

Pixel Lumina – Programmieren und Basteln von leuchtenden Objekten

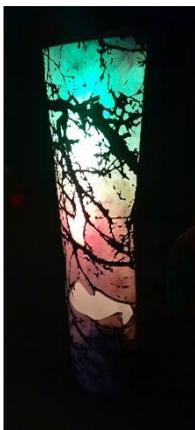
Worum geht's?

Kurzbeschreibung

Der Workshop Pixel Lumina lädt Teilnehmer:innen dazu ein, programmierbare LED-Streifen anzusteuern, mit Licht zu experimentieren und eigene, leuchtende Objekte zu gestalten. Im ersten Schritt programmieren sie mithilfe digitaler Werkzeuge Farbmuster und Blinkrhythmen für die LED-Streifen. Im zweiten, analogen Schritt werden die programmierten Elemente in handgefertigte Lichtobjekte integriert. So entsteht eine ideale Verbindung zwischen der digitalen und physischen Welt, die nicht nur technische Kompetenzen vermittelt, sondern auch ästhetisch ansprechende Ergebnisse hervorbringt.

Eckdaten

- Inhalte: Design, Tinkering, Computational Thinking
- Zielgruppe: Jugendliche ab 12 Jahren, Erwachsene
- Dauer: mindestens 3h
- Teamarbeit: Eignet sich gut für 2er Teams (ggf. 3 Personen)
- Ressourcen: PCs, Micro:bit + Batterypack (idealerweise mit Ein-/Ausschaltknopf), Krokodilklemmen, Programmierbare LED Streifen mit Kennzeichnung **WS2812b**, Bastelmaterialien, Materialien, die mit Licht gut interagieren (reflektierend, durchlässig)



Beschreibung MakeCode und Micro:bits

Die Aktivität besteht im Wesentlichen aus drei Teilen, die in der Regel nacheinander durchgeführt werden, jedoch auch abwechselnd oder von verschiedenen Teammitgliedern parallel bearbeitet werden können:

- Das technische Grundgerüst: Das Grundgerüst des Objektes besteht aus einem Bauteil mit Pixel-LEDs, einem micro:bit und einer Batterie. Die Anleitung über die Anschlüsse ist hierbei strikt zu befolgen und lässt, abgesehen von der Wahl der LED-Anzahl, keinen gestalterischen Spielraum. Es ist wichtig, mit diesem Teil zu beginnen, da es sowohl für das analoge als auch digitale Tinkering von wesentlicher Grundvoraussetzung ist.
- Computational Tinkering: Im zweiten Schritt werden mithilfe eines praktischen LED-Plugins auf der frei verfügbaren MakeCode-Plattform verschiedene Leuchtsequenzen programmiert. Mit der grafischen Programmiersprache können Teilnehmer:innen farbige Lichteffekte, pulsierende Blinkrhythmen und Farbwechsel gestalten. Diese Programme werden anschließend auf den micro:bit übertragen und über ein Micro-USB-Kabel oder Batterien mit Strom versorgt, sodass die LEDs wie gewünscht zum Leuchten gebracht werden.
- Analoges Tinkering: Im dritten Schritt gestalten die Teilnehmer:innen ein beliebiges Objekt, wie zum Beispiel eine Laterne, das individuell dekoriert und zum Leuchten gebracht werden kann. Je nach Ausrichtung des Workshops können die einzelnen Schritte auch in einer anderen Reihenfolge oder iterativ durchgeführt werden, um den kreativen Prozess flexibel zu gestalten.

Das Technische Grundgerüst:

Die richtigen Pixel-LED-Streifen: WS2812b

Auswahl der LED-Streifen

Beim Materialeinkauf ist es wichtig, die richtigen Pixel-LED-Streifen auszuwählen. Es gibt verschiedene Anbieter, von denen der bekannteste Adafruit ist, der seine Streifen unter dem Namen NeoPixel vertreibt. Andere Streifen funktionieren nahezu identisch, solange die Bauweise der LEDs dem Standard WS2812b entspricht. Details dazu können über diesen [Link](#) nachgelesen werden.



Stromversorgung und Spannung

Die LEDs benötigen im Wesentlichen eine Spannung von 5V. Bei der Nutzung eines micro:bits ergeben sich jedoch Einschränkungen, da die standardmäßige Stromversorgung mit 2x AAA-Batterien in der Regel nur 3V Spannung liefert (eine AA- oder AAA-Batterie liefert 1,5V und die Batterien werden meist in Serie geschaltet, um die Spannung zu addieren). Frische Batterien reichen jedoch in der Regel aus, um die LEDs problemlos zu betreiben. Alternativ kann der micro:bit auch mit 3x AAA- oder AA-Batterien betrieben werden, was 4,5V liefert, oder über den Micro-USB-Anschluss, der 5V bereitstellt. Der Micro-USB-Anschluss ist zudem die Verbindung zum PC und wird für die Übertragung der Programme benötigt. So kann der micro:bit gleichzeitig mit Strom versorgt und programmiert werden.

Falls die LEDs nicht wie erwartet leuchten oder falsche Farben darstellen (z. B. überwiegend rötliche Farbtöne), sollte zunächst eine alternative Spannungsquelle zur Überprüfung verwendet werden.

Anzahl der LEDs

Die LED-Streifen sind üblicherweise Rollen mit 100 Pixeln oder mehr und bieten Sollschnittstellen zwischen den einzelnen LEDs, sodass die Anzahl der Pixel frei gewählt werden kann. Kurze Reihen mit 1 bis 20 LEDs stellen für die Stromversorgung in der Regel kein Problem dar. Wer jedoch längere Ketten nutzen möchte, sollte mit verschiedenen Stromquellen experimentieren und gegebenenfalls auf USB-Ladegeräte zurückgreifen, um eine stabile Versorgung sicherzustellen.

Technik der WS2812b-LEDs

Die einzelnen Pixel-LEDs des Typs WS2812b enthalten tatsächlich drei kleine LEDs in den Grundfarben Rot, Grün und Blau (RGB), die unabhängig voneinander in 256 Helligkeitsstufen leuchten können. Durch additive Farbmischung kann jede einzelne LED im Streifen unabhängig voneinander Lichtfarben erzeugen.

Was ist ein micro:bit?

Der micro:bit ist ein kompakter Mikrocontroller, der speziell für Bildungszwecke entwickelt wurde. Er bietet zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten mit seinen integrierten Sensoren und Elementen, wie einem Bewegungssensor, einem Kompass oder der 5x5-LED-Matrix, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

In dieser Aktivität dient der micro:bit als Träger der Programminformationen für die Leuchtmuster und kann gleichzeitig die LEDs mit Spannung und Steuerdaten versorgen, sofern er an eine geeignete Stromquelle angeschlossen ist. Die Stromversorgung erfolgt entweder über den 2-poligen Anschluss für Standard-Batteriegehäuse (in der Regel 2x AA) oder über den Micro-USB-Anschluss bei Verbindung mit einem PC oder Ladegerät.



Anschlüsse und Verkabelung

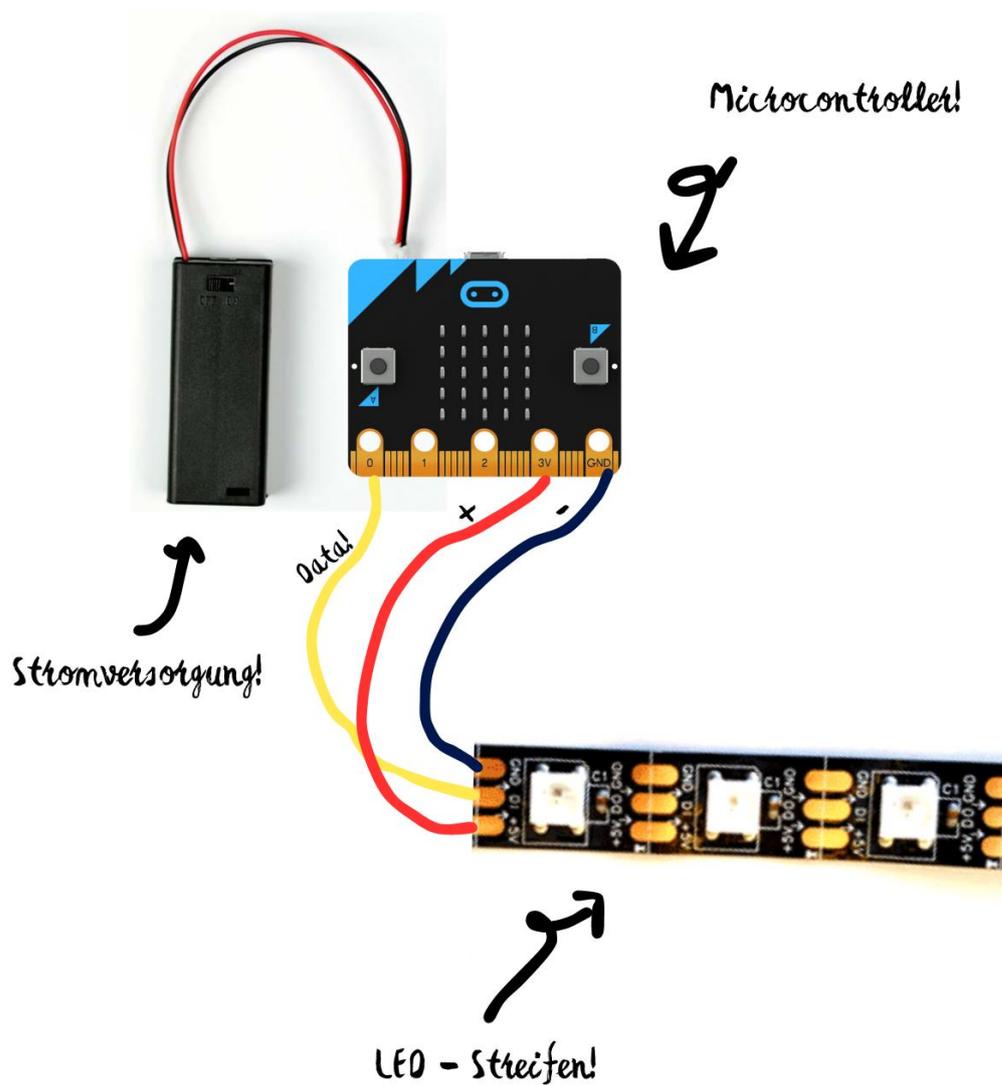
Für den Betrieb ist es wichtig, die LED-Enden korrekt an den micro:bit anzuschließen. Die Anschlusspins des micro:bits sind mit 0, 1, 2, 3V und GND beschriftet. Dabei steht 3V für den Pluspol der Spannungsversorgung, während GND (Ground) der Minuspol ist. Die LED-Streifen besitzen ebenfalls entsprechende Anschlüsse, die je nach Hersteller leicht variieren können. Zusätzlich ist die Anschlussrichtung des abgeschnittenen LED-Streifens zu beachten, die üblicherweise mit einem kleinen Pfeil markiert ist. Falsche Anschlüsse führen dazu, dass der LED-Streifen nicht leuchtet, er aber in der Regel nicht beschädigt wird.

Verbindungen zwischen micro:bit und LED-Streifen

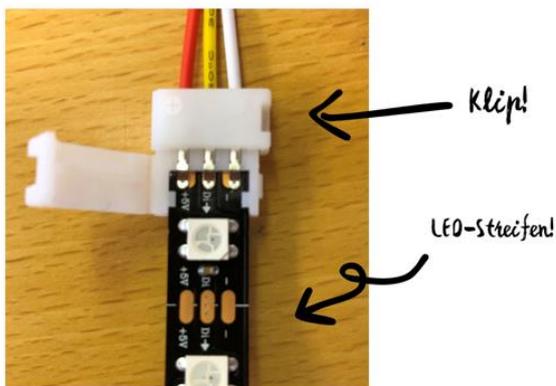
Für die Verbindung zwischen dem micro:bit und den LEDs sind drei Anschlüsse erforderlich:

micro:bit	LED-Streifen	Beschreibung
3V	+5V	Verbindung des Pluspols für die Spannungsversorgung
GND	GND oder -	Verbindung des Minuspols (Ground)
0, 1 oder 2	Din, D→, oder andere Bez.	Datenverbindung für die Steuerung der LEDs

Neopixel Lumina mit dem Micro:bit



Die Verbindung zwischen micro:bit und LED-Streifen ist vermutlich ein wesentlicher Knackpunkt und im Handel sind passende 3-polige Clips für die 10 mm breiten LED-Streifen erhältlich, die mit vormontierten Leitungen ausgestattet sind. Diese Clips machen die sehr kleinen Anschlusskontakte der LED-Streifen zugänglich. Die Leitungsenden können dann beispielsweise mit Krokodilklemmen an die Pin-Kontakte des micro:bits befestigt werden, was eine schnelle und einfache Verbindung ermöglicht.



Alternativ können Lötlitzen direkt an die Metallkontakte der LED-Streifen gelötet werden. Dies ist jedoch zeitaufwändig und erfordert eine präzise Feinmotorik. Ein solches Vorgehen sollte daher nur im Rahmen eines Lötkurses mit Teilnehmer:innen durchgeführt werden. Für die Aktivität selbst bietet das Löten keinen wesentlichen Mehrwert, abgesehen von einer höheren Stabilität der Endprodukte, sofern die Verarbeitung sauber erfolgt.

Das Digitale-Tinkering

Beschreibung der MakeCode Plattform

MakeCode ist eine benutzerfreundliche, visuelle Programmierplattform von Microsoft, die sich ideal für Einsteiger:innen eignet. Sie bietet eine blockbasierte Programmierumgebung, in der komplexe Konzepte spielerisch und intuitiv vermittelt werden können. MakeCode unterstützt eine Vielzahl von Geräten wie micro:bits und ermöglicht es Nutzer:innen, Programme direkt auf die Hardware zu übertragen und auszuprobieren.

Die NeoPixel-Erweiterung innerhalb von MakeCode ermöglicht das einfache Steuern von adressierbaren LED-Streifen. Nutzer:innen können Farben, Helligkeit und Blinkmuster für einzelne LEDs oder ganze Gruppen programmieren. Diese Funktion eröffnet kreative Möglichkeiten, um interaktive Lichtinstallationen oder visuell ansprechende Effekte zu gestalten, ohne tiefgehende Vorkenntnisse in der Programmierung zu benötigen.

Die Software ist kostenlos und einfach über einen Internetbrowser mit diesem [LINK](#) auszuführen. Es ist keine Installation notwendig.

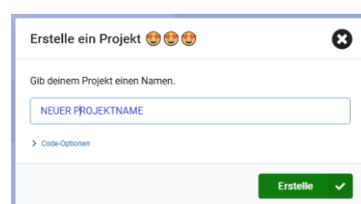
LEDs Programmieren auf MakeCode

Die Website von MakeCode bietet eine Vielzahl von Projekten und Ressourcen, einschließlich Materialien zur Programmierung von „programmable LEDs“. Ein hilfreiches Beispiel ist ein Video-Tutorial ([Link](#)), das einen guten Überblick über die Möglichkeiten zur LED-Programmierung gibt.

Ein neues Projekt starten und erste Programmierschritte

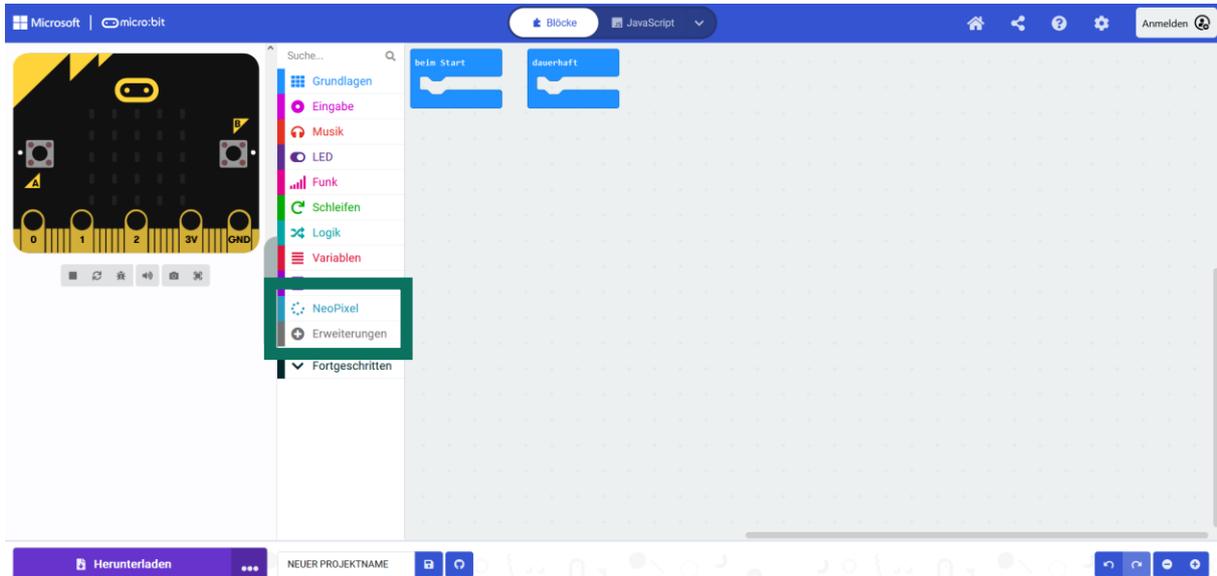
1. Projekt erstellen: Klicken Sie auf **[+ neues Projekt]** und geben Sie einen beliebigen Projektnamen ein.

Hinweis: Projekte werden lokal über Cookies auf Ihrem PC gespeichert. Sie können diese auch nach dem Schließen des Browsers leicht wiederfinden, solange die Cookies nicht gelöscht wurden. Eine Anmeldung ist nicht erforderlich.



2. Coding-Benutzeroberfläche: Nach dem Start des Projekts erscheint die Benutzeroberfläche für das Coding. Zu diesem Zeitpunkt sind die spezifischen Programmblöcke für die Pixel-LEDs jedoch noch nicht verfügbar.

- Erweiterung hinzufügen: Um die Programmelemente für die Pixel-LEDs zu aktivieren, klicken Sie auf **[Erweiterungen]** und wählen Sie die Erweiterung **NeoPixel** aus. Dies schaltet die entsprechenden Blöcke frei, mit denen Sie LED-Leuchtmuster programmieren können.



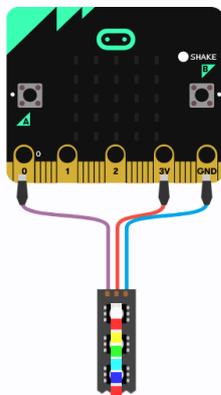
- NeoPixel-Streifen definieren: Als nächstes muss der LED-Streifen definiert werden. Das bedeutet, MakeCode wird darüber informiert, welcher LED-Streifen angeschlossen ist und an welchem der drei Pins er verbunden wurde (z. B. Pin 0, 1 oder 2).
 - Standardmäßig wird der LED-Streifen mit der Variablen strip benannt, es ist jedoch möglich, ihm einen beliebigen Namen zu geben.
 - Theoretisch können auch mehrere LED-Streifen mit unterschiedlichen Programmierungen parallel angeschlossen werden. Dabei ist jedoch sicherzustellen, dass alle Streifen korrekt verbunden sind und ausreichend Strom erhalten. Der jeweilige Pin als Anschluss muss ausgewählt werden.
 - Die Anzahl der LEDs sollte korrekt eingegeben werden, ansonsten gibt es Überraschungen im Ergebnis der leuchtenden LEDs.
 - Die Formatierung RGB ist korrekt für die WS2812b Streifen.



5. Es können verschiedene Befehle ausprobiert werden, um den digital angezeigten LED-Streifen auf der rechten Seite der MakeCode-Oberfläche zum Leuchten zu bringen. Relevant dafür sind vor allem die Codeblöcke der NeoPixel-Erweiterung. Diese bietet standardmäßig Funktionen wie das Anzeigen von Farben, Regenbogenmustern, Ein- und Ausschalten des Streifens und mehr. Geben Sie die Befehle in die Schleife [dauerhaft] ein. [Dauerhaft] ist eine Wiederholungsschleife, die kontinuierlich läuft und sich immer wiederholt.



Das micro:bit-Modell am Rand des Bildschirms sollte die entsprechenden Farben anzeigen. **Exkurs Regenbogen:** Die Regenbogenfarben der LEDs sind als Zahlenwerte von 1-360 definiert. Diese können mit einem Farbkreis mit 360° verglichen werden. Die Werte entsprechen annäherungsweise bestimmten Farben und Abstufungen dazwischen.



Wert	Farbton (annäherungsweise)
0	Rot
60	Gelb
120	Grün
180	Cyan
240	Blau
300	Magenta
360 = 0	Rot

6. Es können weitere Programmiercodes ausprobiert werden, um komplexere Rhythmen, Farbspiele oder Interaktionen mit anderen Eingaben zu kombinieren. Eine Vielzahl an grafischen Codeblöcken steht zur Verfügung, darunter:
- Pausieren (Sekunden): Eine der wichtigsten Codefunktionen, wenn Sequenzen mit Farbwechsel, Ein- und Ausschalten oder Ähnlichem programmiert werden. Die Geschwindigkeit der Abläufe hängt davon ab, wie viel Pause zwischen den einzelnen Elementen eingeplant ist.
 - Eingabebefehle: Ermöglichen es, auf Eingaben des micro:bits zu reagieren, z.B. durch Schütteln oder das Drücken von Knöpfen. Dies bietet interaktive Spielvarianten des Programm-Codes.
 - Schleifen: Neben [**dauerhaft**] stehen weitere Schleifenvarianten mit unterschiedlichen Parametern oder Abhängigkeiten zur Verfügung.
 - Logikbefehle: Ermöglichen die Nutzung von Rechenoperatoren und „Wenn-Dann“-Bedingungen, mit welchen beispielsweise Sequenzen nur unter bestimmten Voraussetzungen abgespielt werden können.
 - Variablen: Eignen sich, um den LED-Streifen in Segmente zu unterteilen oder Farbwerte in Abhängigkeit von anderen Eingaben zu verändern.

Das Verbinden der digitalen und realen Welt

Sobald die Teilnehmer:innen sich mit der Programmieroberfläche von MakeCode vertraut gemacht haben, sollte möglichst schnell die Verbindung zur physischen Welt hergestellt werden. Die Programme können einfach per Klick auf den **Download-Button** heruntergeladen werden. Die heruntergeladene Datei hat die Endung **.hex**, was zeigt, dass sie vom micro:bit verarbeitet werden kann.

Der micro:bit sollte mit einem USB-Kabel an den PC angeschlossen sein. Die .hex-Datei kann dann per Drag-and-Drop auf den Speicher des micro:bits übertragen werden. Das Programm wird sofort ausgeführt, und die realen LEDs sollten nun entsprechend der programmierten Sequenz zu leuchten beginnen.

Wenn die **Browser Microsoft Edge** oder **Google Chrome** verwendet werden, gibt es eine noch einfachere Möglichkeit der Verbindung. Angeschlossene micro:bits können direkt gekoppelt werden, sodass das Programm mit einem Klick auf den Download-Button automatisch auf den micro:bit übertragen wird. Dies ermöglicht die schnellste Überprüfung, ob die Programmierung auch auf den echten LEDs das gewünschte Ergebnis liefert – digital-analoges Tinkering in Echtzeit!

Analoges Tinkering

Eine der schönsten Aspekte dieser Aktivität ist die gelungene Kombination aus physischer und digitaler Welt. Beim Tinkering mit Licht werden kreative Gestaltungsmöglichkeiten mit technischen

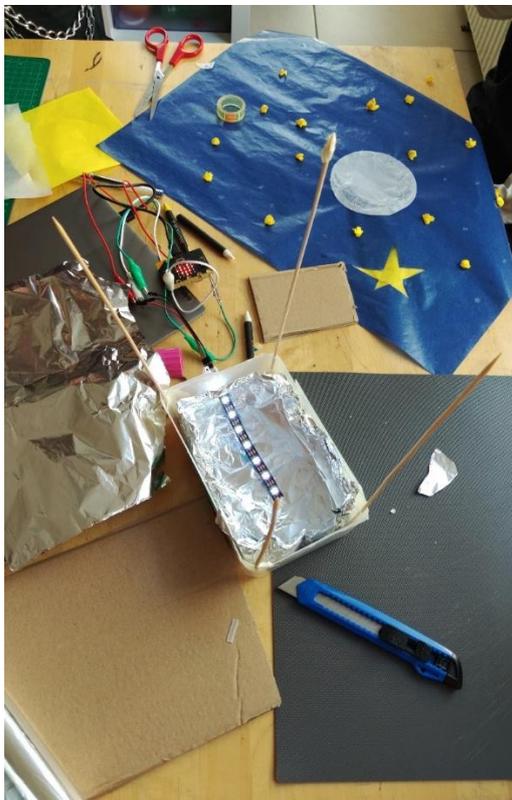


Elementen verknüpft, um einzigartige, leuchtende Objekte zu schaffen. Neben dem gestalterischen Prozess stellt sich dabei die Herausforderung, die technischen Komponenten so zu integrieren, dass sie optisch nicht störend wirken, aber dennoch zugänglich bleiben. So müssen beispielsweise Batterien leicht gewechselt, die Programmierung angepasst oder das Licht ein- und ausgeschaltet werden können.

Um das kreative Element des Tinkering voll auszuschöpfen, ist es ratsam, das Bastelmaterial und die Werkzeuge gezielt auszuwählen. Besonders geeignet sind Materialien, die mit Licht auf interessante Weise interagieren:

- Reflektierende Oberflächen wie Metallfolie oder Alufolie sorgen für spannende Lichtreflexionen.
- Transparente Materialien wie Plastikfolien oder Glas lassen das Licht klar hindurchstrahlen und können als farbige Filter wirken.
- Halbtransparente Materialien wie dünnes Papier oder Seidenpapier streuen das Licht und erzeugen weiche, diffuse Effekte.
- Einen speziellen Lichteffekt erzeugt auch eine klassische Rettungsdecke, welche teilweise reflektierend aber auch lichtdurchlässig ist.

Diese Vielfalt an Materialien lädt die Teilnehmer:innen dazu ein, zu experimentieren und einzigartige, kreative Lichtobjekte zu gestalten. Das analoge Tinkering wird so zu einem integralen Bestandteil der Aktivität, bei dem technisches Verständnis und kreative Fantasie Hand in Hand gehen.



Zielgruppe

Die Aktivität Pixel Lumina spricht sowohl Jugendliche als auch Erwachsene an, insbesondere jene, die Freude an ästhetisch gestalteten Objekten haben. Das Coden kann hier leicht gehalten und als Mittel zum Zweck genutzt werden, um kreative und individuelle Lichtobjekte zu gestalten. Gleichzeitig bietet die Aktivität auch Raum für anspruchsvollere digitale Herausforderungen: komplexe Farbsequenzen können unter Einbezug von Variablen und Bedingungen programmiert werden, was sie besonders für Menschen attraktiv macht, die Freude am Programmieren und Tüfteln haben.

Darüber hinaus fordert Pixel Lumina die Teilnehmer:innen in verschiedenen Bereichen, darunter die technische Verbindung elektronischer Bauteile, die Programmierung sowie das kreative Basteln und Gestalten. Diese anspruchsvollen Elemente machen die Aktivität besonders geeignet für Gruppen, die sich gerne intensiv oder wiederholt mit dieser Aktivität beschäftigen wollen. Sie ist jedoch weniger empfehlenswert, wenn nur wenig Zeit zur Verfügung steht oder größere Herausforderungen in einzelnen Bereichen zu erwarten sind. Außerdem eignet sie sich gut für Arbeiten in 2er oder 3er Teams.

Für einen niederschwelligeren Einstieg in die Programmierung eignen sich Alternativen wie Scratch oder Turtlestitch, die leichter zugänglich sind und weniger technische Vorbereitung erfordern.

Vermittlungsziele

- Förderung der Kreativität durch Entwicklung eines eigenen Projektes
- Training von Designprozessen: Von Idee über Planung bis zur technischen Umsetzung
- Erste Berührungspunkte mit wesentlichen Elementen des Programmierens
 - Befehle
 - Wiederholungsschleifen
 - Variablen
 - Operatoren
- Verständnis für die Funktionsweise von Computerprogrammen und Algorithmen (Computational Thinking)

Ressourcen

Material:

In dieser Version der Aktivität nutzen wir die Plattform MakeCode in Kombination mit micro:bits, die einen besonders niederschweligen Einstieg ins Programmieren und Gestalten ermöglichen. Aufgrund der vergleichsweise hohen Kosten der micro:bits ist es jedoch in der Regel schwer möglich, den Teilnehmer:innen zu den gebastelten Objekten auch die zugehörigen Microcomputer nach Hause mitzugeben.

- ❖ **1 PC mit Internetzugang (Pro Person/Team)**
- ❖ **1 micro:bit (Pro Person/Team) + Batterie-Pack + micro USB Kabel**
- ❖ **WS2812b LED-Streifen zum Abschneiden**
- ❖ **Verbindungsclips für LED Streifen**
- ❖ **Krokodilklemmen**
- ❖ **Diverses Bastelmaterial**
 - insbesondere Licht reflektierende, durchscheinende oder streuende Materialien
- ❖ **Ein Präsentationsbildschirm zur Vorstellung der Software (von Vorteil)**
- ❖ **Print Material mit Codebeispielen (von Vorteil)**

Eine kostengünstigere Variante für den Bau von Pixel Lumina mit ATTiny Microchips und Programmierung über Arduino Software (zum Beispiel Ardublock) ist möglich und wurde im Rahmen der DIGI-Werkstatt getestet und entwickelt. Die zusätzlichen Herausforderungen in der Vermittlung als auch bei den Teilnehmer:innen sowohl auf der technischen Verbindungsebene als auch auf der Ebene des Programmierens sind allerdings erheblich. Deshalb muss für diese Form der Aktivität jedenfalls wesentlich mehr Einarbeitungszeit für das Vermittlungsteam als auch für die Durchführung der Aktivität eingeplant werden (zum Beispiel zweiteiliger Workshop mit jeweils 3h). Für diese Variante zusätzlich benötigtes Material:

- ATTiny85 microchips (ca 1,5€ pro Stück)
- Software: Arduine IDE mit Ardublock Erweiterung (kostenlos)
- Programmierer - Prozessorbasiert Tiny AVR Programmer
- möglichst kleine Prototype Steckerboards (z.B. mini Breadboard mit 170 Löchern / 17 Zeilen)
- diverse Jumper Wires (Verbindungsleitungen für Steckerboards)
- Batteriehalterung für (2x (3V) oder 3x (4,5V) AA/AAA Batterien)

Tipps für die Vermittlung

Benennung der leuchtenden Objekte

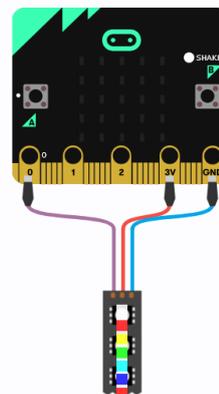
Ein wichtiger Aspekt dieser Aktivität ist die bewusste Entscheidung, die Objekte beziehungsweise Pixel Lumina nicht ausschließlich als "Lampen" zu bezeichnen. Die LEDs bieten vielseitige Gestaltungsmöglichkeiten, die weit über herkömmliche Lampen hinausgehen. Sie können in Kleidung integriert, in 3D-Drucke eingebaut, in selbstgebastelten Figuren verarbeitet oder auf viele andere, kreative Arten genutzt werden.

Wer von Anfang an nur von leuchtenden Objekten spricht, öffnet den Raum für einen kreativeren Tinkering-Prozess und regt die Teilnehmer:innen dazu an, vielfältige und individuelle Ideen umzusetzen. Diese Herangehensweise fördert nicht nur die Kreativität, sondern führt auch zu einer größeren Diversität der gestalteten Ergebnisse.

micro:bit und LED Simulation in MakeCode

Die LED- und micro:bit-Simulationsanzeige in MakeCode mag auf den ersten Blick nicht ganz intuitiv erscheinen, erweist sich jedoch als äußerst praktisch. Besonders hilfreich ist sie, wenn ein Pixel Lumina bereits gebaut wurde und das ständige An- und Abstecken des micro:bits am PC umständlich ist.

In der Simulationsanzeige können programmierte Farbsequenzen und alle möglichen Inputs, die über den micro:bit gesteuert werden, getestet werden. Dazu genügt ein Klick auf die entsprechenden Knöpfe des simulierten micro:bits. So lassen sich die Funktionen bequem prüfen und optimieren, ohne den realen micro:bit jedes Mal anschließen zu müssen.



Sobald der Code vollständig ausgearbeitet ist, kann in einer finalen Phase die Übertragung auf den micro:bit erfolgen, um die programmierten Sequenzen auf den echten LEDs zum Leuchten zu bringen.

Vorstellen der Software

Es ist unumgänglich, die Grundlagen über die Bedienung der Software herzustellen. Es bewährt sich, einen größeren Bildschirm als Präsentationsfläche zur Verfügung zu haben, um die wichtigsten Funktionen des Programms auch mehreren Personen gleichzeitig erklären zu können. Wenn gemeinsam die ersten wichtigen Blöcke nachvollzogen wurden, ist danach genügend Freiraum, um selbstständig weiter zu programmieren und zu tüfteln. Die ersten Fragen, welche individuellere Betreuung erfordern, werden ohnehin bald kommen.



Räume abdunkeln

Es ist wenig überraschend, dass die leuchtenden Pixel Lumina in einer dunkleren Umgebung ihre volle Wirkung entfalten. In tageslichthellen Räumen können die beeindruckenden Farben und Lichteffekte oft nicht vollständig zur Geltung kommen.

Wenn die Möglichkeit besteht, empfiehlt es sich, die Objekte – sei es zur Zwischenbetrachtung oder bei einer gemeinsamen Präsentation am Ende des Workshops – in einem abgedunkelten Raum vorzuführen. So können die Teilnehmer:innen die leuchtenden Kreationen in ihrer vollen Pracht erleben und die ästhetische Wirkung optimal genießen.

