

Bachelor Concept

Digital Ideation

2026

Arwen Serena Bättig

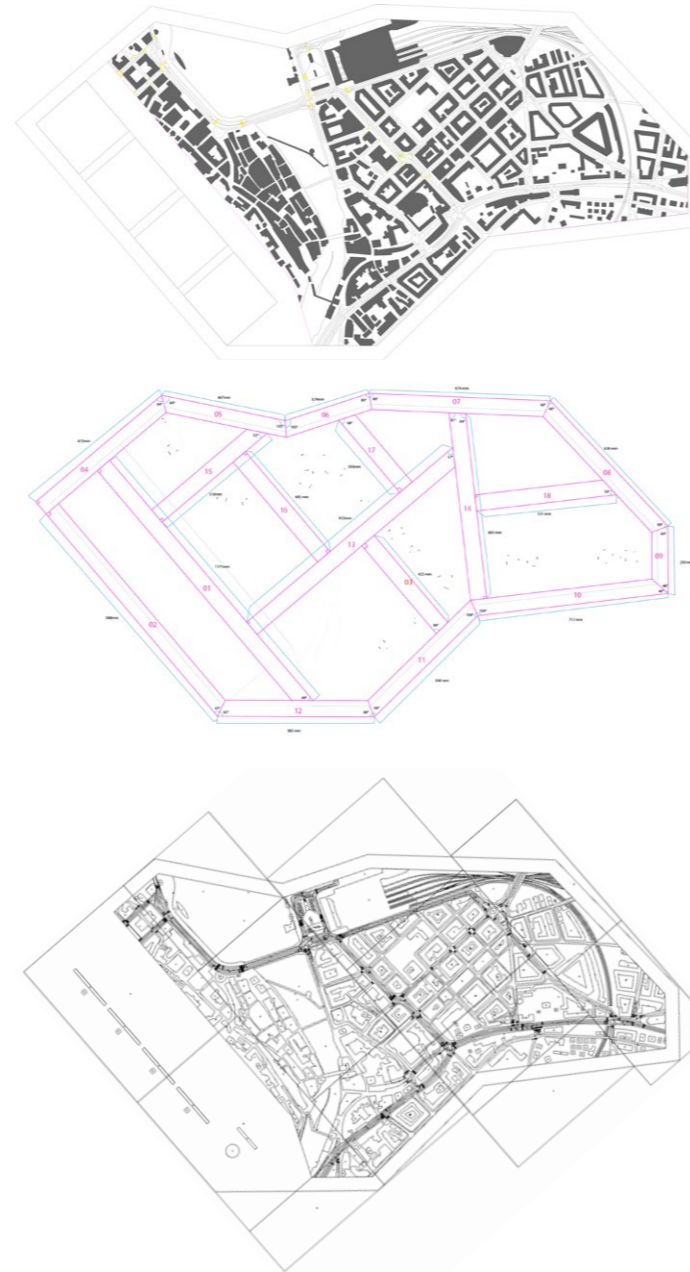
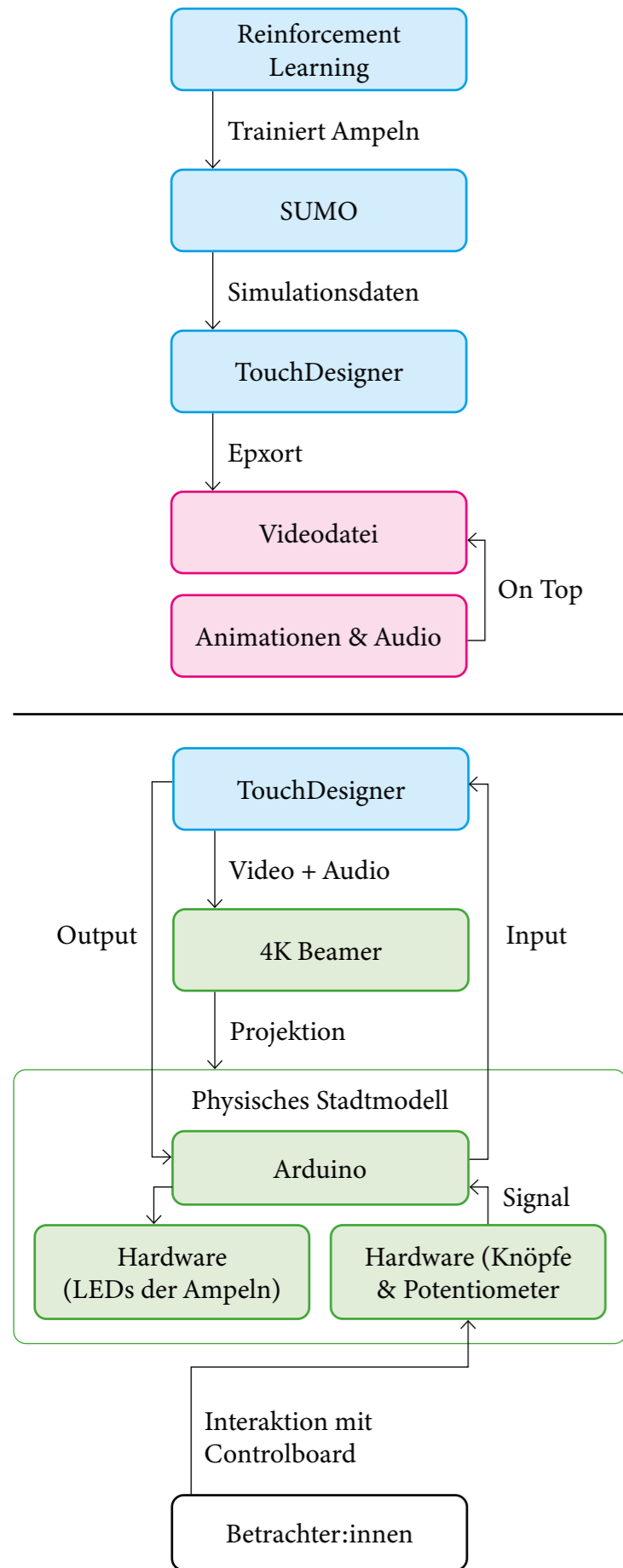
Digital Ideation
Fokus Design

War für das nachzeichnen des Strassennetzes, der Visualisierung der Simulation in TouchDesigner sowie für die Switch-Logik innerhalb der Installation zuständig. Zudem kümmerte sie sich um das Zusammenspiel von Technik, Arduino, Hardware und physischem Modell.

Yannick Röögli

Digital Ideation
Fokus Design

War für die Konstruktion des Strassennetzes in SUMO, das RL-Training der Lichtsignalanlagen sowie für die Gestaltung der Elemente anhand des Designguides zuständig. Zusätzlich setzte er die Animationen und Audios um, die ergänzend zu den Visualisierungen eingesetzt wurden.



Vektorisiertes Strassennetz

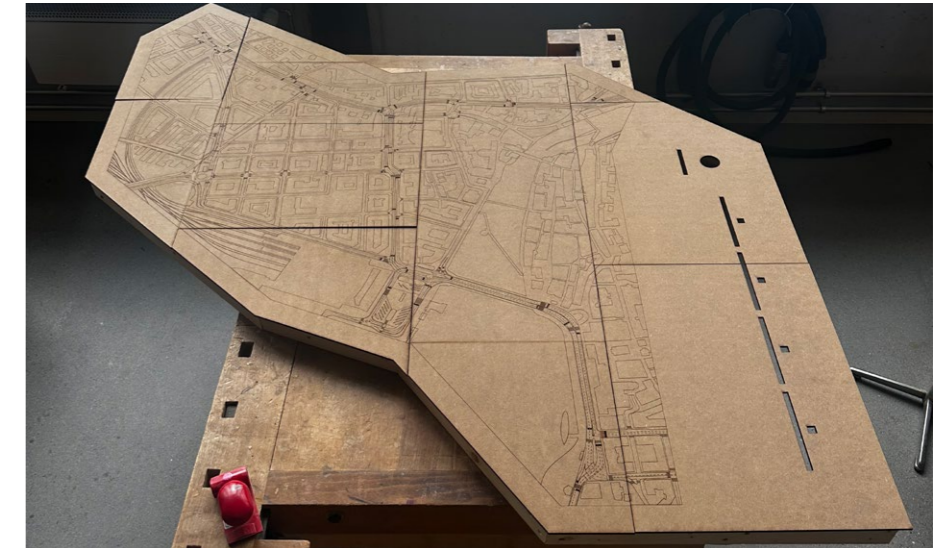
Den Kartenausschnitt von Luzern haben wir mithilfe von QGIS-Kartendaten für die Gebäude sowie von Hand in Illustrator nachgezeichnet.

Tragende Holzkonstruktion

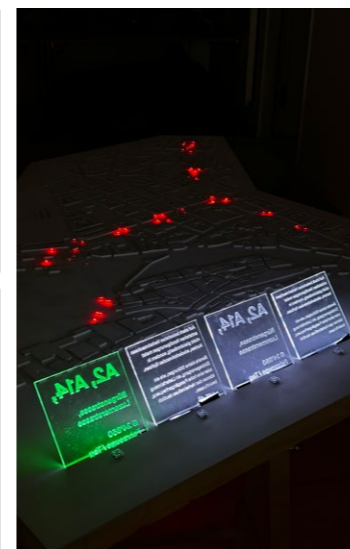
Für die einzelnen Platten benötigten wir eine tragende Holzkonstruktion. Dafür haben wir die Karte vermessen und in OpenCAD eine technische Zeichnung umgesetzt.

Gelasserte MDF Platten

Da der Lasercutter begrenzt ist, haben wir die Karte in zwölf Teile aufgeteilt, ohne wichtige Kreuzungen oder Lichtsignalanlagen zu zerteilen.



<p>Emergency Modus</p> <p>Ein Unfall blockiert eine Hauptachse im Stadtverkehr. Lokale Umleitungen verändern die Verkehrsströme und fordern das trainierte System heraus.</p>	<p>Fasnachts Modus</p> <p>Durch den Fasnachtsumzug wird eine Hauptachse gesperrt. Der Verkehr verteilt sich neu und verändert den gewohnten Ablauf im System.</p>
<p>Baustellen Modus</p> <p>Baustellen sperren einzelne Spuren im Stadtverkehr. Alternative Umwege entstehen und verändern den gewohnten Verkehrsfluss im Netz.</p>	<p>Grand Prix Modus</p> <p>Plötzlich gerät der vertraute Verkehrsfluss aus dem Takt. Einzelne Fahrzeuge folgen nun eigenen Regeln und bringen Bewegung ins System.</p>



Plexiglasplatten

Da das Modell in einem dunkeln Raum steht haben wir uns für leuchtende Plexiglasscheiben entschieden.

LSA aus Lichtwellenleiter

Da die Lichtsignalanlagen zentral sind und von der künstlichen Intelligenz gesteuert werden, haben wir sie mit Lichtwellenleitern physisch ins Modell eingebaut. Diese werden von unten mit LEDs angesteuert.



Mit **SUMO** simulieren wir den Verkehr in einem digitalen Strassennetz. Virtuelle Fahrzeuge fahren durch die Stadt und reagieren auf Ampeln, Kreuzungen und andere Fahrzeuge. So können wir Verkehrsflüsse nachbilden und verschiedene Ampelsteuerungen vergleichen.

Aufbau der Software

SUMO besteht aus mehreren Komponenten, die je nach Aufgabe einzeln oder kombiniert genutzt werden.

netedit

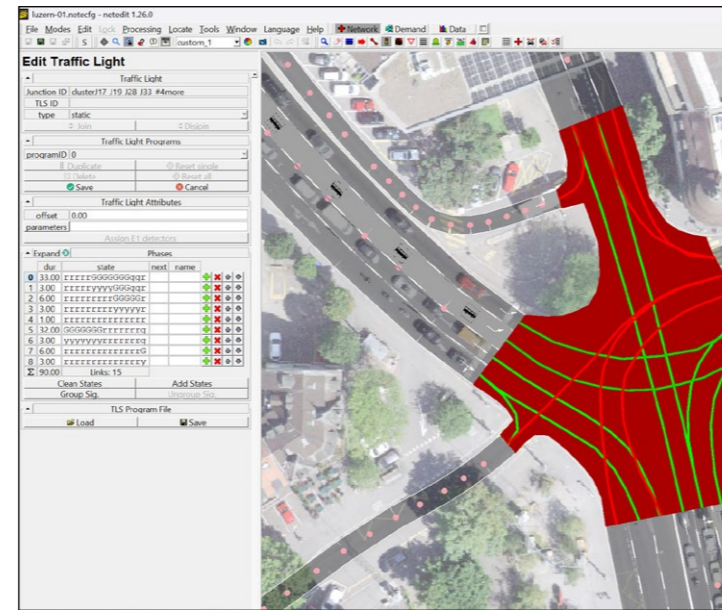
Grafische Applikation zum Erstellen und Bearbeiten des Strassennetzes. Strassen, Kreuzungen, Spuren und Lichtsignalanlagen werden hier definiert.

SUMO-GUI

Applikation zum visuellen Abspielen der Simulation. Erlaubt es, einzelne Fahrzeuge, Verkehrsströme und Signalphasen direkt zu beobachten.

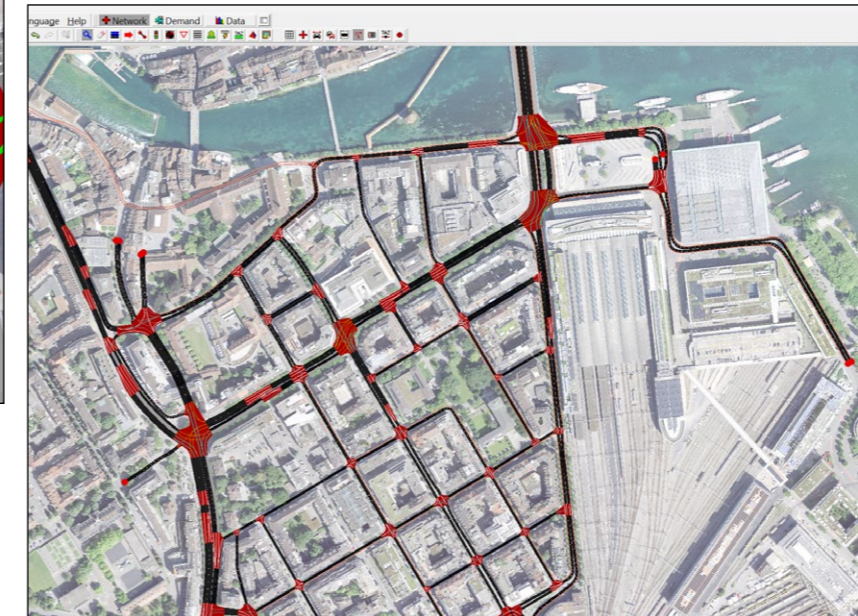
Codebasierte Nutzung

SUMO funktioniert auch ohne netedit und sumogui. Netz, Simulation und Auswertung lassen sich über Dateien, die Kommandozeile und Python-Skripte steuern, was für automatisiertes Training und systematische Auswertung wichtig ist.



Erstellen der Lichtsignalanlage Pilatusstrasse mit all den Spurverbindungen. SUMO berechnet aus den Strassen die Kreuzungen. Viele davon mussten danach manuell korrigiert werden, damit das Netz funktioniert.

Das Strassennetz wurde in NetEdit manuell auf Basis eines georeferenzierten Kartenbilds aufgebaut. Dieses lieferte exakte Distanzen und Strassenverläufe und ermöglichte einen präzisen Netzwerkaufbau. Besonders die Kreuzungen waren zeitaufwändig, da ihre Streckenführung je nach Abschnitt unterschiedlich komplex ist.



Grundlage sind die prognostizierte Verkehrszahlen 2025 der Stadt Luzern, adaptiert auf eine typische Morgenstunde mit Fokus auf einfallenden Pendlerverkehr.

Aufbau in drei Schichten

SUMO simuliert das Luzerner Verkehrsnetz mit Verkehr und Lichtsignalanlagen, **SUMO-RL** stellt die Simulation als RL-Umgebung für KI-Agenten bereit und **Ray RLLib** trainiert diese mit dem PPO-Algorithmus.

Schwierigkeiten

Unterschiedliche Anzahl Signalphasen pro Ampel. Wir vereinfachten die Aktion auf behalten oder zur nächsten wechseln.

Bei einer gemeinsamen Policy dominierte eine Aktion deutlich. Deshalb wechselten wir zu 20 unabhängigen Agenten mit je eigener Policy.

Die Standard-Belohnung optimierte nur den Durchschnitt. Wir ergänzten eine Fairness-Strafe.

SUMO, Verkehrssimulation

Die Simulation umfasst das Luzerner Strassennetz mit Verkehrsnachfrage und 20 Lichtsignalanlagen.



SUMO-RL

Observation: Phase, wartende Fahrzeuge, Dichte
Action: Phase behalten oder zur nächsten wechseln
Reward: weniger Wartezeit = Pluspunkte, lange Wartezeiten = Strafe

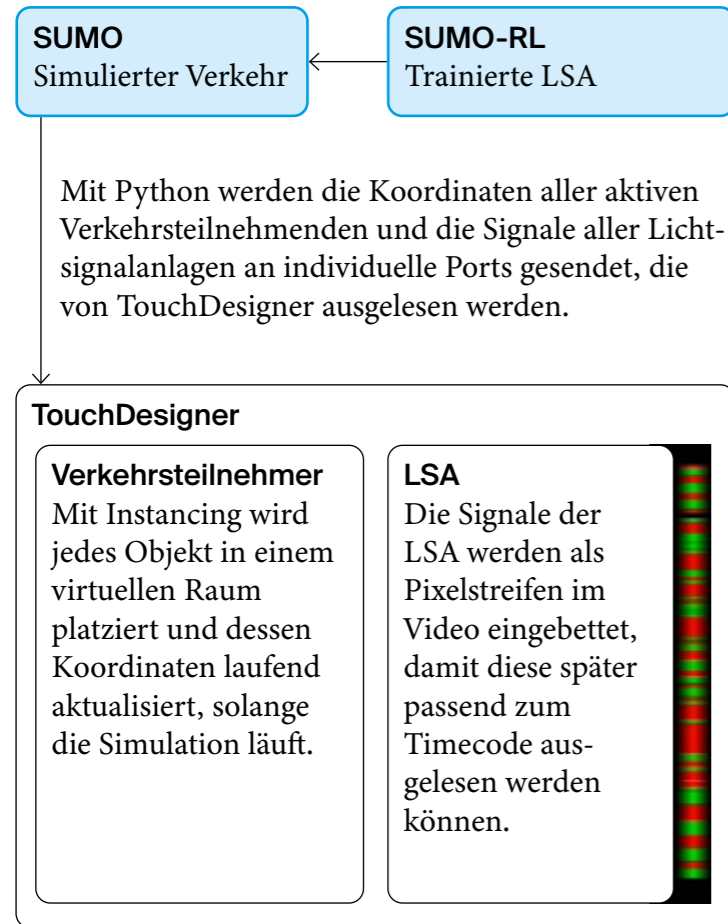


Ray RLLib (IPPO)

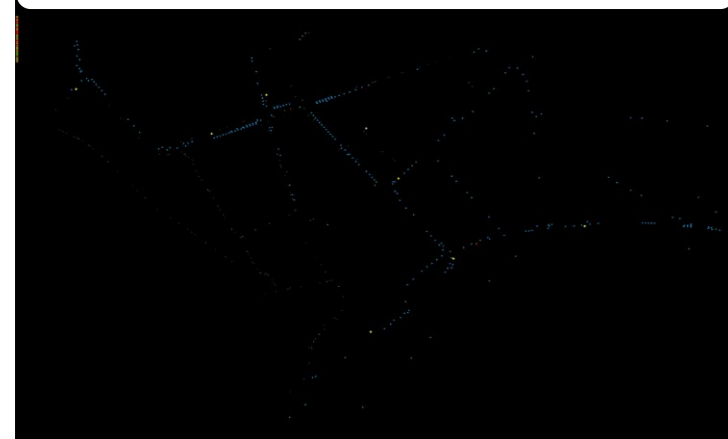
KI-Training mit dem PPO-Algorithmus
 20 unabhängige KI-Agenten mit je eigener Policy pro Lichtsignalanlage

Training der Lichtsignalanlage mit der Bibliothek **SUMO-RL**

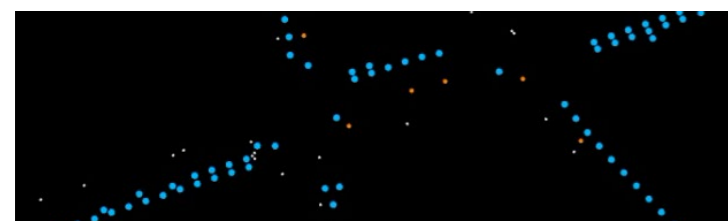
TouchDesigner Visualisierung



4K Video
Auf dem Video sind nur Punkte zu sehen. Animationen und Audio werden in einem weiteren Schritt hinzugefügt (von Yannick).

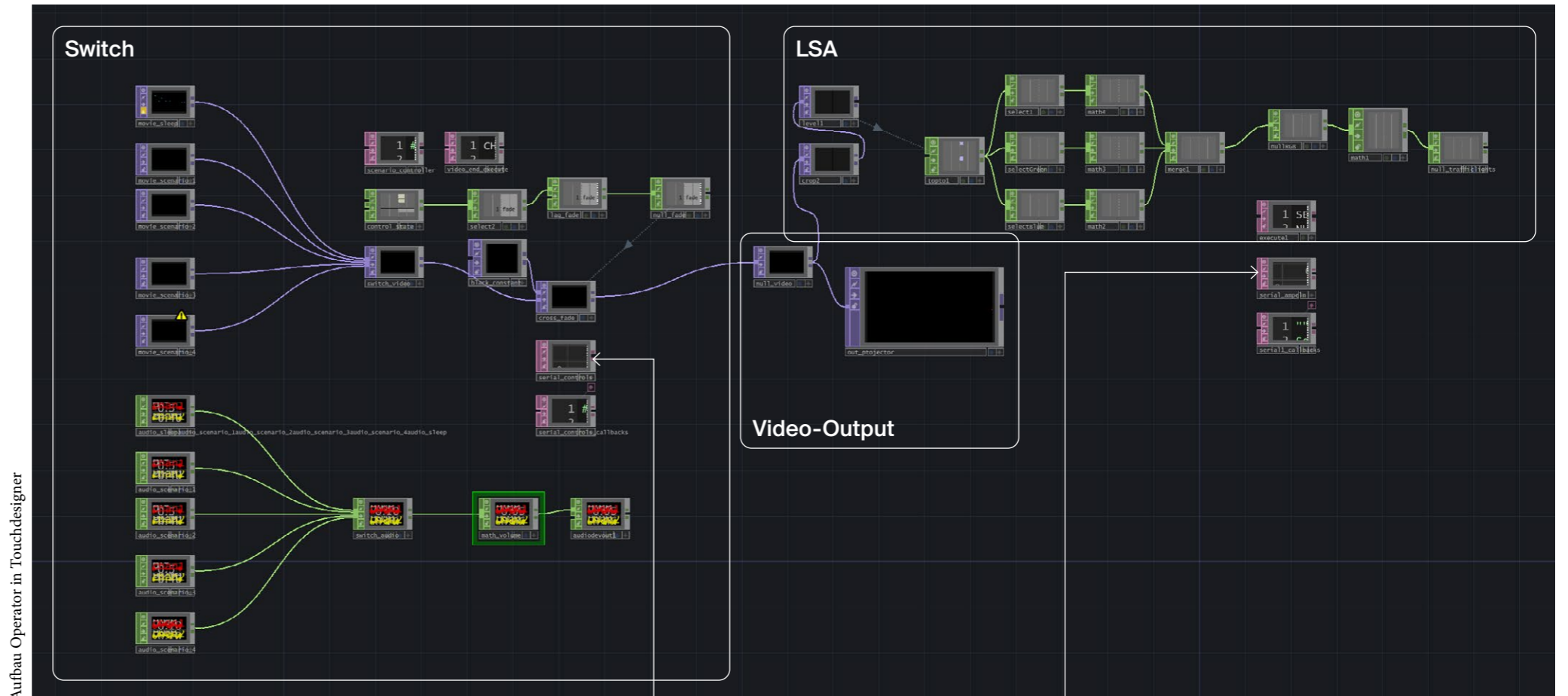


Screenshot aus Video



Ausschnitt

TouchDesigner Interaktionslogik



Switch
Grundsätzlich basiert die Logik in TouchDesigner auf einem «Switch». Während die Installation läuft, kann dieser zwischen fünf verschiedenen States wechseln.

Zu Beginn befindet sich der Switch im State 0. Dies ist der Default-State, in dem die Installation «schlummert» und darauf wartet, aktiviert zu werden.

State 1 bis 4 sind die vier verschiedenen Szenarien, die von den Betrachtenden durch einen Knopfdruck ausgelöst werden können.

Das Arduino Mega nimmt das Signal des Knopfdrucks wahr und sendet dieses an den Switch. Dieser ändert den State auf das entsprechende Szenario und löst damit das Abspielen des Videos und des Audios aus.

- Arduino UNO**
Empfängt Output von TouchDesigner und bespielt damit die einzelnen LEDs, die mit den LSA am physischen Modell verbunden sind.
- 133x LED (Kette)
- Arduino Mega**
Empfängt Output von TouchDesigner und gibt ihn an die Hardware weiter. Sendet Input von der Hardware an TouchDesigner.
- iC2 Button
 - iC2 Button
 - iC2 Button
 - iC2 Button
 - iC2 360° Potentiometer
 - 46x LED-Kette (Statuslicht Plexiglas)

LSA
Die Lichtsignalanlagen können nun ganz einfach aus dem Video als Pixelkette ausgelesen werden.

Jedes Pixel dieser Kette enthält den RGB-Wert des aktuellen Signals der entsprechenden Lichtsignalanlage. Die Pixelkette wird an den Arduino Uno gesendet, der die Signale auf die entsprechenden LEDs mappt, die auf dem physischen Modell vorhanden sind.

Dies ist für uns eine sehr gute Lösung, da die Signale der LSA so immer genau mit dem Video übereinstimmen und die LSA praktisch nicht fehleranfällig sind.

Eigenes Kriterium

Technische Experimentierfreude

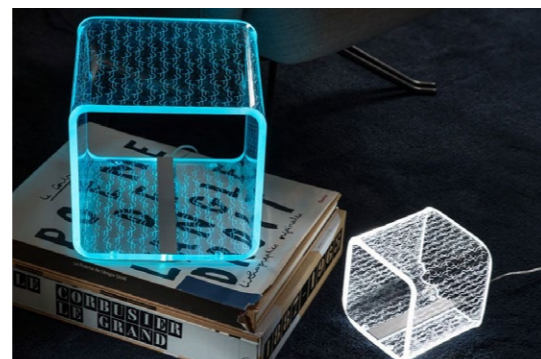
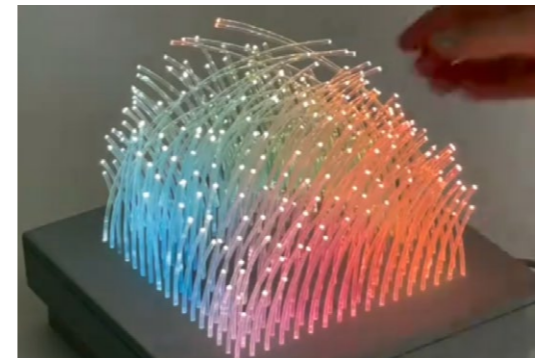
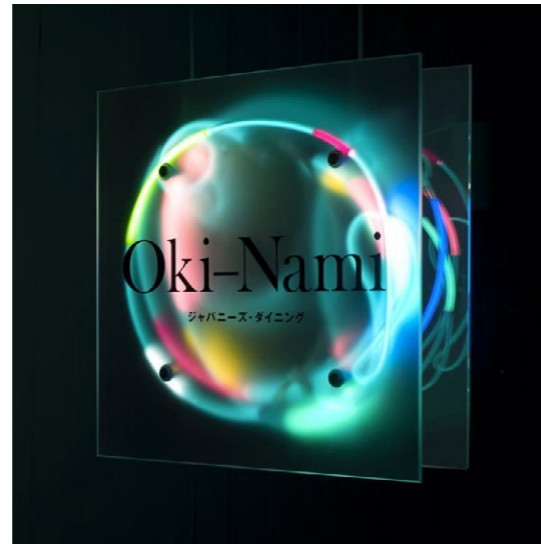
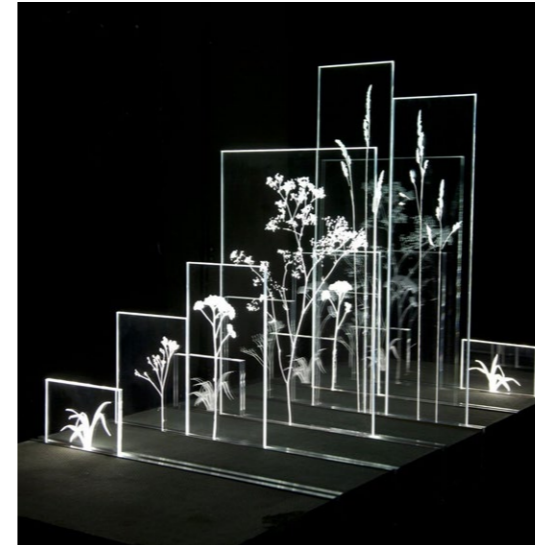
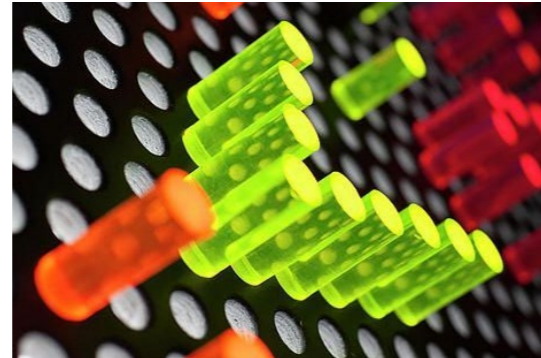
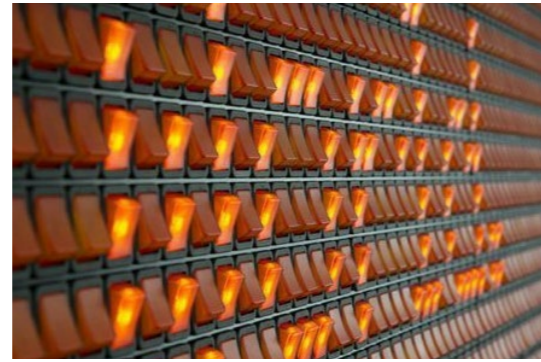
Deliverable:
 Projektdokumentation +
 Prozessartefakte
 (Physische Materialtests)

Das Projekt kombiniert unterschiedliche Medien und Technologien (z.B. Machine Learning, Code, Arduino, Laserplotter, Projection Mapping via TouchDesigner, physisches 3D-Stadtmodell). Das Zusammenspiel dieser Technologien wurde aktiv erprobt, hinterfragt und iteriert und nicht bloss aneinandergesetzt. Zur Visualisierung der Daten wurden verschiedene Ansätze erkundet und experimentelle Umsetzungen angewendet, ohne auf Screens zurückzugreifen.

Metrik:

- 10:** Mindestens drei unterschiedliche Technologien oder Medien werden verbunden. Ihr Zusammenspiel ist durch dokumentierte Iterationen, Tests oder verworfene Alternativen nachvollziehbar begründet. Die Datenvisualisierung erfolgt ohne Screen.
- 5:** Mehrere Technologien werden eingesetzt, das Zusammenspiel wurde aber wenig erprobt oder die Entscheidungen sind nicht dokumentiert.
- 0:** Technologieeinsatz ist eindimensional oder ohne erkennbare Auseinandersetzung mit Alternativen.

Ideen Datenvermittlung



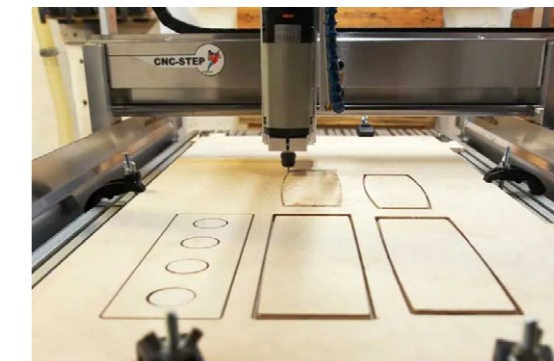
Zu Beginn habe ich versucht zu recherchieren, welche Möglichkeiten es gäbe, die verschiedenen Informationen, die wir haben, zu vermitteln.

Modell

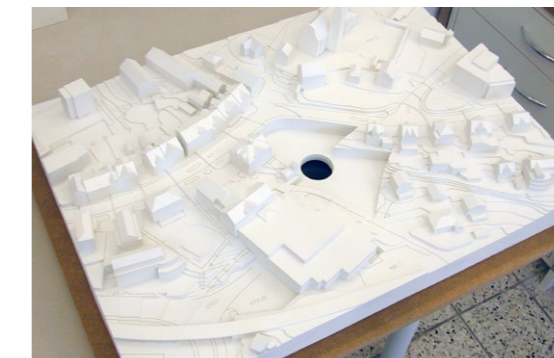
Wie wir unser Modell genau umsetzen wollten, war eine der ersten Fragen, die wir uns gestellt haben. Dabei kamen folgende Möglichkeiten infrage.



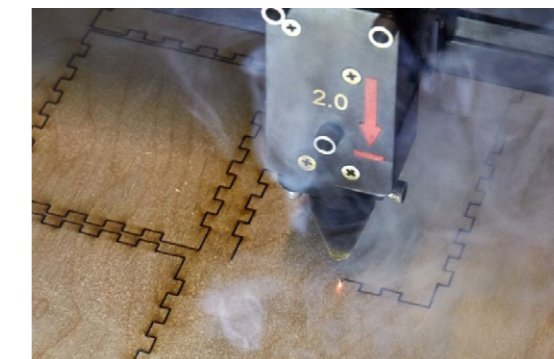
3D- Druck
 Unsere ursprüngliche Idee hatten wir sogar so eingeplant, bis wir realisiert haben, wie lange es dauern würde, die komplette Karte so zu drucken.



CNC-Fräsen
 Unsere zweite Idee, doch mit der CNC sind kleinere Details, wie Häuser und Strassenlinien nicht möglich.



Gips-Guss
 Diese Idee hat uns besonders gefallen, da das Endergebnis sehr hochwertig aussehen würde. Letztlich haben wir diese Idee jedoch wegen des zu hohen Aufwands verworfen.



Lasercutten
 Dies war schnell unser Favourite, da wir mit dem Lasercutter schnell und auch detailreich produzieren konnten.

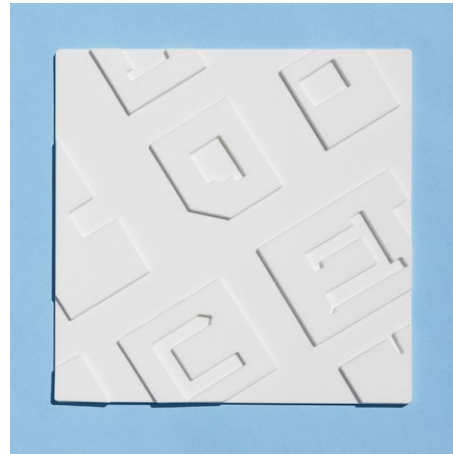
Materialtests



Gips-Test
Um zu sehen wie viel Aufwand es wäre haben wir einen Gips Test versucht, das hat aber nicht sehr gut funktioniert.



MDF-Test
Diese Platte wurde aus MDF gelasert und weiss bemalt, das hat uns gut gefallen.

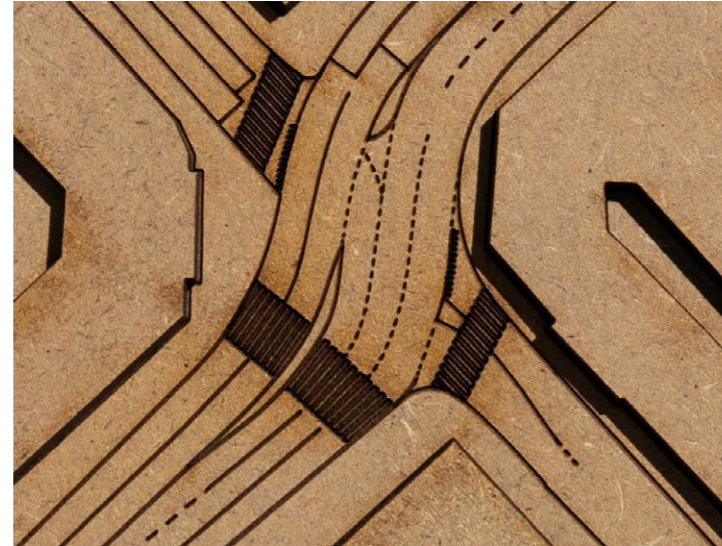


Plexiglas-Test (glänzend)
Das Plexiglas sah sehr clean aus, jedoch hat es stark gespiegelt und das würde bei einer Projektion stören.

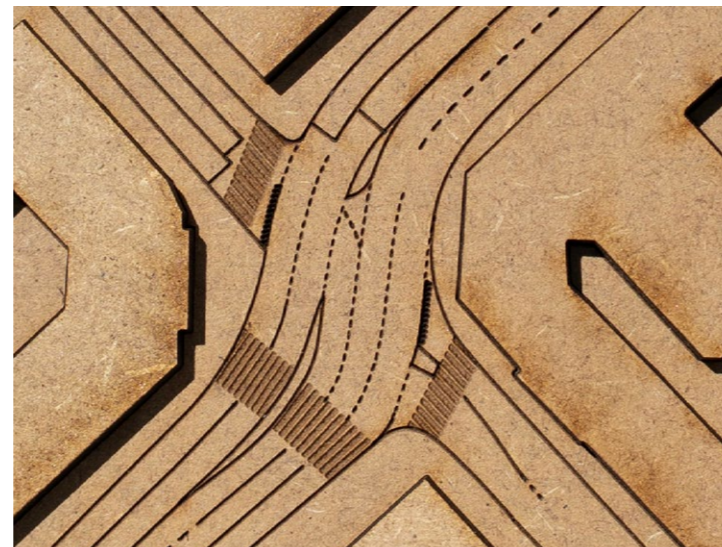


Plexiglas-Test (matt)
Hier haben wir einen Matt-Spray darauf gesprüht, das hat jedoch nicht sehr viel geholfen.

Lasertests

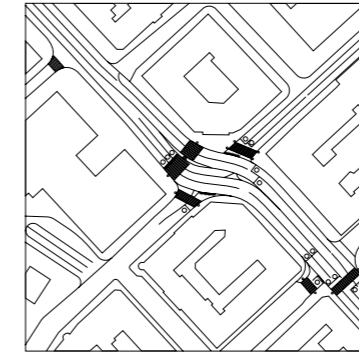


MDF-Ritz-Test
Hier haben wir die Fussgänger geritzt, also als pfade tiefer gelasert.

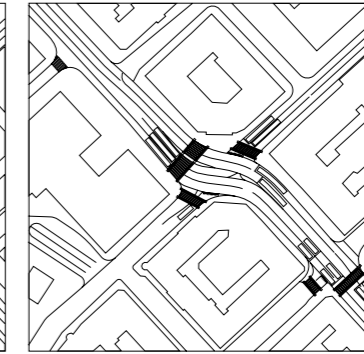


MDF-Gravur-Test
Hier haben wir die Fussgängerstreifen graviert, also als fläche ausgelasert. Mit Farbe gespray sah die später so aus.

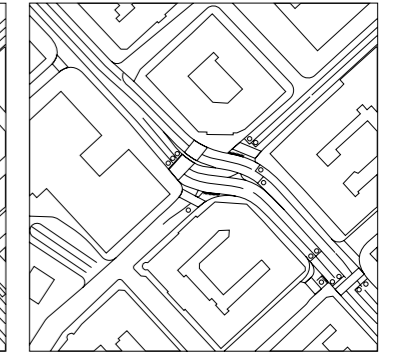
Lichtsignalanlagen



LWL die durch Löcher aus dem MDF schauen und von unten mit LED angesteuert werden.

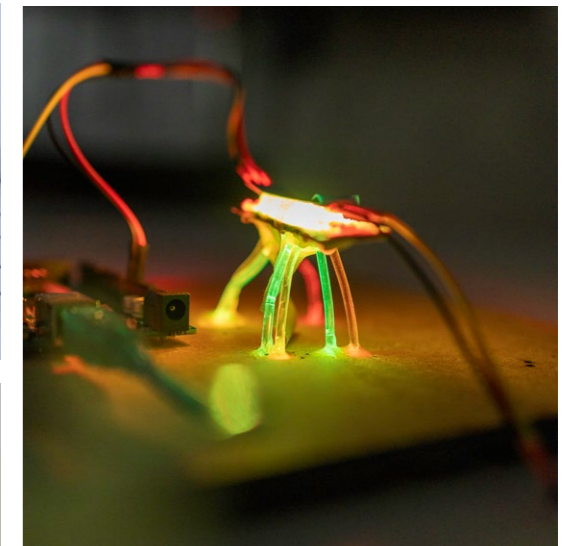
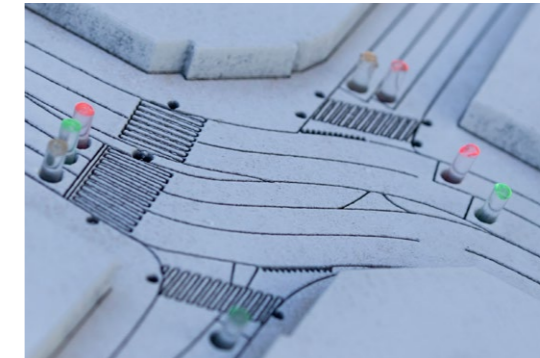
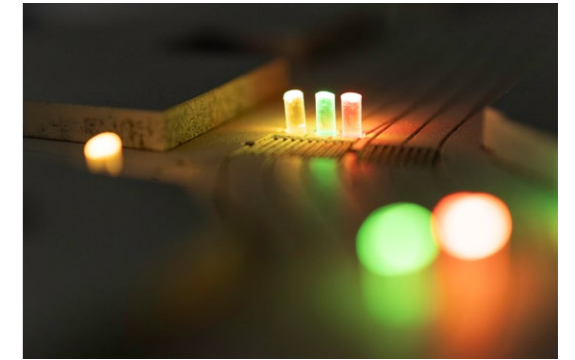


LWL die quer ins MDF eingelegt und von unten mit LED angesteuert werden.

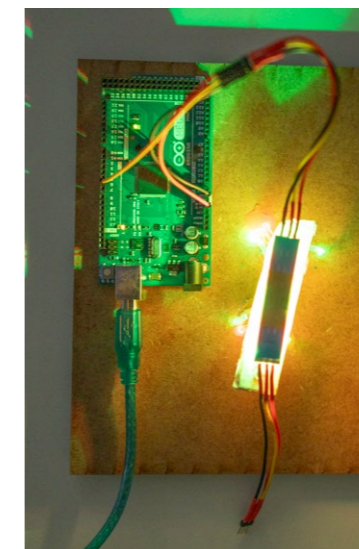


LWL durch Löcher + Plexiglaseinlagen die jeweils von unten mit LED angesteuert werden.

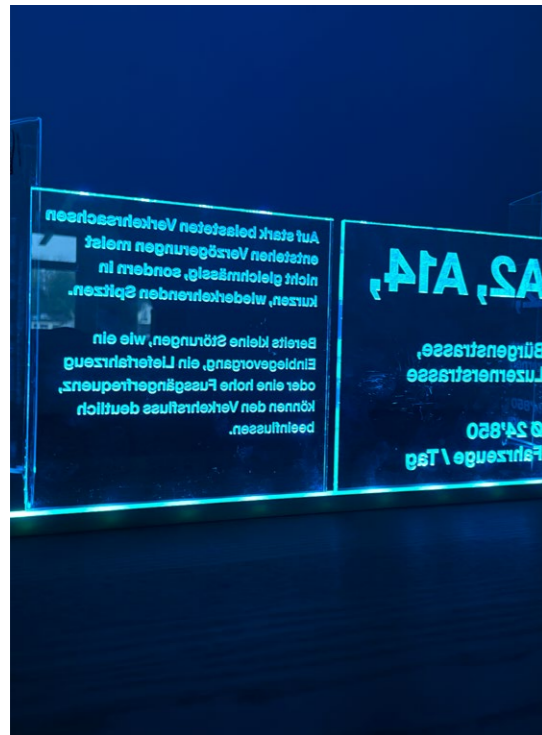
Hier haben wir überlegt wie wir die LSA darstellen wollen. Ultimativ haben wir uns für Lichtwellenleiter entschieden und später dann auch einen Materialtest gemacht, der sehr gut funktioniert hat.



Damit nicht jeder Lichtwellenleiter einzeln mit einer LED verkabelt werden musste, habe ich die Lichtwellenleiter mithilfe von ausgelaserten MDF-Schienen zusammengeführt. So konnte pro LSA ein LED-Strip mit mehreren zusammenhängenden LEDs angebracht werden.



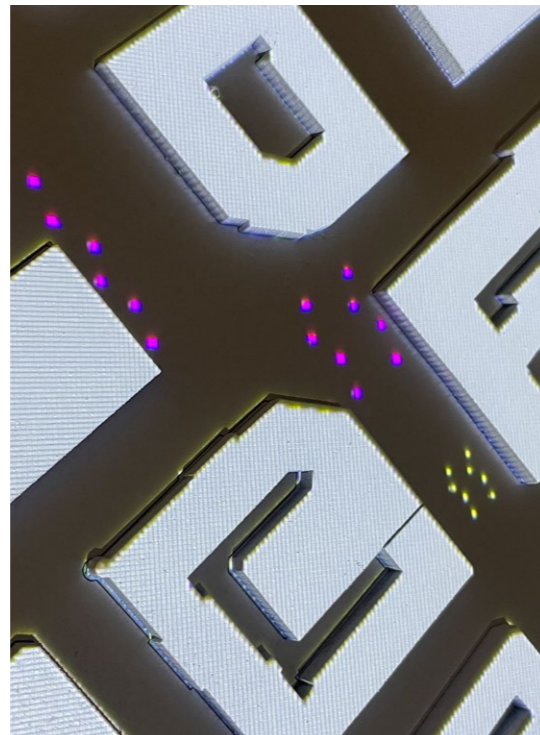
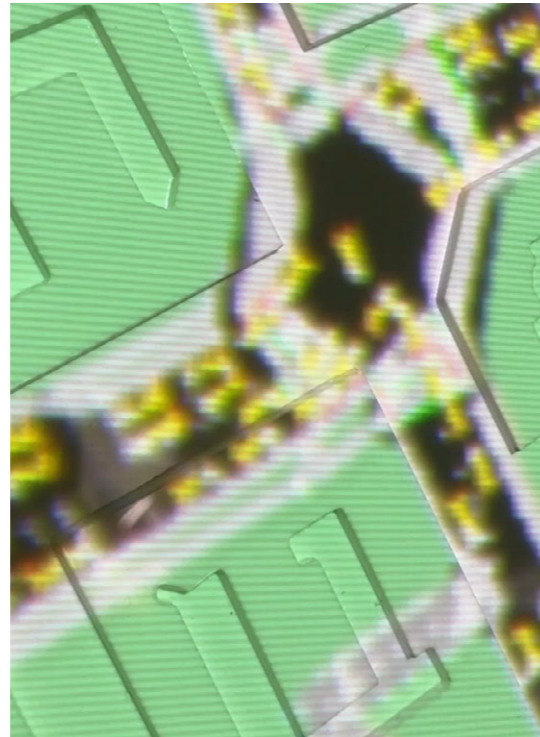
Plexiglas



Spiegelung

Als wir zum ersten Mal eine Plexiglasscheibe gelasert haben, bemerkten wir eine Spiegelung, die entsteht, wenn die Schrift auf die Vorderseite graviert wird. Dies konnten wir jedoch durch das Spiegeln der Schrift und die Gravur auf der Rückseite korrigieren.

Projektion



4K Beamer

Beim ersten Projektionstest fiel auf, dass die klassische Beamerauflösung zu klein war, um viele kleine Elemente darzustellen. Zu unserem Glück gab es jedoch einen 4K-Beamer in der Ausleihe, dessen Auflösung perfekt ausreichte.

Interaktion & Arduino

Arduino UNO

Empfängt Output von TouchDesigner und spielt damit die einzelnen LEDs, die mit den LSA am physischen Modell verbunden sind.

46x LED (Kette)

Arduino

Durch frühere Projekte hatte ich schon viel Erfahrung mit Arduino oder ähnlichen Micro-Controllern sammeln können. deshalb wusste ich bereits welche Elemente hier gut funktionieren würden.

Arduino Mega

Empfängt Output von TouchDesigner und gibt ihn an die Hardware weiter. Sendet Input von der Hardware an TouchDesigner.

iC2 Button

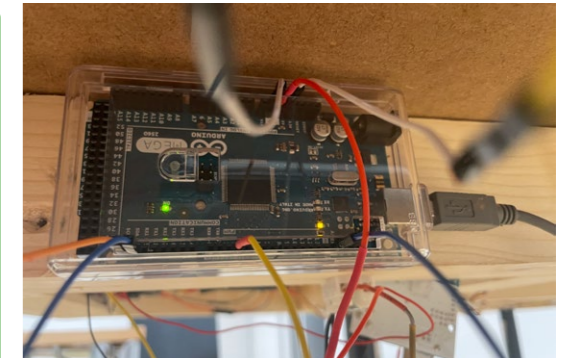
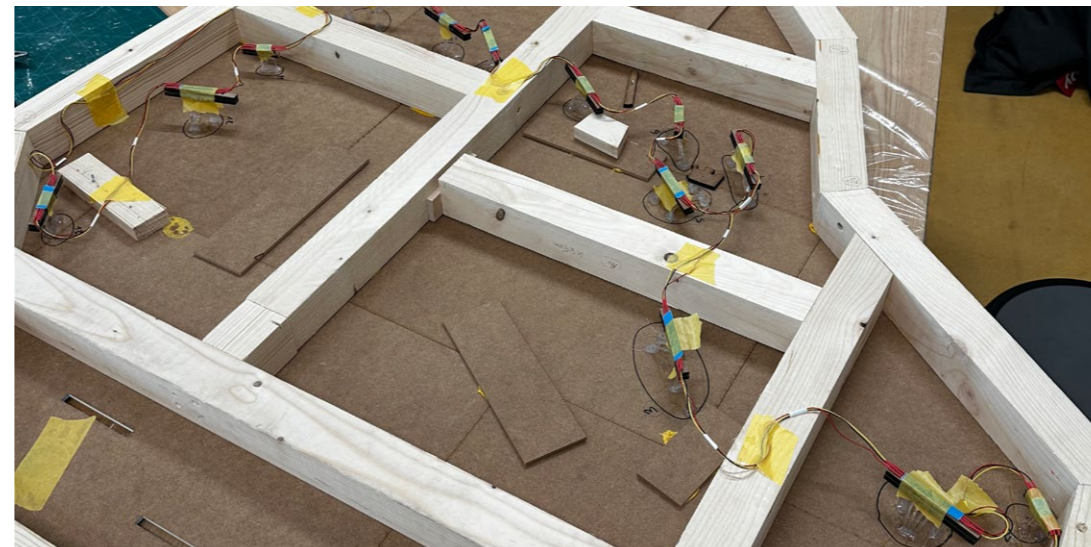
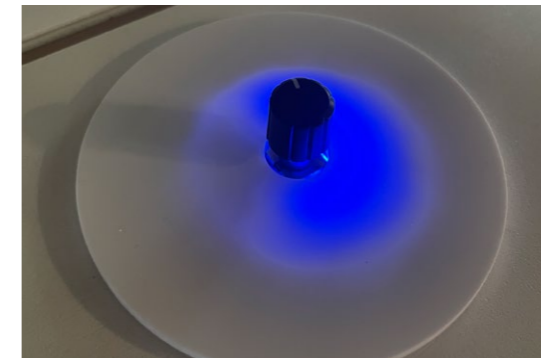
iC2 Button

iC2 Button

iC2 Button

iC2 360° Potentiometer

46x LED-Kette (Statuslicht Plexiglas)



Strom

Da die beiden LED Ketten für die Lichtsignalanlagen und beleuchtung der Plexiglasscheiben sehr viel Strom & Spannung brauchen, erhalten sie diesen von einem externem Netzteil anstelle vom Computer.

Am Netzteil lässt sich auch die Volt-Zahl einstellen, was für den Brandschutz der Installation sehr wichtig war.

Qualität von Design Guide

Deliverable:
Design Guide + Projektresultat

Der Design Guide dokumentiert die gestalterischen Entscheidungen der Installation zu Signalisation, Typografie und Farbgebung.

Metrik:

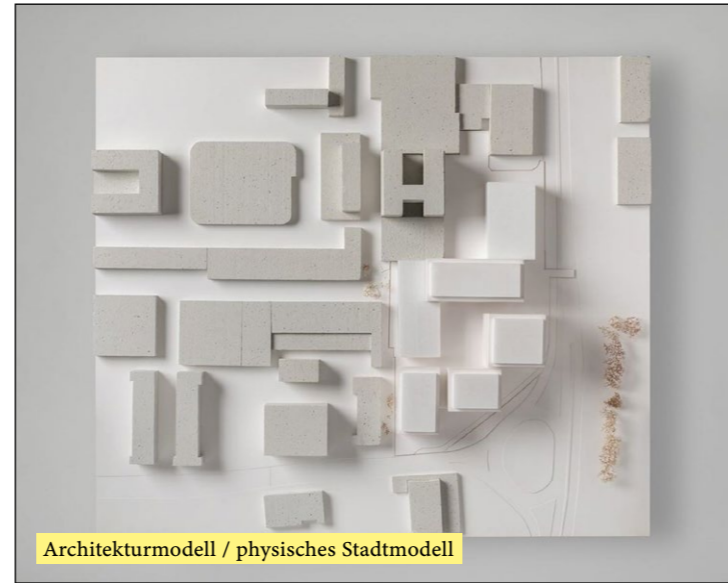
- 10:** Der Design Guide macht die gestalterischen Entscheidungen zu Signalisation, Typografie und Farbgebung nachvollziehbar und leitet sie durchdacht aus Inhalt und Kontext ab. Diese Entscheidungen sind in der Installation konsequent umgesetzt.
- 5:** Die visuelle Sprache hat gewisse inhaltliche Bezüge, wirkt aber punktuell generisch oder nicht konsequent durchgedacht.
- 0:** Die visuelle Sprache ist generisch oder losgelöst vom Kontext.



Signalisation



Typografie



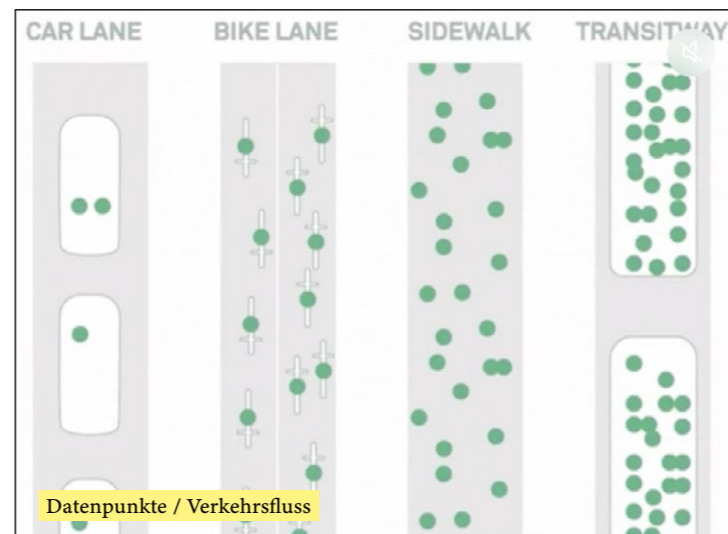
Architekturmodell / physisches Stadtmodell



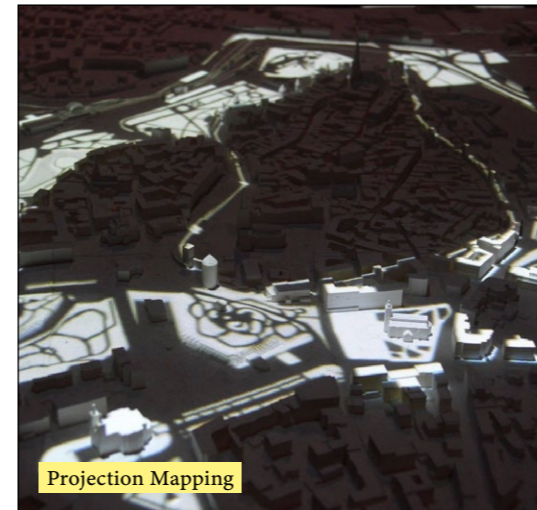
Licht / Glow



Routen



Datenpunkte / Verkehrsfluss



Projection Mapping



Kartografie



Signalisation / klare Farbcodes

Die Installation macht KI-basierte Verkehrssteuerung auf einem physischen Stadtmodell sichtbar und erlebbar. Verkehrssimulation und die Auswirkungen der Lichtsignalentscheidungen werden nicht nur technisch verarbeitet, sondern durch Projektion, Animation, Licht und Sound räumlich vermittelt.

Die visuelle Sprache orientiert sich an Architektur- und Ausstellungsmodellen: zurückhaltende Grundflächen, klare räumliche Strukturen und gezielt gesetzte Informationsebenen. Gleichzeitig ist sie von Swiss Design und einer sachlichen, informationsorientierten Gestaltung inspiriert. Im Vordergrund steht klare Vermittlung statt Illustration.

Glow-Effekte werden punktuell eingesetzt, um wichtige Informationen hervorzuheben und den Blick auf relevante Bewegungen, Zustände oder Ereignisse zu lenken.

Unsere Designhaltung folgt dem Prinzip der Reduktion: Das visuelle Design bleibt bewusst zurückhaltend, weil auf der Installation bereits viel passiert. Informationen werden nicht dekorativ ergänzt, sondern gezielt sichtbar gemacht, wenn sie für das Verständnis relevant sind.

Dieser Guide zeigt, wie Typografie, Signalisation und Farbgebung eingesetzt werden, damit die Installation über alle Szenarien hinweg verständlich, konsistent und nachvollziehbar bleibt.

Visuelle Referenzen

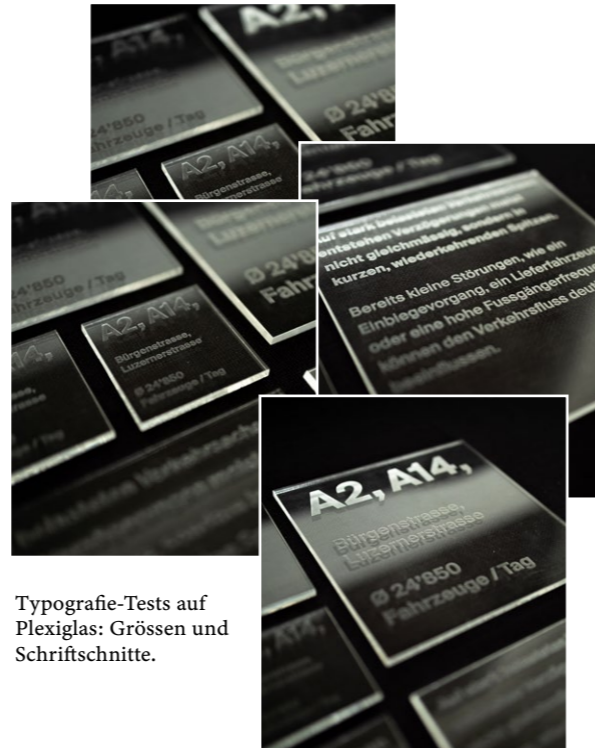
Architekturmodelle, reduzierte Kartografie, Signalisation, Datenpunkte und Licht dienen als Ausgangspunkt für die visuelle Sprache der Installation.

Typografie

Für die typografische Gestaltung verwenden wir **Suisse Intl** von Swiss Typefaces. Die Schrift ist sachlich, neutral und gut lesbar. Dadurch passt sie zur reduzierten visuellen Sprache der Installation und zur Orientierung an Swiss Design.

Die typografische Hierarchie folgt einem klaren Grössensystem. Ausgehend von einer Basisgrösse wird mit dem **Verhältnis des Goldenen Schnitts** gearbeitet. So entstehen abgestufte Grössen für Titel, Zwischentitel und Lauftext, die nicht zufällig gewählt sind, sondern einem nachvollziehbaren System folgen.

In der Installation wird Typografie sparsam eingesetzt. Sie dient nicht als dekoratives Element, sondern als **Orientierung und Erklärung**. Auf Wandinformationen, Plexiglasflächen mit Szenario-Beschriftungen bleibt die Schrift konsistent und unterstützt die Lesbarkeit.



Typografische Skala

Die Schriftgrössen folgen einer typografischen Skala im Verhältnis 1.618. Dadurch entsteht eine klare Hierarchie für Titel, Zwischentitel, Labels und Lauftext, die über alle Anwendungen hinweg konsistent bleibt.

Schriftvergleiche

Avenir, Frutiger und Helvetica Neue wurden getestet. Frutiger war wegen der Nähe zur Signaletik naheliegend, wirkte aber zu offiziell. Suisse Intl passt besser zu unserer Haltung: sachlich, reduziert und zeitgenössisch.

Haupttitel 100pt / 120pt

Verkehr

Szenariotitel 61.805 pt / 74.166 pt

Verkehr

Zwischentitel 38.198 pt / 51.838 pt

Verkehr

Lauftext 23.486 pt / 40.183 pt

Verkehr

Avenir

A2, A14,

Bürgenstrasse,
Luzernerstrasse

Ø 24'850
Fahrzeuge / Tag

Frutiger

A2, A14,

Bürgenstrasse,
Luzernerstrasse

Ø 24'850
Fahrzeuge / Tag

Suisse Intl

A2, A14,

Bürgenstrasse,
Luzernerstrasse

Ø 24'850
Fahrzeuge / Tag

Helvetica Neue

A2, A14,

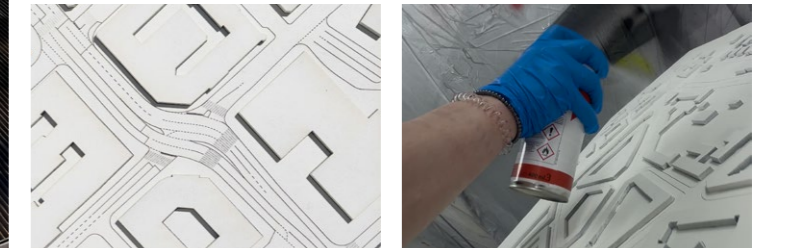
Bürgenstrasse,
Luzernerstrasse

Ø 24'850
Fahrzeuge / Tag

Farbgebung

Weisse Grundfläche

Das Stadtmodell ist bewusst weiss gehalten. Die reduzierte Grundfläche orientiert sich an Architekturmodellen und funktioniert gleichzeitig als neutrale Projektionsfläche. Farben, Linien und Licht werden dadurch klar sichtbar, ohne mit dem Modell zu konkurrieren.



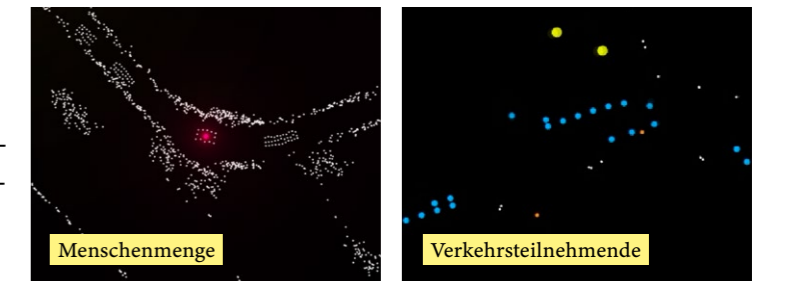
Funktionale Signalfarben

Die Akzentfarben orientieren sich an bekannten Signalfarben aus dem Verkehrskontext. Rot steht für Gefahr, Sperrung oder Unfall. Orange und Gelb markieren Hinweise, Umleitungen und aktive Routen. Signalgrün wird für freie Fahrt, Ampelzustände und positive Systemzustände eingesetzt.



Verkehrsteilnehmende

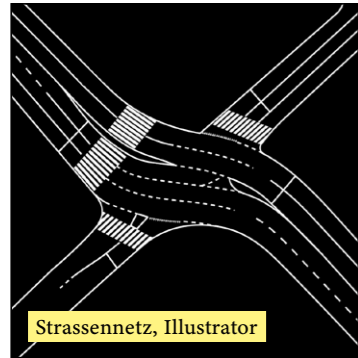
Die Verkehrsteilnehmenden werden als farbige Punkte dargestellt. Gelb, Blau, Orange und Weiss unterscheiden verschiedene Gruppen und bleiben auf der Projektion auch bei hoher Dichte gut lesbar.



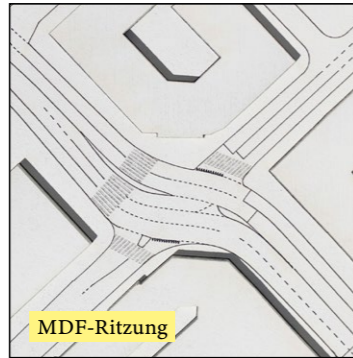
Funktionaler Einsatz

Farben werden gezielt eingesetzt und tragen jeweils eine konkrete Bedeutung. So bleibt die Installation trotz vieler Daten-ebenen verständlich und visuell ruhig.





Strassennetz, Illustrator



MDF-Ritzung

Strassennetz

Das Strassennetz wurde bewusst reduziert und klar aufgebaut. Der Massstab ist so gewählt, dass Spuren und Verkehrsflüsse lesbar bleiben und die Strassen sauber ins MDF geritzt werden können.



Layout des Modells

Die organische Form prägt das Stadtmodell und macht es visuell eigenständig. Gleichzeitig löst sie die Projektion vom klassischen 16:9-Raster und lenkt den Fokus stärker auf das Modell selbst. Die Form lädt dazu ein, die Installation aus verschiedenen Blickwinkeln zu erkunden.



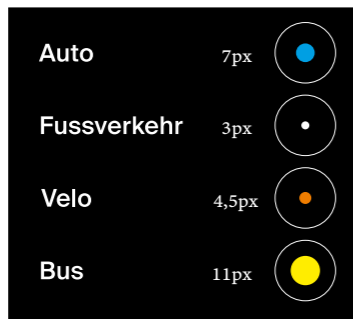
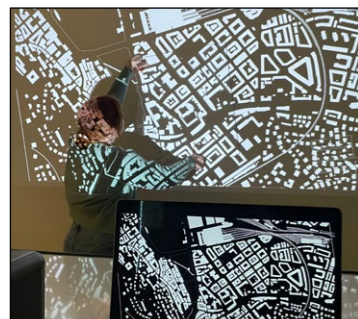
1.30 Andere Gefahren



Unsere Version

Signalbezug

Schweizer Verkehrssignale schaffen einen direkten Bezug zur Realität und sind für Besucher:innen schnell verständlich. Sie werden vertraut eingesetzt, aber visuell adaptiert und an die reduzierte Sprache der Projektion angepasst.



Punkte als Verkehrssprache

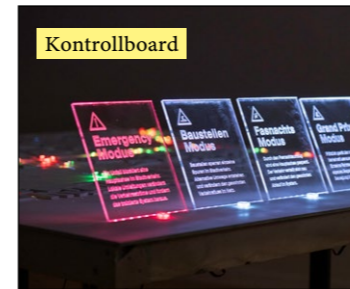
Für die Darstellung der Verkehrsteilnehmenden wurden reduzierte Punkte gewählt. Sie sind auf der projizierten Oberfläche klar lesbar und bleiben auch bei hoher Dichte verständlich. Unterschiedliche Punktgrössen ermöglichen eine einfache Unterscheidung zwischen kleineren Verkehrsteilnehmenden, Personewagen und grösseren Fahrzeugen wie Bussen.



Grösstests der Punkte

In Tests wurden verschiedene Formen, Farben und Grössen geprüft. Gewählt wurde die Punktdarstellung, weil sie am ruhigsten wirkt und den Verkehrsfluss klar sichtbar macht.

Signalisation wird als Orientierungssprache verstanden. Sie verbindet Wandinfos, Kontrollboard und Projektionen mit bekannten Elementen aus dem Verkehrskontext.



Kontrollboard



Wandinfo



Geschwindigkeit



Ereignis-Signalisation

Sperrungen, Umleitungen, Unfälle und Notfallsituationen werden durch Farbe, Bewegung, Icons und Glow-Effekte hervorgehoben. Weiche Ease-in- und Ease-out-Animationen machen die Bewegungen ruhig und gut lesbar. Voice-Hinweise ergänzen die visuelle Signalisation und helfen, Ereignisse zeitlich einzuordnen.

Wandinfos und Plexiglas-Scheiben

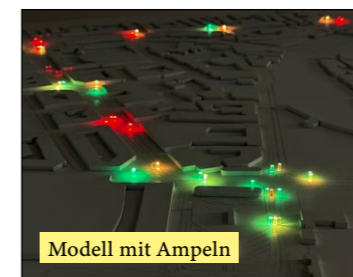
Als statische Signalisation geben Wandinfos und Plexiglas-Scheiben Orientierung. Wandinfos vermitteln Projektinformationen zurückhaltend als zweite Ebene. Die Plexiglas-Scheiben benennen die Szenarien direkt am Modell und bleiben durch Transparenz und Lichtkante räumlich eingebunden.



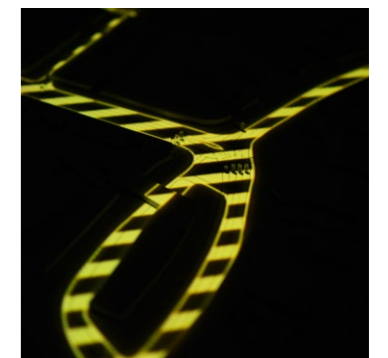
Stadtmodell



Strassen



Modell mit Ampeln



Räumliche Signalisation

Das Stadtmodell bildet die räumliche Grundlage. Strassen, Knotenpunkte und Verkehrsachsen werden reduziert dargestellt, damit die Orientierung im Modell klar bleibt.



