

## Forschungsprojekt

# **Konzeption und Entwicklung eines Workshops für Schülergruppen unter Einbindung von Smart Home Technologien**

Referent:	Kordula Kugele
Korreferent:	Michael Dörflinger
Vorgelegt am:	25.07.2023
Vorgelegt von:	Nico Dietz, MOS, 274295 Patrick Krieger, MOS, 274315 Lara Meister, INM, 274416 Sussana Konstantinidou, MOS, 272768 Floridona Idrizi, MOS, 272130







## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	III
Abbildungsverzeichnis .....	V
1 Projektbeschreibung und Ziele .....	9
2 Projektmanagement.....	10
2.1 Rollenverteilung .....	10
2.2 Organisatorische Struktur .....	11
3 Umsetzung.....	12
3.1 Design Thinking .....	12
3.2 Gamification.....	26
3.3 Technische Umsetzung .....	27
3.3.1 Node-RED.....	27
3.3.2 REST-API.....	28
3.3.3 OpenHAB .....	28
3.3.4 Teachable Machine.....	29
3.3.5 Setup.....	29
3.3.6 Struktur.....	31
3.3.7 Level 1.....	34
3.3.8 Level 2.....	35
3.3.9 Level 3.....	37
3.3.10 Level 4 & 6 .....	38
3.3.11 Level 5.....	39
3.3.12 Level 7.....	40
3.4 Entwicklung der erweiterten Escape Room Materialien .....	42
3.4.1 Hinweise und Video.....	42
3.4.2 Rätseldateien .....	43

---

4	Escape Room Prototyp.....	44
4.1	Einführung .....	44
4.1.1	Vorbereitung .....	44
4.1.2	Durchlauf .....	45
4.2	1. Raum IoT.....	45
4.2.1	Vorbereitung .....	46
4.2.2	Durchlauf .....	47
4.3	2. Raum Multimedia.....	47
4.3.1	Vorbereitung .....	48
4.3.2	Durchlauf .....	48
4.4	3. Raum Waschraum.....	49
4.4.1	Vorbereitung .....	49
4.4.2	Durchlauf .....	49
4.5	4. Raum Küche.....	50
5	Herausforderungen .....	50
5.1	Node-RED .....	50
5.2	OpenHAB .....	51
5.3	Hardware.....	51
6	Ergebnisse .....	52
7	Fazit.....	55
	Eidesstattliche Erklärung .....	57
A.	Github Repository mit allen Dateien .....	59
8	Literaturverzeichnis .....	59

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 (Projekttrollenverteilung) .....	10
Abbildung 2 (Design Thinking Mindset) .....	12
Abbildung 3 (Design Thinking Phasen) .....	13
Abbildung 4 (Persona 1) .....	17
Abbildung 5 (Persona 2) .....	18
Abbildung 6 (Brainstorming) .....	19
Abbildung 7 (Customer Journey 1. Raum) .....	21
Abbildung 8 (Customer Journey 2. Raum) .....	22
Abbildung 9 (Customer Journey 3. Raum) .....	23
Abbildung 10 (Roadmap 1) .....	24
Abbildung 11 (Roadmap 2) .....	25
Abbildung 12 (Aufbau der unterschiedlichen Räume) .....	33
Abbildung 13 (Darstellung des Durchlaufs der Hauptanwendung) .....	33
Abbildung 14 (Numble Rätsel Verbindung) .....	34
Abbildung 15 (Implementiertes Morecode-Rätsel) .....	35
Abbildung 16 (Ablaufplan Fenster-Rätsel) .....	37
Abbildung 17 (Funktionsweise der Teachable Machine) .....	38
Abbildung 18 (Fehlerkorrektur mit RGB to HSV-Tabelle) .....	39
Abbildung 19 (Binärzahl 51 mit Hololens und Lampen) .....	40
Abbildung 20 (Numble-Rätsel mit HTML) .....	43
Abbildung 21 (Numble_Rätsel) .....	43
Abbildung 22 (Geräteerkennung Escape Room) .....	44
Abbildung 23 (Totenschädelversteck) .....	46
Abbildung 24 (Totenschädelhinweis) .....	48









## 1 Projektbeschreibung und Ziele

Unternehmen in Deutschland stehen vor dem Problem des Fachkräftemangels, insbesondere in der IT-Branche. Dies wird von einer Vielzahl von Faktoren beeinflusst, wie der schnellen Entwicklung der Technologie, woraus sich eine steigende Nachfrage nach qualifizierten IT-Fachkräften ableiten lässt. Statistiken zufolge steigt die Anzahl an Informatikstudenten stetig an, jedoch sind große Unterschiede bei den Geschlechtern zu bemerken, zudem ist es trotz des Anstiegs nach heutigem Stand nicht möglich, die Nachfrage an Fachkräften zu decken. Die Hochschule Furtwangen kooperiert seit Jahren mit mehreren Schulen der Umgebung und bietet interaktive Workshops für Schüler\*innen an, um diesem Problem entgegenzuwirken. Um Schülern einen Einblick in die Lehre an der Hochschule Furtwangen zu bieten und ihr Interesse an aktuellen IT-Themen, vor allem mit Blick auf SmartHome-Technologien zu wecken hat sich die Gruppe mit der Konzeption eines Workshops beschäftigt, welcher als erster Baustein eines skalierbaren Workshop Konzepts der Fakultät Informatik dienen soll. Das Thema SmartHome steht in enger Verbindung mit einem grundlegenden Verständnis von IoT-Anwendungen und dem technologischen Fortschritt, der in der IT-Branche oft gefordert wird. Das Forschungsprojekt beschäftigt sich insbesondere mit der Forschungsfrage, welchen Einfluss Design Thinking-Prinzipien und Gamification auf die Effektivität der und Implementierung innovativer Lösungen für Smart Home Herausforderungen haben was durch die Entwicklung eines Escape Room Prototypen erfolgte unter der Nutzung der OpenHAB-Middleware sowie dem Programmierwerkzeug Node-RED.

## 2 Projektmanagement

### 2.1 Rollenverteilung

Während des Projekts wurden die Rollen nach den Stärken der jeweiligen Teammitglieder verteilt. Lara Meister und Nico Dietz waren für die Konfiguration und Einrichtung der zur Verfügung stehenden Geräte verantwortlich. Patrick Krieger war zuständig für die Bearbeitung des Videomaterials. Projektmanagement in Kombination mit den Design Thinking-Ansätzen wurde von Sussana Konstantinidou und Floridona Idrizi durchgeführt.

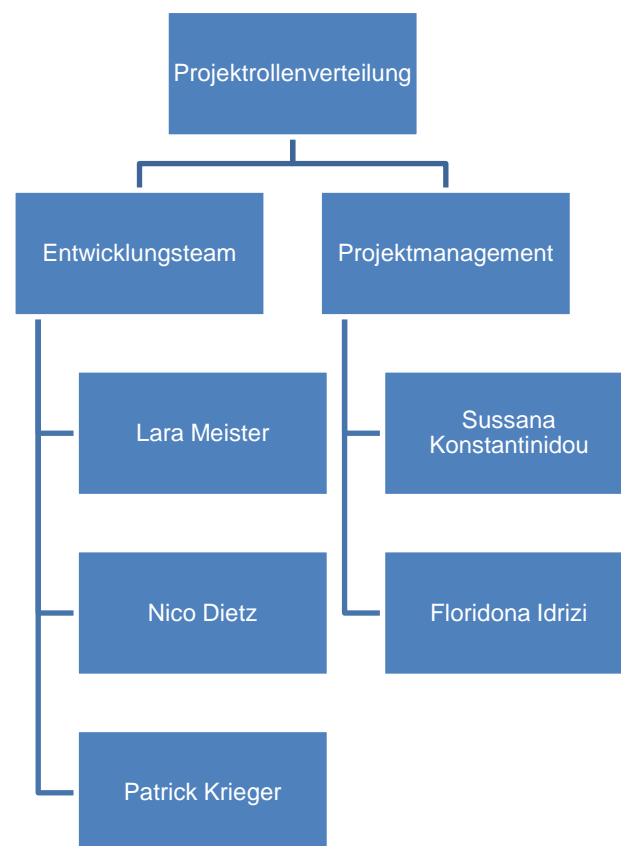


Abbildung 1 (Projektrollenverteilung)

## 2.2 Organisatorische Struktur

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde für die Entwicklung eines Workshops Design Thinking Ansätze angewendet, um eine nutzerorientierte und kreative Herangehensweise zu erzielen. Dadurch war es möglich die Erwartungen und Bedürfnisse der Zielgruppe im Fokus zu behalten.

Die Projektorganisation sowie die Überwachung der Aufgaben wurden mit entsprechender Projektmanagement Methode „Kanban“ erledigt. Indem ein Online Kanban-Board erstellt wurde, konnten entsprechende Aufgaben visuell dargestellt werden die nach der Definition of Done (DoD) beurteilt wurden. Wurden spezifische Kriterien erfüllt, konnten die davor festgelegte Aufgabe als „erledigt“ markiert werden. Dadurch konnten Missverständnisse sowie Fehlinterpretationen vorgebeugt werden.

Die Aufteilung der Arbeitspakete erfolge durch den Bottom-Up-Ansatz. Anhand der Fähigkeiten und Kenntnisse der Teammitglieder wurde eigenverantwortlich entschieden wer welche Aufgaben übernimmt. Dabei konnten die jeweiligen Stärken der Teammitglieder optimal eingesetzt werden und dabei die Eigenverantwortung bestärkt werden.

Der Informationsaustausch und die Kommunikation innerhalb des Teams erfolgte über sogenannte „Weeklies“. Dabei wurde ein wöchentliches Treffen innerhalb des Teams vereinbart, indem der aktuelle Stand berichtet wurde, Probleme und Herausforderungen besprochen wurden.

Um Transparenz während dem gesamten Projektverlauf zu gewährleisten, wurden während den wöchentlichen Treffen Protokolle geführt. Dadurch konnte die Kommunikation, Entscheidungsfindung sowie das Projekt nachvollziehbarer gestaltet werden.

Durch das Kombinieren der jeweiligen Projektmethoden konnte das Projektmanagement ein kreativer, effizienter und eigenverantwortlicher Ablauf erfolgen. Dadurch konnten Aufgaben zielgerichtet erledigt werden und in weiteren Iterationen weiter ausgebessert werden.

### 3 Umsetzung

#### 3.1 Design Thinking

Beim Design Thinking ist der Fokus auf die die Problemhandhabung gerichtet und kann dabei als eine Strategie zur Problemlösung angesehen werden. Dabei kann das Mindset des Design Thinking als Orientierungspunkt dienen. Das Design Thinking Mindset legt den Menschen, die Freiräume und die sechs Phasen in den Vordergrund. Folgende Abbildung verdeutlicht die Strucktur des Design Thinking Mindsets.

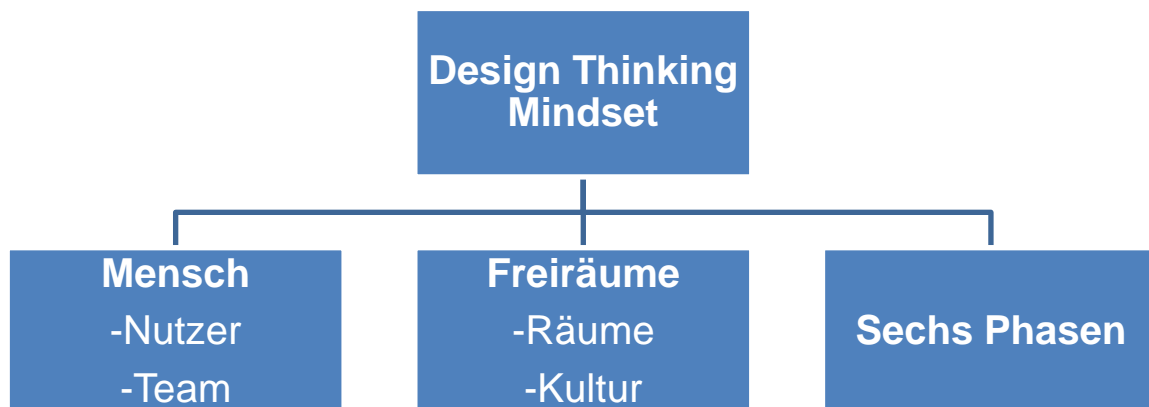


Abbildung 2 (Design Thinking Mindset)

#### **Mensch:**

Im Zentrum des Design Thinking steht der Mensch. Dadurch lassen sich teamorientierte Arbeitsprozesse und nutzerorientierte Lösungen gestalten. Durch Werkzeuge wie Personas, Customer Journey, Tests und Feedback lassen sich Ideen, Eindrücke und ein benutzerzentriertes Verständnis ableiten. Es ist ebenfalls von Bedeutung, dass das Team sich durch diese erhaltenen Informationen kreative und vielfältige Lösungen zu Nutze machen.

**Freiräume:**

Flexible Arbeitsumgebungen sorgen dafür, dass Arbeitsabläufe nicht unterbrochen werden und eine effektive Zusammenarbeit ermöglicht wird. Es ist essenziell, ausreichend Platz zu haben, um sich entfalten zu können. Bei einer kreativen Kultur dreht sich alles darum, Neugier zu wecken und spielerisch Neues auszuprobieren, um den Horizont zu erweitern und dadurch neue Ideen zu generieren, die sogar zufällig auftreten können. In diesem Zusammenhang ist es ebenfalls wichtig, Verständnis und Vertrauen zu pflegen und gelegentlich Risiken einzugehen, auch wenn Unsicherheiten bestehen.

**Sechs Phasen:**

Die sechs Phasen des Design Thinking kann als eine strukturierte Vorgehensweise angesehen werden, um den Problemraum zu identifizieren und daraus Lösungsansätze entwickeln. Folgende Abbildung veranschaulicht die sechs Phasen.



Abbildung 3 (Design Thinking Phasen)

- Phase 1: Verstehen (Orientierung an Kunden und sich in deren Lage hineinversetzen)
  - o Existiert ein einheitliches und ganzheitliches Problemverständnis?
- Phase 2: Beobachten (vor Ort aktiv beobachten, Umfragen sowie Interviews durchführen)
  - o Empathie aufbauen, den Nutzer oder Kunden verstehen
- Phase 3: Synthese (Ergebnisse werden zusammengetragen, Sichtweisen werden definiert)
  - o Welches Bedürfnis soll befriedigt werden?
- Phase 4: Ideen generieren (Findungsphase, Kreativität freien Lauf lassen)
  - o Die Welt aus verschiedenen Perspektiven betrachten
- Phase 5: Prototypen entwickeln (Entwickeln eines Prototyps)
  - o Ideen begreifbar machen
- Phase 6: Prototypen testen und verbessern (Testphase wird gestartet und Iterationen eingeleitet)
  - o Mit Nutzern oder Kunden testen und liefern, was gebraucht wird

Es ist anzumerken, dass es sich bei den ersten drei Phasen um den Problemraum handelt, die letzten drei Phasen bewegen sich in Richtung Lösungsraum.

Das Buch „Das Design Thinking Toolbook: Die besten Werkzeuge & Methoden von Michael Lewrick, Patrick Link, Larry Leifer“ diente als Leitfaden für die Erstellung von Customer Journeys sowie Personas. Im Folgenden werden die sechs Phasen im Zusammenhang mit dem Forschungsprojekt beschrieben:

### **Phase 1 - Verstehen:**

Die anfänglichen Maßnahmen bestanden darin, ein gründliches Verständnis für die Anforderungen und Erwartungen der Zielgruppe zu schaffen. Hierfür kam die erste Phase des Design Thinking Prozesses zur Anwendung, mit dem



Ziel, ein konsistentes und umfassendes Verständnis des Problems zu erarbeiten. Durch die Nutzung von Brainstorming-Methoden konnten wir Einblicke in zukünftige Nutzer gewinnen und die Nutzergruppe bestimmen. Hierbei haben wir folgende Kernfragen berücksichtigt:

- Wer sind potenzielle Nutzer/innen?
- Welche Bedürfnisse haben diese?
- Welche Ideen oder Produkte/Herausforderungen stecken möglicherweise dahinter?

<b>Nutzer</b>	<b>Bedürfnisse</b>	<b>Herausforderungen</b>
Schüler (Abiturklassen) Alter: 17-19 Jahre	-Positive Erfahrungen sammeln -Spaß an Informatik -Spielerisches lernen -Erfolgsenerlebnisse -Motivierende Ergebnisse	-Unterforderung / Überforderung -Mangelnde Kenntnisse -Desinteresse -Effizientes Nutzen von Geräten -Verständigung zwischen Nutzer und Hersteller

Folgende Tabelle wurde zu Beginn mit allen Teammitgliedern bearbeitet, welche im Nachhinein zusammengefasst wurden. Anhand der Informationen konnte das Themengebiet eingegrenzt werden. Mit dem zentralen Punkt ein Workshop zu gestalten, welches die Schüler näher an Informatikhaltige Themen bringt, ohne sie abzuschrecken.

## **Phase 2 – Beobachten:**

Die zweite Phase konnte zu Beginn nicht durchgeführt werden, da im Rahmen des Forschungsprojektes Vorgaben gegeben waren die umgesetzt werden sollten. Dennoch wurde im Laufe des agilen Projektmanagementprozesses

Beobachtungen durchgeführt, die in der letzten Phase zusammengefügt wurden.

### **Phase 3 – Sichtweise definieren:**

In Phase drei erfolgte die Zusammenführung der Resultate und die Definition der Perspektive. Auf Basis der gesammelten Daten wurden Interessen, Eigenschaften und Kritikpunkte systematisch weiterentwickelt und Personas generiert. Dabei muss angemerkt werden, dass durch die Informationen die Bedürfnisse des Kunden gefiltert werden. Ziel dieser Phase ist es, eine Synthese zu generieren.

Personas:

Die Personas sollten dabei den Kunden beziehungsweise die Interessensgruppen repräsentieren. Die Personas dienten dabei als Inspiration. Ebenfalls wurde folgende Aussage im Vordergrund gehalten: „Für diesen Kunden wollen wir eine Lösung finden“!

Dabei wurden zwei unterschiedliche Personas erstellt, um eine möglichst breite Masse zu erreichen:

## Persona 1:

# User Personas

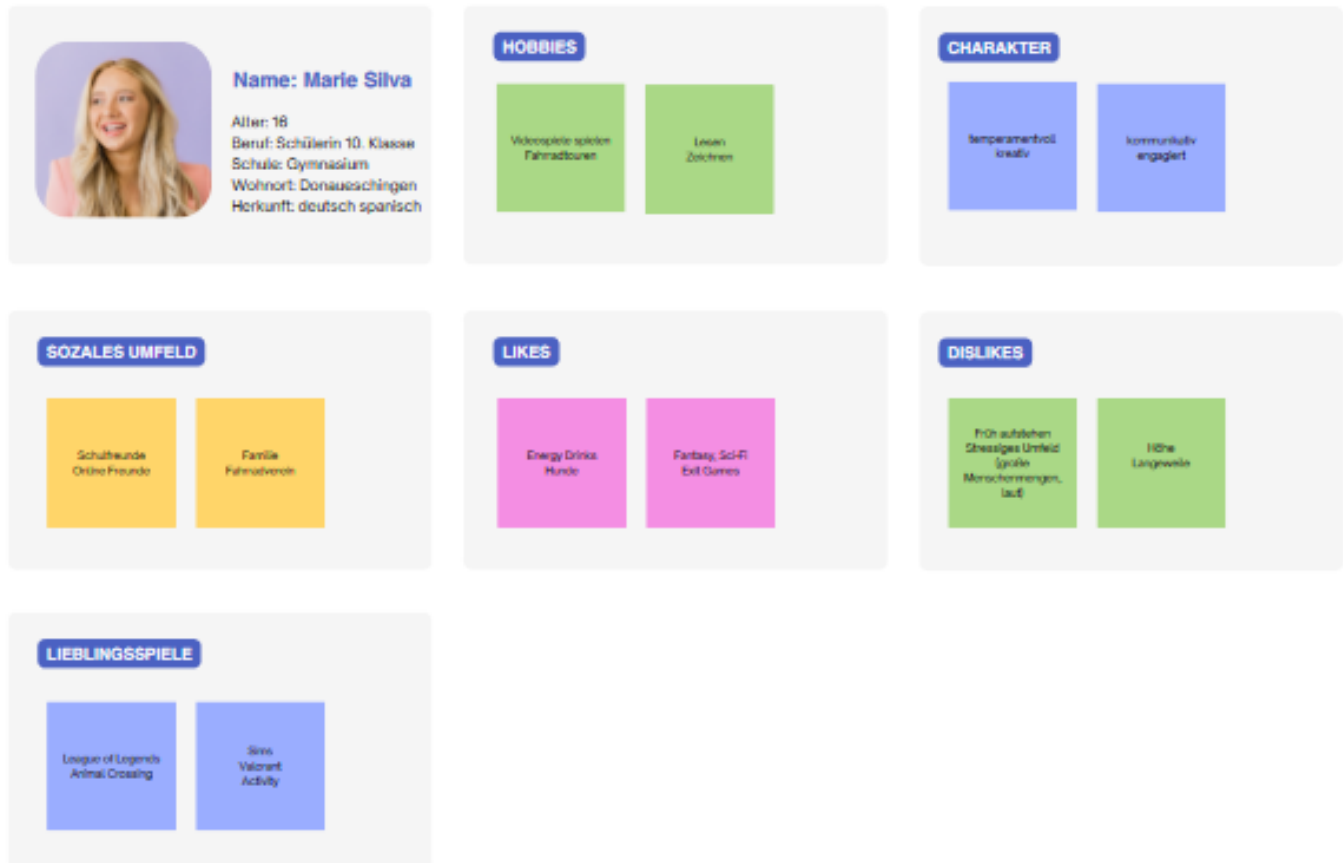


Abbildung 4 (Persona 1)

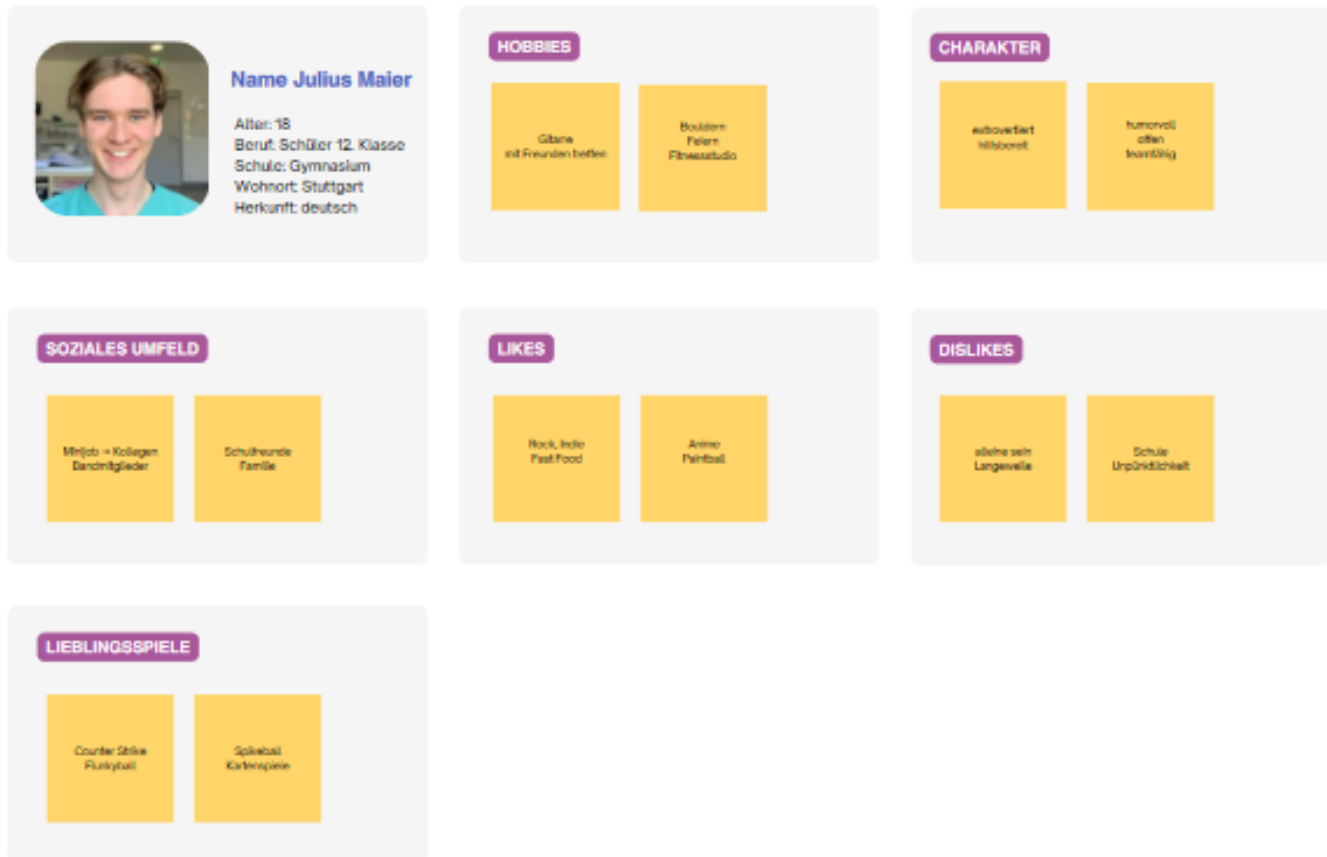
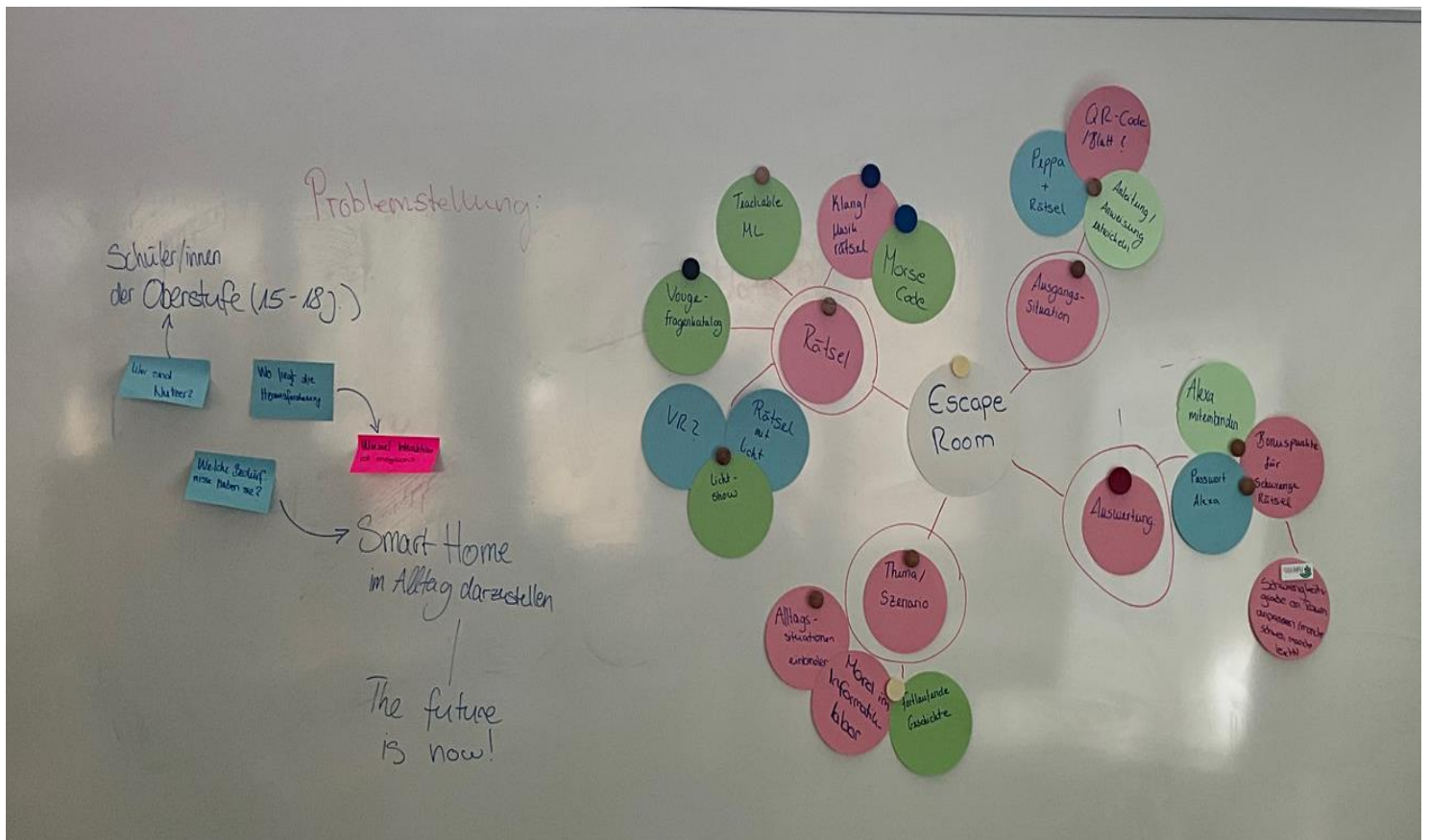
**Persona 2:**

Abbildung 5 (Persona 2)

## Phase 4 – Ideen generieren:

Basierend der Resultate der dritten Phase lag der Schwerpunkt in der vierten Phase auf der Entwicklung von Lösungen. Um Ideen zu generieren wurde das Verfahren des „Stillen Brainstormings“ verwendet mit dem Ziel, dass jeder beteiligte sich ohne Hemmungen einbringen kann. Dafür wurde zwei Minuten in Stille und unabhängig voneinander Gedanken, Ideen und Vorschläge zusammengeführt. Diese Ergebnisse wurden danach an eine Tafel befestigt und ausgiebig diskutiert. Zusätzlich wurde für die jeweiligen Räume ein Customer Journey erstellt, um ein Verständnis für potenzielle Interaktionen, zu erwartende Schwierigkeiten sowie positive Ereignisse zu erhalten. Die resultierenden Ergebnisse wurden anschließend weiter verfeinert. Anhand der Resultate konnte danach eine Roadmap erstellt werden, die den durchlauf des Escape Rooms repräsentiert.

Folgende Abbildung veranschaulicht die Ergebnisse des Brainstormings.



### Abbildung 6 (Brainstorming)

Die zu lösenden Aufgaben wurden in Räume aufgeteilt und nach jeder Iteration weiter ausgebessert. Dabei wurden weitere Ideen gesammelt, welche nach Testdurchläufen und Absprachen im Team weiter ausgearbeitet und gefiltert wurden. Anhand der Ergebnisse wurde ein Customer Journey erstellt mit dem Ziel die Emotionen und Erlebnisse des Kunden besser zu verstehen, um dabei auf die Bedürfnisse und Erwartungen der Zielgruppe eingehen zu können.

Folgende Abbildung veranschaulicht die Ergebnisse des Customer Journeys.

Raum 1 – Multimedia Raum:

<b>Persona</b> Wähle die Persona und beschreibe sie kurz.  <b>Maria Silva</b>	<b>Szenario</b> Bestimme das Szenario  Escape Room Workshop "Mord im Informatik Labor" Raum Nr. 1	<b>Ziele und Erwartungen</b> Was sind die Ziele und Erwartungen? Ersten Raum erfolgreich bearbeiten  Sich in die Rolle des Detektivs eindenken Spannungserfühl aufbauen																																		
<b>Typische Journey</b> Beschreibe die Customer Journey.  <b>Aktion</b> Definiere die einzelnen Aktionen.  <b>Denken</b> Ergänze, was die Person dazu sagt oder denkt.  <b>Emotionen</b> Ergänze die Emotionskurve.  <b>Möglichkeiten</b> Definiere die Verbesserungsmöglichkeiten.  <b>Verantwortungsbereich</b> Bestimme die Handlungs-/Prozessverantwortlichen	<p>Definiere die einzelnen Schritte.</p> <table><tr><td>Einführung</td><td></td><td>Totenschädel</td><td>Tagebuch</td><td>Fenster</td><td></td><td>Freischaltung des neuen Raums</td></tr><tr><td colspan="2"><b>vor</b></td><td colspan="4"><b>während</b></td><td><b>nach</b></td></tr><tr><td colspan="2">Spielregeln wurden erklärt zuhören und verstehen</td><td colspan="4">Totenschädel finden mit der Projektor Tagebuch über den gefundenen PIN freischalten  Fenster über ... von milchig zu glasig</td><td>in den nächsten Raum gelangen</td></tr><tr><td colspan="2">Aufregung Vortreude <i>Zitate</i></td><td colspan="2">Anregung die Rätsel zu lösen Herausfordernde Rätsel meistern <i>Zitate</i></td><td colspan="2">Selbstbewusstsein entwickeln <i>Zitate</i></td><td>Erfolgserlebnis nach Rätsellösung Weiterkommen in den nächsten Raum</td></tr><tr><td colspan="2">☹️</td><td colspan="4"></td><td>☺️</td></tr></table>	Einführung		Totenschädel	Tagebuch	Fenster		Freischaltung des neuen Raums	<b>vor</b>		<b>während</b>				<b>nach</b>	Spielregeln wurden erklärt zuhören und verstehen		Totenschädel finden mit der Projektor Tagebuch über den gefundenen PIN freischalten  Fenster über ... von milchig zu glasig				in den nächsten Raum gelangen	Aufregung Vortreude <i>Zitate</i>		Anregung die Rätsel zu lösen Herausfordernde Rätsel meistern <i>Zitate</i>		Selbstbewusstsein entwickeln <i>Zitate</i>		Erfolgserlebnis nach Rätsellösung Weiterkommen in den nächsten Raum	☹️						☺️
Einführung		Totenschädel	Tagebuch	Fenster		Freischaltung des neuen Raums																														
<b>vor</b>		<b>während</b>				<b>nach</b>																														
Spielregeln wurden erklärt zuhören und verstehen		Totenschädel finden mit der Projektor Tagebuch über den gefundenen PIN freischalten  Fenster über ... von milchig zu glasig				in den nächsten Raum gelangen																														
Aufregung Vortreude <i>Zitate</i>		Anregung die Rätsel zu lösen Herausfordernde Rätsel meistern <i>Zitate</i>		Selbstbewusstsein entwickeln <i>Zitate</i>		Erfolgserlebnis nach Rätsellösung Weiterkommen in den nächsten Raum																														
☹️						☺️																														

Get a PDF  
Premium Design  
Thinking Template:  
[www.dt-tool800k.com/shop](http://www.dt-tool800k.com/shop)

DAS DESIGN THINKING TOOLBOOK

BASIC TEMPLATE

Abbildung 7 (Customer Journey 1. Raum)

## Raum 2 – IoT Raum:

<b>Persona</b> Wähle die Persona und beschreibe sie kurz. <b>Maria Silva</b>	<b>Szenario</b> Bestimme das Szenario Escape Room Workshop "Word im Informatik Labor" Raum Nr. 2	<b>Ziele und Erwartungen</b> Was sind die Ziele und Erwartungen? potenzielle Verdächtige identifizieren Tathergang nachstellen
<div data-bbox="948 322 1069 501"> <b>Typische Journey</b>          Beschreibe die Customer Journey.       </div> <div data-bbox="836 322 909 479"> <b>Aktion</b>          Definiere die einzelnen Aktionen.       </div> <div data-bbox="676 322 756 501"> <b>Denken</b>          Ergänze, was die Person dazu sagt oder denkt.       </div> <div data-bbox="580 322 660 479"> <b>Emotionen</b>          Ergänze die Emotionskurve.       </div> <div data-bbox="437 322 517 524"> <b>Möglichkeiten</b>          Definiere die Verbesserungsmöglichkeiten.       </div> <div data-bbox="277 322 389 501"> <b>Verantwortungsbereich</b>          Bestimme die Handlungs-/ Prozessverantwortlichen       </div>	<div data-bbox="1043 524 1069 748">Definiere die einzelnen Schritte.</div> <div data-bbox="948 524 1043 860">         Raum Nr. 1 gelöst  <b>vor</b> </div> <div data-bbox="948 882 1043 1285">         Karte freischalten  <b>während</b> </div> <div data-bbox="948 1308 1043 1576">         Tathergang nachstellen          Totenköpfe finden       </div> <div data-bbox="948 1599 1043 1935"> <b>nach</b> </div> <div data-bbox="900 904 932 1263">Karte freischalten über Holdens und Lampen</div> <div data-bbox="852 927 884 1330">Tathergang über Teachable Machine nachstellen</div> <div data-bbox="804 904 836 1240">weitere Totenschädel mit der Karte finden</div> <div data-bbox="692 524 772 837">         gespannt auf den nächsten Raum und die Rätsel  <i>Zitate</i> </div> <div data-bbox="692 882 772 1196">         Verwirrung durch das Kartenrätsel          Erleichterung  <i>Zitate</i> </div> <div data-bbox="692 1218 772 1576">         erhellt durch Nachstellung des Tathergangs          Empathie gegenüber dem Professor  <i>Zitate</i> </div> <div data-bbox="692 1599 772 1912">         Stolz auf eigene Leistung          Motiviert für den nächsten Raum  <i>Zitate</i> </div> <div data-bbox="533 524 660 591"> </div> <div data-bbox="533 591 660 658"> </div>	<div data-bbox="213 322 239 680">DTT DAS DESIGN THINKING TOOLBOOK</div> <div data-bbox="213 1061 239 1240">BASIC TEMPLATE</div> <div data-bbox="213 1644 325 1957">         Get a PDF          Premium Design          Thinking Template:  <a href="http://www.DT-ToolBook.com/shop">www.DT-ToolBook.com/shop</a> </div>

Abbildung 8 (Customer Journey 2. Raum)



Raum 3 – Waschraum:

Persona Wähle die Persona und beschreibe sie kurz	Szenario Bestimme das Szenario	Ziele und Erwartungen Was sind die Ziele und Erwartungen?
Maria Silva	Escape Room Workshop "Mord im Informatik Labor" Raum Nr. 3	Mörder finden Escape Room abschließen
<b>Typische Journey</b> Beschreibe die Customer Journey.	Definiere die einzelnen Schritte: <div>vor<div>Totenschädel identifizieren</div><div>nach<div>Partyraum mit Belohnung</div></div><div>während<div>Totenschädel mittels Gesichtserkennung identifizieren</div><div>Über Magic Mirror Nachrichten lesen</div><div>Täter über Profile am PC finden</div></div></div>	
<b>Aktion</b> Definiere die einzelnen Aktionen.		
<b>Denken</b> Ergänze, was die Person dazu sagt oder denkt.	<div>DruckAnspannungVerzweiflungHektik</div> <div>ErmutigtAngetrieben</div> <div>StolzFreudeAnerkennung</div>	
<b>Emotionen</b> Ergänze die Emotionskurve.	<div>😊</div> <div>☹️</div>	
<b>Möglichkeiten</b> Definiere die Verbesserungsmöglichkeiten.		
<b>Verantwortungsbereich</b> Bestimme die Handlungs-/Prozessverantwortlichen		

Abbildung 9 (Customer Journey 3. Raum)

Ebenfalls wurde auf Basis der Ideen und Informationen eine Roadmap erstellt, die im Laufe des Forschungsprojekts weiter ausgearbeitet und verbessert wurde.

Folgende Abbildung veranschaulicht die Roadmap während der ersten Iteration:



Abbildung 10 (Roadmap 1)

Während des zweiten Durchlauf wurde die Roadmap wie folgt weiterentwickelt.

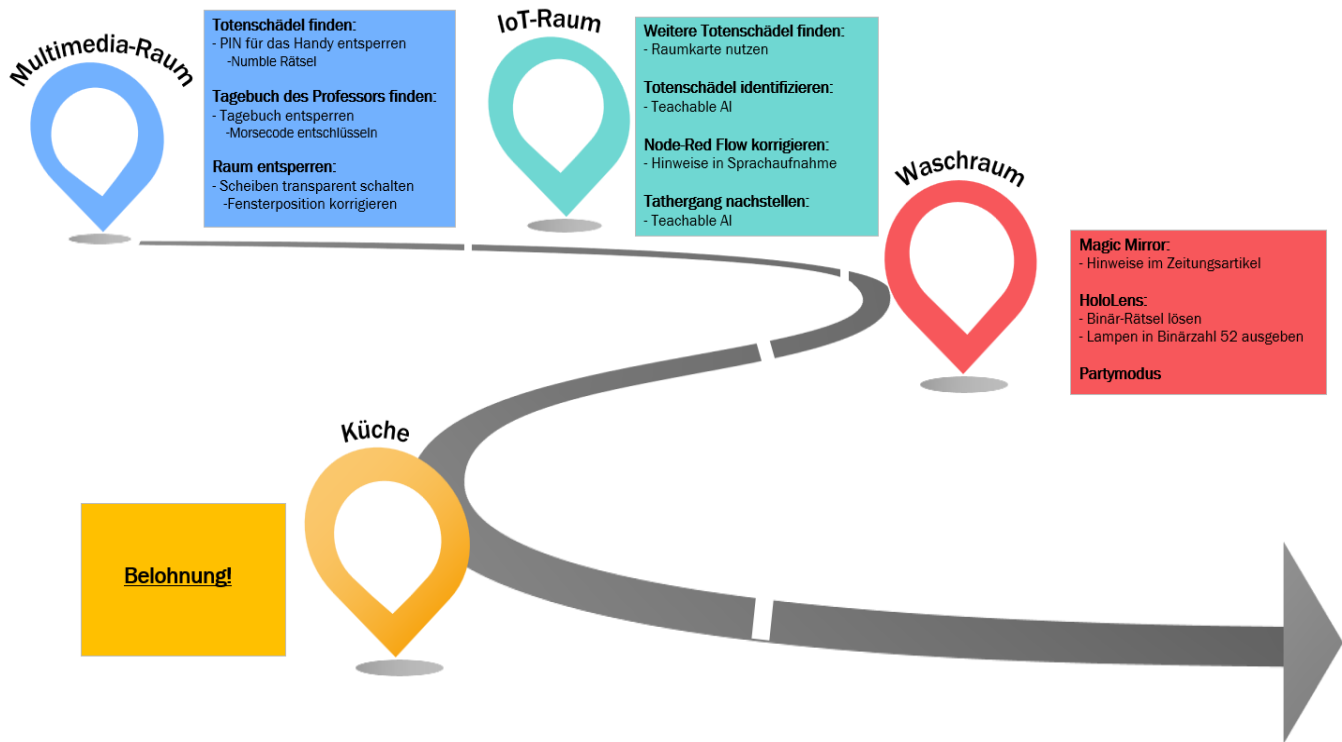


Abbildung 11 (Roadmap 2)

### **Phase 5 – Prototyp entwickeln:**

Die Entwicklung eines Prototyps ist ein zentraler Punkt im Design Thinking Prozess. Die gesammelten Ideen sollen demnach greifbar gemacht werden mit dem Ziel die entwickelte Lösung iterativ zu verbessern. Dabei konnte erkenntlich gemacht werden, ob die generierten Ideen und Lösungen funktionieren und umsetzbar sind. Das Kapitel „Technische Umsetzung“ beschäftigt sich mit der Entwicklung des Prototyps.

### **Phase 6 - Prototyp testen und entwickeln:**

In der letzten Phase des Design Thinking Prozesses wurde die Interaktion mit dem Prototyp getestet. Dabei sollten Schwachstellen und Probleme erkenntlich gemacht werden. Dies erfolgte mit einer Schülergruppe die am Schnuppertag (05.06.2023) anwesend war. Diese testeten zunächst den ersten Raum (Multimedia-Raum). Es ist ebenfalls anzumerken, dass das Testen des Prototyps zu einer Weiterentwicklung und Verbesserung geführt hat. Indem die Schülergruppen, welche aus maximal 5 Personen bestand, den ersten Raum ausprobierten, konnten zeitliche Abläufe sowie mögliche unklare Aufgaben beobachtet werden. Im Laufe des Semesters wurden die zwei weiteren Räume weiter ausgearbeitet und getestet (IoT-Raum und Waschraum). Der zweite Testdurchlauf erfolgte am Tag der Informatik den 30.06.2023 und es wurde mittels der Dartboard-Methode weiteres Feedback eingeholt.

## **3.2 Gamification**

Während des Forschungsprojekts wurden verschiedene Ideen beleuchtet, wodurch sich schließlich die Idee es Escape Rooms herauskristallisierte. Der Escape Room bedient sich einiger Gamification Elemente, welche dazu beitragen sollen, die Motivation und das Interesse der Schüler am Workshop zu steigern. Gamification beschreibt die Integration von typischen Spielelementen wie Punktestände oder den Wettbewerb mit anderen in andere Lebensbereiche wie beispielsweise die Lehre.

Statistiken zu Gamification sagen aus, dass der Wert des Gamification-Markts sich seit 2016 mehr als verdoppelt hat und es ist davon auszugehen, dass dieser Markt weiter steigen wird (Statista 2023).

Da die Datenproduktion in der vernetzten Welt immer weiter in die Höhe steigt, müssen Schüler\*innen ihre analytischen sowie ihre prädiktiven analytischen Fähigkeiten steigern. Auch neue Technologien wie die des Smart Home Labors gehören in das Curriculum der Schulen, um ihre Schüler\*innen optimal auf den Alltag vorbereiten zu können. In der Lehre werden Gamification-Ansätze zunehmen genutzt, da sie das Verhalten und die kognitiven Fähigkeiten verbessern. Durch die Nutzung von Belohnungssystemen und Problemorientieren Lernen wird die Erfahrung des Lernens gesteigert. Viele Faktoren des Gamifications Aspekts bieten einen Mehrwert für die Lehre da durch die Integration der spielerischen Elemente einen Anreiz für die Teilnehmer\*innen bieten und dadurch ihre Motivation und das Engagement gesteigert wird. Auch der Wettbewerbsaspekt spielt hierbei eine große Rolle, da während des Workshops Teams gebildet werden, die sich einer gemeinsamen Herausforderung stellen, dadurch können Team sowie die individuellen Teammitglieder sich untereinander messen, was einen Anstieg der Lernerfahrung zufolge hat. Durch die räumliche Trennung der Aufgaben wird der Fortschritt der Aufgaben visualisiert und ist dadurch besser greifbar, was zu einem verbesserten Verständnis der Thematik führt. Ein weiterer wichtiger Aspekt des Escape Rooms ist das Storytelling, wobei durch die Erzählung einer spannenden Geschichte entlang der zu bearbeitenden Aufgaben ein Kontext geschaffen wird, der die vorgestellten Technologien weniger abstrakt erscheinen lässt. Der erstellte Escape Room Prototyp basiert auf der Herausforderungsorientierten Gamification, bei der der Schwerpunkt auf Prozessen wie dem Überwinden von Hindernissen und den verschiedenen Schwierigkeitsstufen der Räume und Aufgaben liegt. Diese leistungsbezogenen Merkmale und Leistungskennzahlen steigern die Motivation und die Wissensaneignung, indem sie eng mit der intrinsischen Motivation der Teilnehmer verbunden sind (Legaki et al. 2020).

### **3.3 Technische Umsetzung**

#### **3.3.1 Node-RED**

Node-RED ist eine Open-Source-Flow-basierte Entwicklungsplattform, um die Entwicklung von Anwendungen für IoT zu erleichtern. Node-RED basiert auf Node.js und verwendet einen browserbasierten Flow-Editor.

Zur Entwicklung mit Node-RED werden logische, sowie zur Kommunikation dienende Bausteine (z.B. für das Empfangen von Daten eines Sensors) verwendet. Diese Bausteine werden dann auf die Anforderungen an die Anwendung zugeschnitten konfiguriert. Diese Bausteine werden dann durch Knoten miteinander verknüpft. Aus diesen Verknüpfungen entstehen sogenannte "Flows". Diese Flows repräsentieren eine regelbasierte Anwendung.

Zur Entwicklung mit Node-RED wird im Fall des Escape-Rooms noch mit OpenHAB gearbeitet. OpenHAB stellt dabei die Schnittstelle dar, die genutzt wird, um mit den IoT Geräten Mittels REST-API (Representational State Transfer Application Programming Interface) zu kommunizieren.

### 3.3.2 REST-API

Sie ist ein Interface, das zur Kommunikation webbasierter Anwendungen dient, ist jedoch theoretisch mit jedem Protokolltyp oder Datenformat kompatibel. Sie definiert in diesem Fall die Regeln und Konventionen, um Rahmenbedingungen für den Informationsaustausch zwischen den IoT Komponenten und OpenHAB zu schaffen. Die REST-API implementiert verschiedene Anfragetypen, für die jeweils eigene Implementierungen definiert werden. Am häufigsten werden allerdings Anfragen GET, POST & PUT verwendet. Diese beschreiben Standardinteraktionen mit Objekten.

### 3.3.3 OpenHAB

OpenHAB seinerseits stellt dies dann wiederum in unserem Fall Node-RED in Form von Nutzbaren Controllern zur Verfügung. Die zur Verfügung stehenden Controllern lassen sich aus der Definition der REST-API herleiten.

*In-Baustein:* Dieser Baustein dient als Eingabe für den Node-RED-Flow und ermöglicht es, Daten von OpenHAB zu empfangen. Es kann beispielsweise verwendet werden, um Werte von Sensoren oder Geräten abzurufen, die in OpenHAB konfiguriert sind. Bei der Konfiguration des Bausteins kann angegeben werden, wann ein Signal(msg.payload) ausgehen soll (z.B. bei Zustandsänderung). Das Signal übermittelt den aktuellen Zustand des angesprochenen items.

*Get-Baustein:* Dieser Baustein ermöglicht es, spezifische Informationen oder Zustände von OpenHAB abzurufen. Der Get-Baustein benötigt ein eingangs Signal, um den Wert abzufragen. Man kann damit beispielsweise den Status eines bestimmten Geräts abfragen. Diese Informationen werden dann ebenfalls durch das Signal(msg.payload) für den Flow weiter verarbeitbar.

*Out-Baustein:* Dieser Baustein dient als Ausgabe für den Node-RED-Flow und ermöglicht es, Befehle oder Aktionen an Things zu senden. An diesem Baustein muss zusätzlich das Topic angepasst wählen. Um eine Zustandsänderung zu bezwecken, wird hier "ItemCommand" verwendet. Der an openHAB zu sendende Befehl wird durch das Eingangssignal in msg.payload definiert.

*Events-Baustein:* Dieser Baustein ermöglicht es, Ereignisse von openHAB zu empfangen und im Node-RED-Flow zu verarbeiten. Man kann damit beispielsweise auf Änderungen von Gerätestatus oder anderen Ereignissen reagieren und entsprechende Aktionen ausführen.

#### 3.3.4 Teachable Machine

Teachable Machine ist ein Service von Google, der es Benutzer\*innen ermöglicht, ohne Programmierkenntnisse Machine Learning Modelle zu erstellen, um Bilder, Klänge und Gesten Computer zu unterscheiden. Die Daten werden dem Programm entweder per Upload oder direkt über die Webcam und das Mikrofon bereitgestellt.

Die Benutzeroberfläche ermöglicht es, aus den bereitgestellten Daten ein maßgeschneidertes KI-Modell zu entwickeln, welches anschließend sofort getestet werden kann. Das fertiggestellte Modell kann dann exportiert werden und für verschiedene Anwendungen weiterverwendet werden. Teachable Machine ist ein webbasiertes Tool, das kostenlos zur Verfügung steht und somit eine einfache und kostengünstige Möglichkeit bietet, künstliche Intelligenz zu nutzen und eigene Projekte umzusetzen.

#### 3.3.5 Setup

Auf technischer Seite mussten auf einem Endgerät im SHL zur Entwicklung von Node-RED Anwendungen ebenbesagte Software installiert werden. Eine kleine Art pre-setup umfasst die Installation der nötigen Dependencies mit dem Befehl

```
sudo apt-get install gcc g++ make
```

, sowie die Installation und das Einrichten von nvm (Megida 2022)

```
curl -o- https://raw.githubusercontent.com/nvm-  
sh/nvm/v0.39.1/install.sh | bash"
```

Falls die Profil Konfiguration nicht automatisch erfolgt kann dies mit dem Befehl

```
"export NVM_DIR="$([ -z "${XDG_CONFIG_HOME-}" ] && printf %s  
"${HOME}/.nvm" || printf %s "${XDG_CONFIG_HOME}/nvm")" [ -s  
"$NVM_DIR/nvm.sh" ] && \. "$NVM_DIR/nvm.sh"
```

nachkonfiguriert werden. Um die Konfiguration verwenden zu können wird diese im Anschluss noch mit dem Befehl

```
source ~/.bashrc
```

neu geladen werden. Zur Überprüfung der Installation wird der Befehl

```
nvm -v
```

verwendet. Node-RED verwendet die NodeJS Version 16.13.2. Diese kann mit

```
1. nvm use 16.13.2  
2. nvm alias default 16.13.2
```

ausgewählt werden. Falls ebenfalls nicht automatisch geschehen müssen auch die PATH-Variable erweitert werden.

```
1. sudo nano /etc/environment  
2. PATH=$PATH:/home/<user>/.nvm/versions/node/v16.13.2/bin
```

Zum vereinfachten Zugriff können noch Symbolic Links für npm und Node eingerichtet werden

```
1. sudo ln -s /home/<user>/.nvm/versions/node/v16.13.2/bin/node  
2. /usr/bin/node  
3. sudo ln -s /home/<user>/.nvm/versions/node/v16.13.2/bin/npm  
/usr/bin/npm
```

Nun ist das pre-Setup durchlaufen und die Benötigten Voraussetzungen zur Installation von Node-RED sind gegeben. Die Installation von Node-RED selbst erfolgte mithilfe der Offiziellen Anleitung von Node-RED für die Lokale Anwendung (<https://nodered.org/docs/getting-started/local>).

Eine Architekturelle Idee wäre es einen Containerisierungsansatz für die Zukunft in Betracht zu ziehen. Damit könnten ebenbesagte Setups einfacher reproduziert werden. Für diesen Ansatz ist auf der Offiziellen Seite von Node-RED ebenfalls eine Anleitung zu finden (<https://nodered.org/docs/getting-started/docker>). Diese muss allerdings noch validiert werden.



Die Lokale Installation erfolgte durch den Befehl

```
sudo npm install -g --unsafe-perm node-red
```

Zum Ausführen von Node-RED auf dem Gerät wird der Befehl

```
node-red
```

im Terminal/der PS verwendet. Die Weboberfläche von Node-RED kann über [http://{IP\\_address}:1880](http://{IP_address}:1880) erreicht werden.

Zum Einbinden von OpenHAB Controllern muss die Node-RED Installation noch um node-red-contrib-openhab3 Controller ergänzt werden. Diese werden genutzt, um durch OpenHAB mit den einzelnen IoT Objekten mithilfe der REST-API zu kommunizieren, wie in Kapitel Node-RED beschrieben. Diese Controller müssen in den Paletten in der Node-RED Anwendung ergänzt werden. Diese ist durch das Burger-Icon rechts oben in der Ecke zu erreichen.

Um den Node-RED nicht jedes Mal im Terminal/ der PS mit dem Befehl "node-red" starten zu müssen kann noch ein Autostart des Prozesses eingerichtet werden.

```
1.      sudo      npm      install      -g      pm2
2.              whereis      node-red
3.      pm2      <res      whereis      node-red>      --      -v
4.              pm2      save
5. pm2 startup #falls nicht erkannt -> pm2 startup systemd
6.      sudo      nano      /etc/environment
7.              export      PM2_HOME="/root/.pm2"
8. sudo reboot
```

Nach dem Neustart sollte Node-RED direkt im Browser durch die vorher bereits genannte URL [http://{IP\\_address}:1880](http://{IP_address}:1880) erreichbar sein.

### 3.3.6 Struktur

Grundsätzlich ist der Escape Room aus unterschiedlichen Modulen, repräsentiert durch Subflows, aufgebaut. Dabei erfüllt der Strukturelle Aufbau Folgende Anforderungen:

- Aufgaben sind einfach gegeneinander austauschbar und ergänzbar
- Es besteht ein "Game Master Access", um von außen in die Aufgaben eingreifen zu können
- Aufteilung in die im Smart Home Lab verfügbaren Räume, als eine Art Escape Room interne "Level"
- Außerdem sollen auch Aufgaben rund um die Informatik Außerhalb von Node-RED eingebunden werden können

- Insgesamt soll auch der Aufbau der jeweiligen Programmflüsse möglichst übersichtlich gestaltet sein

Der Inhaltliche Ablauf stellte die Grundlage bei der Strukturierung des Escape Rooms dar. Dieser wurde durch die Örtlichen Gegebenheiten in Räume als übergeordneten Rahmen und Level als inhaltliche Komponenten des Raums aufgeteilt. Dieser Aufbau erfüllte außerdem sehr gut die Anforderung der Modularität der ganzen Struktur. Die Level sind leicht austauschbar und können einfach durch andere Levels mit nur minimalem Anpassungsaufwand ausgetauscht werden, ohne weitere Seiteneffekte auf andere Komponenten im Programmfluss auszuüben.

Der größte Teil der Strukturierungsseitigen Anforderungen werden durch die von Node-RED zur Verfügung gestellte Technik der Subflows, die beliebig ineinander verschachtelt werden können, erfüllt. Subflows könnte man also als eine Art Funktion zur Strukturierung des Programmablaufs beschreiben, der hauptsächlich der Beherrschbarkeit der Darstellung des Programmablaufs dient. Diese Subflows sind in den folgenden beiden Darstellungen als Prozesse dargestellt.

Der Durchlauf der Hauptanwendung ist in Abbildung 13 dargestellt. Diese setzt sich aus dem Durchlauf der Komponenten für die jeweiligen Level und einer Setup Komponente zusammen. Dabei sind erstere Komponenten der Kern des Escape Rooms, welcher die Rätsel beinhaltet. Die Setup Komponente beinhaltet einige Einstellungen zum Setup des Escape Rooms. Diese wurde nachträglich ergänzt, da mehrere Durchläufe schnell hintereinander erfolgen können sollten.

In Abbildung 12 ist der Aufbau der unterschiedlichen Räume zu erkennen. Vor den jeweiligen Levels wird jeweils noch ein Game Master Switch überprüft. Dieser wurde für Anforderung x implementiert. Auf Seiten von OpenHAB wurde dafür ein GM-Board eingerichtet mit Switches, die je Aufgabe eingebunden werden sollen. Mithilfe dieser hat der beaufsichtigende Game Master die Möglichkeit Levels zu überspringen, falls eine Gruppe an einem Rätsel nicht weiterkommt. Nach dem Durchlauf eines Levels wird wieder der Switch überprüft. In den Levels wird dieser Switch bei Erfolg von Node-RED auf aktiviert geschaltet, dass das nächste Level im Durchlauf freigeschaltet wird.

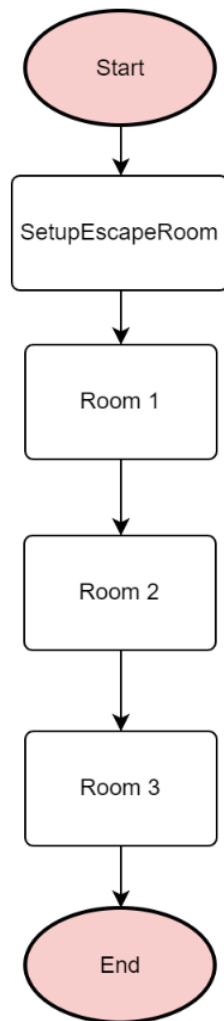


Abbildung 13 (Darstellung des Durchlaufs der Hauptanwendung)

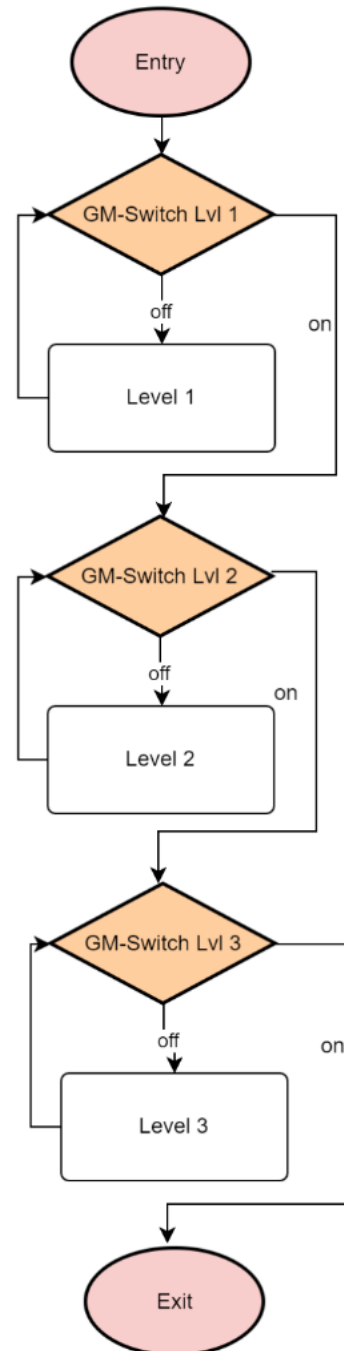


Abbildung 12 (Aufbau der unterschiedlichen Räume)

## 3.3.7 Level 1

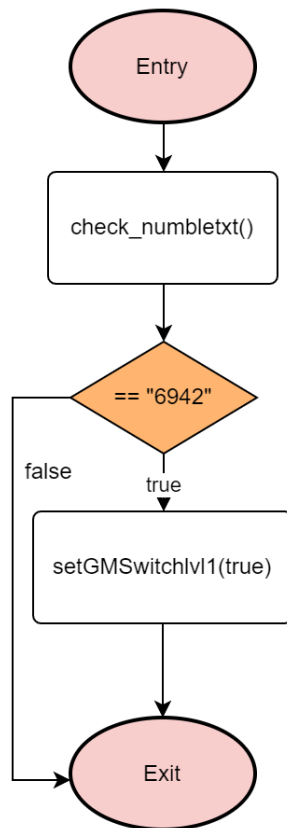


Abbildung 14 (Numble Rätsel Verbindung)

Im ersten Level gilt es ein Numble Rätsel zu Lösen. Dieses ist folgend in Kapitel 4.1.2. noch genauer beschrieben. Auf der Seite von Node-RED ist dieses Rätsel vergleichbar mit allen anderen nicht in Node-RED implementierten Aufgaben eingebunden worden. Die Verbindung erfolgt durch das Überprüfen eines Text-Files. Dieser Prozess ist in Abbildung 14 dargestellt. Diese Überprüfungen könnten in Zukunft noch zentralisiert werden, indem beispielsweise eine JSON-Datei mit Key-Value Paaren für die Level und den entsprechenden "Passwörter" erstellt wird. In Node-RED wird die `check_numbletxt()` Funktion durch einen `ReadFile` Block repräsentiert. Diese schreibt im File stehende Daten in die `msg.payload`. Diese wird dann anschließend in einem `Switch` Block überprüft, welcher in der Abbildung durch die Verzweigung dargestellt wird. Falls diese Überprüfung erfolgreich war, wird wie oben

erwähnt der Switch für das jeweilige Level auf "on" geschaltet. Dies erfolgt in Node-RED durch einen von OpenHAB out-Baustein, welcher in Kapitel OpenHAB bereits beschrieben wurde. Bei diesem Baustein muss außerdem noch das Topic `ItemUpdate` ausgewählt werden, damit der Befehl weitergeleitet wird.

## 3.3.8 Level 2

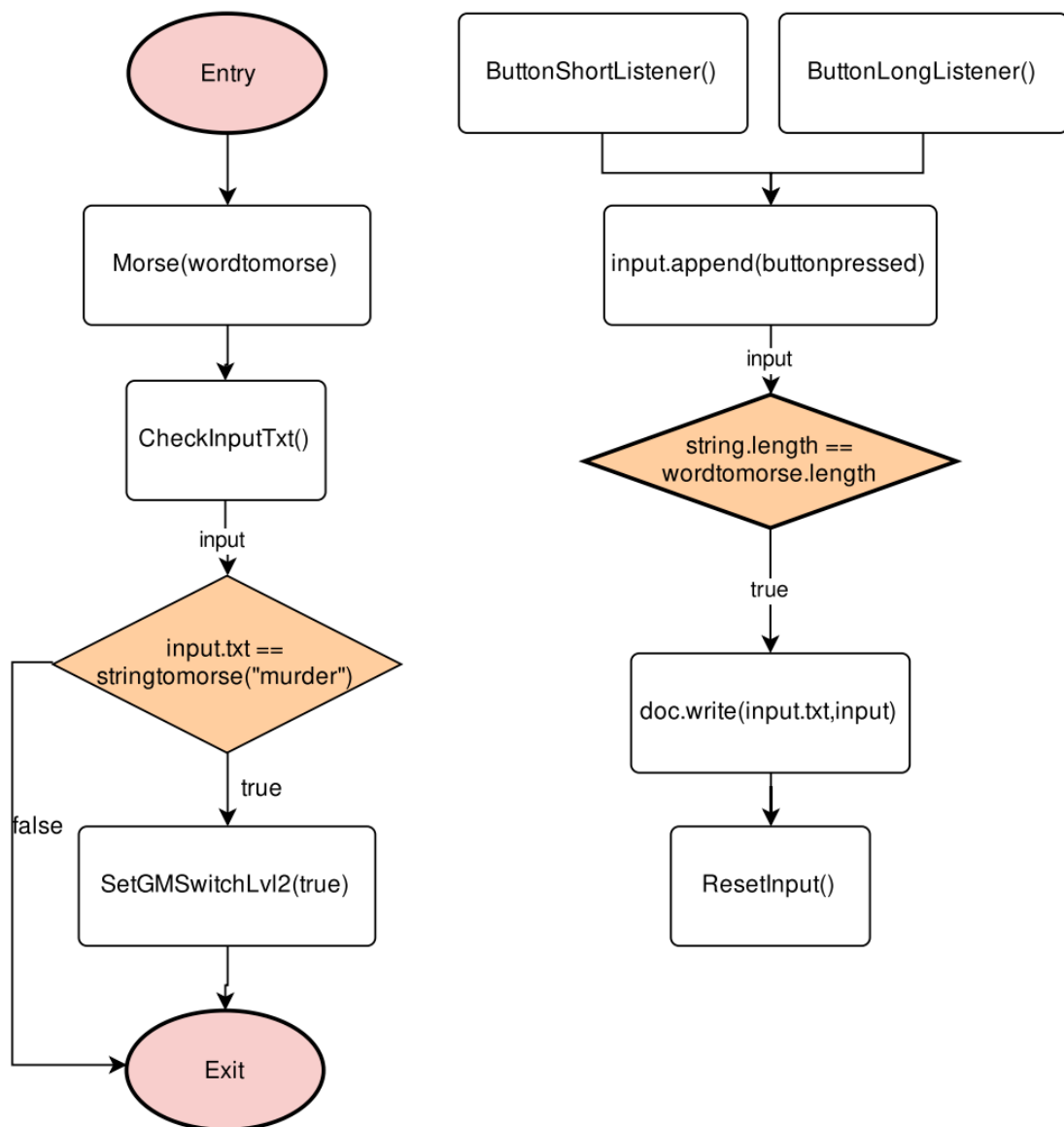


Abbildung 15 (Implementiertes Morsecode-Rätsel)

In Abbildung 15 ist das erste vollständig in Node-RED implementierte Rätsel. Dieses verwendet eine Phillips\_Hue Lampe, auf der der zu erkennende Morsecode ausgegeben wird. Dies ist auf der linken Seite des Ablaufplans zu erkennen. Um den Morsecode auszugeben, wurde dieser in eine msg.payload als string in "." & "-" Morse-formatierung geschrieben. Dieser triggert dann unterschiedliche Farben bei der Lampe, die für 3 Sekunden in rot oder in blau aufleuchten soll. Je nachdem ob ein "." oder ein "-" an der nächsten Stelle des codierten Wortes dargestellt werden soll. Nach dem Durchlauf des Wortes soll die Lampe einmal grün aufleuchten, um zu signalisieren, dass die Sequenz

vorbei ist und die Eingabe des Druckknopfes jetzt überprüft wird. Diese Funktionalitäten sind in der Abbildung durch den Morse() Prozess zusammengefasst. Nach dem Durchlauf des Morsewortes wird eine input.txt Datei, wie in Level 1 beschrieben überprüft. Wenn das eingegebene Wort dem richtigen Morsecode entspricht, ist das Level bestanden und der Switch wird gesetzt. Auf der rechten Seite ist der zweite Teil des Levels dargestellt. Hier wird ein Drucktaster verwendet, an dem das entzifferte Wort vom deutschen ins Englische übersetzt, und wieder eingegeben werden soll. Der Drucktaster kann zwischen einem kurzen Tastendruck und einem Langen Tastendruck unterscheiden. Diese können durch In-Bausteine für kurz und lang ausgelesen werden. Dabei gab es das Problem, dass je druck zwei Signale gesendet wurden (button down, button up). Daher musste eine Abfrage hinter den Baustein gesetzt werden, welche die Signale von button down herausfiltern. Diese Schritte werden in der jeweiligen Listener() Funktion zusammengefasst. Wenn nun also der Knopf kurz / lang gedrückt wurde. Wenn der Taster kurz gedrückt wurde, wird an die Variable input das Zeichen "." angehängt. Wenn der Knopf lang gedrückt wurde, wird ein "-" angehängt. Wenn das Wort die Länge des Zielwortes erreicht hat, wird der eingegebene String in eine Textdatei geschrieben. Diese wird wie in der Beschreibung der linken Seite bereits beschrieben überprüft, um das Level zu bestehen. Dies wurde ergänzt, da die Eingabe des Knopfs nicht zuverlässig zwischen Lang und Kurz differenzieren kann. So haben die Herausforderer des Escape Rooms die Möglichkeit zu überprüfen, ob das eingegebene Signal Korrekt ist. Andernfalls muss dieses erneut eingegeben werden. Außerdem besteht die Möglichkeit die Lösung in Morsezeichen codiert in die Textdatei hineinzuschreiben, falls das Level auf technische ausfälle stoßen sollte.

### 3.3.9 Level 3

Die Aufgabe der Herausforderer besteht darin auf einer HTML-Seite 3 Zeiten zu ermitteln. Diese waren zwölf Uhr, neun Uhr und sechs Uhr. Diese Zeiten sollen auf die Riegel der Fenster abstrahiert und eingestellt werden. Die Positionen der Fensterriegel werden mittels eines Get-Controllers, solange das Level läuft, abgefragt. Je Hebel mögliche Positionen sind "tilted", "open" und "closed". Durch die Reihenfolge der Zeiten ergibt sich also für die Fenster pos1 = tilted, pos2 = open und pos3 = closed. Ein Ablaufplan zu der Regel im Escape Room ist in Abbildung e zu erkennen. Wenn die Hebel an den Fenstern entsprechend von links nach rechts eingestellt werden, läuft die dargestellte Verzweigung in den true weg und das Level gilt als bestanden. Dazu wird der GM-Switch wird auf ON gestellt und im Anschluss daran werden die Schaltgläser, die zuvor auf milchig(off) gestellt waren auf durchsichtig(on) umgeschaltet, um den Herausforderern zu signalisieren, dass der Raum abgeschlossen wurde.

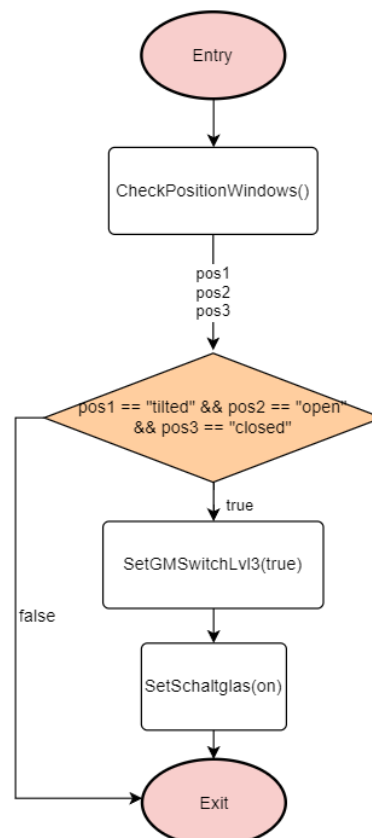


Abbildung 16 (Ablaufplan Fenster-Rätsel)

### 3.3.10 Level 4 & 6

Die Teachable Machine wird im zweiten Raum des Escape Rooms eingesetzt, einmal für eine Erkennung des Totenschädels in Level 4 und zum anderen zum Erkennen von Posen in Level 6, wobei der Tathergang durch die eingenommene Pose des Erstechens oder Erwürgens nachgestellt wird.

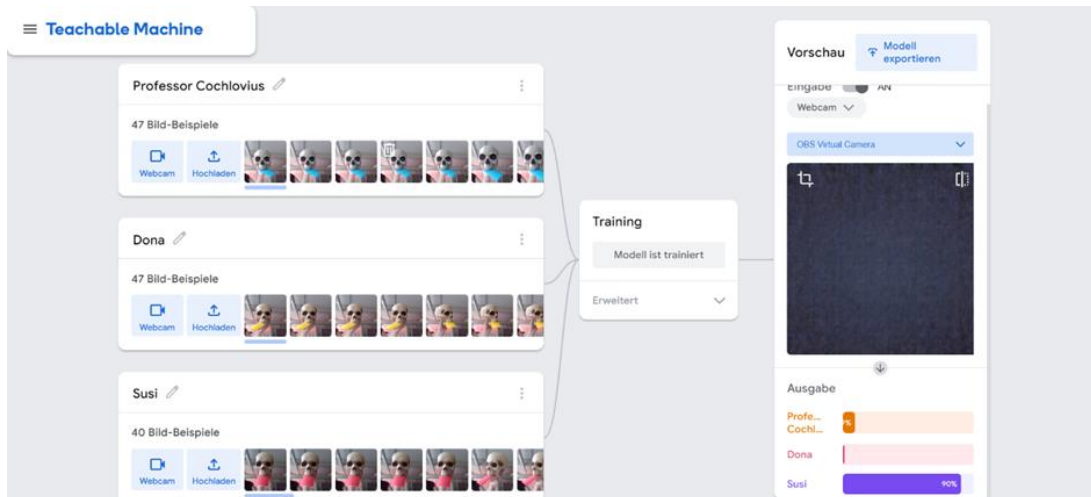


Abbildung 17 (Funktionsweise der Teachable Machine)

Einzelne Klassen werden mit zugehörigen Bildbeispielen ausgestattet. Dabei können schon vorgefertigte Dateien benutzt werden oder mit einer Webcam neue erstellt werden. Sind alle Klassen mit den Bildern zusammengetragen, werden die Modelle trainiert. Dieser Vorgang dauert je nach Größe und Anzahl der Klassen und Bilder einige Zeit. Im Anschluss kann das Modell getestet werden oder exportiert und für andere Projekte verwendet werden. Für den Escape Room wurden Links erstellt, auf denen das Modell gespeichert ist. Jeweils einen für die Totenschädelerkennung<sup>1</sup>, bei der es für das Modell wichtig ist, dass die Totenschädel durch die farbige ID ein Erkennungsmerkmal besitzen, das sie unterscheidet, und einen Link für die Posen<sup>2</sup>.



## 3.3.11 Level 5

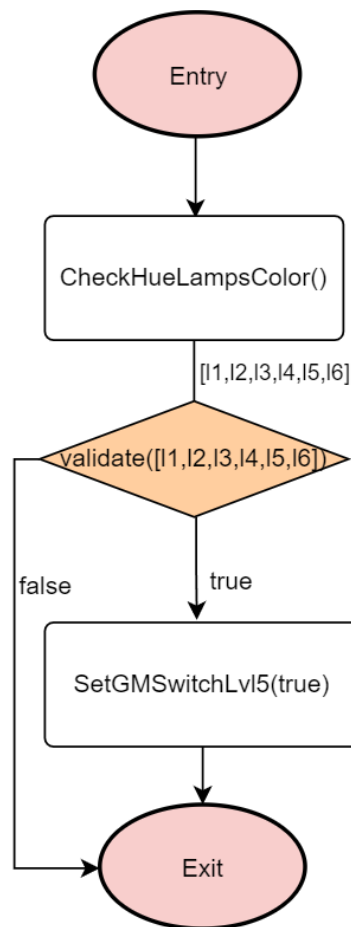


Abbildung 18 (Fehlerkorrektur mit RGB to HSV-Tabelle)

Die Zweite Aufgabe im zweiten Raum bestand darin einen falsch konfigurier-ten Node-RED Flow mithilfe einer RGB to HSV-Tabelle zu korrigieren. Die Im-plementierung der Aufgabe im Flow des Escape Rooms ist in Abbildung 18 zu sehen. Diese besteht im ersten Schritt aus dem Auslesen des Farbattributes der Hue Lampen mithilfe der Get-Controller. Diese werden dann in Node-RED iterativ von Lampe eins bis sechs überprüft. Zur kompakteren Darstellung wurde dies allerdings im Dargestellten Ablaufplan durch den Anweisungsblock CheckHueLampsColor() und den Verzweigungsblock validate() dargestellt. Der Array soll dabei die Abfrage der sechs Lampen repräsentieren. Bei der Validierung werden die Farbwerte gegen ein vorgegebenes Muster geprüft. Wenn die Werte in dem Flow der Teilnehmer also korrigiert wurden und der Flow erneut deployed wurde wird diese Überprüfung erfolgreich und der GM-

Switch für dieses Level wird aktiviert. Der falsch konfigurierte Flow ist der "brokenflow" im JSON-Export der Flows im Git-Repository.

### 3.3.12 Level 7

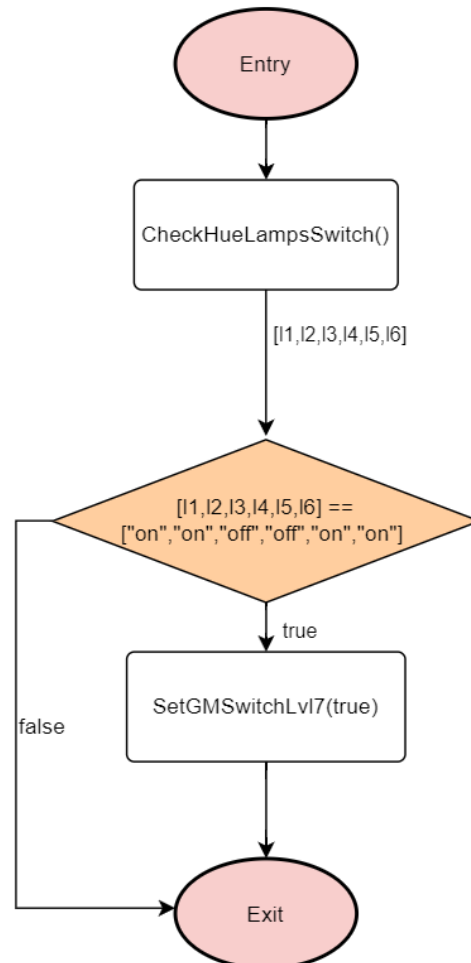


Abbildung 19 (Binärzahl 51 mit Hololens und Lampen)

Das siebte Level ist das Letzte des prototypischen Escape Rooms. In dieser Aufgabe wird die im SHL verfügbare Hololens genutzt. Mithilfe dieser sollen die Herausforderer des Raums Lampen an / ausschalten, sodass die Lampen von links nach rechts die binäre Zahl 51 darstellen. In Abbildung 19 zu erkennen ist der Prozess, in dem die einzelnen Lampen überprüft werden. Dieser ist vergleichbar mit dem Überprüfungsprozess von Level 5. Der Unterschied besteht darin, dass nicht die Farbe der Lampen überprüft wird, sondern simpel nur, ob diese an und ausgeschaltet wurden. Somit ergibt sich für die 51 binär dargestellt das Muster 110011. Wenn dieses Muster erfüllt ist, geht die Verzweigung in den true Zweig und das Level gilt bestanden.

Auswertung:

Node-RED erweist sich als äußerst nützliches Tool für die Entwicklung eines Workshops. Das Forschungsprojekt hatte zum Ziel, ein Verständnis von Programmierkonzepten zu vermitteln und zu vereinfachen.

Dies soll dazu dienen die Angst vor dem Studieren von Themen, wie in der speziellen Informatik oder anderen MINT Fächern von potenziellen interessierten Schüler\*innen zu reduzieren.

Insbesondere in dieser Hinsicht bietet Node-RED einen erheblichen Nutzen. Der visuelle Ansatz der Programmierung in Node-RED ermöglicht es den Schüler\*innen, auf intuitive Weise ein grundlegendes Verständnis für Programmflüsse zu schaffen. Die Fähigkeit von Node-RED, Datenflüsse und die Ausführung verschiedener Funktionen zu visualisieren, macht es zu einem äußerst effektiven Werkzeug für die Einführung in das Thema.

Der Logische Ablauf des Programms ist dabei durch den Visualisierungsaspekt weniger abstrakt und einfacher nachvollziehbar im Vergleich zu den gängigeren Textbasierten Entwicklungstools, die zur effizienten Entwicklung dafür eine höhere, aber langsamere Lernkurve aufweisen.

Durch das visuelle Feedback wird ein klares Verständnis für die Interaktion der verschiedenen Komponenten vermittelt, während die Logik leicht nachvollziehbar ist und das Abstraktionsniveau der Programmierung reduziert wird.

Jedoch ist es wichtig zu beachten, dass Node-RED seine Grenzen im Einsatz hat, insbesondere wenn es um die Bewältigung komplexer Vorgänge geht. Komplexere Funktionen erfordern meist mehrere Bausteine, diese muss man entweder zu einem recht großen Anteil in Subflows verpacken, um die Übersichtlichkeit der Funktion zu erhalten. Dies kann dazu führen, dass diese Flows unübersichtlich und schwer zu verwalten werden. Alternative Programmierumgebungen oder-sprachen eignen sich für derartige Fälle besser.

Dennoch ist die Effektivität dieses Werkzeugs nicht zu verkennen und bietet viele Vorteile für die Entwicklung von Workshops.

### 3.4 Entwicklung der erweiterten Escape Room Materialien

Neben der technischen Entwicklung war die Erstellung einer Reihe von anderen Dingen wichtig.

#### 3.4.1 Hinweise und Video

Um die Teilnehmer\*innen von Rätsel zu Rätsel zu führen wurden eine Reihe verschiedener Hinweise erstellt. Zum einen gibt es normale Hinweise in Form von Text, die ausgedruckt gefunden werden, zum anderen gibt es Hinweise in Form von Tagebucheinträgen des Professors, die erst auf dem Laptop entschlüsselt werden müssen, um gelesen zu werden. Ein weiterer schriftlicher Hinweis ist ein Zeitungsartikel, so wie ein Grundriss des Smart Home Labors.

Als nicht schriftlichen Hinweis gibt es das Video des Professors, der einen Hinweis ausspricht. Das Video ist aufwändiger als die schriftlichen Hinweise. Mit Hilfe des Multitouch-Tisches, der Plexiglaspyramide und einer Videobearbeitungssoftware ist es möglich, ein dreidimensionales Video zu projizieren, indem man ein Video von einer Person aufnimmt, es an den vier Seiten des Videos spiegelt und die Plexiglaspyramide in die Mitte stellt, so dass das Video auf der Pyramide erscheint.

Es ist wichtig anzumerken, dass für ein Hologramm-Video ein Greenscreen-Hintergrund erforderlich ist, aber da dieser nicht zur Verfügung stand, wurde als Alternative ein schwarzer Hintergrund mit einer schwach beleuchteten Person in der Mitte verwendet. Es wurden 4 Videoaufnahmen gemacht, zwei sind eine normale direkte Aufnahme auf die Person, die anderen zwei sind eine Kreiselaufnahme um die Person herum, während die Person ein Skript laut vorliest. Der Hintergrund der vier Aufnahmen wird auf einer Website wie Unscreen oder Kapwing entfernt und dann in einem Videobearbeitungsprogramm wie Adobe Premiere Pro zusammengeschnitten. Die Idee hinter der Bearbeitung ist es, das Hologrammvideo so darzustellen, als wäre es etwas beschädigt, aber dennoch futuristisch. Dazu wurde mit Kontrast und Sättigung experimentiert und Effekte wie RGB-Farbbalance, „Wellen“ und Glowing hinzugefügt.

Um das Video in ein Hologramm-Video umwandeln zu können, muss das Video auf vier verschiedene Positionen verteilt werden, eine auf jeder Seite des Formats. Diese werden in einer Powerpoint-Präsentation zusammengestellt und in Richtung der Mitte des Videos angeordnet.

Nach Fertigstellung wird das Video als MP4-Datei, passwortgeschützt in einer ZIP-Datei, auf den Multitouchtisch übertragen, im Vollbildmodus abgespielt und natürlich die Plexiglaspyramide in die Mitte gestellt.

### 3.4.2 Rätseldateien

Neben den Hinweisen existieren in den Rätseln weitere Dateien, die zur Lösung notwendig sind.

Das erste Rätsel ist ein Numbler-Rätsel<sup>1</sup>, das mit dem Entwicklungstool im Browser mit html angepasst wurde, sowie die Anleitung passend zum Rätsel erweitert wurde.

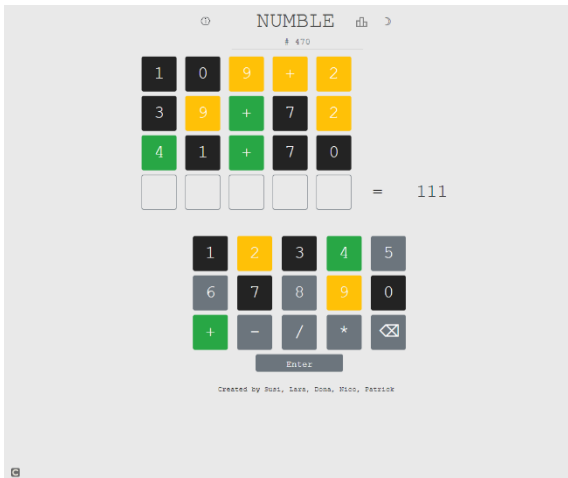


Abbildung 21 (Numbler-Rätsel)

How to Play Numbler?

All your guesses need to equate to the value to be accepted.

2 + 3 - 0 \* 1 = 5  
The number 2 is in the correct place!

3 \* 2 / 1 + 0 = 6  
The addition sign "+" exists in the equation but in a different place.

2 \* 5 - 1 / 1 = 9  
The division sign "/" does not exist in the equation.

2  
Grey numbers aren't yet used and could possibly be in the equation.

Rules

- The equation follows the DMAS order of operations.
- Leading 0s are not allowed e.g. 1 will be accepted but 01 won't be.

Abbildung 20 (Numbler-Rätsel mit HTML)

<sup>1</sup> <https://www.thenumbler.app/>

Für das Rätsel mit der Posenerkennung in der Teachable Machine wurden mit einer Kunstfigur und einer Kamera Bilder von den drei vorgegeben Posen erstellt: links erstechen, rechts erstechen und erwürgen. Diese sollen in ausgedruckter Form den Teilnehmer\*innen einen Anhalt für die Posenerkennung geben.

## 4 Escape Room Prototyp

Das folgende Kapitel soll eine Anleitung für die Betreuer\*innen des Workshops darstellen, um einen Überblick über die Vorbereitung und den Ablauf des Workshops zu bekommen und was beachtet werden muss.

### 4.1 Einführung

Vor dem Durchlauf durch den Escape Room müssen die Schüler\*innen eine Einführung bekommen.

#### 4.1.1 Vorbereitung

Sticker mit dem erstellten HFU-Logo werden, an den Geräten angebracht, die im Escape Room benutzt werden. Das bietet den Schüler\*innen eine bessere Übersicht in den einzelnen Räumen und gibt ihnen einen genauen Rahmen über die Geräte, welche sie benutzen sollen. Die Sticker sollen verhindern, dass sie sich zu lange an Rätseln und Geräte aufhalten, die nicht Teil des Workshops sind.

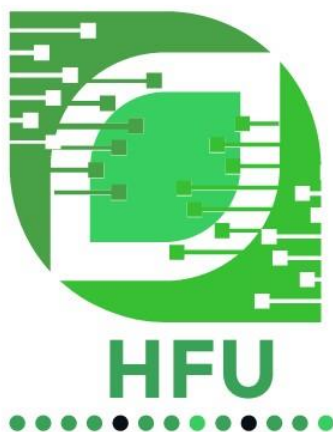


Abbildung 22 (Gerätekennung Escape Room)

#### 4.1.2 Durchlauf

Den Schüler\*innen sollen vorerst grundlegende Information über die Hochschule und das Smart Home Labor gegeben werden. Erst im Anschluss darauf soll der Escape Room erläutert werden und sie auf die Rätsel vorbereiten. Wichtig zu erwähnen sind die Bedeutung der Sticker und dass sich die Schüler\*innen Zeit bei den Rätseln und beim Umschauen in den jeweiligen Räumen lassen sollen. Ihnen soll bewusstwerden, dass es einige Zeit und viel Umschauen benötigen wird, alle Bestandteile eines Rätsels zu finden und diese korrekt und logisch zu kombinieren.

Im Anschluss an die Erklärung des Escape Rooms soll eine Einleitung über Node-RED erfolgen. Da ein Rätsel den Umgang mit Node-RED erfordert, muss die Struktur und die Umgangsweise damit deutlich werden. Die Log Message und die Bearbeitung dieser sollte deutlich erklärt werden, weil das in der Aufgabe erwartet wird.

Zuletzt erfolgt eine Ansprache, dass die Schüler\*innen als Detektive engagiert werden und den verschollenen Professor Cochlovius suchen und herausfinden sollen, was mit ihm geschehen ist. Den Schülern wird der ausgedruckte Einsteigerhinweis für das Bett überreicht.

Bisher wird die Einführung mündlich gemacht, aber als Erweiterung und zukünftige Idee kann die Einführung von Pepper dem Roboter erledigt werden.

### 4.2 1. Raum IoT

Der erste Raum ist der leichteste Raum und enthält neben den zwei Smart Home Rätseln auch eine mathematische Knobelaufgabe. Da hier die Rätsel und die Hinweise sehr eindeutig gestaltet sind, ist der Schwierigkeitsgrad geringer als in den nächsten zwei Räumen und somit der leichteste einsteigerfreundlichste Rätselraum. Das Ziel des Raumes ist einen Überblick über das Leben des Professors zu bekommen und das erste Indiz auf seinen Tod zu finden.

#### 4.2.1 Vorbereitung

Der Totenschädel mit der blauen ID, wird mit dem Hinweis für die Projektor Lampe unter dem Bett versteckt.



Abbildung 23 (Totenschädelversteck)

Die Projektor Lampe muss angeschaltet werden und auf den Beamermodus gesetzt werden. Die Datei numble.png muss geöffnet werden und die ausgedruckte Anleitung numbleAnleitung.png muss unter der Lampe beigelegt werden.

Auf dem Laptop für Raum Eins müssen einige Dateien geöffnet werden. Bisher ist der Wechsel zwischen Dateien nicht automatisiert und muss von den Teilnehmer\*innen selbst herausgefunden oder von den Betreuer\*innen gesteuert werden. Geöffnet werden muss alles in Ordner Laptop-Raum1: die Dateien numble.zip, input.zip und weltuhr.html.

Die ausgedruckte Datei für die Übersetzung der Morsecode morse.png wird zu der linken Smart Lampe gelegt. Der zweite Hinweis für die Übersetzung des Morse Rätsels wird zum Schalter unter der sechsten Lampe gelegt.



Auf Node-RED wird der Durchlauf des Escape Rooms gestartet. Der Durchlauf muss zurückgesetzt werden, sollte davor schon ein Durchlauf stattgefunden haben.

#### 4.2.2 Durchlauf

Mit dem ersten Hinweis sollten die Schüler\*innen den ersten Totenschädel und den Tagebucheintrag über die Projektorlampe finden. Der Totenschädel ist ein Indiz, dass der Professor gestorben ist. Mit dem Tagebucheintrag werden sie zur Projektorlampe geführt, mit dem sie durch das Numble Rätsel das Passwort 6942 zur verschlüsselten Datei Tagebuch\_Morsecode.zip erhalten. Um den Fortschritt für Node-RED festzuhalten, muss dieses Passwort auch in numble.txt geschrieben werden.

Dadurch finden sie den nächsten Tagebucheintrag und das nächste Rätsel startet. Durch Node-RED wird Level Zwei aktiviert und die Lampe fängt an zu leuchten und ein in Morse verschlüsseltes Wort wiederzugeben. Dies muss mit der Tabelle entschlüsselt werden und durch den Hinweis beim Schalter ins Englische übersetzt und in Morse wieder eingegeben werden. Zur Bestätigung und für die Verfolgung in Node-RED muss das Wort murder, das übersetzte Wort für den Schalter, in input.zip eingesetzt werden.

Der korrekte Abschluss für Level Zwei gibt den nächsten Tagebucheintrag frei. Mit diesem und der Weltuhr werden die Uhrzeiten an den Fensterhebeln eingegeben. Sobald die Fensterhebel in der korrekten Position stehen, werden die Glasscheiben des Raumes automatisch transparent geschaltet und Level 3 ist abgeschlossen. Die transparenten Scheiben zeigen ebenso den Abschluss des gesamten Raumes an.

### 4.3 2. Raum Multimedia

Der zweite Raum hat einen höheren Schwierigkeitsgrad als der erste Raum, da bei diesem erforderlich ist, viele verschiedene Hinweise zu sammeln, um auf die Lösung des Rätsels zu kommen. Um neben dem Smart Home auch andere Techniken der Informatik kennenzulernen, kommt Machine Learning zum Einsatz.

#### 4.3.1 Vorbereitung

Auf dem Multitouchtisch muss die Karte `smarthomekarte.png` und im Hintergrund `hologramm.zip` geöffnet sein. Die Totenschädel müssen mit den jeweiligen farbigen IDs ausgestattet werden und exakt so wie in der Karte eingezeichnet versteckt werden. Einer in einem Hocker vor dem Tisch und einer im Regal.



Abbildung 24 (Totenschädelhinweis)

Auf dem Laptop müssen alle Dateien aus dem Ordner `Laptop-Raum2` geöffnet werden, dazu gehört `pose.txt` und `schädel.txt`.

Im Browser muss der Link zur Teachable Machine um die Totenschädel zu identifizieren geöffnet sein und Node-RED, mit dem fixable Flow. Zusätzlich liegt beim Laptop die ausgedruckte Farbtabelle `rgbToHsv.png` und die drei ausgedruckten Posenbilder sollten in der Nähe des Laptops verteilt und aufgehängt sein.

#### 4.3.2 Durchlauf

Wenn die Teilnehmer\*innen den Raum betreten, ist die Karte mit den eingezeichneten Totenköpfen der erste Hinweis. Der Totenschädel aus dem ersten Raum muss mitgenommen werden. Die zwei restlichen Totenköpfe sollen

gefunden werden und dann am Laptop mit der Teachable Machine identifiziert werden. Die ID für Professor Cochlovius ist das Passwort für die verschlüsselte Datei auf dem Multitouchtisch. Ein Betreuer muss von der Karte auf die Passwordeingabe wechseln. Nach Eingabe des Passworts wird ein Hologrammvideo abgespielt. Bei diesem muss die Plastikpyramdie daraufgesetzt werden, um das Video als Hologramm zu sehen. Das Video gibt den Hinweis auf den zerstörten Laptopzugriff, der repariert werden soll. Auf dem Laptop soll daher der Flow gefixt werden und die richtigen Farben mithilfe der Tabelle von RGB zu HSV übersetzt werden. Hier ist abhängig von der Gruppe Hilfestellung nötig, um Node-RED noch einmal zu erklären und auf die Eingabe in der Message hinzuweisen. Die richtigen Farben werden jeweils in die Message geschrieben. Wurde der Flow korrekt ausgeführt, erscheinen die Farben in der französischen Flagge und eine Textdatei entsteht mit einem neuen Link zu Teachable Machine und einem Hinweis auf verteilte Posen im Raum. Diese Posen sollen in der Kamera nachgestellt werden, um herauszufinden durch welche Tat der Professor gestorben ist. Die richtige Mordtat zeigt dann ein neues Passwort, das in die Textdatei pose.txt eingegeben werden muss, um den Raum zu beenden.

#### **4.4 3. Raum Waschraum**

##### **4.4.1 Vorbereitung**

Der Zeitungsartikel artikel.png wird auf dem Magic Mirror angezeigt. Die Holo-lense muss voll aufgeladen und gestartet sein. Die Smart Home Demo App, um die Lichter zu steuern muss geöffnet und korrekt konfiguriert sein.

Auf dem Magic Mirror soll ebenfalls das Quiz quiz.html geöffnet sein.

##### **4.4.2 Durchlauf**

Als erster Hinweis dient der Zeitungartikel, der auf die Hololense und die Steuerung der Lichter hindeuten sollte. Bei den Lichtern muss die Zahl 52 in Binärzahl angezeigt werden: 110100. Die Zahl kann entweder selbst herausgefunden oder auch im Internet gesucht werden. Bei der Bedienung der Hololense ist eventuell eine Hilfestellung nötig. Sobald die Lichter korrekt leuchten dürfen

die Teilnehmer\*innen das Quiz bearbeiten, bei welchem sie zu technischen Fragen und zu Fragen zu vorherigen Aufgaben, die Antworten geben müssen. Bei dem Quiz finden sie schlussendlich den Mörder des Professors heraus und erhalten so eine kurze Zusammenfassung und die herausgefundenen Informationen der vorherigen Räume.

#### **4.5 4. Raum Küche**

Dieser Raum ist als Abschluss vorgesehen und dient der Evaluierung des Workshops. Die Schüler\*innen haben die Gelegenheit Fragen zu stellen und weitere Informationen zu erhalten. Als Belohnung werden hier Snacks angeboten.

### **5 Herausforderungen**

Während des Projekts wurde festgestellt, dass die Zuverlässigkeit des Smart Home Labors nicht immer gegeben ist, zudem sind nicht alle Geräte des Smart Home Labors vollständig nutzbar, was Auswirkungen auf gesamte Planung der Aktivitäten und die technische Umsetzung der Prototypentwicklung hat.

#### **5.1 Node-RED**

Seitens Node-RED bestand die größte Herausforderung darin einen Überblick über die jeweiligen Konfigurationen der Blöcke zu erhalten, sowie deren jeweiliges Verhalten zu verstehen. Dazu mussten grundlegende Nachrichtenformatierungen für die unterschiedlichen Controller erarbeitet werden. Ein Beispiel dazu hatte zu dem Brokenflow Rätsel (Level 5) inspiriert. Bei der Implementierung des Morsecode Rätsels wurden verschiedene Farbwerte in RGB-Formatierung an die Lampe gesendet. Die leuchtenden Farben der Lampe entsprachen also nicht den erwarteten Farben. Daher wurden andere Formatierungsarten für Farben getestet, wobei sich HSV als die verwendete Formatierung für die verwendeten Lampen herausstellte.

Eine weitere technische Limitierung lag darin die Lampen zu einer bestimmten Zeitspanne leuchten zu lassen, da der an und ausschalte Prozess der Lampen eher einem "fade" Verhalten ähnelte. Dies führte dazu, dass das Morsecode Rätsel anstatt einem kurzen und einem langen leuchten zu einem verschiedenfarbigen aufleuchten abgeändert wurde.

Alles in allem waren die Herausforderungen mit Kreativität bewältigbar, da auch die Aufgabenstellung recht frei gegeben war.

## **5.2 OpenHAB**

OpenHAB selbst hat im Projekt nur in Hinsicht auf Ausfälle gelegentlich Probleme bereitet, sodass keine Entwicklung möglich war, da Komponenten nicht erreichbar sind. Dies war auf das Aufspielen von releasenden Updates zurückzuführen.

Ein weiteres Problem war die Stabilität von OpenHAB. Im Laufe des Semesterprojekts trat gelegentlich ein Ausfall auf, weswegen im Rahmen des Escape Rooms auch auf weitere Techniken als auf OpenHAB gesetzt wurde, sodass selbst im schlimmsten Fall ein alternativer Durchlauf durch eine Kurzform des Escape Rooms möglich ist.

Insgesamt stellte dies Allerdings für den Entwicklungsprozess häufig ein Problem dar, da Konzepte für Durchläufe von Levels zwar jederzeit entwickelt werden konnten, jedoch im Debug Prozess häufig überprüft werden musste, ob der Fehler Node-RED seitig auftrat, oder ob in OpenHAB etwas nicht erreichbar ist.

## **5.3 Hardware**

Weitere Herausforderungen ergaben sich auch in der Erarbeitung der für den Escape Room Nutzbaren Hardware. Zu Beginn des Projekts mussten die Auswahl eingegrenzt werden. Diese Aufgabe wurde zunächst durch die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der verfügbaren Geräte teilweise erledigt.

Auch im Verlauf des Projekts wurden viele Ideen bereits früh aufgrund mangelnder Verlässlichkeit in der Einsatzfähigkeit der verwendeten Hardware verworfen. Diese Entscheidung musste getroffen werden, da das Zeitliche Investment für die Aufgabe zu hoch für das bestehende Risiko war. Ein konkretes Beispiel dafür war die Idee der Einbindung der NAO-Roboter für die Posenerkennung in Level 6. Dabei war die Idee die Herausforderer die Posen der Roboter mithilfe des Entwicklungstools nachstellen zu lassen. Allerdings war dies mit der Einarbeitung in ein weiteres Tool verbunden, welches nicht sicher für

den Escape Room genutzt werden kann, da die Batterien der Roboter teilweise defekt oder nicht zuverlässig waren.

Ein weiteres zu überwindendes Hindernis bestand darin die Projektor Lampe im Setup für das erste Level anzusteuern. Dazu musste eine zugehörige App installiert werden. Da diese vom Hersteller Huawei ist war der Zugang zu der App nicht über den App Store möglich. Zudem wird die verwendete Software auch nichtmehr vom Hersteller geupdated, was ebenfalls wieder ein Risiko für die Ausfallsicherheit der Komponente darstellt. Letztendlich war es aber möglich die App installieren und die Projektor Lampe im Durchlauf des Escape Rooms zu verwenden.

## 6 Ergebnisse

Die verschiedenen Iterationen des Projekts ergaben folgende Forschungsfragen:

1. ***„Welchen Einfluss haben Design Thinking-Prinzipien und Gamification auf die Effektivität der Prototypenerstellung und Implementierung innovativer Lösungen für Smart Home Herausforderungen?“***
2. ***„Wie gut eignet sich Node-RED als Tool zur Entwicklung?“***

Da es sich bei der Nutzergruppe um Schüler\*innen von Abiturklassen, die vielfältige Bedürfnisse haben, die sich insbesondere auf ihre Vorerfahrung mit der Thematik Smart Home, den Lernstiel und das Interessenniveau beziehen, eignet sich Gamification gut, um diese Zielgruppe anzusprechen. Personen, die wenig Erfahrung mit dem Thema Informatik und Smart Home haben können, diese Konzepte schnell als abstrakt und komplex empfinden. Durch verschiedene Methoden wie die *praktische Anwendung* werden theoretische Grundlagen greifbarer vermittelt werden, zudem spielt das *interaktive Lernen* eine große Rolle beim Erlernen neuer Themen da durch die aktive Teilnahme der Lernprozess effektiv aufrechterhalten wird. Auch Motivation und Erfolgserlebnisse spielen eine große Rolle und werden durch *umsetzbare Aufgaben* unterstützt, um die Motivation und das Erfolgserlebnis zu steigern, was durch die Anpassung der Aufgaben an das Wissensniveau der Teilnehmenden erzielt wird, um Frustration und Desinteresse zu vermeiden. Da die Design-Thinking Methode eine benutzerzentrierte Vorgehensweise werden die Bedürfnisse

und Perspektiven der Nutzer\*innen in den Vordergrund gerückt, was von enormer Wichtigkeit ist, um ein ansprechendes Erlebnis zu schaffen in diesem Zuge wurden Personas und eine Customer Journey erstellt, um deren Touch- und Painpoints herauszuarbeiten. Die Vielfalt des Smart Home Labors bietet eine breite Fläche zur kreativen Ideenfindung, was durch die gewählte Methode unterstützt wird. Dadurch wurde eine breite Palette an Aufgaben und Aktivitäten für den Escape Room erstellt. Auch das Prototyping wird gefördert durch die verschiedenen Iterationen der Methode und einzelne Aufgaben und Räume können schnell entwickelt und im Kontext mit anderen Aufgaben getestet werden. Weiterhin fördert Design Thinking die interdisziplinäre Zusammenarbeit, um ein einheitliches Konzept zur Erstellung eines Prototyps zu ermöglichen. Durch die Kombination der verschiedenen Aspekte, die während des Forschungsprojekts genutzt wurde ist ein Escape-Room Prototyp entstanden, der einer vordefinierten Story folgt.

Der Effektivität des Escape-Room Prototyps wurde mithilfe von Usability Tests untersucht. Diese wurde mit Studierenden, den Mitarbeiter\*innen, sowie Professoren der Hochschule Furtwangen durchgeführt. Dabei wurden drei Fragen untersucht. Zunächst wurde der Schwierigkeitsgrad überprüft, bei dem 40% der Testpersonen diesen als „zu leicht“ eingestuft haben, 50% der Personen empfanden den Workshop als „leicht/anspruchsvoll“ und 10% empfanden ihn nur als „anspruchsvoll“.

Der nächste Aspekt, der getestet wurde, war der Spaßfaktor des Escape Rooms bei dem 20% angaben, „Spaß“ gehabt zu haben und 80% der getesteten Personen hatten „sehr viel Spaß“. Schließlich wurde das Interesse an der Thematik beleuchtet bei dem 80% der Befragten anhaben sehr viel Interesse am Thema zu haben und 20% der Personen haben eher weniger Interesse gezeigt.

Diese Ergebnisse sind vielversprechend für den Escape Room und deuten an, dass der Spaßfaktor und das Interesse am Thema vorhanden sind, was sich positiv auf den Lerneffekt auswirken kann. Der Schwierigkeitsgrad lässt Raum für Verbesserungen, jedoch ist dabei nicht außer Acht zu lassen, dass der Prototyp für Schülergruppen einer Abiturklasse entwickelt wurde und daher

der Schwierigkeitsgrad nicht für Studierende, Mitarbeiter und Professoren der Fakultät Informatik ausgelegt ist, was die Einschätzung des Schwierigkeitsgrads verfälschen kann.

Node-RED hat sich als äußerst nützliches Tool für die Workshop-Entwicklung erwiesen. Das Forschungsprojekt hatte das Ziel, Programmierkonzepte zu vermitteln und zu vereinfachen, wofür Node-RED besonders gut geeignet ist. Durch den visuellen Ansatz der Programmierung in Node-RED können Schüler\*innen auf intuitive Weise ein grundlegendes Verständnis des Codierens erlangen. Die Visualisierung von Datenflüssen und die Ausführung von Funktionen machen Node-RED zu einem äußerst effektiven Werkzeug für die Einführung in das Thema. Das visuelle Feedback ermöglicht ein klares Verständnis der Interaktion zwischen den verschiedenen Komponenten und die Logik ist leicht nachvollziehbar, wodurch das Abstraktionsniveau der Programmierung reduziert wird.

Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass Node-RED seine Grenzen hat, insbesondere bei der Bewältigung komplexer Vorgänge. Für komplexere Funktionen ist eine komplexere visuelle Darstellung erforderlich, was dazu führen kann, dass die Flows unübersichtlich und schwer zu verwalten werden. In solchen Fällen können alternative Programmierumgebungen oder -sprachen besser geeignet sein.

Trotzdem ist die Effektivität dieses Werkzeugs nicht zu unterschätzen und es bietet viele Vorteile für die Entwicklung von Workshops.



## 7 Fazit

Durch die Implementierung von Gamification-Elementen in Workshops und dem resultierenden Escape Room wird eine erhöhte intrinsische Motivation beobachtet, da das Bedürfnis nach Erfüllung angesprochen wird. Zudem sind positive Auswirkungen auf das Verhalten der Schüler sowie eine Verbesserung kognitiver Prozesse, wie der Problemlösungsfähigkeiten, zu beobachten.

Die Verwendung von Spieldesign-Elementen in einem Nicht-Spiel-Kontext verbessert die Lernerfahrung erheblich. Aktives Lernen fördert eigenständige Problemlösung und Entscheidungsfindung bei den Schülern, was im Vergleich zu traditionellen Lehrmethoden während des Unterrichts eine aktivere Beteiligung ermöglicht.

Der Bildungssektor befindet sich in ständigem Wandel, weshalb die Integration von Gamification viele Vorteile für die Lehre mit sich bringt. Das Interesse der Schüler an den Technologien und der Lösung des Escape Rooms wurde mit jeder gelösten Aufgabe gesteigert, was auf eine positive Erfahrung schließen lässt.

Der Prototyp kann in Zukunft um ein Punktesystem oder Bestenlisten erweitert werden, um den Wettbewerbsgeist zu fördern und somit das Engagement der Schüler zu steigern. Dadurch wird das Interesse weiter geweckt und ein nachhaltiges Lernergebnis erzielt.



**Eidesstattliche Erklärung**

Ich versichere, dass ich die vorstehende Arbeit selbständig verfasst und hierzu keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet habe. Alle Stellen der Arbeit, die wörtlich oder sinngemäß aus fremden Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form in keinem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt oder an anderer Stelle veröffentlicht.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben kann.

Nico Dietz, Lara Meister, Patrick Krieger, Floridona Idrizi, Sussana Konstantinidou

78120, Furtwangen, 25.07.2023



## A. Github Repository mit allen Dateien

<https://github.com/larimei/Smart-Home-Escape-Room-Workshop>

## 8 Literaturverzeichnis

Legaki, Nikoletta-Zampeta; Xi, Nannan; Hamari, Juho; Karpouzis, Kostas; Assimakopoulos, Vassilios (2020): The effect of challenge-based gamification on learning: An experiment in the context of statistics education. In: *International Journal of Human-Computer Studies* 144, S. 102496. DOI: 10.1016/j.ijhcs.2020.102496.

Megida, Dillion (2022): Node Version Manager – NVM Install Guide. In: *freeCodeCamp.org*, 09.09.2022. Online verfügbar unter <https://www.freecodecamp.org/news/node-version-manager-nvm-install-guide/>, zuletzt geprüft am 25.07.2023.

Statista (2023): Global gamification market value 2021 | Statista. Online verfügbar unter <https://www.statista.com/statistics/608824/gamification-market-value-world-wide/>, zuletzt aktualisiert am 25.07.2023, zuletzt geprüft am 25.07.2023.