

# „Bar-Tresor“

Pascal Friedrichsen  
Hochschule Flensburg  
Kanzleistraße 91-93  
24943 Flensburg, Deutschland  
pascal.friedrichsen@stud.hs-  
flensburg.de

Dominik Heckner  
Hochschule Flensburg  
Kanzleistraße 91-93  
24943 Flensburg, Deutschland  
dominik.heckner@stud.hs-  
flensburg.de

Fabian Petersen  
Hochschule Flensburg  
Kanzleistraße 91-93  
24943 Flensburg, Deutschland  
fabian.petersen@stud.hs-  
flensburg.de

## ABSTRACT

Im Rahmen des Mikrocontroller-Moduls des Masterstudiengangs Angewandte Informatik an der Hochschule Flensburg wurde eine Rätselbox, der „Bartresor“, fürs Bar-Settings entwickelt. Der Bartresor benutzt einen Mikrocontroller mit diversen Sensoren und Aktoren um zufallsgenerierte Rätsel zu stellen. Konzipiert als Unterhaltungs- und Socializing-Tool, welches die Nutzer engagieren soll.

## CCS Concepts

CCS -> Human-centered computing -> Human computer interaction (HCI)

CCS -> Hardware -> Embedded systems

CCS -> Computing methodologies -> Interactive entertainment

CCS -> Information systems -> Game playing

CCS -> Applied computing -> Computer-aided engineering

## Keywords

Mikrocontroller-Programmierung, Sensortechnologie, Sensorbasierte Rätsel, Game, Interaktive Unterhaltung, User Experience, Prototyping

## 1. Einleitung

Im Bereich interaktiver Unterhaltung haben Escape-Room-Spiele weite Verbreitung gefunden und bieten den Teilnehmern eine immersive und herausfordernde Erfahrung. Dieses Paper stellt "Bartresor" vor, ein Projekt, das Elemente von Escape-Room-Spielen mit Mikrocontroller-Technologie kombiniert und so eine innovative und fesselnde Puzzle-Box schafft. Das thematische Zentrum von Bartresor dreht sich um einen sicheren Tresor, der die Teilnehmer vor die Aufgabe stellt, seine Geheimnisse zu entschlüsseln, indem sie mit einer Vielzahl von Rätseln lösen.

### 1.1 Projektziel

Das Projekt ist im Rahmen der Veranstaltung Mikrocontroller Programmierung entstanden, und das Ziel der Projektidee ist es, eine kleine Rätselbox zu entwickeln, die man mit mehreren Personen in dem Setting einer Bar lösen kann, bei der bei erfolgreicher Arbeit eine kleine Belohnung auf die Spieler wartet.

### 1.2 Zielgruppe

Die Zielgruppe des Projektes erstreckt sich über eine vielseitige Bandbreite von Unterhaltungssuchenden, insbesondere in der Barumgebung. Mit einem Fokus auf soziale Interaktion und spannende Gruppenerlebnisse richtet sich dieses Projekt an Erwachsene, die eine innovative und unterhaltsame Alternative zu herkömmlichen Freizeitaktivitäten suchen. Es bietet eine einzigartige Möglichkeit für Barbesucher und Freundesgruppen, gemeinsam eine fesselnde Herausforderung zu meistern. Das Projekt fördert die Zusammenarbeit und das

Problemlösungsverhalten, während es gleichzeitig eine entspannte Umgebung für informelle Gespräche und Networking bietet. Obwohl speziell für Bars konzipiert, ist 'Bartresor' nicht auf diese Umgebung beschränkt. Das Projekt bietet eine vielseitige Erfahrung, die sich über verschiedene Veranstaltungsorte und soziale Settings erstrecken kann.

## 2. Verwandte Arbeiten

Traditionelle "Escape Room"-Spiele, sowohl physisch als auch digital, dienen als Vorläufer für "Bartresor". Diese Spiele bieten Teams die Möglichkeit, durch das Lösen von Rätseln und das Überwinden von Herausforderungen gemeinsam zu agieren. Die Integration von Mikrocontrollern hebt "Bartresor" von den klassischen Escape Room Spielen ab, indem sie sensorbasierte Technologie in das Spielerlebnis einbringt.

Ähnlich zu unserem Bartresor ist das Teambuilding-Angebot der Firma „Wildly Different“. Sie bieten eine große Auswahl an digitalen und physischen Teambuilding-Spielen an, so auch Puzzleboxen mit Handyintegration zur Interaktion. Der Bartresor ist jedoch fokussiert auf die besonderen Interaktionserfahrungen, welche die Sensoren an der Rätselbox liefern.

Das Konzept für mikrocontrollergesteuerte Rätselboxen ist bei Hobbybastlern weit verbreitet, so lassen sich viele Tutorials finden, um eigene Rätselboxen für den Eigengebrauch zu basteln. Das Angebot von kommerziellen kaufbaren Rätselboxen ist hingegen gering.

## 3. Konzeption

Die Spielperson bzw. Spielpersonen bekommen eine Box vor sich gestellt, welche es zu öffnen gilt. Es müssen mehrere Rätsel gelöst werden, damit sich die Box öffnet.

### 3.1 Verwendungsablauf

Zuerst sollte eine Belohnung im Inneren des Tresors platziert werden, die die Spieler bei erfolgreichem Lösen der Aufgaben erwartet. Um den Bartresor und somit das Spiel zu starten, muss zunächst die Rückwand aufgeschraubt werden, und sowohl die Powerbank als auch die Batteriebox eingeschaltet werden. Daraufhin startet das System, und der Motor verschließt den Tresor. Als nächstes wird man vom Display aufgefordert, eine Karte einzustecken. Hierbei hat man die Wahl zwischen einfach, normal und schwer. Sobald man sich für eine entschieden hat, beginnen die Rätsel. Zum aktuellen Zeitpunkt ist die Reihenfolge immer dieselbe. Das bedeutet, man startet mit dem Touchsensoren-Rätsel, bei dem zum Beispiel die vier an der Box befestigten Touchsensoren in einer zufälligen Reihenfolge gedrückt werden müssen. Sobald das erste Rätsel erfolgreich gelöst wurde, geht es damit weiter, dass über den Lautsprecher Töne ausgegeben werden, welche eine bestimmte Uhrzeit darstellen. Wenn zum Beispiel erst 4 tiefe Töne kommen und danach (auf der Schwierigkeitsstufe normal 3 weitere hohe Töne

abgespielt werden, steht das auf dieser Stufe für 4:45 Uhr, und sobald das mit den Potentiometern eingestellt ist, geht es mit dem dritten Rätsel weiter. Bei diesem Rätsel muss die Box in vier verschiedene Richtungen geneigt werden, wobei vorher eine zufällige Reihenfolge auf den meisten Schwierigkeitsstufen festgelegt wird. Das vorletzte Rätsel ist auf allen drei Stufen etwas anders; so muss auf einfach nur die Box auf die gezeigte Höhe gebracht werden, bei normal müssen zusätzlich noch alle 4 Touchsensoren berührt werden, und auf schwer muss dazu noch die Box um 90° gedreht werden. Beim letzten Rätsel müssen die Potentiometer so eingestellt werden, dass man die vier Töne hört, die Zahlen auf dem Keypad widerspiegeln, da dieses beim Drücken jeder Zahl einen anderen Ton ausgibt. Wenn auch dieses Rätsel geschafft wurde, öffnet sich schließlich der Tresor, und die Spieler kommen an die Belohnung heran. Falls die Spieler nicht mehr weiterkommen oder es andere Schwierigkeiten gibt, besteht

jederzeit die Möglichkeit, mit der "Management"-Karte den Tresor zu öffnen.

### 3.2 Technisches Konzept

Das System besteht aus einem MEGA 2560 R3 Mikrocontroller, betrieben durch einen wieder aufladbaren Akku. An diesen Mikrocontroller sind mehrere Sensoren und Aktuatoren angeschlossen, um den Bartresor interaktiv zu gestalten. Verwendet wird ein MFRC522 RFID-Leser zum Einlesen des Rätsels, mehrere Potentiometer als Drehregler in Rätseln, einen HC-SR04 Ultraschallsensor für die Distanz der Box zum Tisch, ein GY-531 als Neigungssensor für die Drehung der Box, ein 12 Tasten Membran Tastenfeld, ein ST7735 1,8" TFT LCD Display zur Anzeige von Hinweisen, vier TTP223 kapazitive Berührungssensoren, einen 28BYJ-48 Stepper Motor als Schließmechanismus für die Box und einen Ferroelektrischen Lautsprecher zur Ausgabe von diversen Audioelementen. Diese Elemente sind bei dem Prototyp in einen Holzkasten verbaut, der für das Projekt mit dem Lasercutter „Laserbox Rotary“ aus 3mm Lindenholz gefertigt, und mit dem MakerCase Boxgenerator entwickelt wurde. Die Tür-Scharniere, ein Teil des Schließmechanismus und andere Elemente zum Fixieren von Sensoren und Aktoren im Kasten wurden mit den 3D-Druckern Prusa i3 MK3S+ und Prusa MK4 gedruckt.

#### 3.2.1 Low-Fidelity Prototyp Evaluation

Vor der Umsetzung des Hi-Fi Prototypen kam der Lo-Fi Prototyp, der mit weniger Sensoren und Funktionalität entwickelt wurde. Anhand des Lo-Fi konnten Schwachstellen und Verbesserungen erkannt werden, welche für den Hi-Fi evaluiert wurden. Die erste Iteration des Lo-Fi hatte einen Rotationsmotor, dieser hat sich aber nicht präzise genug für den Schließmechanismus bewegt, weshalb er mit einem Stepper Motor ausgetauscht wurde. Auch das Audiosystem war zuerst mit einem Lautsprecher und Verstärker ausgestattet, da diese aber keine guten Ergebnisse geliefert haben, wurde ein regulärer Piezo verbaut, der klar und laut simple Töne ausgeben kann. Während im Lo-Fi noch kein richtiges Fach für die Belohnungen fürs Lösen existiert hat, wurde dieses im Hi-Fi hinzugefügt, was den zusätzlichen Effekt hat, dass die Technik im inneren versteckt wird.

Außerdem wurden mehrere Personen aus dem näheren Umfeld gebeten, den Lo-Fi Prototypen auszuprobieren, und ihre Beobachtungen mitzuteilen. Dabei ging überwiegend hervor, dass mehrere Personen meinten, dass sie lieber verschiedene Schwierigkeitsstufen hätten als variierende Rätsel. Was dann auch bei dem Hi-Fi Prototypen umgesetzt wurde. Weitere Anmerkungen betrafen die Ausrichtung der Box, da es einige

nicht intuitiv fanden, dass die Box nicht aufgestellt werden sollte/durfte, da die Teile im inneren dem nicht standgehalten hätten. Aufgrund dessen wurde der Hi-Fi für den stehenden Zustand konzipiert.



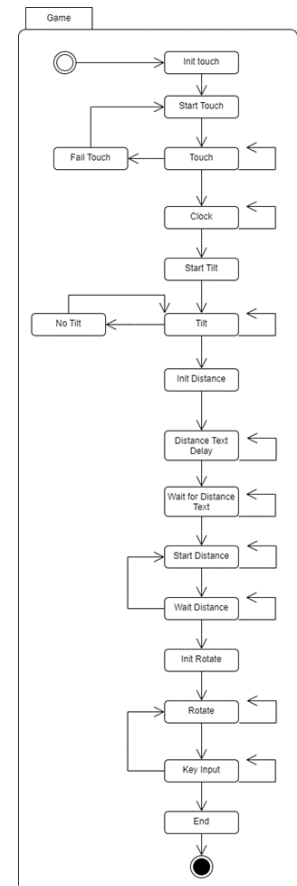
### 4. Softwareentwicklung

Gegenüber dem Low-Fidelity-Prototypen nutzen wir nicht mehr das Paket „arduino-timer“. Durch die asynchrone Timer konnte nicht mehr genau festgestellt werden, in welcher Reihenfolge einige Code-Segmente ausgeführt werden, weil es immer wieder zu Interrupts kommt.

Der High-Fidelity-Prototyp wurde mit Hilfe einiger State-Machines ausgebaut, um so gut es geht non-blocking Code zu schreiben. Dadurch können mehrere Operationen scheinbar gleichzeitig ausgeführt werden, obwohl es keine echte Parallelität auf dem Arduino MEGA 2560 gibt. Weiterhin wurden für einige Hardware-Sensoren fertige Software-Pakete verwendet, wie zum Beispiel: „Adafruit\_GFX“ und „Adafruit\_ST7735“ für den Bildschirm.

#### 4.1 Probleme

Bei der Programmierung sind verschiedene Probleme aufgetreten. Ein davon, als versucht wurde den TFT-Bildschirm ST7735 und den RFID-Reader MFC522 parallel über das SPI-Protokoll zu betreiben. Hierbei kam es auf dem Bildschirm zu äußeren starken Anzeigefehlern, durch den Versuch gleichzeitig Daten zu übertragen. Da kein geeigneter Weg gefunden werden konnte, beide gleichzeitig über das SPI-Protokoll zu betreiben, wurde für den RFID-Reader ein anderes Software-Paket versendet, welches eine Software-SPI-Lösung beinhaltet.



### 5. Zukünftige Arbeiten

Der Bartresors besitzt ein solides Design für den Prototyp, jedoch gibt es einige Aspekte, welche für ein marktfähiges Produkt von Nöten sind. So ist der Schließmechanismus nicht ideal, da dieser keinen richtigen Schließriegel besitzt und der Mechanismus viel Platz benötigt. Des Weiteren ist dieser nicht

von den Kabeln abgegrenzt, was potenziell dazu führen könnte, dass andere interne Objekte wie Kabel damit in Berührung kommen. Eine mögliche Verbesserung wäre ein interner Kasten um den Schließmechanismus, um Probleme vorzubeugen. Des Weiteren gibt es keinen Weg, zu erkennen, ob das Schloss geöffnet ist, oder nicht. So könnte man zusätzlich einen Sensor, wie einen Magnetsensor, einbauen, um Akkurat den Schließzustand auszulesen. Diese Ideen arbeiten noch mit dem Stepper Motor, eine bessere Idee wäre es, den Stepper Motor mit einem Elektromagneten auszutauschen. Das macht es nicht nur platzsparender, sondern auch visuell ansprechender, da die Form, die für den Riegel an der Tür befestigt ist, damit entfernt werden könnte. Auch das Material des Kastens ist nicht ideal für ein Bar-Setting. Die 3mm Linde ist dünn und nicht sehr robust. So könnte das Werfen oder ausversehenes Fallenlassen des Kastens dazu sorgen, dass er kaputt bricht. Das hölzerne Material ist außerdem nicht Wasserfest und saugt schnell Flüssigkeiten auf. Das sorgt zu Problemen im Bar-Setting, da Getränke leicht auskippen können oder Tische noch feucht vom abwischen sein können. Als letztes ist es wichtig die Stromversorgung nutzerfreundlicher zu gestalten. Momentan ist es nötig den Bartresor aufzuschrauben, sicherzustellen, dass die Powerbank und die Batterien geladen sind, beide anschalten und dann wieder zuschrauben. Das ist unnötig viel Arbeit für den Kastenbesitzer. Die hintere Klappe sollte für ein leichteres öffnen und schließen mit einem Schlüsselschloss versehen werden. Dazu sollte die Stromversorgung nur über einen Akku laufen, der an und ausgemacht werden kann. Das laden des Akkus könnte zusätzlich mit einer Buchse an der hinteren Seite im unteren Bereich vereinfacht werden. Eine Akkuanzeige außerhalb des Kastens wäre dazu passend, da man sonst den Kasten trotzdem öffnen muss, um den Akkuzustand zu überprüfen.

## **6. Evaluation/Diskussion**

Der Bartresor stellt eine gelungene Kombination aus Escape-Room-Elementen und Mikrocontroller-Technologie dar, die in einer Barumgebung für unterhaltsame Gruppenerlebnisse sorgt. Im Folgenden werden die wichtigsten Aspekte der Evaluation und Diskussion des Projekts behandelt.

### **6.1 Erfüllung der Projektziele**

Das Projektziel, eine interaktive Rätselbox für die Barumgebung zu schaffen, wurde erfolgreich erreicht. Der Bartresor bietet eine vielseitige Erfahrung für die Zielgruppe, indem er soziale Interaktion, Gruppenarbeit und Unterhaltung miteinander verbindet. Die klare Struktur des Spiels und die Möglichkeit, verschiedene Schwierigkeitsstufen zu wählen, tragen zur Attraktivität des Bartresors bei.

### **6.2 Vergleich mit Verwandten Arbeiten**

Im Vergleich zu traditionellen Escape-Room-Spielen und anderen Teambuilding-Angeboten hebt sich der Bartresor durch die Integration von Mikrocontroller-Technologie und sensorbasierten Rätseln ab. Die Fokussierung auf die Interaktionserfahrungen, die durch die Sensoren an der Rätselbox geliefert werden, macht den Bartresor einzigartig. Die Entscheidung für verschiedene Schwierigkeitsstufen anstelle von variierenden Rätseln zeigt sich als sinnvolle Anpassung an das Feedback aus der Low-Fidelity-Prototypen-Evaluation.

### **6.3 Technisches Konzept und Umsetzung**

Die Auswahl der Sensoren und Aktuatoren sowie die Integration in den Bartresor werden als erfolgreich betrachtet. Die

Verwendung von RFID, Potentiometern, Touchsensoren, LCD-Display und anderen Komponenten schafft eine interaktive und ansprechende Spielerfahrung. Die Low-Fidelity-Prototypen-Evaluation erwies sich als entscheidend für die Optimierung und Verbesserung des Hi-Fi-Prototyps.

## **6.4 Stärken und Schwächen**

Die Stärken des Bartresors liegen in seiner innovativen Kombination aus Technologie und Unterhaltung, dem klaren Spielablauf sowie der Möglichkeit zur Anpassung an verschiedene Schwierigkeitsstufen. Die Schwächen beinhalten jedoch einige Aspekte des Designs, wie den nicht idealen Schließmechanismus, das dünnere und nicht wasserfeste Material des Kastens sowie die Herausforderung der Stromversorgung, die für eine nutzerfreundlichere Gestaltung weiterentwickelt werden können.

## **6.5 Zukünftige Verbesserungen**

Um den Bartresor für den Markt besser geeignet zu machen, könnten zukünftige Arbeiten die Optimierung des Schließmechanismus, die Verwendung von robusteren Materialien für den Kasten, eine verbesserte Wasserbeständigkeit und eine benutzerfreundlichere Stromversorgung umfassen. Die Integration eines Magnet- oder anderen Sensors zur Erkennung des Schließzustands könnte ebenfalls die Benutzererfahrung verbessern. Eine weitergehende Softwareentwicklung sollte detailliert beschrieben werden, um eine vollständige Beurteilung der Gesamtfunktionalität zu ermöglichen.

## **6.6 Abschließendes Fazit**

Abschließend lässt sich sagen, dass der Bartresor ein vielversprechendes Projekt ist, das durch seine Kreativität, Technologieintegration und die Fähigkeit zur sozialen Interaktion eine einzigartige Erfahrung bietet. Mit weiteren Verbesserungen kann der Bartresor sein Potenzial voll ausschöpfen und ein ansprechendes Produkt für den Unterhaltungsmarkt werden.

## **7. Zusammenfassung**

Der Bartresor, entwickelt im Rahmen des Mikrocontroller-Moduls im Masterstudiengang Angewandte Informatik an der Hochschule Flensburg, präsentiert eine innovative Verbindung von Escape-Room-Elementen und Mikrocontroller-Technologie für die Barumgebung. Ziel des Projekts war die Schaffung einer interaktiven Rätselbox, die in sozialen Gruppen innerhalb einer Bar genutzt werden kann, wobei erfolgreiche Lösungen mit einer Belohnung verbunden sind. Die Zielgruppe erstreckt sich über Unterhaltungssuchende in der Barumgebung, wobei der Fokus auf sozialer Interaktion und Gruppenunterhaltung liegt. Verglichen mit traditionellen Escape-Room-Spielen hebt sich der Bartresor durch die Integration von Mikrocontrollern und sensorbasierten Rätseln hervor. Die Low-Fidelity-Prototypen-Evaluation ermöglichte entscheidende Verbesserungen, darunter die Anpassung von Schwierigkeitsstufen anstelle variierender Rätsel. Die technische Umsetzung des Bartresors mit einem MEGA 2560 R3 Mikrocontroller, verschiedenen Sensoren und Aktuatoren erwies sich als erfolgreich, jedoch weist das Design einige Schwächen auf, wie einen nicht idealen Schließmechanismus und dünnere Materialien. Zukünftige Arbeiten könnten diese Aspekte verbessern und die Marktfähigkeit des Produkts steigern. Insgesamt präsentiert der Bartresor eine vielversprechende Verbindung von Unterhaltung und Technologie, wobei weitergehende Optimierungen die Attraktivität und Benutzerfreundlichkeit weiter steigern könnte.