusätzliches Licht in Richtung des Sensors gestreut wird. Der erhöhte Lichtstärkewert kann als Auslöser für ein Warnsystem genutzt werden, das ein Akustik- und/oder Lichtsignal erzeugt.



## 1.3 Groblernziele

- Die SuS kennen den Rauchmelder als Anwendung des Streulichtprinzips, verstehen das Funktionsprinzip und erarbeiten eine Strategie zur Umsetzung eines digitalen Rauchmelders.
- Die SuS bauen in einem Modellexperiment einen funktionsfähigen digitalen Rauchmelder und erproben diesen.

Anmerkung:

Falls kein Schülerexperiment durchgeführt werden soll, kann die Unterrichtsreihe auf Ziel (a) eingeschränkt werden. Das Modellexperiment zum Rauchmelder könnte in diesem Fall optional von der Lehrkraft demonstriert werden.

## 1.4 Feinlernziele

### 1.4.1 Physik-bezogene Lernziele

Die SuS können

- das Prinzip des Rauchmelders erläutern.
- eine Anwendung der Lichtstreuung und -absorption in einem technischen Bereich beschreiben.
- ein Funktionsmodell eines Rauchmelders planen und aufbauen.
- Sensoren als Bestandteile von zustandsbasierten Alarmsystemen benennen und erläutern.

### 1.4.2 Informatik-bezogene Lernziele

Die SuS können

- einen Algorithmus als Handlungsvorschrift mit eindeutigen und ausführbaren Anweisungen definieren.
- grundlegende Elemente von Flussdiagrammen (DIN 66001 Notation) nennen.
- in Flussdiagrammen grundlegende Elemente (siehe vorhergehendes Lernziel) identifizieren.
- einen Algorithmus mit Hilfe eines Flussdiagramms darstellen.

### 1.4.3 NIU-bezogene Lernziele

Die SuS können

9. eine Ablaufstrategie für die Streulichtmessung und Aktionsauslösung nach Schwellenwertvergleich entwickeln und formulieren.
10. die Ablaufstrategie für die Steuerung des Messkonzepts in Flussdiagrammdarstellung notieren.
11. für Teilprozesse der Bearbeitung wissenschaftlicher Problemstellungen geeignete Blockelemente identifizieren.
12. einen Rauchmelder mit einem Algorithmus mit Blocksprache abbilden.
13. einen Mess-/Versuchsablauf mit einem Blockprogramm steuern und automatisieren.

## 1.5 Lernvoraussetzungen

Die SuS kennen die Grundlagen der Strahlenoptik und das Phänomen der Lichtstreuung.

Programmierkenntnisse oder Vorkenntnisse zum Calliope mini sind nicht notwendig, reduzieren aber den Zeitbedarf für den experimentellen Teil (b) und eröffnen einen größeren Zeitraum für optionale Vertiefungen.

## 1.6 Technische Voraussetzungen

Benötigt werden für die Umsetzung des praktischen Teils

- Calliope mini (pro Gruppe ein Gerät)
- als digitale Endgeräte (pro Gruppe ein Gerät) entweder:
  - Tablets (zwingend notwendig, falls Lichtstärkewerte graphisch dargestellt werden sollen)
  - oder Laptops
  - oder PCs
- stabile Internetverbindung der Endgeräte
- auf den Tablets müssen folgende Apps in ihrer jeweils aktuellsten Version installiert sein:
  - *Calliope mini* App (zur Programmierung des Calliope mini)
  - *phyphox* App (nur falls Lichtstärkewerte graphisch dargestellt werden sollen)

## 1.7 Benötigte Materialien

Pro Experimentier-Gruppe wird zusätzlich zu den im vorhergehenden Abschnitt genannten Voraussetzungen folgendes Material benötigt:

- 1 Kartonbox (Länge, Breite und Höhe jeweils zwischen 9 -16 cm)
- 1 Petrischale (90mm x 15mm; zum Schutz des Calliope mini)
- 2 Gummibänder (60mm x 5mm, Dicke 2mm; zum Abdichten der Petrischalen)
- 1 Lichtquelle (hier: eine Taschenlampe, alternativ: z.B. Lichtbox)
- Reinigungsmittel (zum Reinigen der Petrischalen; z.B. Glas- oder Bildschirmreiniger)
- Rauchquelle (hier: eine Nebelmaschine für die gesamte Lerngruppe)

Falls die Durchführung dieser Unterrichtsreihe im Rahmen des GeNIUS-Projekts erfolgt, werden die Materialien durch die Projektgruppe zur Verfügung gestellt.

Andernfalls kann eine [Liste mit Bezugsmöglichkeiten \(siehe Anhang\)](#) bei der Zusammenstellung der Materialien unterstützen. Die Petrischalen und die Kartonboxen müssen in diesem Fall vor der Versuchsdurchführung präpariert werden. [Hinweise hierzu finden sich im Anhang.](#)

## 1.8 Forschungsheft

Sämtliche Aufgaben, Sicherungen, Informationen, Anleitungen und Ergebniskontrollen für SuS werden in einem zusammenhängenden „Forschungsheft“ gebündelt zur Verfügung gestellt. Falls diese Unterrichtsreihe im Rahmen des Projektes GeNIUS durchgeführt wird, werden die Forschungshefte als Klassensatz kostenlos bereitgestellt. Ansonsten steht das Forschungsheft zukünftig als Download zur Verfügung.

## 1.9 Handreichung für Lehrkräfte

Eine Handreichungsdatei kann als Unterstützung für die Vorbereitung und Durchführung der Unterrichtsreihe eingesetzt werden. Sie enthält die tabellarischen Stundenverlaufspläne, Hinweise und Vorschläge zu den einzelnen Unterrichtsstunden, Lösungsvorschläge zu den Aufgaben und bündelt die Darstellungen und Inhalte, die die Lehrkraft im Laufe der Unterrichtseinheit per Beamer oder digitaler Tafel projiziert. Ähnlich dem Forschungsheft dient sie somit auch als „Fahrplan“, mit dessen Hilfe sich die Lehrkraft innerhalb der Unterrichtsreihe orientieren kann und Wechsel zwischen den einzelnen Projektionen erleichtert werden.

## 2 Unterrichtsverlauf

### 2.1 Übersicht über die Unterrichtsreihe

Die Unterrichtsreihe kann in drei Varianten durchgeführt werden:

- Variante (a), Stunden 1-3a: **Strategieentwicklung**, kein Experiment

Die SuS erlernen das Funktionsprinzip eines Rauchmelders und entwickeln eine Strategie zur Umsetzung.

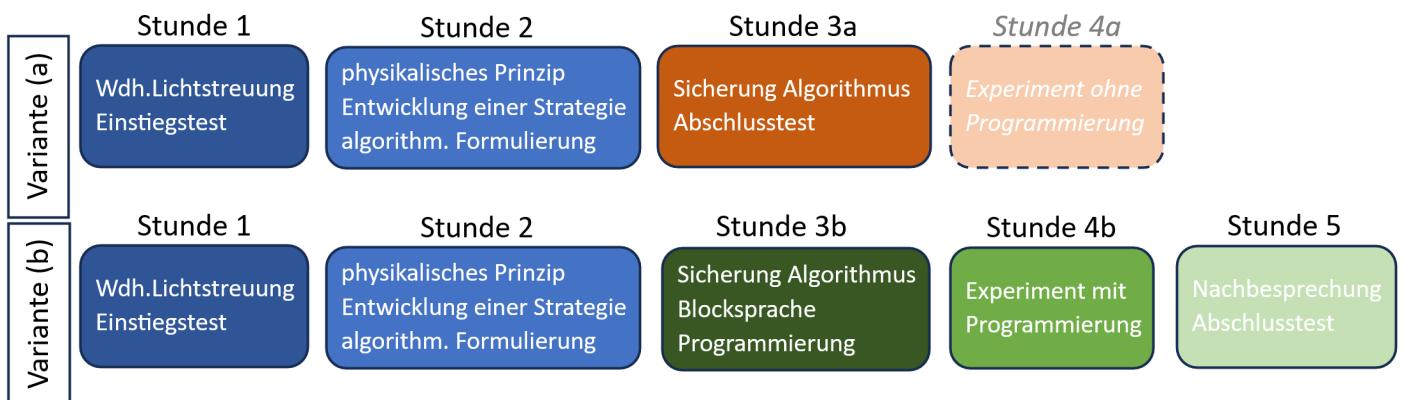
- Variante (a), Stunden 1-4a: **Strategieentwicklung und Experiment ohne Programmieren**

Die SuS erlernen das Funktionsprinzip eines Rauchmelders, entwickeln eine Strategie zur Umsetzung und führen das Experiment durch, ohne den Calliope programmieren zu müssen. Der Calliope wird lediglich als „fertiges“ Messinstrument eingesetzt.

- Variante (b), Stunden 1-5: **Strategieentwicklung und Experiment mit Programmieren**

Die SuS erlernen das Funktionsprinzip eines Rauchmelders, entwickeln eine Strategie zur Umsetzung und führen das Experiment durch, indem sie den Calliope programmieren und als anpassbares Messgerät verwenden.

**Hinweis:** Durch Anklicken einer Stunde gelangt man zum tabellarischen Verlaufsplan dieser Stunde.



### 2.2 Tabellarische Verlaufspläne

Im Folgenden sind die Verläufe der einzelnen Stunden tabellarisch in Kurzform dargestellt. Sie können z.B. ausgedruckt als „Fahrplan“ für den Unterricht dienen. Ausführliche Beschreibungen der Inhalte und Abläufe finden sich in [Kapitel 2.3](#).

*Bemerkung:* Alle Stundenverläufe sind mit einem Zeitansatz von 40 Minuten geplant, um genügend Zeitpuffer einzuräumen (z.B. für Raumwechsel oder für Schulen, deren Stundenwechsel ohne 5-Minuten-Pausen ablaufen.)

Verwendete Abkürzungen:

UG (Unterrichtsgespräch), LV (Lehrkraftvortrag), EA (Einzelarbeit), PA (Partnerarbeit), GA (Gruppenarbeit), HA (Hausaufgabe), FA1 (Aufgabe 1 im Forschungsheft)

## 2.2.1 Vorbereitungen vor Beginn der Durchführung

Falls die Durchführung dieser Unterrichtsreihe im Rahmen des GeNIUS-Projekts erfolgt, werden die einsatzbereiten Materialien durch die Projektgruppe zur Verfügung gestellt und die Unterrichtsreihe beginnt und endet mit einer Befragung und Testung der Schülerinnen und Schüler. Hierzu werden spätestens eine Stunde vor Beginn der eigentlichen Reihe Einverständniserklärungen an die Schülerinnen und Schüler ausgegeben sowie Forschungshefte und zugehörige Stickerbögen ausgeteilt. Zur anonymisierten Auswertung der Daten werden individuelle Identifikationsnummern ausgegeben, die die Lehrkraft vor Beginn der Unterrichtsreihe in einer eigenen oder einer zur Verfügung gestellten Liste den Namen der Schülerinnen und Schülern zuordnet.

Material	Aktion
- Einverständniserklärung und Informationsschreiben - Forschungsheft - Stickerbogen	<b>eine Stunde vor Beginn der Reihe</b> jeweils ein Exemplar pro SuS <b>austeilen</b> und <b>vorbereitende Hausaufgabe mitteilen</b> : (1) Einverständniserklärung ausfüllen und unterschreiben lassen. (2) Tragt auf dem Deckblatt des Forschungsheftes euren Forschungsnamen ein (nicht den echten Namen). (3) Bearbeitet im Forschungsheft die Aufgaben 1 & 3, opt. auch Aufgabe 2.
Liste mit Forschungs-IDs	Namen der SuS werden den IDs zugeordnet und in der Liste eingetragen
Tablets oder Laptops	WLAN Zugang sicherstellen
Calliope App	ggf. installieren / updaten
ggf. Phyphox App	Phyphox wird nur für Zusatzaufgaben benötigt; ggf. installieren / updaten
Taschenlampen	Leuchtstärke überprüfen, ggf. aufladen
Nebelmaschine	Füllstand des Nebelfluids überprüfen, ggf. auffüllen
Kartonboxen, Petrischalen	nur, falls nicht vom GeNIUS-Team bereitgestellt: Ausschnitte und Dichtungen vorbereiten (siehe Anhang)

## 2.2.2 Stunde 1 (Prätests, Lichtstreuung)

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
3'	Vorbereitung auf Prätests	- LK kann ein Erklärvideo des Projektes zu den Tests zeigen - LK erläutert Ablauf des Prätests	LV	- <a href="#">Erklärvideo zu den Prätests</a> - <a href="#">Projektion „01 Testdurchführung“</a>
25'	Durchführung des Prätests	- SuS bearbeiten die Prätests	EA	- Prätest-Heft + 2 Leistungstests (1x fachspezifisch, 1x Informatik)
2'	Abschluss des Prätests	- LK sammelt Testhefte und Leistungstests ein	-	-
10'	Vorwissenaktivierung	- stiller Impuls: Abb. mit frontalem/seitlichem Blick auf Lichtbündel einer Lichtquelle  - LK: „Wie kann das Licht sichtbar gemacht werden?“ —> Lichtstreuung	UG	- <a href="#">Projektion „02 Lichtstreuung Abb.1“</a>  - <a href="#">Projektion „02 Lichtstreuung Abb.2“</a>

➤ [zur ausführlichen Stundenbeschreibung](#)

## 2.2.3 Stunde 2 (Entwicklung einer Strategie)

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
10'	Einführung des Rauchmelders	<ul style="list-style-type: none"> <li>- schematische Abb. des Rauchmelders im Normalzustand wird erläutert</li> <li>- schematische Abb. bei Raucheneintritt —&gt; „Was passiert nun mit dem eingestrahlten Licht?“ —&gt; Streuung in Richtung Sensor</li> </ul>	LV  UG	<a href="#">Projektion „03_Rauchmelder Abb.1“</a>  <a href="#">Projektion „03_Rauchmelder Abb.2“</a> <a href="#">Projektion „03_Rauchmelder Abb.3“</a>
7'	Erarbeitung 1	- Ablaufstrategie zur Steuerung des Rauchmelders entwickeln	UG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tafel: „Ablaufstrategie analog formuliert“ (siehe <a href="#">Musterlösung</a>)</li> </ul>
5'	Sicherung 1	- SuS sichern die Ablaufstrategie zum Rauchmelder	EA	<a href="#">Forschungsheft F.A4 Teil 1</a>
3'	Auftragsübergabe	- LK führt hin zu standardisierten Darstellungen von Flussdiagrammen („Damit alle Menschen einen Ablaufplan leicht verstehen können, wurde eine übersichtliche Darstellung in Form von sog. Flussdiagrammen entwickelt.“)	LV	<a href="#">Projektion „04_Normierte Flussdiagramme“</a>
10'	Erarbeitung 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS erstellen Flussdiagramm der Ablaufstrategie</li> <li>- Differenzierung: „Wie könnte man eine Alarmauswahl realisieren?“</li> <li>- Differenzierung: „Wie können Rauchmelder vernetzt werden?“</li> <li>- Differenzierung: „Wie kann der Schwellenwert bestimmt werden?“</li> </ul>	PA  PA  PA  PA	<a href="#">Forschungsheft F.A4 Teil 2</a>  <a href="#">Forschungsheft S. 13</a> und weitere Aufgaben auf dieser <a href="#">Webseite</a>
5'	Sicherung 2	- mögliche Lösungen zum Flussdiagramm werden gezeigt und SuS nehmen ggf. Anpassungen vor	UG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dokumentenkamera o.Ä., evtl. <a href="#">Projektion „05_Musterlösung Flussdiag.“</a></li> <li>- <a href="#">Forschungsheft F.A4 Teil 2</a></li> </ul>

➤ [zur ausführlichen Stundenbeschreibung](#)

## 2.2.4 Stunde 3a (Algorithmische Formulierung, Posttests)

*Variante von Stunde 3, Ende der Reihe falls nicht experimentiert wird*

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
5'	Einführung des Algorithmusbegriffs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LK zeigt Flussdiagrammdarstellung des Rauchmelders → „Dies ist die Darstellung eines Algorithmus.“ → „Was ist ein Algorithmus?“</li> <li>- LK nennt häufige Bestandteile von Algorithmen (Anweisungen, Wiederholungen, bedingte Verzweigungen)</li> </ul>	LV UG LV	<a href="#">Projektion „05 Lösung Flussdiagramm“</a> <a href="#">Projektion „06 Algorithmus Definition“</a> <a href="#">Projektion „07 Algorithmus Bestandteile“</a>
5'	Sicherung 1	- SuS notieren Definition „Algorithmus“ und Bestandteile	EA	<a href="#">Forschungsheft F.A5</a> und Ergänzungen zu F.A4 Teil 1 und Teil 2
25'	Durchführung der Posttests	- SuS bearbeiten die Posttests	EA	- Posttest-Heft + 2 Leistungstests (1x fachspezifisch, 1x Informatik)
5'	Ende der Posttests	- LK sammelt Testhefte und Leistungstests ein	–	–
<p>Reihe kann hier enden oder es wird optional Stunde 4a angehängt, um das Experiment ohne Programmieren durchzuführen.  <b>Falls die Reihe hier endet</b>, wird als Hausaufgabe das Erstellen des Bildes „Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)“ (<a href="#">Forschungsheft F.A7</a>) aufgegeben.          Die Forschungshefte der SuS werden dann in der Folgestunde eingesammelt.</p>				

➤ [zur ausführlichen Stundenbeschreibung](#)

## 2.2.5 Stunde 3b (Algorithmische Formulierung, Programmierung)

*Variante von Stunde 3, falls experimentiert und programmiert wird*

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
5'	Einführung des Algorithmusbegriffs	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LK zeigt Flussdiagrammdarstellung des Rauchmelders → „Dies ist die Darstellung eines Algorithmus.“ → „Was ist ein Algorithmus?“</li> <li>- LK nennt häufige Bestandteile von Algorithmen (Anweisungen, Wiederholungen, bedingte Verzweigungen)</li> </ul>	LV UG LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Projektion „05_Lösung Flussdiagramm“</a></li> <li>- <a href="#">Projektion „06_Algorithmus Definition“</a></li> <li>- <a href="#">Projektion „07_Algorithmus Bestandteile“</a></li> </ul>
5'	Sicherung 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS notieren Definition „Algorithmus“ und „Bausteine“ und ergänzen im vorhergehenden Flussdiagramm die Bausteine</li> </ul>	EA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Forschungsheft F.A5</a> (S.12) und Ergänzungen zu F.A4 (S. 11) Teil 2 (→ <a href="#">Musterlösung</a>)</li> </ul>
5'	Auftragsübergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LK führt hin zu Elementen der Blockprogrammierung und zu MakeCode: „Es gibt weitere Möglichkeiten, einen Algorithmus darzustellen, z.B. mit sogenannten Blöcken.“</li> </ul>	LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Video „Blockprogrammierung mit MakeCode“</a> (Teile 1 und 5)</li> <li>- <a href="#">Projektion „08_Blockbausteine“</a></li> </ul>
15'	Erarbeitung 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS setzen das Flussdiagramm mittels MakeCode in ein blockbasiertes Programm um und testen mittels der in MakeCode integrierten <b>Simulation</b>; Schwellenwert wird von LK vorgegeben</li> <li>- mögliche Differenzierungen: Lichtstärke in Graph anzeigen; Komfortfunktionen; Rauchmelder vernetzen</li> </ul>	PA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tablet/Laptop/PC ohne Calliope</li> <li>- <a href="#">Forschungsheft F.A6</a> (S. 15)</li> <li>- Projektion „Schwellenwert“</li> <li>- <a href="#">Forschungsheft Zusatzaufgaben S. 16/17</a></li> </ul>
5'	Sicherung 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsentation einer SuS- oder Musterlösung und Hinweis auf die Musterlösungen im Forschungsheft</li> </ul>	UG	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Projektion einer (<a href="#">Muster-)Lösung</a> → <a href="#">Forschungsheft S. 17</a></li> </ul>
5'	Auftragsübergabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LK führt hin zu Calliope -&gt; Programmierauftrag für Folgestunde</li> </ul>	LV	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Calliope „Übersicht“, Calliope/iPad</a></li> </ul>
HA	Hausaufgabe*	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS bearbeiten (interaktives) digitales AB zu Calliope</li> </ul>	EA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forschungsheft S.18: Link zu <a href="#">Übung</a></li> </ul>

↗ zur ausführlichen Stundenbeschreibung

\*Bem: Falls Stunde 3b und 4b als Doppelstunde durchgeführt werden, entfällt die Hausaufgabe und damit das interaktive Arbeitsblatt.

## 2.2.6 Stunde 4a (Testung des Rauchmeldermodells als Black Box)

*optional; Variante von Stunde 4, falls experimentiert, aber nicht programmiert wird*

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
5'	Einstieg Calliope	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LK zeigt wichtigste Bauteile des Calliope, erläutert die Bedienung des Calliope und klärt Fragen</li> <li>- Austeilen der vorprogrammierten Calliope</li> </ul>	LV,UG PA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Webseite „Calliope Übersicht“</a>;</li> <li>- <a href="#">Projektion „09_Calliope“ Abb. 2</a></li> <li>- Calliope mit vorinstalliertem Programm</li> </ul>
30'	Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS bauen das Experiment auf anhand der Anleitung</li> <li>- SuS führen das Experiment durch</li> <li>- Differenzierung: Darstellung der Lichtstärke mit Phyphox</li> </ul>	PA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 20/21</a></li> <li>- Versuchsmaterialien</li> <li>- Tablet oder Handy mit Phyphox-App</li> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 16 „Lichtstärke“</a></li> </ul>
5'	Abbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiment wird abgebaut</li> </ul>	PA	-
HA	Abschlussaufgabe	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zum Abschluss der Reihe sollen die SuS das Sticker-Bild „Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)“ anfertigen. Falls noch Zeit ist, kann dies zum Abschluss der Stunde geschehen, ansonsten kann dies auch als Hausaufgabe erledigt werden. Nach Abschluss der Aufgabe sammelt die LK die Forschungshefte ein.</li> </ul>	EA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Forschungsheft F.A7</a></li> </ul>

➤ [zur ausführlichen Stundenbeschreibung](#)

## 2.2.7 Stunde 4b (Durchführung als Prototyp)

*Variante von Stunde 4, falls programmiert und experimentiert wird*

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
5'	Einstieg Calliope*	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sicherung der HA*: LK zeigt wichtigste Schritte und klärt Fragen; Schwellenwert wird von LK erneut vorgegeben</li> <li>- Austeilung des Calliope</li> </ul>	LV,UG PA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Projektion „09_Calliope“ Abb. 2</a></li> <li>- Calliope, Tablet/PC/Laptop</li> </ul>
30'	Erarbeitung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- SuS programmieren den Calliope bzw. übertragen das in der vorherigen Stunde erstellte Programm auf den Calliope</li> <li>- SuS bauen das Experiment anhand der Anleitung auf und führen das Experiment durch</li> <li>- Differenzierungen:           <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verwenden eines vorprogrammierten Calliopes</li> <li>- Lichtstärke in Graph anzeigen</li> <li>- Komfortfunktionen</li> <li>- Rauchmelder vernetzen</li> </ul> </li> </ul>	PA  PA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 14/15</a></li> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 18/19</a></li> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 20/21</a></li> <li>- Versuchsmaterialien</li> <li>- Calliope mit vorinstalliertem Programm</li> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 16</a></li> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 16</a></li> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 17</a></li> </ul>
5'	Abbau	- Experiment wird abgebaut	PA	-
HA	Hausaufgabe	- SuS notieren ihr Fazit zum Versuch und erstellen das Sticker-Bid „Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)."	EA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="#">Forschungsheft S. 22</a></li> <li>- <a href="#">Forschungsheft F.A7</a> (S. 23) + Sticker</li> </ul>

➤ [zur ausführlichen Stundenbeschreibung](#)

\*Bem: Falls die vorangehende Hausaufgabe entfallen ist, schließt der Einstieg direkt an die Erklärungen zu Calliope und MakeCode aus Stunde(3b) an.

## 2.2.8 Stunde 5 (Posttests)

Zeit	Phase	Verlauf	Methode	Medien/Material
10'	Reflektion	- LK und SuS reflektieren die Unterrichtsreihe	UG	- Fazit im Forschungsheft S. 22
25'	Durchführung der Posttests	- SuS bearbeiten die Posttests	EA	- Posttest-Heft + 2 Leistungstests (1x fachspezifisch, 1x Informatik)
5'	Abschluss der Posttests	- LK sammelt Testhefte, Leistungstests und Forschungshefte ein	–	–
<b>Reihe endet hier</b>				

› [zur ausführlichen Stundenbeschreibung](#)

## 2.3 Detaillierte Verlaufsbeschreibungen

---

### 2.3.1 Stunde 1 (Prätests, Lichtstreuung)

---

#### Inhalt

- Durchführung der Prätests
- Aktivierung des Vorwissens zu Lichtstreuung

#### Stundenziel

- Die SuS können das Streulichtprinzip auf den Strahlengang einer Lichtquelle anwenden.

#### Ablauf

##### Prätests:

Zu Beginn der Stunde werden die Prätests, welche unter anderem Vorkenntnisse, Motivation und Selbstkonzept der SuS abfragen, durchgeführt. Hierzu kann die Lehrkraft ein vom Projektteam erstelltes Erklärvideo zeigen und anschließend Erläuterungen zur Durchführung der Tests projizieren und die Testhefte und Leistungstests an die SuS austeilen. Nach Beendigung der Prätests werden die Testhefte und Leistungstests eingesammelt.

##### Vorwissensaktivierung:

Nach Beendigung der Prätests zeigt die Lehrkraft als stillen Impuls Abbildungen einer eingeschalteten Lampe, die im ersten Bild frontal mit ihrem Lichtkegel auf den Betrachter zeigt und im zweiten Bild seitlich zum Betrachter ausgerichtet ist, so dass ihr Lichtkegel nicht zu erkennen ist. Die SuS werden vermutlich den Bezug zum physikalischen Sehvorgang („Wir sehen Licht nur, wenn es unser Auge trifft.“) erkennen und äußern. Mit der Anschlussfrage „Wie kann das Licht der seitlich ausgerichteten Lampe sichtbar gemacht werden?“ werden die SuS zur Lichtstreuung geführt und nennen vermutlich das Einbringen von Tröpfchen, Rauch oder Nebel als mögliche Streustoffe. Damit ist das Verständnis des Grundprinzips eines auf dem Streulichtprinzip basierenden Rauchmelders angebahnt.

Alternativ zu den genannten Abbildungen kann die Lehrkraft die Lichtstreuung in einem realen Experiment demonstrieren. Hierzu kann beispielsweise die später für den Rauchmelder-Prototyp eingesetzte Nebelmaschine verwendet und der entstehende Nebel mit einer Lichtquelle angestrahlt werden. Weitere Möglichkeiten zur Thematisierung der Lichtstreuung sind der Einsatz gängiger Erklärvideos oder Animationen.

---

## 2.3.2 Stunde 2 (Entwicklung einer Strategie)

---

### Inhalt

- Streulichtprinzip beim Rauchmelder
- Ablaufstrategie (d.h. Abfolge der einzelnen Aktionen zur Steuerung des Rauchmelders) entwickeln
- Flussdiagramme

### Stundenziel

- Die SuS können die Ablaufstrategie zur Steuerung eines Rauchmelders als Flussdiagramm darstellen.

### Ablauf

#### Einführung:

Die Lehrkraft projiziert zu Beginn der Stunde die schematische Abbildung eines Rauchmelders im Normalzustand (d.h. der Alarm ist nicht ausgelöst), erläutert die einzelnen Komponenten und hebt hervor, dass vor allem die Ausrichtung der Lichtquelle von großer Bedeutung ist. Sie ist nämlich derart positioniert, dass ihre Lichtstrahlen den Lichtsensor nicht treffen. Anschließend wird die Abbildung projiziert, in der zusätzlich der Rauch im Strahlengang, noch nicht aber die Streuung der Strahlen gezeigt wird. Durch die Fragestellung „Was passiert nun mit dem eingestrahlten Licht?“ sollen die SuS auf die Erkenntnis hingeführt werden, dass durch die Lichtstreuung an den Rauchpartikeln das Licht zum Lichtsensor gelangt und dieser in der Folge ein Alarmsignal (z.B. das Aufleuchten einer LED) auslösen kann. Die zugehörigen Abbildungen und eine zugehörige Erklärung sind im Forschungsheft enthalten und müssen daher nicht zusätzlich von den SuS gesichert werden.

Falls gewünscht und falls es der zeitliche Rahmen zulässt, können zum Stundeneinstieg auch handelsübliche Rauchmelder zur Ansicht herumgegeben werden, bestenfalls sowohl in einer geschlossenen als auch in einer geöffneten Variante, die das Innenleben des Gerätes zeigt.

#### Erarbeitung 1: Ablaufstrategie als Sequenz stimmiger Schritte

Nun wird in einem Unterrichtsgespräch die Ablaufstrategie entwickelt, mit der der Rauchmelder gesteuert werden kann. Die einzelnen Bestandteile dieser Strategie werden als stimmige Reihenfolge von Schritten (d.h. als Algorithmus) stichwortartig in solcher Form an der Tafel notiert, dass sie den Übergang zu einer Flussdiagramm-Notation erleichtern.

#### Sicherung 1:

Die SuS übertragen den Tafelanschrieb zur alltagssprachlich formulierten Strategie ins Forschungsheft.

#### Auftragsübergabe:

Die Lehrkraft erläutert, dass man standardisierte Symbole zur vereinfachten Darstellung solcher Ablaufdarstellungen eingeführt hat und projiziert entsprechende Elemente von Flussdiagrammen.

#### Erarbeitung 2: Erstellung eines strukturierten Flussdiagramms

Die SuS formulieren nun die Ablaufstrategie mit Hilfe der projizierten Elemente als Flussdiagramm in ihrem Forschungsheft.

#### Differenzierungsmöglichkeiten für schnelle SuS:

Es stehen zusätzliche Anschlussfragen zur Auswahl, zu denen im Team oder alleine Lösungsvorschläge erarbeitet und handschriftlich notiert werden. Zu gegebener Zeit können diese Vertiefungen der Klasse vorgestellt werden. Im Folgenden sind diese ergänzenden Fragestellungen und Erklärungen dazu festgehalten:

**„Wie könnte man eine Alarmauswahl realisieren?“**

Um zwischen verschiedenen Alarmsignalen (unterschiedliche Töne, optisches Signal) auswählen zu können, muss der Befehl „Alarm an“ spezifiziert werden (z.B. zu „akustischer Alarm an“) und der Algorithmus muss zusätzliche bedingte Verzweigungen enthalten. So könnte man z.B. zu Beginn des Algorithmus abfragen, ob Knopf A gedrückt ist. Falls ja, wird eine Rauchmelderschleife betreten, die den Befehl „akustischer Alarm an“ verwendet. Falls nein, kann abgefragt werden, ob Knopf B gedrückt ist, um gegebenenfalls eine Schleife zu betreten, die den Befehl „optischer Alarm an“ verwendet.

**„Wie könnten und warum sollten Rauchmelder vernetzt werden?“**

Sind Rauchmelder miteinander vernetzt, können sie ihr Alarmsignal an weiter entfernte Rauchmelder in anderen Gebäudeteilen weitergeben, um dort ebenfalls ein Alarmsignal auszugeben und Menschen zu warnen. Eine Vernetzung könnte per Funkverbindung oder über eine elektrische Verkabelung erfolgen (ähnlich den Powerlines zur Datenübertragung über Stromleitungen). Anmerkung: Sowohl eine Funkvernetzung als auch eine Verkabelung sogar mehrerer Rauchmelder könnten mit Calliope umgesetzt werden. In dieser Unterrichtsreihe beschränken wir uns jedoch auf die Vernetzung per Funkverbindung.

**„Wie kann der Schwellenwert bestimmt werden?“**

Man lässt sich die Lichtstärke ausgeben und beispielsweise in einem Diagramm darstellen. Während der Rauchzugabe beobachtet man, auf welche Werte die Lichtstärke ansteigt. Nun wählt man einen Schwellenwert aus, der oberhalb des Normalwerts, aber auch weit genug unterhalb des Maximalwerts liegt, so dass der Alarm auch schon bei geringen Rauchmengen ausgelöst wird.

**Weitere Übungen zu Flussdiagrammen**

Auf einer Webseite sind weitere Aufgaben zur Verfügung gestellt, die mit Hilfe von interaktiven Elementen und in verschiedenen Schwierigkeitsstufen das Erstellen von Flussdiagrammen trainieren.

**Sicherung 2:**

Eine SuS- oder [Musterlösung eines Flussdiagramms](#) wird gezeigt. Die SuS nehmen gegebenenfalls Anpassungen an ihrer eigenen Lösung vor.

---

### 2.3.3 Stunde 3a (Algorithmische Formulierung, Posttests)

---

#### Inhalt

- Definition eines Algorithmus und dessen Bestandteile
- Posttests

#### Stundenziel

- Die SuS können erklären, was ein Algorithmus ist und aus welchen wesentlichen Bestandteilen er aufgebaut ist.

#### Ablauf

##### Einführung:

Die Lehrkraft knüpft an das Ende der letzten Stunde an und zeigt ein entsprechendes Flussdiagramm. Mit der Aussage, dass man das, was mit Hilfe des entwickelten Ablaufdiagramms beschrieben wird, auch als „Algorithmus“ bezeichnet, leitet die Lehrkraft zur Begriffsdefinition über und projiziert diese. Wichtig ist an dieser Stelle die Betonung der Tatsache, dass ein Algorithmus auf verschiedene Arten dargestellt werden kann. D.h., nicht nur das Flussdiagramm, sondern auch die zu Beginn der letzten Stunde alltagssprachlich formulierte Darstellung beschreiben letztlich den gleichen Algorithmus.

##### Sicherung 1:

Die SuS übertragen die Definition und die Bestandteile eines Algorithmus in ihr Forschungsheft und markieren in ihrem Ablaufdiagramm und in ihrem Flussdiagramm beispielhaft die den Bestandteilen eines Algorithmus entsprechenden Stellen.

##### Posttesst:

Die Stunde endet mit der Durchführung der Posttests, die in ihrem Ablauf den Prätests, die zu Beginn der Reihe durchgeführt wurden, entspricht. Die Reihe kann an dieser Stelle enden oder aber mit der Durchführung des Experiments (Testung des Rauchmeldermodells als Black Box ohne eigene Programmierung) fortgesetzt werden ([-> Stunde 4a](#)). Falls die Reihe hier endet, wird als Hausaufgabe das Erstellen des Bildes „Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)“ im Forschungsheft aufgegeben. Die Lehrkraft teilt hierzu neue Stickerbögen an die SuS aus. Die Forschungshefte der SuS werden dann in der Folgestunde eingesammelt.

---

## 2.3.4 Stunde 3b (Algorithmische Formulierung, Programmierung)

---

### Inhalt

- Definition eines Algorithmus und dessen Bestandteile
- Blockprogrammierung mit MakeCode
- Einführung des Calliope

### Stundenziele

- Die SuS können erklären, was ein Algorithmus ist und aus welchen wesentlichen Bestandteilen er aufgebaut ist.
- Die SuS können das Flussdiagramm in ein Blockprogramm überführen und programmieren.

### Ablauf

#### Einführung:

Die Lehrkraft knüpft an das Ende der letzten Stunde an und zeigt ein entsprechendes Flussdiagramm. Mit der Aussage, dass man das, was mit Hilfe des entwickelten Ablaufdiagramms beschrieben wird, auch als „Algorithmus“ bezeichnet, leitet die Lehrkraft zur Begriffsdefinition über und projiziert diese. Wichtig ist an dieser Stelle die Betonung der Tatsache, dass ein Algorithmus auf verschiedene Arten dargestellt werden kann. D.h., nicht nur das Flussdiagramm, sondern auch die zu Beginn der letzten Stunde alltagssprachlich formulierte Darstellung beschreiben letztlich den gleichen Algorithmus. Optional kann zur Veranschaulichung des Algorithmusbegriffs ein kurzes Rollenspiel durchgeführt werden, in welchem SuS die von einer anderen Person vorgegebenen Handlungsanweisungen ausführen (z.B. „Drehe dich um 90° im Uhrzeigersinn. Gehe geradeaus, bis ...“). Hierbei sollte das Augenmerk auf die Eindeutigkeit und die Ausführbarkeit von Anweisungen gerichtet werden.

#### Sicherung 1:

Die SuS übertragen die Definition und die Bestandteile eines Algorithmus in ihr Forschungsheft und markieren in ihrem Ablaufdiagramm und in ihrem Flussdiagramm beispielhaft die den Bestandteilen eines Algorithmus entsprechenden Stellen.

#### Auftragsübergabe:

Die Lehrkraft erläutert, dass eine alternative Darstellung des gleichen Algorithmus auch mit Blockdiagrammen geschehen kann, die von Computern abgearbeitet werden können. Dazu werden die wichtigsten Blockbausteine projiziert und kurze [Einführungsvideos zu MakeCode](#) gezeigt.

Erarbeitung 1: Erstellung eines strukturierten Blockdiagramms. Die SuS starten die *Calliope mini* App und erstellen darin ein neues MakeCode-Projekt. Mit Hilfe der im Forschungsheft dargestellten Blöcke erstellen sie eine Umsetzung des Flussdiagramms. Anhand der in MakeCode integrierten Simulation des Calliope können die SuS die Funktion ihres Programms direkt überprüfen. Die SuS können ihr Programm in der Folgestunde wieder verwenden, falls sie es speichern und die verwendeten Endgeräte fest zugeordnet sind. Ansonsten kann das Programm aber auch in der nächsten Stunde innerhalb weniger Minuten neu erstellt werden.

#### Anmerkung zum Schwellenwert:

Der Schwellenwert ist abhängig von der genauen Konfiguration des Rauchmelder-Modells, vor allem von den verwendeten Licht- und Rauchquellen. Aus diesem Grund wird, weder in diesem Entwurf noch im Forschungsheft, ein fester Schwellenwert vorgegeben, sondern den SuS individuell von der

Lehrkraft im Rahmen der Präsentationsdatei mitgeteilt. Für die von uns getesteten Materialien ([siehe Bezugssquellen](#)) ergibt sich ein Schwellenwert von ca. 170 (willkürliche Einheit).

#### Differenzierungsmöglichkeiten:

Es können zusätzliche Funktionalitäten implementiert werden, zu denen unter Umständen schon in der vorangegangen im Rahmen der Zusatzaufgaben Strategien entwickelt wurden: (i) das Senden von Daten per Bluetooth an die Phyphox-App kann vorbereitet werden; (ii) Komfortfunktionen für die Bedienung des Rauchmelders (z.B. die Auswahl des Alarmsignals) können eingebaut werden; (iii) die Funkvernetzung zweier Rauchmelder kann programmiert werden. Anleitungen zur Umsetzung dieser Möglichkeiten werden den SuS online auf Hilfeseiten, die über QR-Codes im Forschungsheft erreichbar sind, zur Verfügung gestellt.

#### Sicherung 2:

Eine SuS- oder [Musterlösung](#) eines Blockdiagramms wird präsentiert und diskutiert. Die Musterlösung ist auch im Forschungsheft an geeigneter Stelle abgebildet, sodass die SuS das Blockdiagramm nicht zeitaufwendig übertragen müssen.

#### Auftragsübergabe:

Die SuS schauen gemeinsam mit der Lehrkraft auf der offiziellen Calliope Website eine [Übersicht zum Calliope](#) und die [Erklärsschritte](#) an, in denen gezeigt wird, wie der Calliope mit der App verbunden und das MakeCode-Programm auf ihn übertragen wird. Dies mündet in den Auftrag, den Calliope in der Folgestunde so zu programmieren, dass er in unserem Rauchmeldermodell eingesetzt werden kann.

#### Hausaufgabe:

Die SuS bearbeiten mit Hilfe der offiziellen [Calliope Webseite](#) (Abschnitt „Übersicht“) ein passendes interaktives Arbeitsblatt zur Vorbereitung auf die nächste [Stunde 4b](#). Falls die Stunden 3b und 4b als Doppelstunde durchgeführt werden, entfällt die Hausaufgabe und der Beginn von Stunde 4b schließt direkt an die gezeigten Erklärungen zum Calliope und zu MakeCode an.

---

## 2.3.5 Stunde 4a (Testung des Rauchmeldermodells als Black Box)

---

### Inhalt

- Durchführen des Experiments (Schwerpunkt Schülerübung als bestätigendes Experiment)

### Stundenziel

- Die SuS können das Modell eines digitalen Rauchmelders aufbauen und testen.

### Ablauf

#### Einstieg Calliope:

Die Lehrkraft weist mit Hilfe der offiziellen [Calliope-Übersichtsseite](#) und/oder mit der entsprechenden Abbildung in der Handreichung auf die wichtigsten Punkte zur Nutzung des Calliope (Batteriefach anschließen, Lage des Lichtsensors) hin. Hierbei sollte betont werden, dass sich das Batteriekabel nur schlecht von der Anschlussstelle lösen lässt und die SuS beim Entfernen des Batteriefachs sehr vorsichtig agieren müssen, um das Kabel nicht zu beschädigen. Nachdem etwaige Fragen geklärt sind, werden die Calliope und die übrigen Versuchsmaterialien an die Zweierteams ausgegeben.

#### Erarbeitung: Inbetriebnahme des vorprogrammierten Calliopes

Der Calliope, den die SuS verwenden, ist für diese Variante bereits mit dem passenden Programm zur Steuerung des Rauchmelders bespielt worden. Er muss daher, nachdem das Batteriefach angeschlossen wurde, nur eingeschaltet werden. Sobald die vom Calliope gemessene Lichtstärke oberhalb des eingestellten Schwellenwerts liegt, wird ein akustisches Signal ertönen. Um dies zu verhindern, können die SuS die LED-Matrix und damit den Lichtsensor des Calliope abdecken oder den Calliope jederzeit ausschalten. Nach erneutem Einschalten ist der Calliope sofort wieder betriebsbereit.

#### Versuchsaufbau und -durchführung:

Nachdem die SuS die Funktion des Calliope überprüft haben, bauen sie das Experiment anhand der Anleitung im Forschungsheft auf. Dabei ist vor allem darauf zu achten, dass die Lichtquelle gut positioniert ist (Punkt 6 der Aufbauanleitung) und auf ihrer stärksten Helligkeitsstufe betrieben wird. Nachdem der Versuch aufgebaut wurde, kann die Durchführung mit dem Einbringen von Rauch oder Nebel beginnen. Hierzu wird die Nebelmaschine zentral aufgestellt, so dass die Teams nacheinander ihren Rauchmelder vor der Nebelmaschine positionieren (Punkt 1 der Durchführungsanleitung) können. Die Lehrkraft löst einen kurzen Nebelstoß aus und die SuS überprüfen die Funktionsweise ihres Rauchmelders und identifizieren und korrigieren mögliche Fehler (am häufigsten wird dies die Positionierung der Lampe, das Verrutschen des Calliope oder eine vom Nebel zu sehr beschlagene Petrischale sein). Alternativ können auch Räucherstäbchen als Rauchquelle eingesetzt werden. Wegen der einfacheren Handhabung und der geringeren Geruchsbildung ist im Normalfall die Nebelmaschine zu bevorzugen. Es ist hierbei aber zu beachten, dass Nebelmaschinen relativ heiß werden können und nicht zu viel Nebel produziert werden sollte, um keine im Raum fest installierten Rauchmelder auszulösen. Vor diesem Hintergrund ist eine Durchführung des Experiments unter einem Rauchabzug von Vorteil. Auch kann es bei zu viel Nebeleintritt zu einer übermäßigen Lichtabsorption im Rauchmelder kommen, so dass die gemessene Lichtstärke nicht den eingestellten Schwellenwert erreicht.

#### Differenzierungsmöglichkeit für stärkere SuS:

Es bietet sich die Darstellung der vom Calliope gemessenen Lichtstärke auf der Phyphox-App an. Auch

diese Funktionalität ist bereits auf dem Calliope vorprogrammiert. Es muss lediglich das passende Phyphox-Experiment gestartet und der Calliope mit diesem verbunden werden. Details hierzu finden sich auf einer Online-Hilfeseite, die über einen QR-Code im Forschungsheft erreicht werden kann.

#### Abbau und Abschluss

Nach dem Abbau des Experiments notieren die SuS im Forschungsheft ihr Fazit zum Versuch und erstellen wie zu Beginn der Reihe ein Sticker-Bild (“Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)”). Falls hierzu innerhalb der Stunde nicht genug Zeit verbleibt, kann dies auch als Hausaufgabe erledigt werden. Die Forschungshefte der SuS werden dann in der Folgestunde eingesammelt.

---

## 2.3.6 Stunde 4b (Durchführung als Prototyp)

---

### Inhalt

- Durchführen des Experiments

### Stundenziel

- Die SuS können das Modell eines digitalen Rauchmelders programmieren, aufbauen und testen.

### Ablauf

#### Einstieg Calliope:

Falls die Stunden 3b und 4b nicht zusammenhängend unterrichtet werden, knüpft die Lehrkraft an die in Stunde 3b gestellte Hausaufgabe an. Werden die Stunden als Doppelstunde durchgeführt, knüpft der Einstieg direkt an die zuvor gezeigten [Videos zu MakeCode](#) und die [Übersichtsseiten](#) zum Calliope und dessen [Verbindung mit der MakeCode App](#) an. In beiden Fällen weist die Lehrkraft noch einmal auf die für diese Stunde wichtigsten Punkte zur Nutzung des Calliope (Batteriefach anschließen, Positionen der Knöpfe A/B/Reset, Lage des Lichtsensors, Verbinden mit der App) hin und stellt sicher, dass die SuS wissen, wo im [Forschungsheft](#) die wichtigsten Informationen zum Nachschauen festgehalten sind. Nachdem etwaige Fragen geklärt sind, werden die Calliope und die übrigen Versuchsmaterialien an die Zweierteams ausgegeben.

#### Erarbeitung: Programmierung des Calliope

Die SuS können entweder das in der vorherigen Stunde in MakeCode geschriebene Programm verwenden (Voraussetzungen: das Programm wurde gespeichert und es wird das gleiche Endgerät verwendet) oder von Neuem mit der Programmierung beginnen. Da diese lediglich eine exakte Wiederholung aus der vorherigen Stunde darstellt und die [Musterlösung](#) zudem im Forschungsheft festgehalten ist, beträgt der Zeitaufwand hierfür nur wenige Minuten.

#### Mögliche Differenzierung für schwächere SuS:

Es kann auch auf ein fertiges von uns erstelltes Programm zurückgegriffen werden, das auf Wunsch vorab auf den Calliope übertragen wurde. Der Calliope muss in diesem Fall, nachdem das Batteriefach angeschlossen wurde, nur eingeschaltet werden. Sobald die vom Calliope gemessene Lichtstärke oberhalb des eingestellten Schwellenwerts liegt, wird ein akustisches Signal ertönen. Um dies zu verhindern, können die SuS die LED-Matrix und damit den Lichtsensor des Calliope abdecken oder den Calliope jederzeit ausschalten. Nach erneutem Einschalten ist der Calliope sofort wieder betriebsbereit.

#### Versuchsaufbau und -durchführung:

Nachdem die SuS die Funktion des Calliope überprüft haben, bauen sie das Experiment anhand der Anleitung im Forschungsheft auf. Dabei ist vor allem darauf zu achten, dass die Lichtquelle gut positioniert ist (Punkt 6 der Aufbauanleitung) und auf ihrer stärksten Helligkeitsstufe betrieben wird. Nachdem der Versuch aufgebaut wurde, kann die Durchführung mit dem Einbringen von Rauch oder Nebel beginnen. Hierzu wird die Nebelmaschine zentral aufgestellt, so dass die Teams nacheinander ihren Rauchmelder vor der Nebelmaschine positionieren (Punkt 1 der Durchführungsanleitung) können. Die Lehrkraft löst einen kurz Nebelstoß aus und die SuS überprüfen die Funktionsweise ihres Rauchmelders und identifizieren und korrigieren mögliche Fehler (am häufigsten wird dies die

Positionierung der Lampe, das Verrutschen des Calliope oder eine vom Nebel zu sehr beschlagene Petrischale sein). Alternativ können auch Räucherstäbchen als Rauchquelle eingesetzt werden. Wegen der einfacheren Handhabung und der geringeren Geruchsbildung ist im Normalfall die Nebelmaschine zu bevorzugen. Es ist hierbei aber zu beachten, dass Nebelmaschinen relativ heiß werden können und nicht zu viel Nebel produziert werden sollte, um keine im Raum fest installierten Rauchmelder auszulösen. Vor diesem Hintergrund ist eine Durchführung des Experiments unter einem Rauchabzug von Vorteil. Auch kann es bei zu viel Nebeleintritt zu einer übermäßigen Lichtabsorption im Rauchmelder kommen, so dass die gemessene Lichtstärke nicht den eingestellten Schwellenwert erreicht.

#### Differenzierungsmöglichkeit für stärkere SuS

Es bietet sich die Darstellung der vom Calliope gemessenen Lichtstärke auf der Phyphox-App an. Entweder wurde diese Funktionalität schon in der vorherigen Stunde programmiert oder kann nun mit Unterstützung einer Online-Hilfeseite, die über einen QR-Code im Forschungsheft erreichbar ist, umgesetzt werden. Auch die anderen eventuell in der vorangehenden Stunde bearbeiteten Erweiterungen zum Rauchmelder (Komfortfunktionen, Rauchmelder vernetzen) können an dieser Stelle in der Praxis erprobt werden.

#### Abbau und Hausaufgabe

Mit dem Abbau des Experiments endet die Stunde. Falls noch Zeit verbleibt, kann bereits mit der Hausaufgabe begonnen werden. Sie besteht darin, dass die SuS im Forschungsheft ihr Fazit zur Erprobung des Rauchmelders notieren und, wie zu Beginn der Unterrichtsreihe, ein Sticker-Bild (“Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)”) erstellen. Die Lehrkraft teilt hierzu neue Stickerbögen an die SuS aus.

---

## 2.3.7 Stunde 5 (Posttests)

---

### Inhalt

- Abschlussbesprechung zur Unterrichtsreihe
- Durchführung der Posttests

### Stundenziel

- Die SuS können die Relevanz physikalischer Prinzipien (hier die Lichtstreuung) für die Funktionsweise alltäglicher Geräte (hier der digitale Rauchmelder) einordnen.

### Ablauf

#### Abschlussbesprechung:

In einem Unterrichtsgespräch können die SuS diskutieren, wie relevant physikalische Prinzipien für Geräte unseres täglichen Lebens sind. Weitere Beispiele neben dem Rauchmelder können herangezogen und auf ihren Zusammenhang zur Physik hin eingeordnet werden.

Abschließend sollte den SuS die Möglichkeit gegeben werden, auf Basis ihres zuvor in der Hausaufgabe gezogenen Fazits Rückmeldungen zur gesamten oder zu Teilen der Unterrichtsreihe zu formulieren.

#### Posttests:

Die Posttests entsprechen in ihrem Ablauf den Prätests, die zu Beginn der Reihe durchgeführt wurden. Die Lehrkraft projiziert eine kurze Erläuterung und die SuS bearbeiten die Testseiten. Mit dem Einsammeln der Testhefte, der Leistungstests und der Forschungshefte endet die Stunde und damit auch die gesamte Unterrichtsreihe.

### 3 Lehr- und Bildungsplanbezüge

- Kompetenzen laut Bildungsplan Baden-Württemberg
  - prozessbezogen : Messwerte auch digital erfassen und auswerten
  - 3.2.2 (4) grundlegende Phänomene der Lichtausbreitung experimentell untersuchen und mithilfe des Lichtstrahlmodells beschreiben
  - 3.2.2 (7) Streuung und Absorption phänomenologisch beschreiben
- Inhalte aus Themenfeld 2 (Optische Phänomene) des Lehrplans Rheinland-Pfalz
  - Technologie und Industrie
  - Umwelt und Verantwortung
  - Tägliches Leben und Gesundheit

### 4 Fachwissenschaftliche Bemerkungen zu informatischen Inhalten

Die in dieser Einheit verwendete Definition des Begriffs **Algorithmus** basiert auf den Ausführungen von Hubwieser (2007): „Ein Algorithmus ist ein Verfahren mit einer präzisen endlichen Beschreibung unter Verwendung effektiver Verarbeitungsschritte.“

Betrachtet man diese Definition in einem naturwissenschaftlichen Kontext, so fällt auf, dass die Durchführungsanweisungen innerhalb einer physikalischen Versuchsanleitung als Algorithmus verstanden werden können (vgl. Banerji et al. (2021)). Dieser Zusammenhang bietet die Möglichkeit, naturwissenschaftliche Prozesse als algorithmischen Ablauf von Handlungen darzustellen, und bildet damit die Grundlage für die hier vorgestellte Unterrichtseinheit.

Zur Darstellung von Algorithmen werden in der Praxis unter anderem **Flussdiagramme**, auch Programmablaufplan genannt, verwendet (vgl. Hering (1989)). Diese Darstellungsform ist unabhängig von der für die Umsetzung des Algorithmus verwendeten Systems und kann daher auch von Laien ohne Kenntnisse einer Programmiersprache nachvollzogen werden.

Den Elementen der Flussdiagramme, die in dieser Unterrichtssequenz zum Einsatz kommen ([siehe Abbildung](#)), liegt die DIN 66001 Notation zugrunde (vgl. Hering (1989)). Ein Flussdiagramm besteht dabei stets aus einer Reihung von Blöcken, welche durch Verbindungspeile, auch **Ablauflinien** genannt, miteinander verknüpft werden. Zu Beginn eines jeden Prozesses steht das Start-Element. Die Operationen (**Handlungsanweisungen**) innerhalb des Prozesses werden in einem Rechteck dargestellt. Die Form der Raute wird verwendet, um **Verzweigungen** im Prozessverlauf abzubilden. Aus der Raute gehen jeweils zwei Ablauflinien hervor, welche die in der Verzweigung möglichen Handlungsoptionen anzeigen. Auf diese Weise wird eine **bedingte Verzweigung** im Algorithmus abgebildet. Führt eine Ablauflinie des Flussdiagramms zurück zu einem früheren Block, so wird das entstandene Konstrukt **Schleife** genannt. Schleifen können dazu genutzt werden, einzelne Abschnitte des Algorithmus zu wiederholen.

In unserem Kontext soll der Rauchmelder dauerhaft in Bereitschaft sein und somit über einen unbeschränkten Zeitraum hinweg fortlaufend die Überprüfung der Lichtstärke wiederholen. Dies entspricht einer **Endlosschleife**, die nur dann abgebrochen wird, wenn äußere Einflüsse eintreten, die im regulären Ablauf des Algorithmus nicht vorgesehen sind (hier: das Abschalten des Mikroprozessors). Während Endlosschleifen in vielen Situationen unerwünscht und häufig Folgen von Programmierfehlern sind, ist es in unserem Fall beabsichtigt, dass der Algorithmus nicht aus sich selbst heraus beendet wird. Aus diesem Grund findet sich bei den von uns verwendeten Symbolen auch kein Stopp-Element, welches das Ende der Handlungsanweisung anzeigt.

## 5 Didaktische und methodische Überlegungen

### 5.1 Auswahl der Ziele und Inhalte

Die vorliegende Unterrichtsreihe ist grundsätzlich auch für den Einsatz in höheren Jahrgangsstufen geeignet. So ist beispielsweise im rheinland-pfälzischen Lehrplan das Themenfeld „Sensoren im Alltag“ für das dritte Physik-Lernjahr der Mittelstufe vorgesehen, um ein grundsätzliches Verständnis für die Funktion von Sensoren und die Signalwandlung in Geräten zur Unterhaltungs-, Kommunikations-, Mess- und Regeltechnik zu vermitteln. In diesen Rahmen lässt sich auch das Rauchmelder-Modell mit einer entsprechenden Schwerpunktsetzung auf Sensorik und Signalverarbeitung hervorragend einfügen. Da die Funktionsweise des Rauchmelders nach dem Streulichtprinzip aber direkt an Inhalte der Strahlenoptik anknüpft, die üblicherweise im ersten Physik-Lernjahr verortet ist, eignet sich diese Thematik insbesondere auch für niedrigere Klassenstufen. Dementsprechend wurden die Lernziele so abgestimmt, dass sie für SuS aus Klasse 7 bzw. Klasse 8 geeignet und erreichbar sind.

Die Lichtstreuung wird im Mittelstufenunterricht meist im Zusammenhang zum Sehvorgang oder bei natürlichen Phänomenen wie der Streuung des Sonnenlichts und der resultierenden Himmelsfärbung thematisiert. Eine technische Anwendung, wie hier in Form des Rauchmelders, erweitert den Blick auf Physik dahingehend, dass deren Relevanz für Anwendungen im täglichen Leben beleuchtet wird. Die in dieser Unterrichtsreihe aufgezeigte Möglichkeit, einen funktionierenden Prototypen eines Rauchmelders selbständig und mit einfachen Mitteln konzipieren, bauen und einsetzen zu können, kann SuS, denen physikalische Zusammenhänge und technische Anwendungen oftmals als zu unverständlich und komplex erscheinen, einen einfachen und anschaulichen Zugang zu physikalischen Inhalten bieten.

Die Erarbeitung des Lernziels 3 (“Die SuS können ein Funktionsmodell eines Rauchmelders planen und aufbauen.”) beinhaltet, dass für die Steuerung des Rauchmelders eine Ablaufstrategie entwickelt wird. Dass diese besonders einfach und übersichtlich mit Hilfe einer sprachreduzierten Flussdiagramm-Notation dargestellt werden kann, ermöglicht den SuS einen motivierenden Zugang zu Lerninhalten, die üblicherweise nur der Informatik zugeordnet werden und zeigt ihnen gleichzeitig auf, dass sich Inhalte von Physik und Informatik auf vielfältige Art und Weise überschneiden. Dies verdeutlicht den SuS, dass sie beispielsweise Algorithmen schon vielfach in Physik verwendet haben, ohne sich dessen bewusst gewesen zu sein. So werden die Informatik-bezogenen Lernziele 5-8 (Algorithmen und Flussdiagramme) auf ganz zwanglose Weise erreicht, während die SuS die fächerverbindenden NIU-Lernziele 9 und 10 (Ablaufstrategie entwickeln, formulieren und in Flussdiagrammdarstellung notieren) erarbeiten.

Die Informatik-bezogenen Inhalte sind bewusst auf die für die Umsetzung der konkreten NIU-Lernziele notwendigen Schwerpunkte reduziert, um die Unterrichtsreihe nicht zu überladen und den Fokus auf die naturwissenschaftlichen Inhalte zu schärfen. Beispielsweise wurden bei den Elementen zur Darstellung von Flussdiagrammen nur solche ausgewählt, die im Kontext der Steuerung des Rauchmelders relevant sind. Auch werden algorithmische Bestandteile nur soweit wie benötigt thematisiert und beschränken sich daher auf einfache elementare Anweisungen, Fallunterscheidungen und Wiederholungen, ohne auf verschiedene Arten von Schleifen oder geschachtelten Fallunterscheidungen einzugehen. Je nach informatischer Vorbildung der SuS können diese Konzepte aber innerhalb der angedachten Vertiefungen (s.u.) durchaus Anwendung finden.

Die NIU-Lernziele 11-13 beinhalten die Umsetzung der Strategie zur Steuerung eines Rauchmelders mit Hilfe einer blockbasierten Programmiersprache. Wir haben uns hier für die MakeCode Programmierung und den Mikroprozessor Calliope mini entschieden, da dieser bereits eine große Verbreitung innerhalb der Schulen gefunden hat, die Einstiegshürden für einen Einsatz relativ gering

sind und vielfältige und gute Dokumentationen dazu vorliegen. Aus den Umsetzungen der letzten GeNIUS-Szenarien wissen wir allerdings, dass einige Systemteile des Calliope Fehlverhalten aufweisen können und haben daher eine entsprechende Reduktion vorgenommen. So verzichten wir auf die Nutzung externer Sensoren und in der Basisversion der Unterrichtsreihe auf die Möglichkeit, Messdaten per WiFi oder Bluetooth zur graphischen Darstellung oder zu einer anderweitigen Weiterverarbeitung vom Calliope auf andere Systeme zu übertragen. Letzteres ist nichtsdestotrotz als optionale Vertiefung über von uns online zur Verfügung gestelltes Differenzierungsmaterial vorbereitet, zusammen mit den notwendigen Hilfen für eventuell auftretende Probleme. Weitere optionale Differenzierungsbausteine werden auf gleiche Weise zur Verfügung gestellt und beschäftigen sich mit Fragestellungen zum Schwellenwert, zu Komfortfunktionen und zur Vernetzung von Rauchmeldern.

Eine zu MakeCode alternative Programmierumgebung für den Calliope mini ist Open Roberta Lab, eine Software, die ebenso wie MakeCode auch für die Programmierung anderer Hardware-Systeme wie z.B. Lego Mindstorm Roboter eingesetzt werden kann und daher in Schulen bereits eine große Verbreitung gefunden hat. Der Aufbau der beiden Programmierumgebungen ist ähnlich gestaltet und macht es daher für SuS leicht, zwischen den Systemen zu wechseln. Für die Umsetzung unserer GeNIUS-Szenarien haben wir uns für den Einsatz von MakeCode entschieden, da uns dies aus Entwicklersicht mehr Möglichkeiten bietet, Änderungen an der Programmierumgebung vorzunehmen, um z.B. verschiedene externe Sensoren einbinden zu können. Zudem ist Open Roberta Lab zur Zeit (Stand Oktober 2024) nicht für den Einsatz am neuen Calliope mini 3 implementiert.

Zur Differenzierung für schwächere SuS oder für den Fall, dass aus Zeit- oder anderen Gründen vollständig auf die eigenständige Programmierung verzichtet werden soll, kann der Calliope auch mit von uns vorbereiteten Programmen verwendet werden (siehe Differenzierungsmöglichkeit in [Stunde 4b](#) bzw. [Stunde 4a](#)). In diesem Fall wird der Calliope sozusagen als Black Box innerhalb des Rauchmelder-Prototypen eingesetzt. Die Entwicklung der Strategie zur Umsetzung eines Rauchmelders und die physikalischen Lernziele sind hiervon unberührt. Es kann in diesem Sinne sogar gänzlich auf die Durchführung des Experiments verzichtet und die Unterrichtsreihe mit [Stunde 3a](#) abgeschlossen werden.

## 5.2 Auswahl der Unterrichtsmittel und -materialien

Die Auswahl des Calliope mini wurde schon im vorangehenden Kapitel begründet. Er kann mit praktisch allen gängigen **Endgeräten** (PC, Laptop, Handy, Tablet) verwendet werden, allerdings gehen wir davon aus, dass der Einsatz von iPads, die mittlerweile an vielen Schulen vorhanden sind, das gängigste Szenario darstellt. Zwingend notwendig ist, dass die iPads zur Programmierung des Calliope mit dem Internet verbunden sind. Unabhängig von der Wahl des digitalen Endgerätes empfehlen wir, dass die SuS partnerweise zusammenarbeiten und darauf geachtet wird, dass die Bedienung des Endgerätes in regelmäßigen Wechseln stattfindet. Falls der Calliope, wie im letzten Abschnitt angesprochen, als fertige Black Box verwendet wird, kann vollständig auf ein digitales Endgerät verzichtet werden. Wenn für die Unterrichtsreihe von uns vorkonfigurierte Calliope verwendet werden, entfällt hierfür ein zusätzlicher Installationsaufwand. Ansonsten müsste die Lehrkraft das bereitgestellte oder selbst geschriebene Programm zur Steuerung des Rauchmelders auf alle eingesetzten Calliope überspielen. Dies geht am unkompliziertesten mit Hilfe eines Laptops oder PCs. Eine Anleitung hierzu ist auf der Website „[Videos zur Nutzung von MakeCode](#)“ in dem Video „Programm übertragen“ zu finden.

Bei der Auswahl der weiteren Materialien für die experimentelle Durchführung stand im Vordergrund, dass einheitliche Bedingungen bezüglich des Schwellenwertes geschaffen werden sollen, damit dieser einerseits nicht von den SuS selbst bestimmt werden muss und andererseits auch die Möglichkeit besteht, den Calliope als vorprogrammierte Black Box zu verwenden. Dies bedeutet, dass die

verwendeten **Lichtquellen** einheitliche Leuchtstärken liefern. Hierfür gut geeignet sind mit Netzstrom betriebene Lichtquellen, wie sie in manchen Physiksammlungen beispielsweise in Form von Lichtboxen in genügend großer Stückzahl vorhanden sind. Um aber auch für Schulen ohne eine solche Ausstattung eine geeignete Lösung anbieten zu können, haben wir uns für aufladbare Taschenlampen entschieden, da diese durch vollständiges Aufladen immer wieder auf die maximale und damit einigermaßen einheitliche Leuchtstärke gebracht werden können. Die im Calliope eingebauten LEDs als Lichtquelle zu nutzen ist leider nicht möglich, da sie sich für unsere Zwecke als zu lichtschwach erwiesen haben.

Auch bei der **Rauchquelle** sollten für jeden experimentellen Aufbau gleiche Bedingungen geschaffen werden, d.h. einheitliche Rauchmengen zu ermöglichen. Aus diesem Grund haben wir uns für den Einsatz einer Nebelmaschine entschieden, mit der per Knopfdruck ein wohldefinierter Nebelausstoß ausgelöst werden kann. Andere Rauchquellen wie Räucherstäbchen, Räucherkegel oder aus der Imkerei stammende sogenannte Smoker sind auch einsetzbar, aber nicht ganz so einfach in ihrer Handhabung bzw. nicht so gut dosierbar wie eine Nebelmaschine. Für eine mögliche Vertiefung der Unterrichtsreihe, die zum Ziel hat, dass die SuS den Schwellenwert selbst festlegen, ist es aber durchaus spannend, verschiedene Rauchquellen bzw. solche mit nicht konstanter Rauchmenge zu untersuchen. Es kann beispielsweise ein System programmiert werden, das sich selbstständig kalibriert, indem es nicht Absolutwerte der Lichtstärke überwacht, sondern auf Änderungsraten der Lichtstärkewerte reagiert. Die Umsetzung erfordert als weiteres - nicht-triviales - Programmierkonzept Variablen und eignet sich insbesondere für SuS, die bereits Programmiererfahrung haben. Diese Erweiterung ist im Rahmen dieses Entwurfs nicht vorbereitet, kann bei Interesse aber gerne mit unserer Unterstützung umgesetzt werden.

Sämtliche Arbeitsblätter der Unterrichtsreihe werden von uns in Form eines gedruckten **Forschungsheftes** zur Verfügung gestellt. Darin enthalten sind neben den von den SuS auszufüllenden Bereichen (v.a. Aufgaben, Sicherungen, Notizen) auch Informationen, Hilfestellungen und Ergebniskontrollen enthalten. Die Bündelung aller Materialien zu einem Heft soll unter anderem die Orientierung innerhalb der Reihe für die SuS erleichtern und den Vorbereitungsaufwand für die ausführende Lehrkraft reduzieren. Auch erhoffen wir uns eine zusätzliche Motivation der SuS durch ein ansprechendes, persönliches Forschungsheft, das den Stellenwert der Unterrichtsreihe betont.

Eine **Handreichungsdatei** bündelt die Darstellungen und Inhalte, die die Lehrkraft im Laufe der Unterrichtseinheit per Beamer oder digitaler Tafel projiziert. Ähnlich dem Forschungsheft dient sie somit auch als „Fahrplan“, mit dessen Hilfe sich die Lehrkraft innerhalb der Reihen orientieren kann und Wechsel zwischen den einzelnen Projektionen erleichtert werden.

## 6 Anhang

- **Projektionen und Musterlösungen**

Diese werden von der Lehrkraft mittels digitaler Tafel oder Projektor während verschiedener Phasen des Unterrichts präsentiert. Alle Projektionen werden in einer Handreichungsdatei gebündelt als Download zur Verfügung gestellt.

- **Forschungsheft**

Sämtliche Aufgaben, Informationen und Anleitungen für SuS werden in einem zusammenhängenden „Forschungsheft“ gebündelt zur Verfügung gestellt. Falls diese Unterrichtsreihe im Rahmen des Projektes GeNIUS durchgeführt wird, werden die Forschungshefte als Klassensatz kostenlos bereitgestellt. Ansonsten steht das Forschungsheft als Download zur Verfügung.

## 6.1 Projektion 1: „Durchführung der Tests“

- Die Lehrkraft teilt jedem seine Forschungs-ID (Identifikationsnummer) mit.
- Die Lehrkraft teilt das Testheft aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Testhefts ein.**
- **Zeitansatz für die Bearbeitung des Tests: ca. 14 Minuten**
- Die Lehrkraft teilt den ersten Leistungstest aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Tests ein.**
- **Zeitansatz für die Bearbeitung des Tests: ca. 5 Minuten**
- Die Lehrkraft teilt den zweiten Leistungstest aus.
- **Trage deine Forschungs-ID auf der ersten Seite des Tests ein.**
- **Zeitansatz für die Bearbeitung des Tests: ca. 5 Minuten**
- Die Lehrkraft sammelt alle Tests ein.

## 6.2 Projektion 2: „Lichtstreuung“

**Abb.1**

Eine eingeschaltete Taschenlampe wird direkt auf uns gerichtet, das von ihr ausgehende Licht trifft unser Auge (Abb. 1a).

Von der Seite betrachtet kann man nicht erkennen, dass die Taschenlampe angeschaltet ist, da ihr Licht unser Auge aufgrund der Ausbreitungsrichtung nicht erreicht (Abb. 1b).



Abb. 1a



Abb. 1b

**Abb.2**

Werden Wassertröpfchen in den Lichtweg gebracht, wird das Licht der Lampe an ihnen unregelmäßig in alle möglichen Richtungen reflektiert. Diesen Vorgang nennt man auch „Lichtstreuung“. Durch die Lichtstreuung gelangt Licht der Taschenlampe in unsere Augen.



Abb. 2

### 6.3 Projektion 3: „Rauchmelder Grundprinzip“

Abb.1

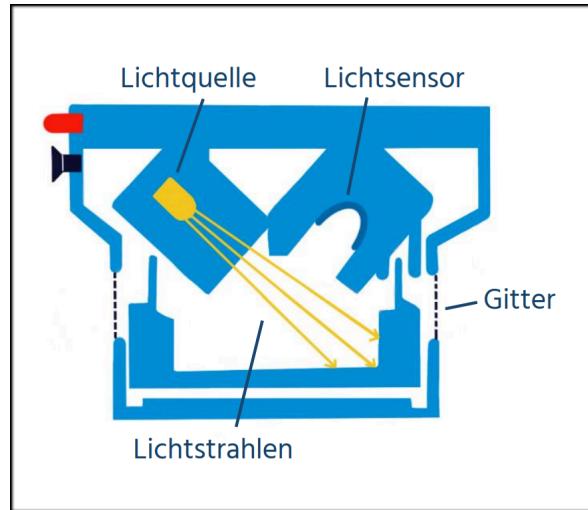


Abb.2

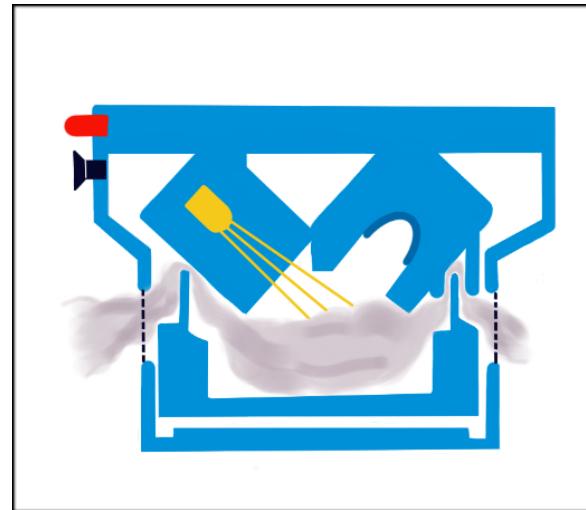
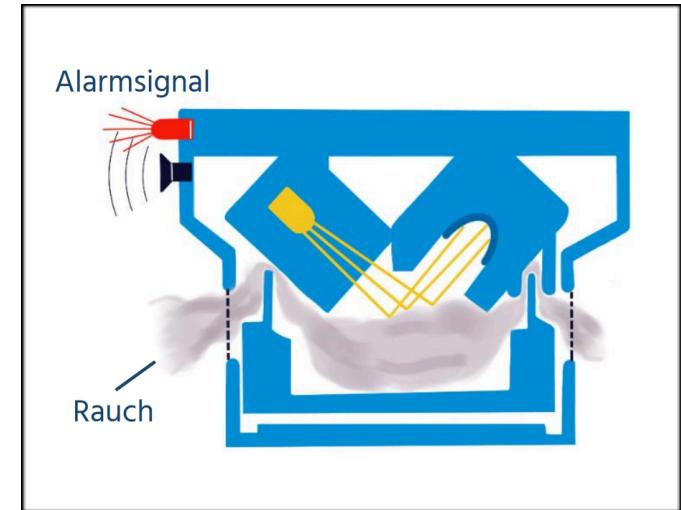
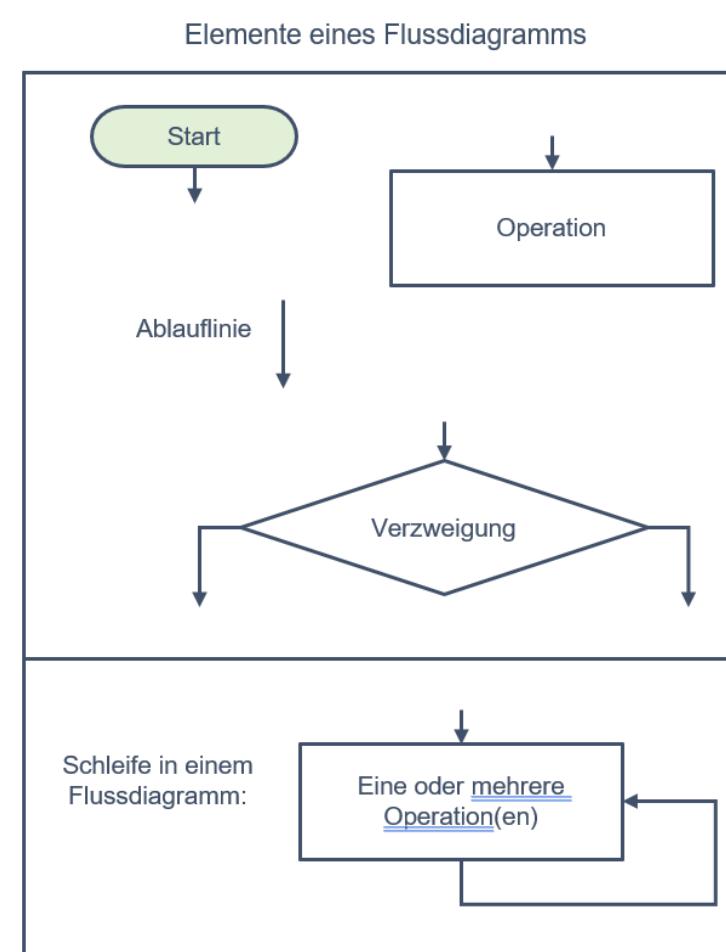


Abb.3



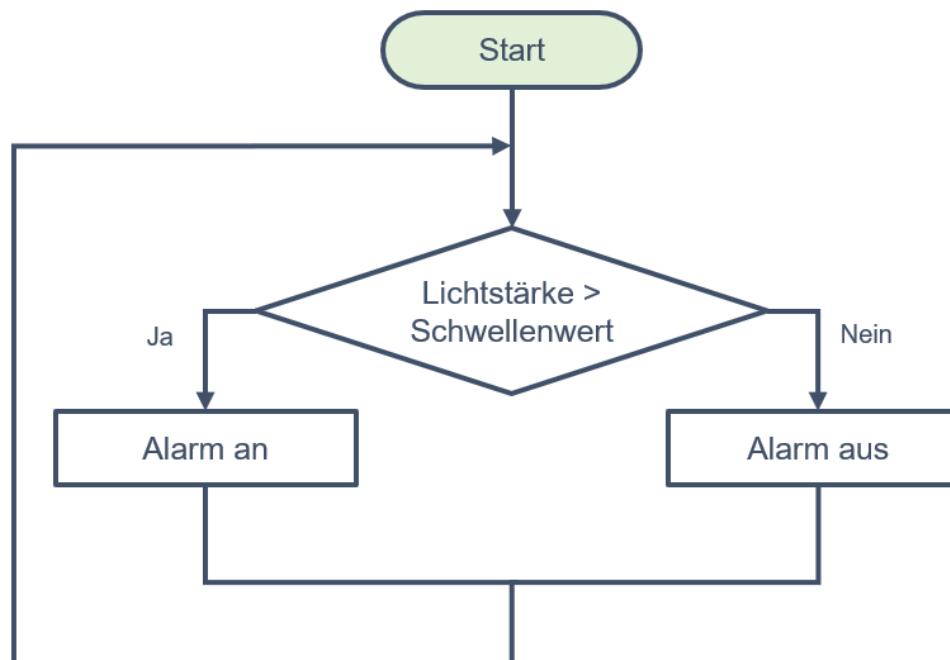
## 6.4 Projektion 4: „Normierte Flussdiagramme“



## 6.5 Projektion 5: „Lösung Flussdiagramm“

### Anmerkungen:

Da der Rauchmelder dauerhaft bzw. endlos in Alarmbereitschaft sein soll, stellt der zugehörige Algorithmus eines **Endlosschleife** (siehe hierzu auch die [fachwissenschaftlichen Erklärungen](#)) dar. Da in anderen Zusammenhängen Endlosschleifen meist unerwünscht sind, sollten die SuS auf diese Besonderheit hingewiesen werden.



## 6.6 Projektion 6: „Algorithmus Definition“

Ein Algorithmus ist eine Handlungsvorschrift mit eindeutig formulierten und ausführbaren Anweisungen zum Lösen eines Problems.

Beim Programmieren werden Algorithmen so formuliert, dass ein Computer sie ausführen kann.

## 6.7 Projektion 7: „Bestandteile von Algorithmen“

Anmerkungen:

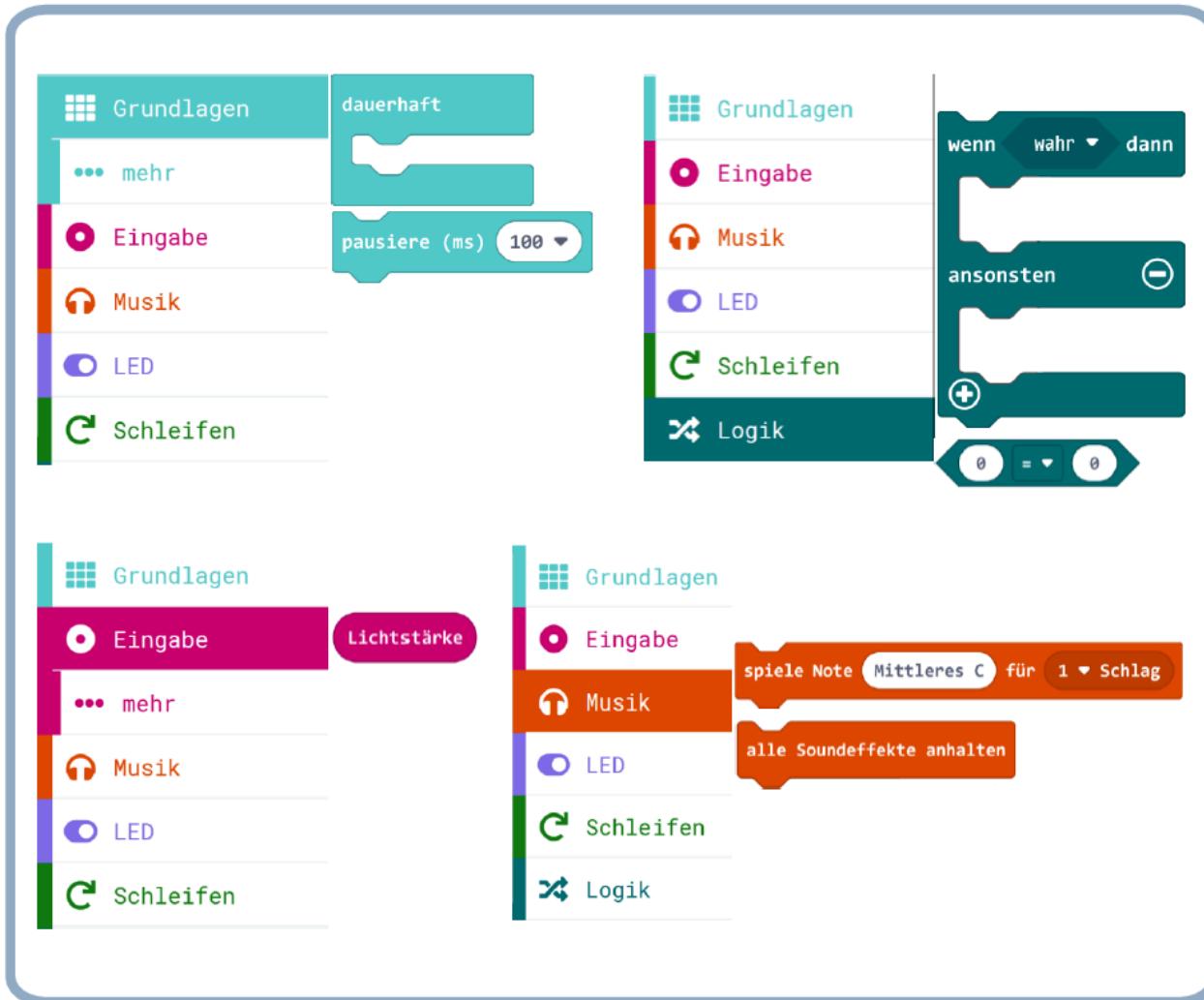
- Die Begriffe werden im Forschungsheft der SuS gesichert.
- Die Abkürzungen dienen dazu, die passenden Stellen bei den angefertigten Algorithmen zu markieren.

### Bestandteile von Algorithmen:

elementare Anweisungen	(A)
Fallunterscheidungen	(F)
Wiederholungen	(W)

## 6.8 Projektion 8: „Blockbausteine“

Anmerkung: Diese Abbildungen finden sich auch im Forschungsheft der SuS.



## 6.9 Projektion 9: „Grundlagen Calliope“

Anmerkung: Diese Abbildungen finden sich auch im Forschungsheft der SuS.



Abb. 1

**Verbindung per USB-Kabel**

1. Verbinde den USB-Anschluss des Calliope mit dem iPad.
2. In MakeCode: Tippe auf das rote Symbol oben rechts.
3. Wähle „USB-C verwenden“ und dann „Calliope mini auswählen“.
4. Wähle „MINI“ aus und tippe anschließend auf „Öffnen“.

Hier findest du weitere Informationen.

Das Symbol oben rechts sollte nun grün erscheinen.

5. Wähle unten links „Herunterladen“ aus. Es öffnet sich ein Fenster, in dem du noch einmal auf „Herunterladen“ tippen musst.

**Wichtig:** Die Schritte 2-5 musst du jedesmal wiederholen, wenn du ein neues Programm auf den Calliope übertragen möchtest.

Abb. 3

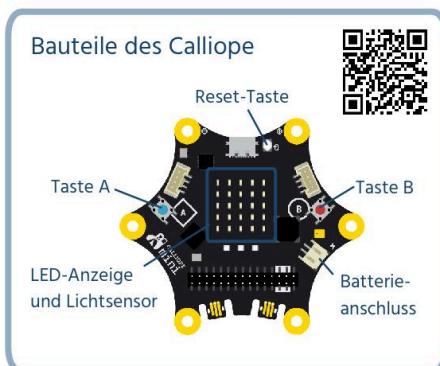


Abb. 2

**Bluetooth-Modus am Calliope starten**

1. Tasten **A+B** gleichzeitig gedrückt halten.
2. **Reset-Taste** für 1 Sekunde zusätzlich drücken, dann loslassen.
3. Tasten **A+B** weiter gedrückt halten bis Bluetooth-Animation beendet ist.
4. Ein ID-Muster erscheint auf dem Calliope mini.

Abb. 4a

**Verbinden des Calliope**

Zum Verbinden des Calliope mit dem Tablet musst du den Bluetooth-Modus am Calliope starten (siehe Seite 14) und anschließend in MakeCode das ID-Muster nach Drücken dieses Symbols eingeben.

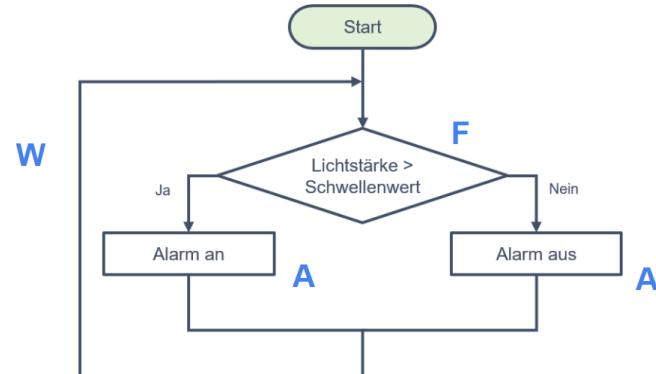
Abb. 4b

## 6.10 Musterlösung zum Funktionsprinzip des Rauchmelders

### Ablaufstrategie

Experiment starten  
 Ist die gemessene Lichtstärke größer als der Schwellenwert?  
 ja: Alarm an      nein: Alarm aus  
 wiederholen

### als Flussdiagramm



### als Blockdiagramm

**Anmerkung:** Diese Lösung findet sich als Musterlösung auch im Forschungsheft der SuS und muss daher nicht von den SuS angefertigt werden.



### Definition eines Algorithmus

Ein Algorithmus ist eine Handlungsvorschrift mit eindeutig formulierten und ausführbaren Anweisungen zum Lösen eines Problems. Beim Programmieren werden Algorithmen so formuliert, dass ein Computer sie ausführen kann.

### Bestandteile von Algorithmen

Anweisungen (A), Fallunterscheidungen (F), Wiederholungen (W)

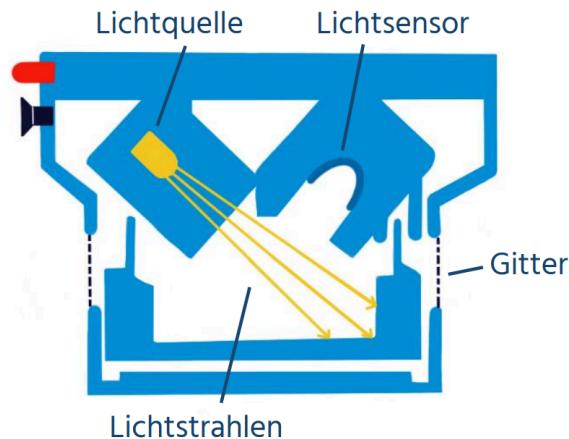
## 6.11 Forschungsheft: „Rauchmelder (Funktionsprinzip)“

### INFO

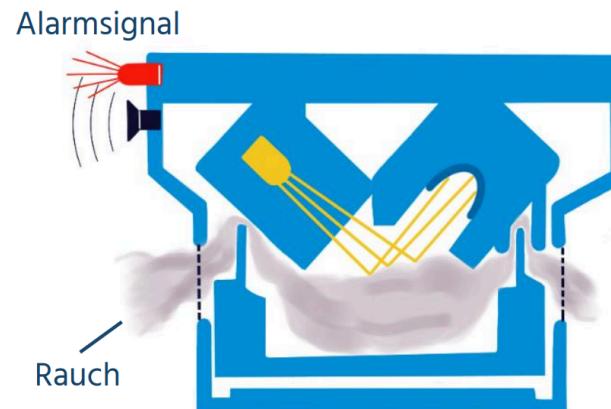
Die meisten optischen Rauchmelder funktionieren nach dem **Streulichtprinzip**: In einer Kammer befindet sich eine **Lichtquelle** und ein **Lichtsensor**, der ein elektrisches Signal erzeugt, wenn er von Licht getroffen wird.

Die Lichtquelle sendet ihr Licht so aus, dass der Lichtsensor im Normalzustand nicht oder nur von wenig Licht getroffen wird. Sobald aber Rauch in die Kammer eintritt, wird Licht an den Rauchpartikeln in Richtung des Lichtsensor gestreut. Dieser misst nun eine höhere Lichtstärke. Ab einer bestimmten Lichtstärke wird dann ein Alarmsignal ausgelöst.

**Abb.1**



**Abb.2**



## 6.12 Forschungsheft: „Algorithmen“

Anmerkung: In den einzelnen Abschnitten notieren die SuS nach und nach ihre Lösungen bzw. Tafelabschriebe zur Ergebnissicherung.

**AUFGABE 4**

Notiere hier die Schritte, die zur Steuerung eines Rauchmelders durchgeführt werden müssen.

**Teil 1**

Ablaufstrategie

**Teil 2**

Flussdiagramm

11

**AUFGABE 5**

Notiere die Definition eines Algorithmus und seine Bausteine. Ergänze anschließend in deinem Flussdiagramm auf der vorherigen Seite diejenigen Stellen, die diesen Bausteinen entsprechen.

Definition eines Algorithmus

---

---

---

---

Bausteine eines Algorithmus

---

---

---

---

12 Forschungs\_ID: \_\_\_\_\_

## 6.13 Forschungsheft: „Zusatzaufgaben zu Algorithmen“

### Was ist ein Algorithmus?

#### INFO



Auf der vorherigen Seite hast du eine Ablaufsequenz und ein Flussdiagramm notiert. Was mit den beiden Darstellungen beschrieben wird, wird auch als „Algorithmus“ bezeichnet. Ein Algorithmus kann auf viele verschiedenen Arten dargestellt werden, auch so, dass ein Computer ihn ausführen kann.



#### AUFGABE 5

Notiere die Definition eines Algorithmus und seine Bausteine. Ergänze anschließend in deinem Flussdiagramm auf der vorherigen Seite diejenigen Stellen, die diesen Bausteinen entsprechen.

##### Definition eines Algorithmus

---

---

---

---

##### Bausteine eines Algorithmus

---

---

---



#### ZUSATZAUFGABEN

Die bisherige Steuerung des Rauchmelders ist sehr einfach gehalten. Überlege dir und notiere dir eine Strategie zu einer der folgenden Erweiterungsmöglichkeiten:

- Wie könnte man den Benutzer zwischen verschiedenen Alarms auswählen lassen?
- Wie könnten und warum sollten Rauchmelder miteinander vernetzt werden?

Wie bestimmt man eigentlich den Schwellenwert, der über die Auslösung des Alarms entscheidet? Notiere mögliche Vorgehensweisen.

---

---

---

Weitere Aufgaben zu Algorithmen und Flussdiagrammen findest du online:



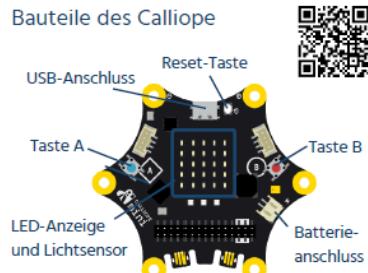
## 6.14 Forschungsheft: „Grundlagen zum Calliope mini“

### Grundlagen zum Calliope mini

#### INFO

Der Calliope mini ist ein **Mikrocontroller**, der mit unterschiedlichen Komponenten ausgestattet ist, die durch Algorithmen gesteuert werden können. Du hast schon gelernt, wie du mit MakeCode ein Programm zur Steuerung eines Rauchmelders schreiben kannst. Nun musst du dieses Programm noch auf den Calliope mini übertragen. Die folgenden Anleitungen sollen dir dabei helfen. Weitere Informationen findest du jeweils über die zugehörigen QR-Codes.

#### Bauteile des Calliope



Hier findest du eine Übung zum Kennenlernen weiterer Bauteile des Calliope:



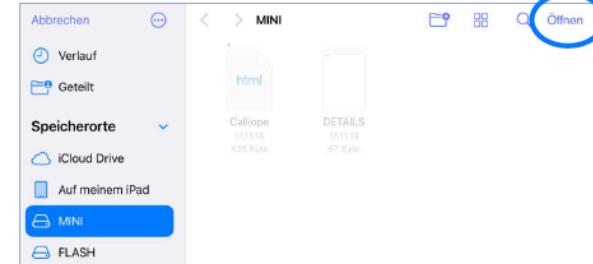
#### Verbinden des Calliope mit dem iPad

Den Calliope kannst du per USB-Kabel (siehe nächste Seite) oder per Bluetooth (siehe folgenden QR-Code) mit dem iPad verbinden.



#### Verbindung per USB-Kabel

1. Verbinde den USB-Anschluss des Calliope mit dem iPad.
2. In MakeCode: Tippe auf das rote Symbol oben rechts.
3. Wähle „USB-C verwenden“ und dann „Calliope mini auswählen“.
4. Wähle „MINI“ aus und tippe anschließend auf „Öffnen“.



Das Symbol oben rechts sollte nun grün erscheinen.

5. Wähle unten links „Herunterladen“ aus. Es öffnet sich ein Fenster, in dem du noch einmal auf „Herunterladen“ tippen musst.



#### Wichtig:

Die Schritte 2-5 musst du jedesmal wiederholen, wenn du ein neues Programm auf den Calliope übertragen möchtest.

## 6.15 Forschungsheft: „Programmieren mit MakeCode“

# Programmieren mit MakeCode

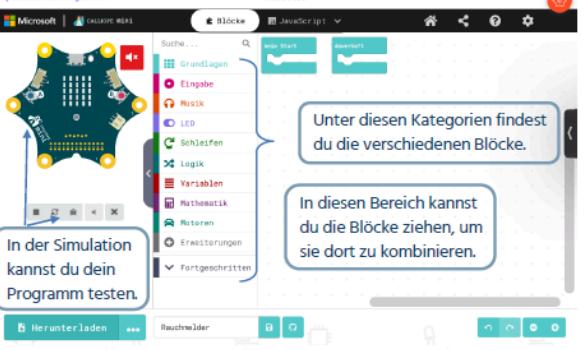
Kreuze bitte an, wie du die Tätigkeiten im letzten Lernabschnitt (S.12-15) wahrgenommen hast, von 0 – „stimme gar nicht zu“ bis 4 – „stimme völlig zu“.

Spaß  interessant  unterhaltsam 

### INFO

Zum Programmieren des Calliope mini verwenden wir die **Programmierungsumgebung MakeCode**<sup>1</sup>. Sie kann entweder in einem Internet-Browser oder in einer App auf deinem Tablet oder Smartphone verwendet werden.

### MakeCode Grundlagen



In der Simulation kannst du dein Programm testen.

Unter diesen Kategorien findest du die verschiedenen Blöcke.

In diesen Bereich kannst du die Blöcke ziehen, um sie dort zu kombinieren.

Hier findest du weitere Informationen.

### TIPP

In der Simulation kannst du auch Werte wie die Umgebungslichtstärke und die Temperatur einstellen (falls du die entsprechenden Sensor-Blöcke aus dem Menü „Eingabe“ verwendest).

### AUFGABE 6

Übersetze dein Flussdiagramm zur Steuerung des Rauchmelders in ein MakeCode-Programm. Folgende Blöcke, die du unter den Kategorien Grundlagen, Eingabe, Logik und Musik findest, können dabei hilfreich sein. Teste dein Programm in der Simulation.

Wichtig: Der Schwellenwert ist abhängig von der später verwendeten Lampe. Deine Lehrkraft teilt dir mit, welchen Schwellenwert du verwenden musst.



14 Forschungs\_ID: \_\_\_\_\_

<sup>1</sup> <https://makecode.calliope.cc/>

15

[zum Inhaltsverzeichnis](#)

[zur Reihenübersicht](#)

44

6.16 Forschungsheft: „Zusatzaufgaben zum Programmieren“

# Programmieren für Fortgeschrittene

INFO

Vielelleicht hast du dir schon Gedanken darüber gemacht, wie man die Funktionalität unseres Rauchmelders erweitern könnte. Du kannst probieren, diese Erweiterungen mit dem Calliope mini umzusetzen. Zu einigen Ideen findest du im Folgenden ein paar Tipps und Links, die dir weiterhelfen können.

## ZUSATZAUFGABEN

## Lichtstärke in einem Graphen anzeigen

Der Calliope kann Daten per Bluetooth an die App **phyphox** senden. Die Daten können dort in ein Diagramm eingetragen und als Graph auf deinem Tablet oder Smartphone angezeigt werden. Folge dem QR-Code um zu sehen, wie dies funktioniert.



## Komfortfunktionen für den Rauchmelder

Den Alarmton auswählen? Seine Lautstärke verändern? Zwischen optischem und akustischem Alarmsignal wechseln? Den Rauchmelder per Sprachsteuerung bedienen? Es gibt viele Möglichkeiten, die Funktionen deines Rauchmelders zu erweitern oder den Bedienungskomfort zu erhöhen. Anregungen und Tipps hierzu findest du, wenn du dem QR-Code folgst.



Kreuze bitte an, wie du die Tätigkeiten im letzten Lernabschnitt (S. 16-17) wahrgenommen hast, von 0 – „stimme gar nicht zu“ bis 4 – „stimme völlig zu“.



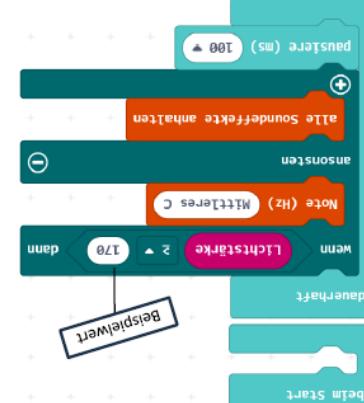
## Rauchmelder vernetzen

Stelle dir vor, der Rauchmelder im Wohnzimmer löst einen Brandalarm aus, aber du selbst bekommst davon in deinem Zimmer nichts mit. Es wäre doch gut, wenn der Rauchmelder in deinem Zimmer in diesem Fall ebenfalls einen Alarm ausgeben würde. Dies kann realisiert werden, indem Rauchmelder z.B. über Funk miteinander vernetzt werden. Programmiere deinen Calliope so, dass er einen Alarm an einen anderen Calliope weitergibt. Hilfen hierzu findest du, wenn du dem QR-Code folgst.



MUSTERLOSUNG

Lösungsvorschlag zu Aufgabe 6



## 6.17 Forschungsheft: „Rauchmelder (Experiment)“

### Erprobung des Rauchmelders

Kreuze bitte an, wie du die Tätigkeiten im letzten Lernabschnitt (S. 20-21) wahrgenommen hast, von 0 – „stimme gar nicht zu“ bis 4 – „stimme völlig zu“.



#### MATERIAL

- 1 Kartonbox
- 1 Lampe
- 1 Petrischale
- 1 Calliope (inkl. Batterien)



Abb. 1

#### AUFBAU

1. Baue die Kartonbox zusammen (Abb. 1).
2. Übertrage dein Programm zur Steuerung des Rauchmelders auf den Calliope.
3. Überprüfe mit der Lampe, ob der Calliope bei hoher Lichtstärke den Alarm auslöst.
4. Platziere den Calliope in der Petrischale, so dass das Kabel durch den Schlitz verläuft und der Deckel auf dem Gummiband aufsitzt (Abb. 2).
5. Platziere die Petrischale mit dem Calliope wie auf Abb. 3 gezeigt in der Box.
6. Schiebe die Lampe bis zum Handgriff in die Öffnung, gerade so weit, dass der Karton nicht eingedrückt wird. Der Griff zeigt nach oben (Abb. 4), und der vordere Teil der Lampe liegt auf der Petrischale auf (Abb. 5).



Abb. 2



Abb. 3



Abb. 4



Abb. 5

#### DURCHFÜHRUNG

1. Platziere die Kartonbox vor der Nebelmaschine (Abb. 6) und schalte die Lampe ein.
2. Überprüfe noch einmal die Position des Calliope und der Lampe.
3. Schließe die Box (Abb. 7).
4. Wenn alles bereit ist:



Abb. 6



Abb. 7

#### ABBAU

1. Nimm den Calliope aus der Petrischale, schalte ihn aus, entferne die Batterien aus dem Batteriefach und verpacke alles sorgfältig in der Calliope-Schachtel.
2. Reinige die Petrischale und das Glas der Taschenlampe.
3. Lege die Karton-Box vorsichtig wieder flach zusammen.
4. Bringe alle Materialien zu ihrem Ablageort.

## 6.18 Forschungsheft: „Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)“

### Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)

AUFGABE 7

Lies dir die gesamte Aufgabenstellung gut durch, bevor du mit der Aufgabe startest.

- 1) Erstelle mithilfe der Sticker auf der freien Fläche **auf der nächsten Seite** ein Bild, das zeigt, **wie du selbst die Naturwissenschaften siehst**.
- 2) Überlege dir dazu, was aus deiner Sicht alles zu den Naturwissenschaften gehört, und klebe die Sticker so zusammen, dass es zu deinem Bild der Naturwissenschaften wird.

Hinweise:

- Du darfst dir dabei selbst **aussuchen, wie viele Sticker du für dein Bild aufklebst**.
- Wenn du in deinem Bild etwas darstellen möchtest, für das es keinen passenden Sticker gibt, darfst du das **dazu malen**. Bitte **beschrifte** alles, was du malst.

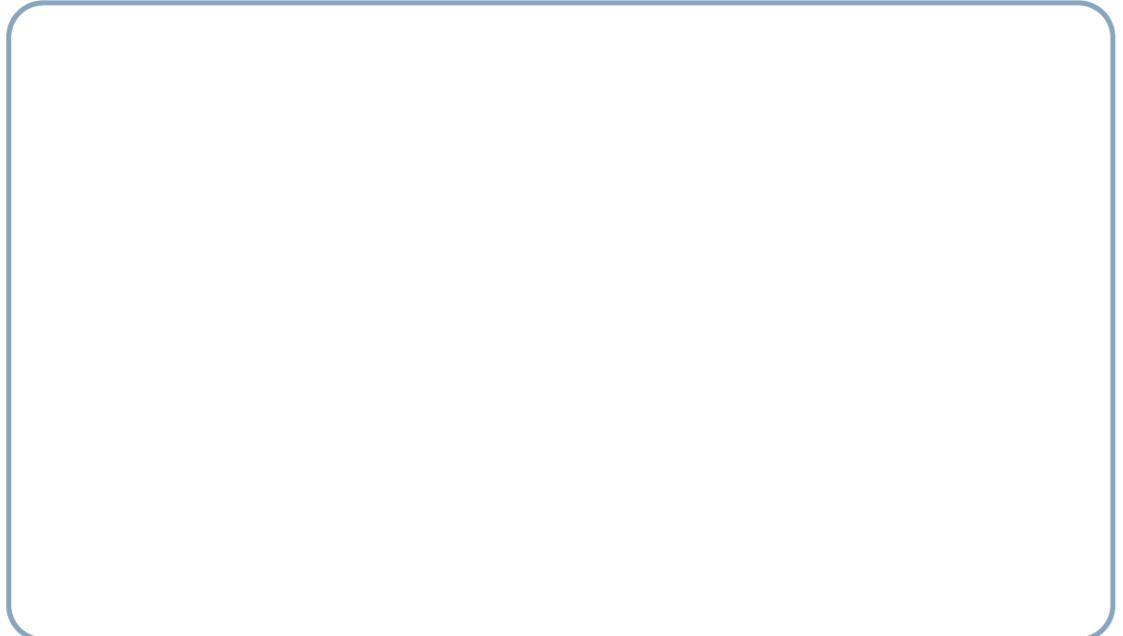
- 3) Gerne darfst du Sticker, zwischen denen es deiner Meinung nach einen Zusammenhang gibt, **mit einem Pfeil verbinden** oder **zusammen gruppieren**. Du darfst die Pfeile und Gruppierungen auch **beschriften**, um den Zusammenhang zu erklären.



23

### Mein Bild der Naturwissenschaften (Teil II)

Mein Bild der Naturwissenschaften



24 Forschungs-ID: \_\_\_\_\_

25

## 6.19 Bezugsmöglichkeiten für benötigte Materialien

- Kartonbox: [Switory Geschenkboxen, 12,5x12,5x9cm bei Amazon](#)
- Petrischalen: [90mm x 15mm bei Amazon](#)
- Gummibänder: [60mm x 5mm, Dicke 2mm bei Amazon](#)
- Reinigungsmittel: [Bildschirmreiniger bei Amazon](#)
- Lichtquelle: [aufladbare LED Taschenlampe bei Amazon](#)
- Rauchquelle: [Nebelmaschine bei Amazon](#) und [Smoke Fluid bei Reichelt](#)

## 6.20 Vorbereitung der Petrischalen und Kartonboxen

Die Petrischalen müssen Aussparungen für die Kabelführung erhalten und mit jeweils zwei Gummibändern abgedichtet werden.



Die Kartonboxen müssen mit Ausschnitten für die Lichtquelle (linke Abb.) und die Nebelzufuhr (rechte Abb.) versehen werden.

