

IT-Systeme Dokumentation

Interaktive Videoinstallation mit granularem Synthesizer

20. Februar 2024

Gruppe:	Ariane Bachmann	2552756
	Benjamin Ghodsi-Moghaddam	2582359
	Bruno Bühler	2625322
	Dennis Jonca	2175314
	Evan Tanggo Peter Simamora	2332397
	Fabian Brunner	2600389
	Rafael Weber	2623881

Studiengang: Meidentechnik B.Sc. WS 23/24

eingereicht bei: Malte Sanders

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Grundlagen	3
3	Konzeption	4
4	Projektdurchführung	6
4.1	Zeitplanung	6
4.2	Software	6
4.3	Hardware	8
4.4	Touch Designer	9
5	Fazit	11
5.1	Zusammenfassung	11
5.2	Ausblick	12
5.3	Hardware	12
5.4	Touch Designer	12
6	Systembeschreibung	12
6.1	MoSCoW Priorisierung	12
6.2	Der Systemaufbau	13
6.3	Use Cases	15
7	Roadmap	16

1 Einleitung

Im Rahmen des Kurses für IT-Systeme entsteht ein interaktives Projekt. Studierende haben die Möglichkeit, sowohl Hard- als auch Software eigenständig auszuwählen, um eine individuelle Idee zu entwickeln und umzusetzen. Im Folgenden wird das Konzept des "Visuellen Synthesizers" präsentiert.

2 Grundlagen



Abbildung 1: mögliche
Rauminstallation¹



Abbildung 2: möglicher
Mikrocontroller¹

Die Idee ist, eine Rauminstallation zu entwickeln, die kreativen Ausdruck und Interaktivität verbindet. Im Kern soll ein granularer Synthesizer stehen, der nicht nur außergewöhnliche Klänge erzeugt, sondern auch eine visuelle Dimension hinzufügt. Unabhängig vom Erfahrungsgrad der Nutzenden im Umgang mit Synthesizern und Videoanimation, tauchen diese in eine Welt voller künstlerischer Gestaltung ein. Durch die Kombination von Klangsynthese und visueller Darstellung wird es den Benutzenden ermöglicht, Klänge in Echtzeit zu formen und zu modulieren, während sie gleichzeitig die Wellenformen, Spektren und künstlerischen Visualisierungen dieser Klänge betrachten können.

Letztendlich soll der gesamte Raum zu einem Instrument verwandelt werden, in dem man isoliert von der Außenwelt eine ganz eigene Atmosphäre schafft und in ständiger Interaktion mit den visuellen und akustischen Eindrücken steht.

¹KI generiertes Bild

3 Konzeption

Die Besucher betreten einen abgedunkelten Raum, in dessen Mitte sich, beleuchtet von zwei Scheinwerfern, ein Stehtisch befindet, der die notwendigen Bedienelemente beherbergt. Über einen Projektor werden zunächst Standby-Versionen der Visuals an eine Leinwand im vorderen Teil des Raumes projiziert, die später im Einklang mit dem Audio dynamisch verändert werden.

Zur Verfügung stehen den Nutzern verschiedene Bedienelemente, darunter ein Mikrofon zur Aufnahme einer Audiospur als Basis für den Granular-Synthesizer, sowie eine kleine Auswahl an Instrumenten und klangbildenden Objekten wie z.B. eine Steel Drum, ein Mini-Cajon, eine Ukulele, ein Kalimba usw. Ein MIDI-Keyboards ermöglicht die Kontrolle der Tonhöhe des Synthesizers. Zusätzlich gibt es einen Mikrocontroller mit sechs Potentiometern zur Steuerung der Synthesizer-Parameter (Frequenz, Spray, Mode, Reverb, Delay, Bitcrush), einem Schieberegler zur Positionierung innerhalb der Audiospur und einem Button zur Steuerung des Visualwechsels.



Abbildung 3: Rauminstallation

Der Ablauf beginnt mit der Aufnahme einer Audiodatei über das Mikrofon, indem der Nutzer über den Laptop den Record-Button in der Software SunVox drückt. Nachdem die Aufnahme gestoppt wurde, zeigt der Laptop die Waveform der Audiodatei an. Er ist ab diesem Punkt nur noch Rechenzentrum der Installation, während die Bedienung ausschließlich über das MIDI-Keyboards und den Mikrocontroller erfolgt.

Die MIDI-Daten des Mikrocontrollers und des Keyboards werden an den Laptop gesendet, auf dem die Audiosynthese der zuvor aufgenommenen Audiodatei stattfindet. Das resultierende Audiosignal wird über Lautsprecher in den Raum gegeben und gleichzeitig intern an TouchDesigner weitergeleitet. Dort wird das Audiosignal in Echtzeit hinsichtlich seines Frequenzspektrums und seiner Dynamik analysiert und in sechs verschiedene visuelle Darstellungen umgewandelt, die live gerendert und auf eine etwa 2x2m große Leinwand am vorderen Ende des Raumes projiziert werden.

Die Visuals wechseln nun automatisch alle zwei Minuten, können aber auch direkt vom Nutzer über einen Button auf dem Mikrocontroller gesteuert werden.

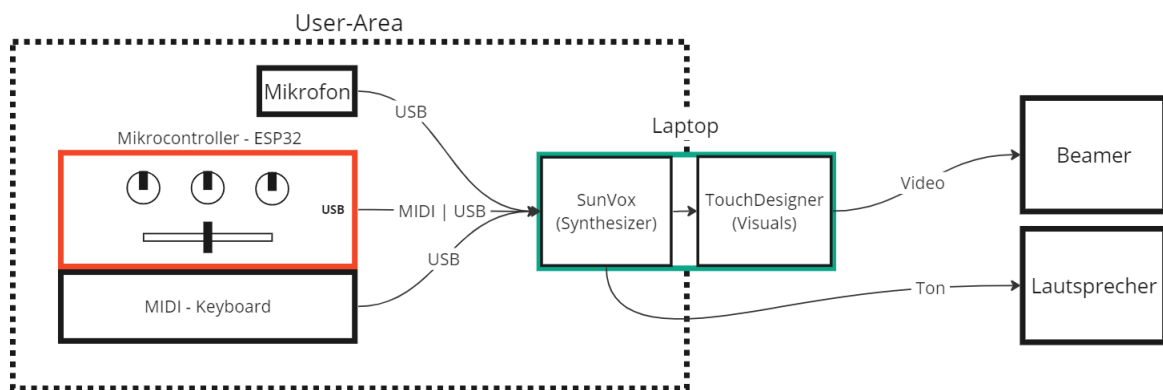


Abbildung 4: Blockschaltbild des kompletten Systems

4 Projektdurchführung

4.1 Zeitplanung

4.2 Software

Nach der Entscheidung, SunVox als Synthesizer Software zu nutzen, galt es zuerst, ein Projekt zu bauen, das die Hauptaspekte der granularen Synthese erfüllt und steuern lässt. Also dass ein Sample zu einem gewählten Punkt in einer bestimmten Frequenz abgespielt werden kann. Das Sample sollte dabei entweder selbst aufgenommen oder ausgewählt werden. Dies ließ sich prinzipiell einfach mit den in SunVox eingebauten Modulen umsetzen. Es gibt in SunVox das sogenannte MultiSynth Modul, welches allgemein genutzt werden kann, um ein Audiosample abzuspielen und dabei bestimmte Eigenschaften verschiedener Module zu transportieren und auf das jeweilige Sample zu übertragen. Es kann außerdem direkt die angespielte Phase eingestellt werden, weshalb sich darüber endlich auch die Position des Samples bestimmt, die hardwareseitig vom Slider kontrolliert werden sollte. Dass das Sample dann aber nicht nur einmal abgespielt wird, sondern in sich wiederholenden Grains, wird durch einen Low Frequency Oscillator sichergestellt, der auch als Modul in SunVox vorhanden ist. Sobald der MultiSynth gespielt wird, wird auch der LFO angesteuert und triggered in einer einstellbaren Frequenz das Sample immer wieder neu an. Wie lang das Sample abgespielt wird, bestimmt sich im Endeffekt aus der gewählten Frequenz des LFO, um aber darüber hinaus noch mehr vom Sample in einen eingestellten Sound hineinzubekommen, lässt sich die gewählte Position, die Phase des MultiSynth, auch mehr oder weniger randomisieren, was zu einer Art Position Spray führt, was noch mehr Abwechslung in die Soundgestaltung bringen sollte. Ein großer Pluspunkt für SunVox ist die einfache Anbindung von MIDI-Geräten. Ein jeweiliger Controller muss nur am Rechner angeschlossen sein und man kann Parameter für Parameter auf die Bedienelemente legen wie man will. Dabei hätte man sogar experimentell mehrere Parameter auf ein Potentiometer mappen können. Für das MIDI-Keyboard, das zum Spielen verwendet werden sollte, musste nur festgelegt werden, welches Modul die Keyboard-MIDI-Befehle annehmen soll. Das war entsprechend unserer selbst gebautes Granulator Modul. Das Sampler Modul von SunVox stellt exakt die gewünschten Funktionen zum Aufnehmen und Reinladen von Samples bereit. Problem hier war aber, dass diese Funktionen nur per Mausklick im Interface auswählbar sind, was die Vorstellung einer vollends über Bedienelemente am Mikrocontroller gesteuerten Installation störte. Eventuell wäre es möglich gewesen, wenn man, statt direkt mit der SunVox Software zu arbeiten, die ebenso vorhandene Library genutzt hätte, die sich über Code steuern lässt. Die Entscheidung fiel dann aber schnell darauf, mit dem Programm weiterzuarbeiten und lieber die Installation anzupassen und flexibler zu gestalten, da es einerseits übersichtlicher ist und grade im Zusammenspiel mit der Peripherie um einiges schneller und flexibler in Sachen Konfiguration und Fehleranalyse ist und es andererseits deutlich mehr Zeit benötigt hätte, sich da hineinzuarbeiten, um am Ende eventuell festzustellen, dass die Installation aus welchen Gründen auch immer trotzdem nicht wie geplant umgesetzt werden kann. Zudem bietet SunVox mit dem Sampler die Möglich-

keit, die Waveform des Samples anzeigen zu lassen, inklusive Cursor, der anzeigt, wo das Sample aktuell abgespielt wird. Eine solche Visualisierung war von Anfang an für die Installation vorgesehen, nur war nicht eindeutig, wie sie eingebunden werden kann. So fiel dann die Entscheidung, einen extra Bildschirm respektive den Laptop, über den die Software am Ende lief, aufzustellen, um die Steuerung und damit die Funktionalität der Installation sicher zu stellen und gleichzeitig noch die Waveform anzeigen zu können.

Somit stand schnell ein Projekt, dass grundlegend als Granular Synthesizer funktioniert. Von da an war die Hauptaufgabe, auszuloten, welche ansteuerbaren Parameter sich in SunVox am besten für die Bedienung an unserer Hardware eignen. Viele Optionen standen zur Auswahl, die teilweise stark den Sound beeinflussten, wie zum Beispiel die Randomisierung der Tonhöhe. Um es nicht zu kompliziert zu halten, da es ohnehin mit einem gewissen Anspruch verbunden ist, den Synthesizer zu spielen, wurden am Ende aber nur die wichtigsten Parameter Position, Loop Frequency, Position Spray sowie die, die den Sound nochmal abrunden, Reverb, Delay und Distortion gemappt (letztere waren ebenfalls direkt als Modul in SunVox vorhanden).

Um zusätzlich das Problem zu beheben, dass es zu Artefakten in der Audio kommt, wenn das Sample durch die gewählte Position bei hoher Amplitude abgehakt wird, wurde noch versucht, mit einem ADSR Attack und Release für die Grains einstellbar zu machen, allerdings hat dieser nicht wie erwartet für die einzelnen Grains gegriffen, sondern nur für einen gespielten Input, der natürlich viele Grains hintereinander triggered. Als Alternative lässt sich die Hüllkurve des Samples zwar direkt im Sampler selbst einstellen, dies muss aber jedes Mal aufs Neue manuell gemacht werden, sobald ein neues Sample geladen wird. Das wurde dann aber entsprechend in Kauf genommen und es blieb bei den genannten Parametern, die die Hardware steuern sollte.

4.3 Hardware

4.4 Touch Designer

In Touch-Designer wollten wir interessante, audioreaktive Visuals erzeugen, die den granularen Synthesizer visuell untermahlen. Wir haben außerdem den Anspruch gehabt, dass zwischen den Visuals automatisch umgeschaltet wird und auch manuelles Umschalten möglich machen.

Gesamtstruktur

In der Gesamtstruktur des Touch-Designer Files sind die einzelnen Visuals als .tox Dateien eingefügt. Auf diese Weise können alle Visuals parallel laufen. Am Anfang gibt es einen Audioinput, auf den Alles Visuals zugreifen. So wird nicht für jedes Visual ein eigener Input benötigt, sondern alle haben nur einen „In“ Chop, über den alle auf den gleichen Audioinput zugreifen können. Am Ende jeder .tox Datei ist ein „Out“ Chop, worüber die Ausgänge der Visuals alle in einen „Switch“ laufen. Dieser Switch geht in ein „Cross“. In den anderen Eingang des „Cross“ geht ein schwarzes Bild, welches für den Übergang zwischen den Visuals benötigt wird. Am Ausgang des „Cross“ hängt ein „Window“, welches der finale Ausgang für Touch-Designer ist. Für den Übergang gibt es einen automatischen und einen manuellen Modus. Im Automatischen Modus zählt ein Timer hoch, der nach einer bestimmten Zeit den Übergang auslöst. Beim Übergang wechselt der „Cross“ für einen kurzen Moment auf das schwarze Bild. Hier gibt es einen Fade und keinen harten Cut. In dem Moment, indem das Bild Vollständig schwarz wird, springt der „Switch“ auf das nächste Visual und der „Cross“ fadet aus dem schwarzen Bild zurück auf das neue Visual. Für den manuellen Modus gibt es einen extra Knopf auf dem Controller, der ein Midi Signal an Touch-Designer schickt und den Übergang einleitet. Nach dem manuellen Wechsel bleibt das ausgewählte Visual für eine bestimmte Zeit stehen. Läuft diese Zeit ab, ohne dass der Knopf erneut gedrückt wurde, springt Touch-Designer wieder in den automatischen Modus, damit nicht dauerhaft ein Visual stehen bleibt, sobald der Knopf einmal gedrückt wurde.

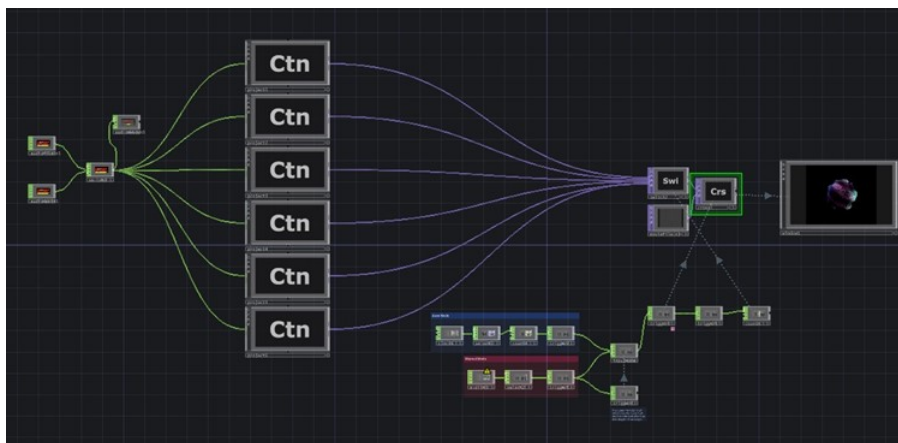


Abbildung 5: SSS

Visuals

„Color Blobs“:

In diesem Audio-Visualizer wird das Spektrum des Audio-Inputs genutzt, um Kreise zu erstellen und deren Größe zu verändern. Diese werden durch eine Aneinanderreihung von Feedback, Blur, Displace, Mirror und anderen TOP-Nodes zu einem Interessanten, sich bewegenden „rohrschachtest-artigen“ Muster. Die Farbgebung wird über eine Ramp- und einen Lookup-TOP gesteuert.



Abbildung 6: möglicher
Mikrocontroller¹

„Point Cloud“:

Eine Röhre wird verformt und durch ein Noise-TOP geschickt, das Abbild der Röhre wird dann durch eine Point Cloud aus kleinen Quadraten abgebildet. Das Noise wird durch den Audio-Input verändert, was die Audio-Reaktivität erzeugt.

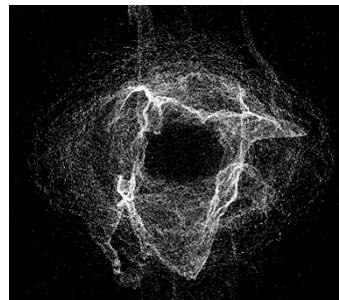


Abbildung 7: möglicher
Mikrocontroller¹

„Color Blobs“:

In diesem Audio-Visualizer wird das Spektrum des Audio-Inputs genutzt, um Kreise zu erstellen und deren Größe zu verändern. Diese werden durch eine Aneinanderreihung von Feedback, Blur, Displace, Mirror und anderen TOP-Nodes zu einem Interessanten, sich bewegenden „rohrschachtest-artigen“ Muster. Die Farbgebung wird über eine Ramp- und einen Lookup-TOP gesteuert.

„Color Blobs“:

In diesem Audio-Visualizer wird das Spektrum des Audio-Inputs genutzt, um Kreise zu erstellen und deren Größe zu verändern. Diese werden durch eine Aneinanderreihung von Feedback, Blur, Displace, Mirror und anderen TOP-Nodes zu einem Interessanten, sich bewegenden „rohrschachtest-artigen“ Muster. Die Farbgebung wird über eine Ramp- und einen Lookup-TOP gesteuert.

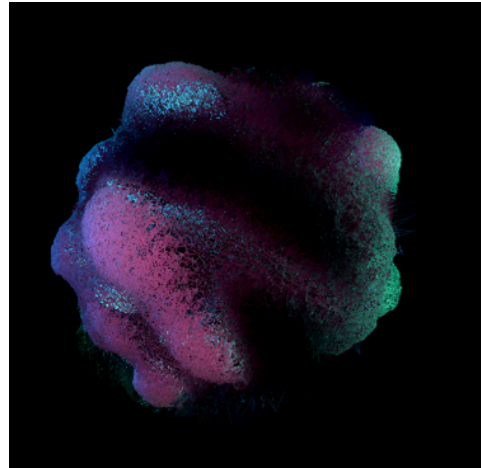


Abbildung 8: möglicher
Mikrocontroller¹

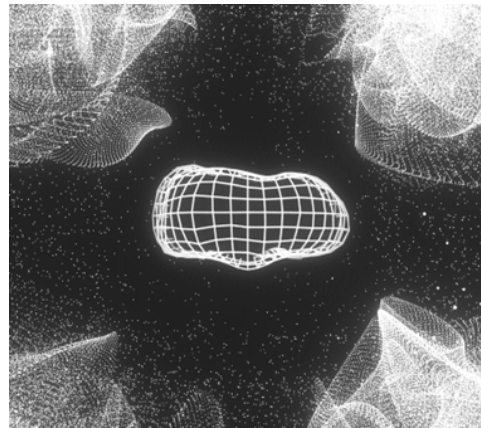


Abbildung 9: möglicher
Mikrocontroller¹

5 Fazit

5.1 Zusammenfassung

Zu SunVox lässt sich insgesamt sagen, dass es für Audiosynthese und elektronische Musik für ein kostenloses Programm ein mächtiges Werkzeug ist. Leider ist es eher darauf programmiert, Songs zu gestalten und zu produzieren und weniger, selbst als Instrument genutzt zu werden. Das führte eben dazu, dass in der Ausgestaltung der Installation einige Kompromisse gefällt werden mussten, da einfache Funktionen wie ein Shortcut zur Aufnahme von Samples in der Software nicht vorhanden sind. Jedoch lässt sich, was den Synthesizer angeht, ein positives Bild ziehen. Trotz der teilweise umständlichen Steuerung von SunVox ist das Ergebnis ein guter Granular Synthesizer, der sich kreativ spielen lässt und mit den Visuals aus TouchDesigner harmoniert.

„Color Blobs“:

In diesem Audio-Visualizer wird das Spektrum des Audio-Inputs genutzt, um Kreise zu erstellen und deren Größe zu verändern. Diese werden durch eine Aneinanderreihung von Feedback, Blur, Displace, Mirror und anderen TOP-Nodes zu einem Interessanten, sich bewegenden „rohrschachtest-artigen“ Muster. Die Farbgebung wird über eine Ramp- und einen Lookup-TOP gesteuert.

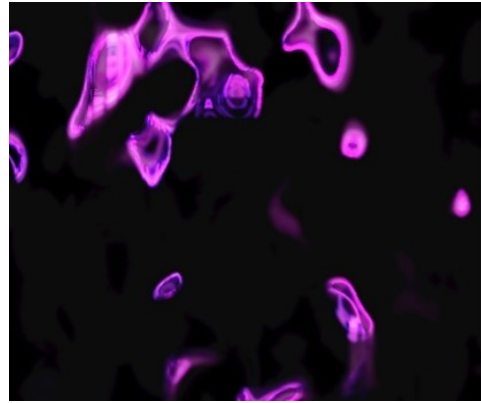


Abbildung 10: möglicher
Mikrocontroller¹

5.2 Ausblick

5.3 Hardware

5.4 Touch Designer

6 Systembeschreibung

Die Systembeschreibung dient der Konkretisierung der Use-Cases sowie ihrer Umsetzung. Dabei werden die Anforderungen mithilfe der MoSCoW-Methode erläutert und die Komponenten der Umsetzung durch ein Systemabbild dargestellt.

6.1 MoSCoW Priorisierung

Die Hauptpriorität des Projekts liegt in der Erfüllung der Produktvision, die darauf abzielt, Audio und Video interaktiv zu gestalten. Während zahlreiche weitere Funktionen wünschenswert oder teilweise optional sind, ist es entscheidend, das Produkt so zugänglich wie möglich für Personen zu gestalten, die keine Erfahrung mit Synthesizern oder Videoanimation haben. Die Bedienung soll intuitiv und benutzerfreundlich gestaltet sein.

Must

- Die Synthese der Audiospur wird verarbeitet.
- Audiospur wird interaktiv durch die Nutzenden verändert.
- Die Interaktion wird durch digitale Visualisierungen dargestellt.

Should

- Die Aufnahme am Mikrofon wird zur Verarbeitung gespeichert.
- granulare Synthese mit den Parametern Grain Pitch, Grain Speed, Grain Scan und Reverb.

- Visualisierungen werden durch TouchDesigner entwickelt und wiedergegeben.

Could

- Die Aufnahme am Mikrofon wird in Echtzeit verarbeitet.
- Die entstandene Waveform der Audiospur kann für die Nutzenden angezeigt werden.
- Der Audio-Pitch kann an einem MIDI-Keyboards gesteuert werden.
- Es gibt mehrere Designs durch TouchDesigner.
- Die Nutzenden können aus mehreren Designs selbst wählen.

Won't

- zu viele Ablenkungen des Users (zweite GUI, etc.).
- zu komplexe Bedienung des Controllers für die Nutzenden.

6.2 Der Systemaufbau

Die Nutzenden haben verschiedene Bedienungsmöglichkeiten zur Verfügung. Dazu gehören ein Mikrofon, dessen Aufnahmen als Grundlage für den Granular-Synthesizer dienen, Knöpfe zum Starten und Stoppen der Mikrofonaufnahme, Potentiometer und Slider, die die Steuerung der Synthesizer-Parameter ermöglichen, sowie ein MIDI-Keyboards zur Tonhöhenkontrolle des Synthesizers.

Zusätzlich könnte es eine Anzeige der aufgenommenen Audiospur in Form einer Waveform geben. Der Mikrocontroller und das Keyboard senden MIDI-Daten an einen Computer, auf dem die Audiosynthese der zuvor aufgenommenen Audiodatei stattfindet. Das resultierende Audiosignal wird zum einen über Lautsprecher im Raum wiedergegeben und zum anderen zusammen mit den MIDI-Daten an TouchDesigner weitergeleitet. Sowohl Audio als auch MIDI beeinflussen die Visualisierung, die über einen Beamer mittels HDMI in den Raum projiziert wird.

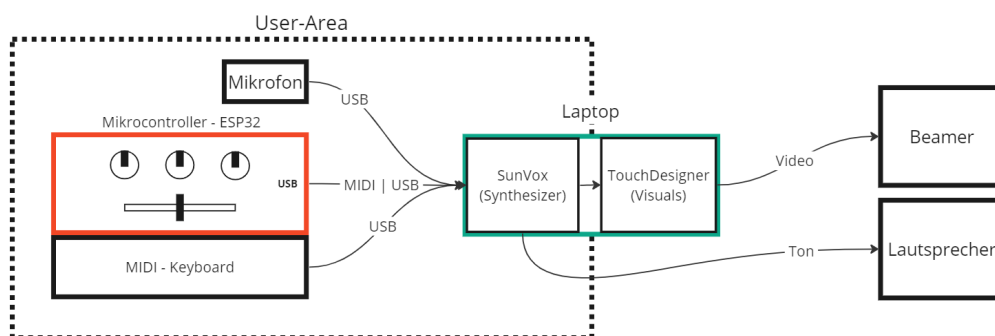


Abbildung 11: Blockschaltbild des kompletten Systems²

²Miro Board Grafik

6.3 Use Cases

Die Use Cases sind im folgenden Szenario beschrieben:

Eine Person tritt an die Installation heran und beginnt, Klänge durch die Verwendung des Mikrofons aufzunehmen. Mit den Poti's und Schiebereglern steuert die Person die Klang- und visuellen Effekte. Durch das MIDI-Keyboard werden die Töne gesteuert. Die aufgenommenen Audiospuren und manipulierten visuellen Effekte werden in Echtzeit wiedergegeben, sodass die Nutzenden eine unmittelbare kreative Interaktion erleben.

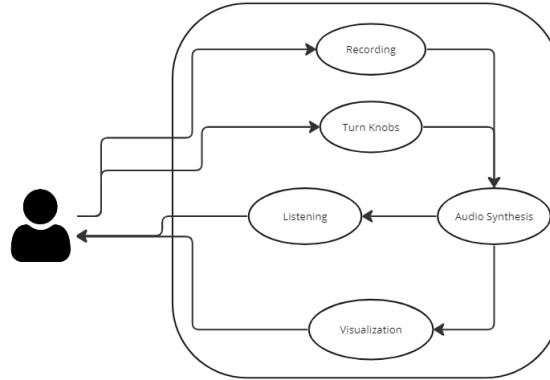


Abbildung 12: Usecase Diagramm des Projekts³

³Miro Board Grafik

7 Roadmap

Die Roadmap bietet einen zeitlichen Rahmen für das Projekt. Sie enthält alle Projektwochen und einen konzipierten Ablaufplan. Dieser kann sich gemäß den Prinzipien des agilen Projektmanagements während des Projekts verändern.

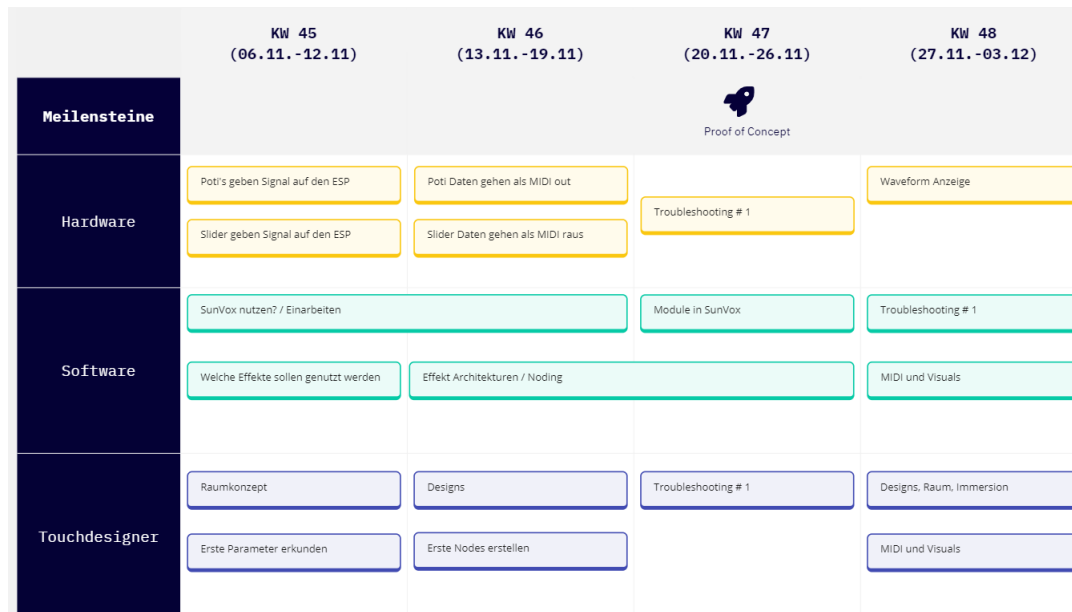


Abbildung 13: Roadmap Teil 1⁴

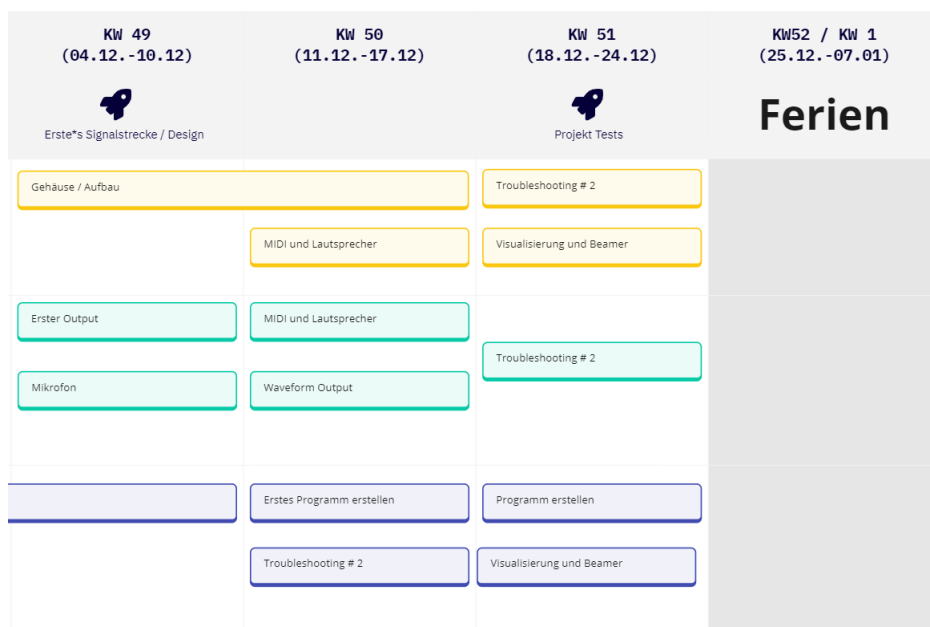


Abbildung 14: Roadmap Teil 2

⁴Miro Board Grafik

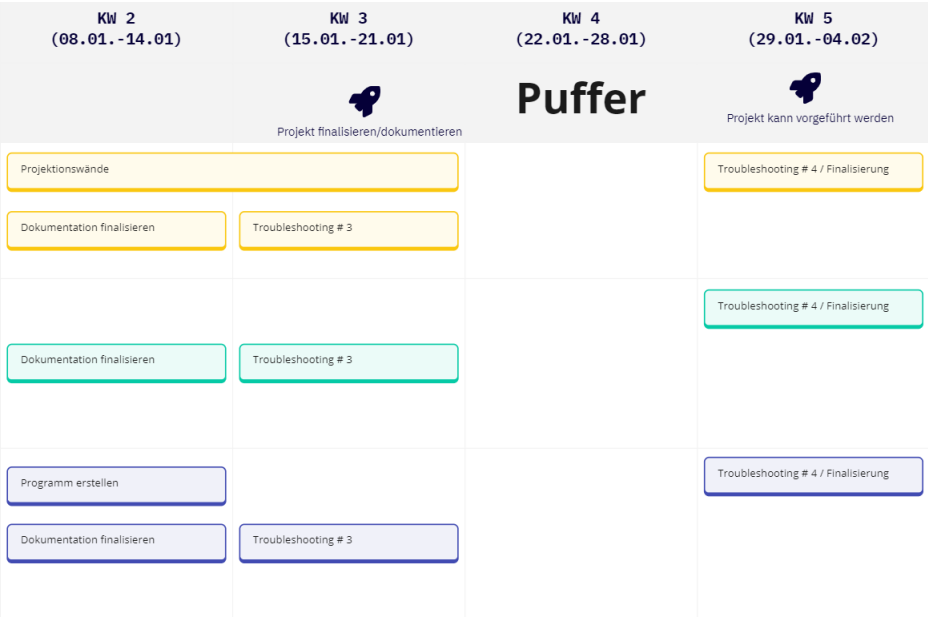


Abbildung 15: Roadmap Teil 3