

WiSe21

Heterogenitäts und Inklusions Praktikum

Dokumentation
CaesarCrypt-Projekt

Datum der Vorstellung: 11. Februar 2022

Datum der Abgabe: 11. Februar 2022

Von:

Werkes, Richard: richard.werkes@rwth-aachen.de

Kreft, Robin: robin.kreft@rwth-aachen.de

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung & Motivation	3
2	Dokumentation des Arbeitsprozesses	3
2.1	Entwicklungsprozess	3
2.2	Dokumentation der Recherche	9
3	Erläuterung des Prototypen	10
3.1	Funktionen des Projektes	10
3.2	Konstruktionsanleitung	11
3.3	Nutzung des Prototypen	12
3.3.1	Einbettung in den Kernlehrplan	12
3.3.2	Nutzung des Prototypen	13
3.3.3	Konkrete Unterrichtsszenarien	15
3.3.4	Mehrwert des Prototypen für den inklusiven Unterricht	16
	Literatur	18

1 Einleitung & Motivation

Im Rahmen des Heterogenität und Inklusions Praktikums sollte ein praktisches und möglichst analoges Projekt entworfen werden, mit dem Lernende an Gymnasien und Gesamtschulen zu einem Thema der Informatik unterrichtet werden könnten, bzw. welches im Unterricht unterstützend eingesetzt werden kann. Insbesondere sollte das Projekt dabei den inklusiven Unterricht fördern und einen oder mehrere Förderschwerpunkte abdecken. Die Art des Unterrichtsgegenstandes konnte frei gewählt werden, die Arbeit mit einem Microcontroller war jedoch bevorzugt angeboten.

Grundsätzlich ist der Bedarf an inklusiven Unterrichtsmethoden für den technischen Unterricht, vor allem für spezifische Themen, sehr groß. Gibt es für allgemeine Szenarien bereits gute technische Hilfsmittel, so könnten abstraktere Themen der Informatik gerade bei Lernenden mit den Förderschwerpunkten *EsE* und *Lernen* zu schneller Demotivation führen, da diese von den Lernenden als nicht greifbar bzw. unnahbar empfunden werden. Da diese Gruppe von Menschen die Mehrheit aller beschulten Kinder und Jugendlichen darstellt¹, richtete sich der Fokus dieser Arbeit aus diesem Grund von Beginn an darauf, abstrakte Unterrichtsinhalte erfahrbarer für ebendiese Lernenden zu machen.

2 Dokumentation des Arbeitsprozesses

2.1 Entwicklungsprozess

Gleich zu Beginn des Projektes wurden einige Ideen diskutiert, etwa die einer selbst-Bau Dokumentenkamera, welche jedoch zu weit von den selbst gesetzten Zielen des Projektes entfernt lag. Ernsthaft verfolgt wurde daher ein anderer Vorschlag, nämlich ein irgendwie geartetes kryptographisches Gadget zu bauen. Vor allem deshalb, weil dort der größte Nutzen für Lehrende vermutet wurde. Zunächst war aber noch nicht klar, in welche Richtung die Apparatur gehen sollte. Zwar sollte ein Kryptex das Vorbild darstellen, jedoch waren weder die genaue Form noch die zugrundeliegende Verschlüsselung entschieden. Ein paar Tage nach dem ersten Meeting blieben jedoch nur noch zwei Techniken übrig: Die Caesar-Verschlüsselung, die im Schulalltag meist nur in theoretischer bzw. digitaler Form behandelt wird, und die Vigenère-Verschlüsselung, die die Caesar-Verschlüsselung aufgreift und erweitert. Letztere wurde, wie später noch geschildert werden wird, ad acta gelegt. So blieb aber der Plan eines Kryptex-ähnlichen Aufbaus, der Lernende den Umgang mit einfachen Verschlüsselungen erleichtern soll. Zur Sicherung dieser Idee und zur Erleichterung der weiteren Arbeitsschritte wurde eine Projektskizze erstellt. Hierzu wurde das Notizenprogramm „Notability“ auf einem iPad genutzt. Zunächst wurden die Kerninhalte des Projektes schriftlich fixiert und aus diesen eine grafische Skizze abgeleitet und stetig, bis zu einem Konstruktionsplan, optimiert.

¹vgl. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Statistik/Dokumentationen/Dok223_SoPae_2018.pdf



Relativ früh wurde als Basis des Projektes die Arduino Plattform ausgewählt. Hauptgrund hierfür war die geringe Komplexität des Systems. Es bietet einen einfachen Einstieg in die Verwendung von Microcontrollern, weitere elektronische Bauteile können einfach mit dieser Plattform verwendet werden. Zudem sind viele Funktionalitäten bestens im Internet dokumentiert.

Vom Start des Projektes an wurde in gemeinsamen Meetings zunehmend die Idee ausgestaltet. Als Meilenstein kann die, in Abbildung 1 dargestellte Projektskizze, die den Stand des Projektes zum 13.12.2021 wiedergibt, genannt werden. Die grundlegende Idee, war wie folgt:

- Unterstützung von mehreren Algorithmen zur Verschlüsselung
- Ver- und Entschlüsselung von Worten über Auswahlräder
- Ein Klappe, die öffnet sobald ein Wort entschlüsselt wurde
- mehrere Modi für die Nutzung

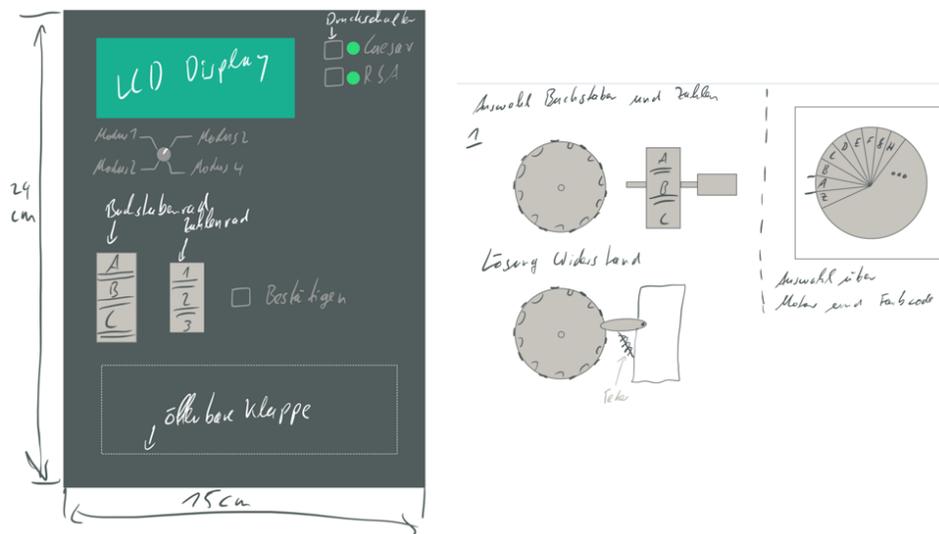


Abbildung 1: Erste Version der Projektskizze (,RSA' im Bild nur Platzhalter).

Wie auf der rechten Seite erkannt werden kann, wurden zu diesem Zeitpunkt noch verschiedene Lösungen für die Eingabe von Buchstaben und Zahlen diskutiert. Diese wurden auch in der Seminarsitzung am 17.12.2021 besprochen und das erhaltene Feedback in gemeinsamen Meetings nach diesen Treffen in die Projektskizze bzw. den Konstruktionsplan eingearbeitet. In Abbildung 2 ist die überarbeitete Version dargestellt.

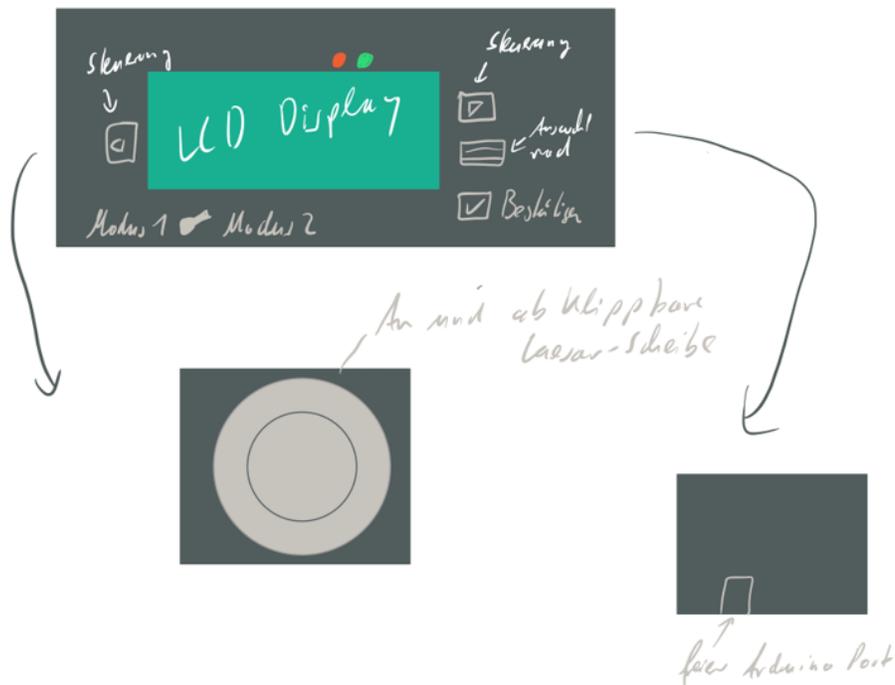


Abbildung 2: Abschließende Projektskizze.

Die linke Seite zeigt hierbei eine der ersten Lösungsideen, die rechte die Version, die die abschließende Skizze darstellt. Zu jedem Überarbeitungsschritt wurden immer die technische Realisierbarkeit der Komponenten diskutiert. Dazu wurde meist das angedachte Bauteil zusammen mit dem Schlagwort Arduino bei Google gesucht und die Umsetzbarkeit anhand anderer Projekte, die diese Bauteile verwendet haben, überprüft. Hierbei stellte sich u.a. heraus, dass ein I2C-Display verwendet werden sollte, da dieses deutlich weniger komplex zu verwenden ist, als die typische Schnittstelle. Besonders hilfreich war die Webseite *funduino*². Anhand der hier vorgestellten Projekte konnte die Verwendung der Bauteile abgeleitet werden. Die skizzierte Arbeitsweise der stetigen Optimierung des Konzeptes unterstützt von der grafischen Darstellung hat insgesamt sehr gut funktioniert. Am Ende des Arbeitsprozesses stand eine Konstruktionsskizze, die eine gute Ausgangsbasis für die weitere Entwicklung darstellte. Etwas umständlich war jedoch, dass Notability nur auf iPads richtig verwendet werden kann und nur eines davon für das Projekt genutzt werden konnte. Dies nahm die Möglichkeit, kooperativ an dem Dokument zu arbeiten. Dies war in diesem Projekt zwar nicht nachteilig, bei Projekten mit mehreren Teammitgliedern könnte dies jedoch zu Effizienzproblemen führen.

Ausgehend von dieser abschließenden Skizze wurde die Umsetzung des Projektes eingeleitet. Da zu diesem Zeitpunkt weder final entschieden werden konnte, welche Bauteile auch wirklich in der Praxis funktionieren würden, noch aus diesem Grund bestellt worden waren, wurde die Arbeit zunächst weiter in digitaler Form weiterge-

²<https://funduino.de/>

führt. Dies beinhaltete die Software und damit verbunden die Schaltskizze des Gesamtprojektes. Um die Software entwickeln zu können, wurde zunächst eine Simulationsumgebung für den Arduino gesucht. Das im Meeting vom 17.12.2021 vorgestellte *Tinkercad*³ stellte sich leider als ungeeignet für dieses Projekt heraus, da einzelne Komponenten in dieser Simulation nicht vorhanden waren. Dies betraf im Besonderen das LCD-Display mit der I2C-Schnittstelle. Eine Alternative wurde in der Webanwendung *WOKWI*⁴ gefunden, die über einen ähnlichen Funktionsumfang verfügt und zudem alle relevanten Bauteile unterstützte. Zunächst wurde über diese Anwendung der technische Schaltplan, ausgehend von den bereits identifizierten Informationen aus den Webrecherchen angefertigt. Zudem wurde das Wiki- der Anwendung für den Anschluss der Buttons genutzt.

Über die Weihnachtstage konnte so schließlich die Projektskizze mit den benötigten Teilen abgegeben werden. Über die Weihnachtsferien und in der ersten Uniwoche wurde die Software in der Simulation großteilig fertiggestellt. Hierbei wurde aufgrund von Feedback auf die Vigenère Verschlüsselung verzichtet, da diese wohl zu komplex für ein solches System sei. Am 14.01 konnten die ersten Teile herausgesucht werden und am 20.01.2022, nach deren Lieferung, die benötigten Bauteile im Institut abgeholt werden. Am 21.01 wurde mit dem Zusammenbauen des Prototypen begonnen. Hierzu wurde analog zu der Planung in *WOKWI* die Schaltung auf einem Breadboard zusammengesetzt. Anschließend wurde die Software übergespielt. Leider stellte sich heraus, dass die Integration nicht funktionierte. Die Gründe dafür konnten zu diesem Zeitpunkt noch nicht ausfindig gemacht werden. Daher wurde in einem neuen Treffen am 24.01 die Schaltung von Grund auf neu erdacht, indem die einzelnen Bauteile entsprechend der Anleitungen in funduino und ähnlichen Foren zusammengesetzt und mit Code-Snippets getestet wurden. Hierbei stellte sich heraus, dass die Button-Schaltung der *WOKWI*-Bibliothek so nicht funktionstüchtig war und die Software das Display falsch angesprochen hatte. Darüber hinaus funktionierte auch das eingesetzte Potentiometer nicht wie erwünscht. Nach Änderung des Codes und der Schaltung durch Ergänzung von Pulldown-Widerständen und Austausch des beschafften Potentiometers durch eines aus dem eigenen Vorrat, waren alle Komponenten lauffähig verschaltet, womit ein großer Meilenstein des Projektes erreicht wurde. Auch, da der Code nun wie geplant funktionierte.

³<https://www.tinkercad.com/>

⁴<https://wokwi.com/>



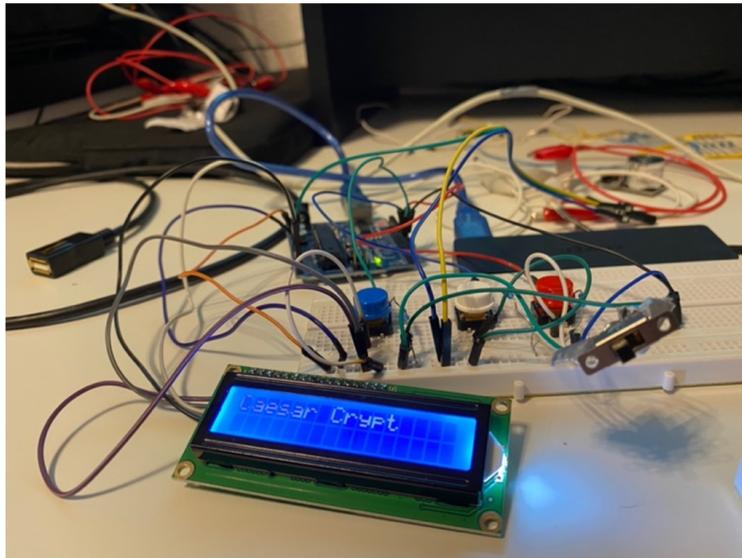


Abbildung 3: Meilenstein: Erste Schaltung.

Am 01.02 sollte das Projekt durch die Fertigung der Box sowie der Verlötung der Verkabelung fertiggestellt werden. Unter leichten Korrekturen der SVG-Datei konnte die, mit Hilfe der Webseite festi.info/boxes.py/ erstellte Box, gefertigt werden. Das Verlöten verlief weniger erfolgreich, als erwünscht, besonders da bei beiden Teammitgliedern keine Erfahrungswerte bei dieser Fertigungstechnik vorlagen. Trotz allem wurde am Ende das vorläufig fertige Endprodukt, der vorletzte Meilenstein, erhalten.

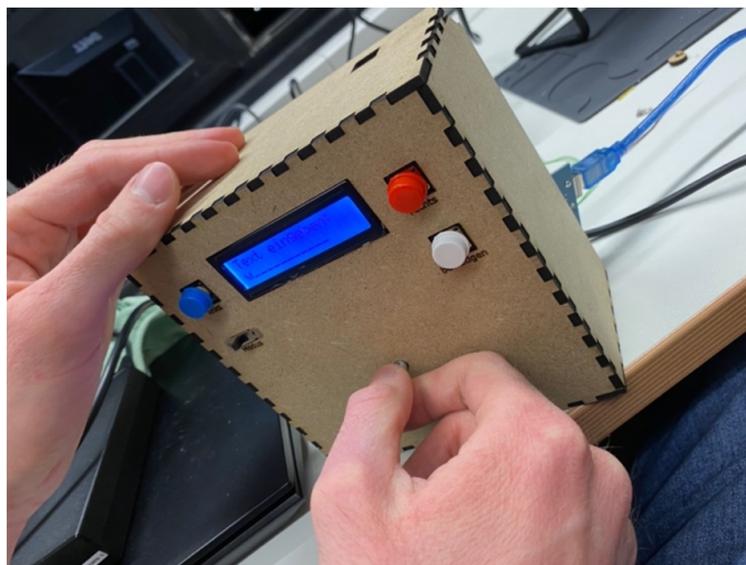


Abbildung 4: Meilenstein: Box und Verlötung.

Am 02.02 traten jedoch Fehler auf dem LCD Display sowie in der Funktionalität der gesamten Box auf. Zeigte das LCD-Display zu Beginn die richtigen Dinge an, so fing die Anzeige bei Annäherung der Hand an die Box an zu flackern und die Eingabelemente funktionierten nicht mehr. Die Ursache blieb unklar aber es wurde davon

Das Projekt „Interaktive Caesar-Verschlüsselungsbox für den inklusiven Unterricht“, erstellt von Robin Kreft und Richard Werkes, steht unter einer CC-BY-SA – Lizenz (CC BY-SA 3.0 DE) und kann unter Nennung der Autoren und Weitergabe der Erzeugnisse unter den gleichen Bedingungen problemlos in eigenem Unterricht eingesetzt und für diese Zwecke modifiziert werden.



ausgegangen, dass die Verkabelung der 5V-Stromversorgung sowie der Ground-Ableitungen ursächlich für die Probleme waren. Daher wurde am 05.02 die Verkabelung dieser Bauteile erneuert. Hierzu wurde u.a. ein privat organisiertes Lötgerät genutzt. Da jedoch der beigelegte Lötdraht kein Lötendraht war und am selben Tag kein neuer Draht mehr besorgt werden konnte, wurde die Verkabelung mit Lüsterklemmen neu organisiert. Zudem wurden die Scharniere der Box mit Heißklebepunkten verstärkt, da diese im Vorfeld etwas zu klein geplant worden waren und dadurch drohten zu brechen. Um die Caesarscheiben zu befestigen wurden Magnete bestellt. Am Ende dieses Meetings stand die nun großteilig fertige, problemlos funktionierende Version des Prototypen. In den Tagen bis zum 09.02 wurde die Software noch optimiert.



Abbildung 5: Arbeiten an der Grundversion des Prototypen.

Am 09.02 wurden die Caesarscheiben mit den Magneten versehen und kleinere Korrekturen am Gehäuse vorgenommen. Insbesondere wurden die Scharniere durch solche aus Metall ersetzt, da sie schlussendlich nicht Stand gehalten hatten. Die Box wurde außerdem mit Farbakzenten versehen und so das Projekt beendet.



Abbildung 6: Fertiger Prototyp mit Caesarscheibe.

2.2 Dokumentation der Recherche

Da beiden Gruppenmitgliedern die Caesar-Verschlüsselung gut bekannt war, musste keine Literatur hierfür genutzt werden. Um die Beispielwörter schnell zu ver- und entschlüsseln wurde folgende Webseite genutzt:

- <https://cryptii.com/pipes/caesar-cipher>
 - Kleines Webtool zur Verschlüsselung und Entschlüsselung von Text über die Caesar-Verschlüsselungen
 - Einfach, übersichtlich zu Nutzen

Zur Entwicklung des Prototypen und insbesondere für die Arbeit mit dem Arduino wurden zahlreiche Internetquellen, darunter überwiegend Arduino-Foren, zu Rate gezogen. Einige wurden hierbei stärker frequentiert und werden daher nachfolgend aufgelistet:

- <https://funduino.de/>
 - Arduino-Forum mit vielen grundlegenden Projekten
 - Gut um die Schaltungen und Code-Einbettung der Komponenten nachzuvollziehen
- <https://docs.wokwi.com/>
 - Das Wiki der Schaltungssimulation Wokwi mit vielen weiteren Anleitungen zu Schaltungen



! Button-Verschaltungen nicht in der Praxis umsetzbar (Widerstände fehlen)

- <https://asset.conrad.com/media10/add/160267/c1/-/de/002309328DS01/datenblatt-2309328-joy-it-sen-mag25n-magnetschaltermodul-1-st-passend-fuer-entwicklungskits-arduino-asus-asus-tinker-board-calliope.pdf>

- Bedienungsanleitung und Datenblatt für den verwendeten Elektromagneten mit Schaltung und Code-Beispielen

- <https://www.festi.info/boxes.py/>

- Zahlreiche Vorlagen für Laser zugeschnittene Boxen

! Schöne Boxen, aber in unserem Fall zu schwaches Klappscharnier

3 Erläuterung des Prototypen

3.1 Funktionen des Projektes

Das Projekt stellt sich als verschließbare Box dar, die über einen Elektromagneten verschlossen wird. Dieser Elektromagnet kann mithilfe eines Arduinos angesprochen und die Box so geöffnet werden. Der Mechanismus ist an die Ver- und Entschlüsselung von Wörtern mittels der Caesar-Verschlüsselung⁵ gekoppelt. Nutzende können zwischen den Sprachen Deutsch und Englisch sowie zwischen zwei Modi wählen.

Der erste Modus, der Übungsmodus ermöglicht das trainieren der Entschlüsselung von Begriffen anhand festgelegter Wörter, die auf einem Display angezeigt werden. Als Hilfsmittel ist der Box dazu eine Caesarscheibe beigelegt. Bei den ersten Begriffen wird Nutzenden als zusätzliche Unterstützung die Verschiebung angezeigt, mit der das Wort im Klartext verschlüsselt wurde; später ist dies nicht mehr der Fall. Die Eingabe erfolgt über das Drehen eines Potentiometers und Schalter Rechts, Links sowie Bestätigen. Feedback über den Erfolg wird ebenfalls auf dem Display angezeigt.

Der zweite Modus ist der Tauschmodus, der es ermöglicht die Box kooperativ zu verwenden. Hier wird ein Wort zunächst über die beschriebene Eingabemethode verschlüsselt und anschließend von einer weiteren Person entschlüsselt.

⁵<https://de.wikipedia.org/wiki/Caesar-Verschlüsselung>



3.2 Konstruktionsanleitung



Abbildung 7: Die Verschlüsselungsbox.

Der Prototyp für die interaktive Caesar-Verschlüsselungsbox kann einfach nachgebaut werden. Der Code für den Arduino sowie die Dateien für den Lasercutter können im nachfolgenden Git-Repo heruntergeladen werden:

<https://git.rwth-aachen.de/robin.jonas.kreft/hip-caesarcrypt>

Die Verschlüsselungsbox muss nicht komplett gleich nachgebaut werden. So kann bspw. eine andere Box mit einem 3D-Drucker oder durch das Verkleben von Holzstücken erstellt werden. Idealerweise weist eine solche Box weiterhin ein Scharnier auf, um die gleiche Grundfunktionalität zu gewährleisten.

Zunächst sollten die folgenden elektronischen Komponenten bereitgestellt werden:

- 3x Druckschalter
- 1x Schiebe- oder Kippschalter
- 1x Elektromagnet
- 1x Potentiometer
- 1x LCD-Display mit I2C-Schnittstelle
- 1x Arduino mit mindestens 3 analogen und 6 digitalen Pins
- Ausreichend Kabel
- Schraube und Gegengewinde

Das Projekt „Interaktive Caesar-Verschlüsselungsbox für den inklusiven Unterricht“, erstellt von Robin Kreft und Richard Werkes, steht unter einer CC-BY-SA – Lizenz (CC BY-SA 3.0 DE) und kann unter Nennung der Autoren und Weitergabe der Erzeugnisse unter den gleichen Bedingungen problemlos in eigenem Unterricht eingesetzt und für diese Zwecke modifiziert werden.



Danach werden die Maße der Komponenten ermittelt und, bei Verwendung der angebotenen SVG-Dateien, die Aussparungen angepasst und die Box erstellt. Die elektronischen Bauteile werden mit Kabeln verlötet und in den jeweiligen Aussparungen der Box geklebt. Anhand des Schaltbildes werden die einzelnen Kabel verbunden und an den Arduino angeschlossen. Hierbei ist es ratsam die Stromversorgungskabel (5V) und die Ground-Kabel nicht auf einmal zusammenzuschließen, sondern die einzelnen Kabel an verschiedenen Stellen der Box zu sammeln und diese Verbünde schrittweise zusammenzuführen. Im Anschluss kann die Software übernommen werden. Hierzu kann der Code aus Git, mittels der dort bereitgestellten Beschreibung, genutzt werden. Der Arduino muss mit dem Computer verbunden werden, und den Code auf den Arduino übertragen. Ist die Elektronik funktionstüchtig, so kann die Rückplatte montiert werden. Hierzu wird ein Gegengewinde auf einer Seite der Box mit Heißkleber so eingeklebt, dass eine Schraube durch die Aussparung der Rückplatte eingeschraubt werden kann. Die Platte wird eingelegt, an der einen Stelle verschraubt und auf der gegenüber liegenden Seite mit der Box verklebt. Diese Klebenaht fungiert als Scharnier beim Öffnen der Klappe und sorgt ansonsten für die nötige Stabilität.

Der erstellte Prototyp kann auf verschiedene Weise optimiert werden. So sollten die Gelenke resp. Scharniere der Box größer gestaltet werden, sodass diese widerstandsfähiger werden. Die Box selbst kann etwas flacher gestaltet werden, was vor allem ästhetische Gründe hat. Um die Verschlusskraft des Elektromagneten zu erhöhen, kann dieser an einen eigenen Stromkreis angeschlossen werden. Alternativ kann über einen Servomotor ein Riegel ge- oder entsperrt werden.

3.3 Nutzung des Prototypen

3.3.1 Einbettung in den Kernlehrplan

Der Prototyp ist im Besonderen für den Einsatz in der Sekundarstufe I konzipiert worden. Er kann im Wahlpflichtbereich zur Erarbeitung der Inhalte aus dem Inhaltsfeld 1 *Informationen und Daten* und Inhaltsfeld 5 *Informatik, Mensch und Gesellschaft* verwendet werden. Anhand des Prototypen kann das Prinzip der Codierung und Decodierung von Daten wiederholt werden und die konkrete Kompetenzerwartung die Lernenden „*erläutern die Unsicherheit eines einfachen Verschlüsselungsverfahrens*“ aus der Verknüpfung des Inhaltsfeldes 5 mit dem Kompetenzbereich *Argumentieren*, thematisiert werden.^[2]

Aufgrund der spielerischen Komponente und dem Fokus auf die Schaffung eines haptischen Mediums zur Vermittlung dieser Inhalte ist der Prototyp besonders für den Informatik-Anfangsunterricht geeignet. Auch hier wird das Inhaltsfeld *Information und Daten* angesprochen. Besonders die konkretisierte Kompetenzerwartung die Lernenden „*erläutern ein einfaches Transpositionsverfahren als Möglichkeit der Verschlüsselung*“ kann in Lehr-Lernszenarien rund um den erstellten Prototypen adressiert werden.^[3] Auch können mittels des Prototypen die Grundlagen für den Vergleich verschiedener Verschlüsselungsverfahren, wie im KLP als Kompetenzerwartung durch die Verknüpfung des Inhaltsfeldes *Informationen und Daten* sowie dem Kompetenzbereich *Darstellen und Interpretieren* gefordert,



gelegt werden, indem die Sicherheitsaspekte anhand der Caesar-Verschlüsselung und des Prototypen praktisch erfahren werden können.^[3]

Etwas abstrahiert gesehen, kann der Prototyp auch als Informatiksystem betrachtet und somit Kompetenzen, die mit dem Inhaltsfeld *Informatik, Mensch und Gesellschaft* sowie in geringem Maße mit dem Inhaltsfeld *Informatiksysteme* assoziiert sind, gefördert werden.^[3]

Zusätzlich kann der Prototyp auch zu weiteren Zeitpunkten der schulischen Informatikausbildung genutzt werden. So kann bspw. in der gymnasialen Oberstufe der Prototyp zur kurzen, motivierenden Wiederholung der Caesar-Verschlüsselung eingesetzt werden, bevor diese im Java-Anfangsunterricht implementiert wird.

3.3.2 Nutzung des Prototypen

Bevor genaue Unterrichtsszenarien skizziert werden, wird im Folgenden die Funktion des Prototypens dargestellt. Eine Übersicht hierzu zeigt Abbildung 8:



Struktur der Software

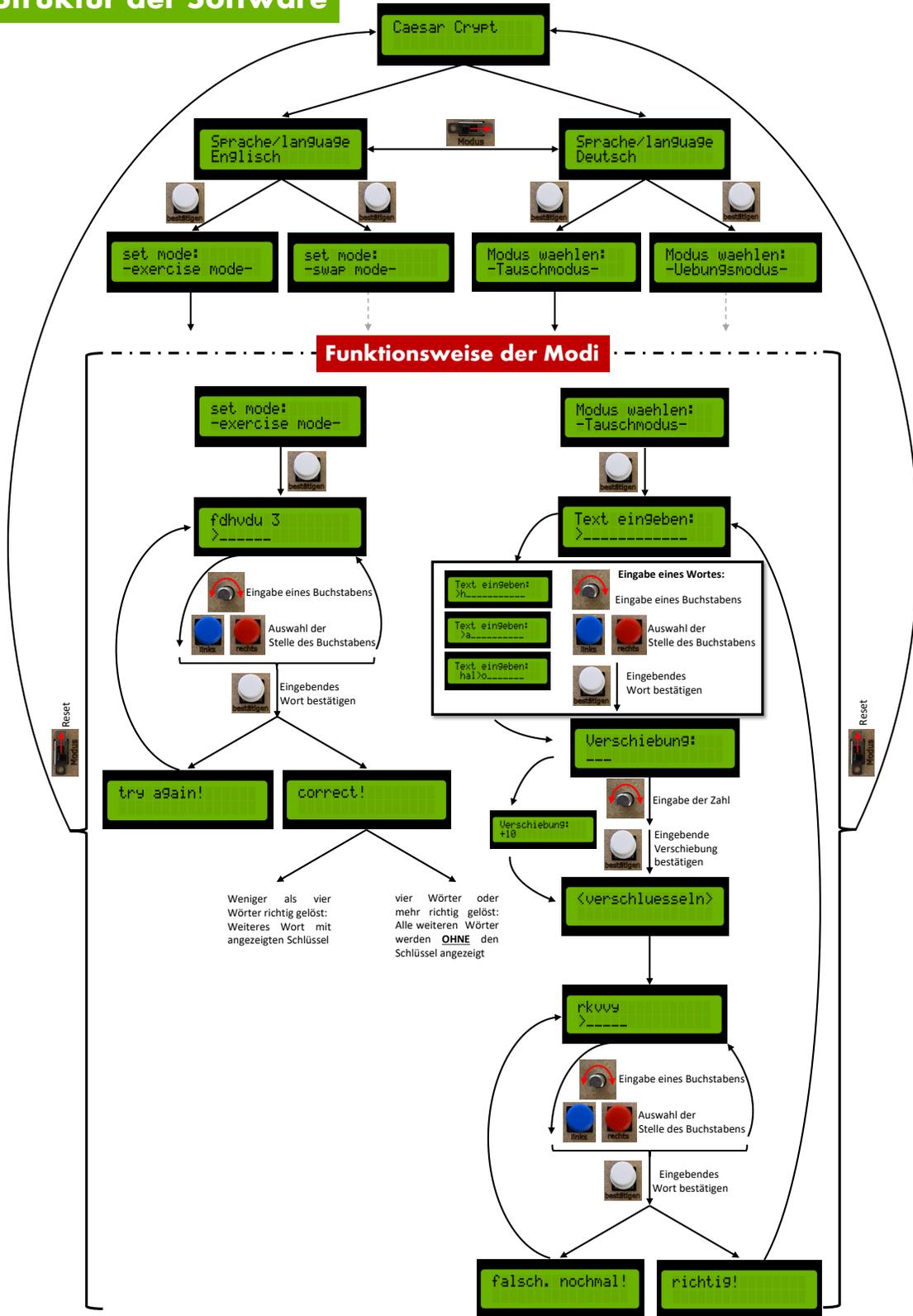


Abbildung 8: Schematische Darstellung der Funktionen des Prototypen.

Das Projekt „Interaktive Caesar-Verschlüsselungsbox für den inklusiven Unterricht“, erstellt von Robin Kreft und Richard Werkes, steht unter einer CC-BY-SA – Lizenz (CC BY-SA 3.0 DE) und kann unter Nennung der Autoren und Weitergabe der Erzeugnisse unter den gleichen Bedingungen problemlos in eigenem Unterricht eingesetzt und für diese Zwecke modifiziert werden.



3.3.3 Konkrete Unterrichtsszenarien

Das erste Szenario richtet sich an die angesprochene Möglichkeit, die Caesar-Verschlüsselung motivierend zu wiederholen. So kann der Tauschmodus gewählt werden und die Lernenden geben ein Wort ein, lassen es mit einem angebenen Schlüssel verschlüsseln und übergeben die Box an eine weitere Person, welche den Text entschlüsseln muss, um bspw. an eine Nachricht im inneren der Box zu gelangen. In diesem Grundszenario kann ebenfalls die, in den KLP geforderte Sicherheitsbetrachtung eingebunden werden. So kann hier im Besonderen das Problem des Schlüsselaustauschs thematisiert werden. Die Lernenden müssen sich überlegen, wie sie dem Mitlernenden auf der anderen Seite des Raumes den Schlüssel mitteilen, wenn eine dritte Person die Box überbringt. Auch kann ein Wettbewerbsszenario darüber geschaffen werden, wer es schafft, die Box einer anderen Gruppe zu öffnen.

Mittels des Prototypen kann das Verschlüsselungsverfahren aber auch neu erlernt werden. So kann die Caesar-Verschlüsselung über den Kontext Asterix und Obelix gegen Caesar vorgestellt werden. Dies kann z.B. über einen modifizierten Comic-Ausschnitt oder ähnlichem geschehen. Ausgehend hiervon erhalten die Lernenden die Box, in der bspw. Miraculix neue Zaubertrank-Bonbons (z.B. Nimm2) enthalten sind. Die Lernenden müssen für die Öffnung der Box das Verschlüsselungsverfahren im Übungsmodus einmal korrekt anwenden. Anschließend vertiefen sie die neu gewonnen Fertigkeiten, indem sie den Übungsmodus weiterbearbeiten. Da ab dem 4. Wort die Angabe des Schlüssels entfällt, kann hier auf einen weiteren Sicherheitsaspekt, nämlich der Sicherheit der Verschlüsselung gegenüber Brute-Force-Attacken erprobt werden. In weiteren Stunden kann dann auch der Tauschmodus zur Vergrößerung der Vielfältigkeit und weiterer Sicherung verwendet werden.

Insgesamt können alle genannten Einsatzmöglichkeiten des Prototypen zur Schaffung motivierender Lehr-Lern-Szenarien beliebig miteinander kombiniert werden und so die verschiedensten Kompetenzen im Zusammenhang mit dem zugrundeliegenden, einfachen Transpositionsverfahren gefördert werden. Besonders angesprochen werden kann, durch die Einbindung kooperativer Elemente, der Kompetenzbereich *Kommunizieren und Kooperieren*. Werden die Ergebnisse besprochen, so auch *Argumentieren* und *Darstellen und Interpretieren*. In den skizzierten, sowie in den vielfältigen, darüber hinaus realisierbaren, Lehr-Lernszenarien können viele wertvolle Aspekte geschaffen werden. So kann die Verschlüsselungsbox neue Unterrichtsmethoden unterstützen und somit die Methodenvielfalt als eines der 10 Merkmale guten Unterrichts fördern. Der Einsatz im Übungsmodus fördert das intelligente Üben und, wie im nachfolgenden Abschnitt ausführlich dargelegt wird, auch das individuelle Fördern.^[8]

Bezogen auch die Informatikdidaktik kann in Lehr-Lernszenarien, in denen die Lernenden die Verschlüsselung anhand der Box erlernen oder vertiefen das didaktische Prinzip des *aktiven Lernens* nach Baumann umgesetzt werden.^[1] Wird mittels der Box die bereits erlernte Verschlüsselungsmethode vertieft und dabei erstmalig der Prototyp verwendet, so wird auch das Prinzip der *Stabilisierung* realisiert. Der Wiederholungsansatz spricht zudem das Didaktische Prinzip der *Übung* nach Hubwieser an.^[5] Durch die haptische Darstellung der Verschlüsselung wird im Besonderen das *Operative Prinzip* nach Baumann, welches auch leitend in der Konzeption des Projektes war,



angesprochen. Der Unterrichtsgegenstand wird im Sinne Hubwiesers Prinzip der *Veranschaulichung* übersichtlich dargestellt. Besonders junge Lernende soll der Prototyp ansprechen, da, nach dem Prinzip der *Stufenmäßigkeit* nach Baumann, die Lerninhalte gemäß der geistigen Entwicklungsstufe dargeboten werden sollen. Das Ziel ist, den Lernenden bei der Verwendung der Box stets transparent zu zeigen, welche Anforderung an sie gestellt ist, womit auch das Prinzip der *Zielvorstellung* realisiert wird. Wie nachfolgend erläutert wurde das Projekt besonders für den inklusiven Einsatz entwickelt, weshalb auch das Prinzip des *individuellen Lerntempos* berücksichtigt wurde. Somit steht auch das Prinzip der *Differenzierung* nach Hubwieser im Vordergrund, sowie das Prinzip der *Motivation*, welches Baumann formuliert. Der Prototyp kann dazu beitragen einen Abwechslungsreichen Unterricht zu schaffen, in dem die Motivation hoch ist und eine neue Methode bereitstellen, wodurch auch Hubwiesers Prinzip der *Variabilität und Flexibilität* erfüllt ist.

3.3.4 Mehrwert des Prototypen für den inklusiven Unterricht

Wie eingangs erwähnt, richtet sich der Prototyp im Besonderen auch an den inklusiven Unterricht. Durch die Auswahl der angezeigten Sprache können Hürden gerade für DAZ-Lernende abgebaut werden. Momentan stehen die Sprachen Englisch und Deutsch zur Auswahl, diese können aber einfach um weitere ergänzt werden. Bei den Empfehlungen für den inklusiven Unterricht werden vor allem die Punkte Individualisierendes Lernen und Differenzierung in den Vordergrund gestellt.^[6] Ebenso wird, wie auch im Schulgesetz verankert, der Erhalt und die Förderung der Lernfreude in den Vordergrund gestellt.^[6] Dies im Besonderen, soll durch den erstellten Prototyp gefördert werden. Wird er wie in den obigen Szenarien eingesetzt, kann er die Behandlung der Caesar-Verschlüsselung in einem stark motivierenden Szenario realisieren. Durch die Schaffung eines ansprechenden, motivierenden Kontextes, bzw. Lernumgebung erlernen die Lernenden das Transposition-Verfahren spielerisch mit einer hohen Lernfreude. Auch das individualisierende Lernen kann mit dem Einsatz des Protoyps realisiert werden. Nach diesem Ansatz sollen die Lernenden nicht zu gleicher Zeit im gleichen Tempo an den gleichen Aufgaben arbeiten sondern ihre individuellen Arbeitsziele in ihrem individuellen Tempo erreichen.^[6] Aufgrund seines einfachen Designs kann der Prototyp, begleitet von entsprechenden Anleitungen zur Caesar-Verschlüsselung in, von Lernenden selbstgesteuerten, Lehr-Lernszenarien oder in einem Lernbüro zu Einsatz kommen. Die Motivation kann hier bspw. durch eine Überraschung wie Süßigkeiten als Inhalt der Box gesteigert werden. Auch die Differenzierung kann in den vielfältigen Einsatzszenarien des Prototyps realisiert werden. Bspw. wird die Leistungsdifferenzierung realisiert, wenn das Einüben des Verschlüsselungsverfahrens das Unterrichtsziel ist und als Tempoaufgabe die Decodierung ohne bekannten Schlüssel (Ab dem 4. Wort des Verschlüsselungsmodus) genutzt wird. Eine Neigungsdifferenzierung kann durch die Einbettung der Box in verschiedenen Narrativen erreicht werden. So kann die Box Caesars geheimen Schlachtplan oder die Krabbenburger-Geheimformel enthalten. Gerade in dem skizzierten Einsatz in einem individualisierten Unterrichtsszenario können Lernende ihr jeweils favorisiertes Szenario auswählen. Hierdurch werden



auch wieder die Motivation und die Lernfreude gefördert.

Der Prototyp kann bei verschiedenen Förderschwerpunkt eingesetzt werden. Bei einem Großteil der Förderschwerpunkte wie bspw. *Lernen* gelten die gleichen Prinzipien für guten Unterricht auch für guten inklusiven Unterricht.^[4] Auch ist die schon mehrfach diskutierte Motivation bei vielen Förderschwerpunkten die Motivation ein wichtiger Erfolgsfaktor. So ist die Box vor Allem eben geeignet für den Unterricht im Förderschwerpunkt *Lernen*. Neben Strukturellen Maßnahmen wie einer evaluativen Vorgehensweise und einer klaren Strukturierung und den allgemeinen Merkmalen guten Unterrichts sind Aktivierende Lernstrategien besonders effektiv.^[4] Diese können u.a. durch den hohen Motivationsfaktor sowie der Vielfältigkeit der realisierbaren Lehr-Lern-Szenarien erreicht werden. Hilbert Meyer schlägt für den Unterricht in diesem Förderschwerpunkt, sowie auch für den inklusiven Unterricht im Allgemeinen, eine Drittelung der Unterrichtsanteile in Individualisierendem Unterricht, Lehrgangsbegone Vorgehensweise (direkte Instruktion) und Kooperative Arbeitsformen vor.^[7] Gerade der erste und dritte Punkt kann, wie hinreichend gezeigt, durch den Prototypen ermöglicht werden. Der einzige Förderschwerpunkt, für den der Prototyp ungeeignet ist, ist der Förderschwerpunkt Sehen, da die Informationen und Eingaben primär über den visuellen Kanal stattfinden. Hier kann der Prototyp evtl. in Zukunft über eine auditive Funktion erweitert werden, jedoch nur unter großen Aufwand, da das Eingabesystem dafür grundlegend neu erdacht werden müsste.



Literatur

- [1] R. Baumann. *Didaktik der Informatik*. Klett, 1996.
- [2] MSB des Landes Nordrhein-Westfalen. *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I Gymnasium in Nordrhein-Westfalen Wahlpflichtfach Informatik*. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2019.
- [3] MSB des Landes Nordrhein-Westfalen. *Kernlehrplan für die Sekundarstufe I - Klasse 5 und 6 in Nordrhein-Westfalen Informatik*. Düsseldorf: Ministerium für Schule und Bildung des Landes Nordrhein-Westfalen, 2021.
- [4] U. Eisenberg et al. *Handreichung zur sonderpädagogischen Fachlichkeit im Förderschwerpunkt Lernen*. Münster: Bezirksregierung Münster, 2015.
- [5] P. Hubwieser. *Didaktik der Informatik - Grundlagen, Konzepte, Beispiele*. Berlin: Springer Verlag, 3. Auflage, 2004.
- [6] Dezernat 41 – Arbeitsstelle Inklusion. *Inklusion an Schulen – Eine Handreichung*. Köln: Bezirksregierung Köln, 2021.
- [7] H. Meyer. Mischwald ist besser als Monokultur - Plädoyer für Vielfalt in der Unterrichtsentwicklung. *Schule NRW*, 11(6):282 – 287, 2011.
- [8] H. Meyer. *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen Verlag Berlin, 2011.

