

RESONANZKÖRPER

Interaktive Echtzeitprojektion an der Stadtbücherei Lüdenscheid

Konzept und Machbarkeitsstudie für die LICHTROUTEN 2027

Thema: ECHTZEIT

Frank Wollenweber

Lüdenscheid, 1. September 2026

© 2026 Frank Wollenweber · RESONANZKÖRPER. Künstlerisches Konzept, Texte, technische Konzeption sowie Auswahl und Zusammenstellung der Projektunterlagen. Konzeptvisualisierungen unter Einsatz von Blender und OpenAI. Rechte an gekennzeichnetem Fremdmaterial verbleiben bei den jeweiligen Urhebern.

Kurzfassung / Abstract

RESONANZKÖRPER ist eine interaktive Echtzeitprojektion für die rückwärtige Fassade der Stadtbücherei Lüdenscheid. Die historische Architektur wird nicht als passive Leinwand behandelt, sondern als digitaler Körper mit virtuellen Eigenschaften wie Masse, Elastizität, Trägheit, Spannung und Resonanz. Zwei Kameras erfassen Bewegungen im Interaktionsraum; zwei Richtmikrofone erfassen akustische Ereignisse. Aus diesen flüchtigen Eingaben berechnet ein Echtzeitsystem fortlaufend visuelle und akustische Zustände.

Die reale Fassade bleibt materiell unverändert. Ihr projiziertes Gegenbild kann sich scheinbar dehnen, drücken, nachschwingen und Wellen bilden. Mehrere Impulse überlagern sich in einem gemeinsamen Materialmodell. Klang ist keine Begleitmusik, sondern Teil dieses Zustands. Zusätzlich können einzelne, lokal erkannte kurze Äußerungen für wenige Sekunden zu Schrift auf der Fassade werden und sich anschließend wieder im Resonanzfeld auflösen.

Der künstlerische Leitgedanke lautet: „Der Mensch verändert sein Umfeld.“ Der physikalische Begriff des Freiheitsgrades wird dafür künstlerisch erweitert. ECHTZEIT ist nicht Motiv, sondern Funktionsprinzip: Das Werk entsteht in der gegenwärtigen Beziehung zwischen Körper, Stimme, digitaler Berechnung und Architektur. Kein Zustand muss identisch wiederkehren.

Projekt in einem Satz

Bewegung und Klang der Menschen werden in Echtzeit zu Kräften eines virtuellen Fassadenkörpers, dessen Licht- und Klangreaktionen wiederum das Verhalten der Menschen beeinflussen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Künstlerischer Ansatz.....	4
3	Ort und Baugeschichte	7
4	Künstlerisches System und Dramaturgie.....	8
5	Physikalisches Gestaltungsmodell.....	11
6	Farbe und visuelle Sprache.....	12
7	Klanggestaltung.....	13
8	Technische Umsetzung.....	14
9	Datenschutz und Datenminimierung	16
10	Aufbau und Betrieb	17
11	Machbarkeit, Risiken und Fallback.....	17
12	Budget und Ressourcenplanung	18
13	Zusammenfassung und Ausblick.....	20
	Literatur- und Quellenverzeichnis	20
	Abbildungsverzeichnis	22
A	Anhang A – Bildkatalog	23
B	Anhang B – Technische Daten	30
C	Anhang C – Produktionsrahmen und Abstimmungspunkte.....	31

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die LICHTROUTEN 2027 stehen unter dem Thema „ECHTZEIT“. Der Open Call beschreibt die wechselseitige Vernetzung analoger und digitaler Realität als inhaltlichen Schwerpunkt und sucht Arbeiten, in denen Austausch, Synchronisierung und Einfluss zwischen physischen und digitalen Prozessen erfahrbar werden. Als Projektstandort ist die rückwärtige Fassade der Stadtbücherei an der Corneliusstraße vorgegeben; als vorhandene Technik nennt die Ausschreibung einen Panasonic RZ31 und ein Soundsystem [1].

Daraus ergibt sich eine klare Aufgabe: Die Projektion soll nicht lediglich bewegte Bilder auf ein Gebäude legen. Architektur, anwesende Menschen und digitale Berechnung müssen so miteinander verbunden werden, dass der jeweilige Bild- und Klangzustand aus der Situation vor Ort hervorgeht.



Abb. 1: Rückwärtige Fassade der Stadtbücherei Lüdenscheid als reale Ausgangssituation und Mappingfläche. Fotografie: Rüdiger Rohmann.

1.2 Motivation

Die Motivation für RESONANZKÖRPER entsteht aus der Verbindung von Kunst, Physik und digitaler Technik. Physik beschreibt die Welt über Kräfte, Zustände, Bewegung, Schwingung und Wechselwirkungen. Digitale Systeme können diese Prinzipien modellieren, überzeichnen oder bewusst außer Kraft setzen. Kunst entscheidet, welche dieser Möglichkeiten sinnlich und gedanklich relevant werden.

Die historische Steinarchitektur der Stadtbücherei eignet sich hierfür besonders. Materiell steht sie für Dauer, Gewicht und Beharrung. In der Projektion kann dieselbe Architektur dagegen weich, elastisch, empfindlich und reagierend erscheinen. Dieser Widerspruch bildet den Ausgangspunkt des Werkes: Eine unbewegliche Wand erhält einen digitalen Körper.

1.3 Fragestellung

Wie kann eine unbewegliche historische Architektur durch digitale Echtzeitprozesse zu einem wahrnehmbar reagierenden Gegenüber des Menschen werden?

Die Fragestellung betrifft Bildgestaltung und Publikumsverhalten zugleich. Eine technische Sensorreaktion allein genügt nicht. Erst wenn Menschen die Antwort der Fassade wahrnehmen und daraufhin ihre Bewegung oder Stimme verändern, entsteht die beabsichtigte Wechselwirkung.

1.4 Zielsetzung

Ziel ist ein ortsspezifisches, generatives Projektionswerk ohne lineare Abspielfolge. Sein Zustand soll aus dem aktuellen Verhalten im Interaktionsraum hervorgehen. Die Komposition besitzt klare Regeln und ästhetische Grenzen, aber keinen vorproduzierten Film, der lediglich gestartet oder gestoppt wird.

- Die Fassade bleibt als Architektur erkennbar und wird nicht durch beliebige Vollflächenanimation verdeckt.
- Bewegung bestimmt räumliche Kräfte, Positionen und Richtungen im digitalen Fassadenmodell.
- Klang bestimmt Anregung, Schwingungscharakter und Intensität des Resonanzfeldes.
- Kurze, deutlich erkannte Äußerungen können optional als flüchtige Typografie sichtbar werden, ohne das Werk in eine dauerhafte Textanzeige zu verwandeln.
- Mehrere Menschen erzeugen überlagerte Zustände, die eine einzelne Person nicht hervorbringen kann.
- Die digitale Reaktion soll auf die Menschen zurückwirken und so einen geschlossenen Wahrnehmungs- und Handlungszyklus erzeugen.

2. Künstlerischer Ansatz

2.1 RESONANZKÖRPER

RESONANZKÖRPER gibt der unbeweglichen Fassade der Stadtbücherei ein digitales Gegenbild mit scheinbaren Materialeigenschaften. Stein erhält Elastizität und Trägheit; architektonische Glieder können unter virtuellen Kräften nachgeben, schwingen und sich wieder ordnen.

Bewegung und Klang der Besucher werden in Echtzeit in dieses Materialmodell eingespeist. Die Reaktion erscheint als Licht, räumliche Verformung und Klang. Das Werk ist damit kein fertiges Bild, sondern ein offener Zustand, der sich aus der aktuellen Situation entwickelt.

2.2 Freiheitsgrad: Der Mensch verändert sein Umfeld

Im physikalischen Sinn bezeichnet der Freiheitsgrad die Zahl unabhängig bestimmbarer Koordinaten bzw. Parameter, die zur Beschreibung eines Systems erforderlich sind [12]. RESONANZKÖRPER erweitert diesen Begriff künstlerisch: Freiheitsgrad bezeichnet hier die Möglichkeit des Menschen, durch eigenes Handeln den Zustand seiner Umgebung zu verändern.

Der Mensch verändert sein Umfeld.

Diese Veränderung wird innerhalb des Werkes unmittelbar sichtbar und hörbar. Position, Bewegungsrichtung, Geschwindigkeit und akustische Energie beeinflussen den digitalen Zustand der Architektur. Der Besucher besitzt dabei Handlungsmacht, aber keine vollständige Kontrolle: Die virtuelle Fassade hat Trägheit, Dämpfung und Nachschwingen und antwortet nach eigenen Regeln. Aus einem Auslöser wird eine zeitweilige Kraft innerhalb eines dynamischen Gegenübers.

2.3 Szenische Beschreibung: Ein Besucher kommt vorbei und spricht

Ein Besucher nähert sich der Stadtbücherei. Die Fassade befindet sich in einem ruhigen, beinahe architektonischen Grundzustand. Nur eine feine Lichtspannung verrät, dass sie Teil eines reagierenden Systems ist.

Sobald der Besucher den Erfassungsbereich betritt, entsteht an einer korrespondierenden Stelle der Fassade eine leichte Auslenkung. Ein Fensterbogen scheint sich zu spannen, eine Wandfläche gibt virtuell nach. Geht der Besucher weiter, folgt die Verformung nicht wie ein Cursor: Sie besitzt Masse, läuft nach und federt zurück. Aus der Bewegung entsteht eine Welle, die für einen Moment in der Architektur gespeichert bleibt.

Der Besucher bleibt stehen und spricht. Das Audiosignal wird zunächst als akustisches Material ausgewertet: Pegel, Dauer, Impulscharakter und Frequenzverteilung regen den digitalen Körper an. Eine farbige Resonanz breitet sich über die Fassade aus; tiefe Klanganteile können großräumige, langsame Bewegungen verstärken, höhere Anteile feinere Schwingungen und Texturen. Gleichzeitig antwortet das vorhandene Soundsystem mit einem Klang, der aus dem aktuellen Zustand des Fassadenmodells abgeleitet wird.

Der Besucher erkennt den Zusammenhang und ruft beispielsweise „Hallo“. Wird die kurze Äußerung mit ausreichender Sicherheit erkannt, erscheint HALLO für wenige Sekunden als typografischer Bestandteil der Fassade. Das Wort liegt nicht statisch auf der Wand: Es kann von derselben Welle gedehnt, verschoben oder aufgelöst werden, die durch die Stimme ausgelöst wurde. Danach verschwindet es wieder. Der Besucher spricht erneut, verändert Lautstärke oder Bewegung und prüft die Antwort der Fassade. Aus dem Betrachter wird ein handelnder Bestandteil des Werkes.

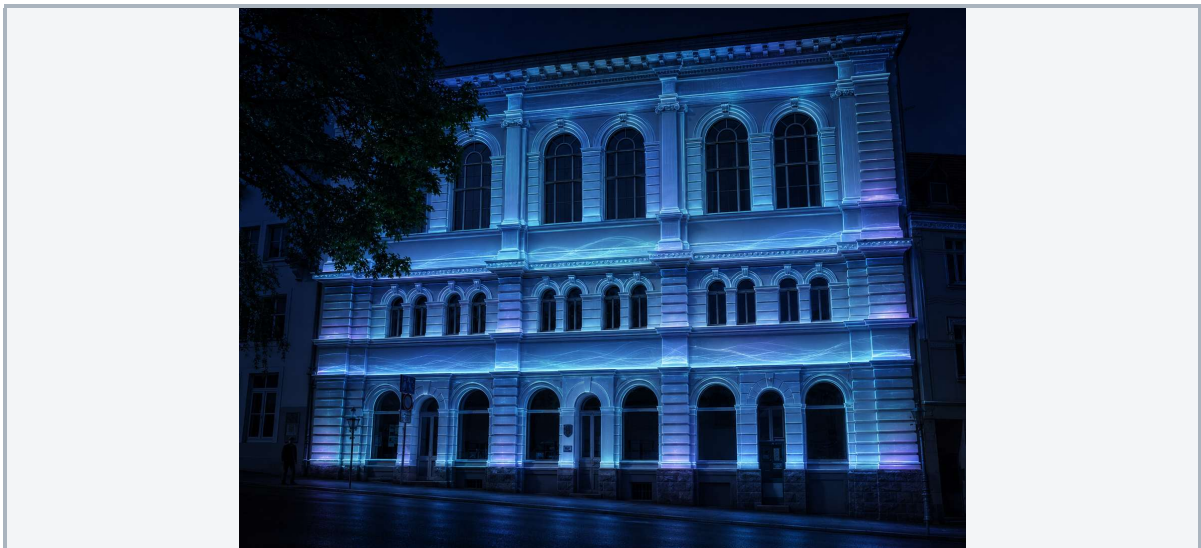


Abb. 2: Ruhezustand des digitalen Fassadenkörpers mit subtiler Grundspannung. Konzeptvisualisierung.

2.4 Analoge und digitale Realität

Der analoge Raum besteht aus Körpern, Stimmen, Abstand, Wetter, Architektur und der konkreten Situation vor Ort. Der digitale Raum besteht aus Sensordaten, Zustandswerten, mathematischen Beziehungen sowie grafischer und akustischer Synthese. Beide Ebenen wirken gleichzeitig aufeinander.

Die Projektion ist dabei die sichtbare Grenzfläche zwischen beiden Bereichen. Sie legt keine zweite Welt über die Fassade, sondern macht die digitale Interpretation der realen Situation auf derselben Architektur sichtbar, von der sie ausgeht.

2.5 Rückkopplung

Das Werk folgt keinem einfachen Ursache-Wirkungs-Prinzip nach dem Muster „Bewegung startet Animation“. Stattdessen entsteht ein Regelkreis:

Regelkreis RESONANZKÖRPER

Mensch → Kamera / Mikrofon → Echtzeitdaten → digitales Materialmodell → Licht und Klang → Wahrnehmung → veränderte Bewegung oder Stimme → neue Echtzeitdaten

Diese Rückkopplung ist der künstlerische Kern. ECHTZEIT wird dadurch körperlich erfahrbar: Der Mensch verändert den Raum; der Raum antwortet mit eigener Dynamik; diese Antwort verändert wiederum das Verhalten des Menschen.

2.6 Sprache wird Schrift

Die Stimme bleibt zunächst physisches Material: Schall regt den Resonanzkörper an. Zusätzlich kann eine lokal arbeitende Spracherkennung einzelne kurze Äußerungen in Schrift überführen. Ein gesprochenes „Hallo“ kann so für wenige Sekunden als HALLO in einem horizontalen oder vertikalen Architekturfeld erscheinen. Es entsteht keine laufende Untertitelung und kein Spracharchiv. Die Schrift ist ein flüchtiger Zustand des Werkes und wird durch die gleichen Kräfte verformt wie die übrige Projektion.

Die Stadtbücherei gibt dieser Funktion einen ortsspezifischen Sinn. Gesprochene Sprache wird im Moment ihres Entstehens zu Schrift auf einem Gebäude, dessen gesellschaftliche Funktion seit Jahrzehnten im Bewahren, Ordnen und Zugänglichmachen von Sprache und Wissen liegt. RESONANZKÖRPER kehrt diesen Vorgang zugleich um: Das eben Geschriebene wird nicht archiviert, sondern verschwindet nach kurzer Zeit wieder.

Gesprochenes wird geschrieben und unmittelbar wieder vergessen.

2.7 Positionierung und Eigenständigkeit

Interaktive Fassadenprojektionen und audioreaktive Verformungen besitzen bereits eine künstlerische Geschichte. Bei Perspective Lyrique von 1024 Architecture erzeugte die Lautstärke der Stimme schon 2010 visuelle Verzerrungen einer Fassade [21]. Echoes 2.0 übersetzte 2025 kameragestützte Bewegungen des Publikums in ein live generiertes Fassadenbild [22]. Chromatic Fusion von Jonas Denzel verband 2024 Gesten, Klatschen, visuelle Transformation und Klang zu einer partizipativen Fassadenarbeit [23]. RESONANZKÖRPER beansprucht deshalb nicht, die erste reagierende oder interaktive Fassadenprojektion zu sein.

Die Eigenständigkeit liegt in der konkreten Verschränkung dieser Mittel: Bewegung und Klang wirken gemeinsam auf einen kontinuierlich berechneten, physikalisch anmutenden Fassadenzustand. Der Besucher löst keine fertige Animation aus, sondern verändert ein System mit Trägheit, Dämpfung und Nachwirkung. Mehrere Personen wirken auf denselben virtuellen Körper; akustische Impulse treffen auf noch vorhandene Bewegungszustände; einzelne gesprochene Wörter können vorübergehend Teil dieses Materials werden. Die historische Stadtbücherei ist dabei nicht austauschbare Leinwand, sondern

räumlicher, sprachlicher und geschichtlicher Bezugspunkt. Entscheidend ist nicht der einzelne Effekt, sondern der geschlossene Regelkreis zwischen Mensch, digitalem Zustand und antwortender Architektur.

3. Ort und Baugeschichte

3.1 Stadtbücherei Lüdenscheid

Der ausgeschriebene Standort ist die rückwärtige Fassade der Stadtbücherei an der Corneliusstraße [1]. Ihre klare Gliederung in horizontale Bänder, Pilaster, Rundbogenfenster und symmetrische Achsen bietet für Projection Mapping eine präzise architektonische Matrix. Diese Ordnung wird im Projekt nicht überdeckt, sondern zur Grundlage der Verformung.

3.2 Baugeschichte

Nach Angaben der Stadt Lüdenscheid wurde das Gebäude 1892 errichtet und bis 1936 durch den Lüdenscheider Konsumverein als Kaufhaus genutzt. 1936 erwarb die Stadt das Gebäude und ließ es für die damalige Volksbücherei umbauen; diese zog 1937 ein. Seither dient das Haus als Bücherei [2].

Ein Architektenwettbewerb von 1979 leitete die spätere Neuordnung des Gesamtkomplexes ein. Die Um- und Erweiterungsmaßnahmen wurden von 1984 bis 1989 durchgeführt; die neugestaltete Stadtbücherei wurde am 23. November 1989 eröffnet. Seitdem bildet die Fassade der Corneliusstraße 44 die Rückseite des erweiterten Stadtbüchereikomplexes. Am 9. Februar 1988 wurde das Gebäude als Nr. 72 in die Denkmalliste der Stadt Lüdenscheid eingetragen [2].

Die Stadt beschreibt den Bau als neurenaissancehaft und stellt einen Zusammenhang zwischen der ursprünglichen Kaufhausfunktion und der wirtschaftlichen Repräsentation venezianischer Renaissanceformen her [2]. Für RESONANZKÖRPER ist diese Geschichte ein Resonanzraum, nicht das Hauptmotiv: Die Fassade trägt unterschiedliche Nutzungen und Zeitschichten in sich, während das Werk auf ihre Gegenwart reagiert.

3.3 Geschichte als optionale Projektionsebene

Historische Daten und kurze Begriffe können als optionale Erinnerungsebene in ruhigen Phasen erscheinen. Sie sind nicht Voraussetzung für die Funktionsweise von RESONANZKÖRPER und bilden keine fortlaufende Chronik. Lange Verweildauer oder geringe Aktivität kann den historischen Speicher kurz öffnen; anschließend tritt die Echtzeitreaktion wieder in den Vordergrund.

- 1892 – Errichtung und Nutzung als Kaufhaus des Lüdenscheider Konsumvereins
- 1936 – Erwerb durch die Stadt Lüdenscheid
- 1937 – Einzug der Volksbücherei
- 09.02.1988 – Eintragung in die Denkmalliste, Nr. 72
- 1984–1989 – Um- und Erweiterungsbau des Stadtbüchereikomplexes
- 23.11.1989 – Eröffnung der neugestalteten Stadtbücherei

4. Künstlerisches System und Dramaturgie

4.1 Kein Film, sondern Zustandsraum

RESONANZKÖRPER besitzt keine lineare Erzählung mit festem Anfang und Ende. Stattdessen werden mehrere Zustandsbereiche definiert, zwischen denen das System abhängig von Aktivität, Dauer, Anzahl der Personen und Klangenergie kontinuierlich übergeht. Die dramaturgische Qualität entsteht aus Übergängen, nicht aus Schnitten.

4.2 Ruhezustand

Wenn sich niemand im Erfassungsbereich befindet, fällt die Projektion in einen ruhigen Grundzustand zurück. Die Fassade bleibt klar lesbar. Feine Konturen, langsame Strömungen und geringe Helligkeitsbewegungen zeigen, dass der digitale Körper nicht ausgeschaltet ist, sondern ruht.

4.3 Lokale Verformung

Eine einzelne Person erzeugt zunächst ein lokales Kraftfeld. Seine Position bestimmt den Ort der Anregung, seine Geschwindigkeit die Intensität. Die virtuelle Fassade kann an dieser Stelle leicht gedrückt, gezogen oder gekrümmt erscheinen. Wichtig ist eine glaubhafte, materialbezogene Reaktion: Die Architektur soll nicht wie eine beliebige Gummifläche wirken, sondern wie schwerer Stein, der unter unmöglichen Bedingungen dennoch nachgibt.



Abb. 3: Eine Person erzeugt ein lokales Kraftfeld; Architekturteile reagieren positionsabhängig. Konzeptvisualisierung.

4.4 Bewegung, Trägheit und Nachschwingen

Die Reaktion folgt der Person nicht eins zu eins. Das System besitzt virtuelle Masse und Dämpfung. Ein schneller Gang kann eine Welle erzeugen, die noch weiterläuft, obwohl der Mensch bereits stehen geblieben ist. Dadurch entsteht der Eindruck, die Fassade speichere Bewegungsenergie für kurze Zeit.

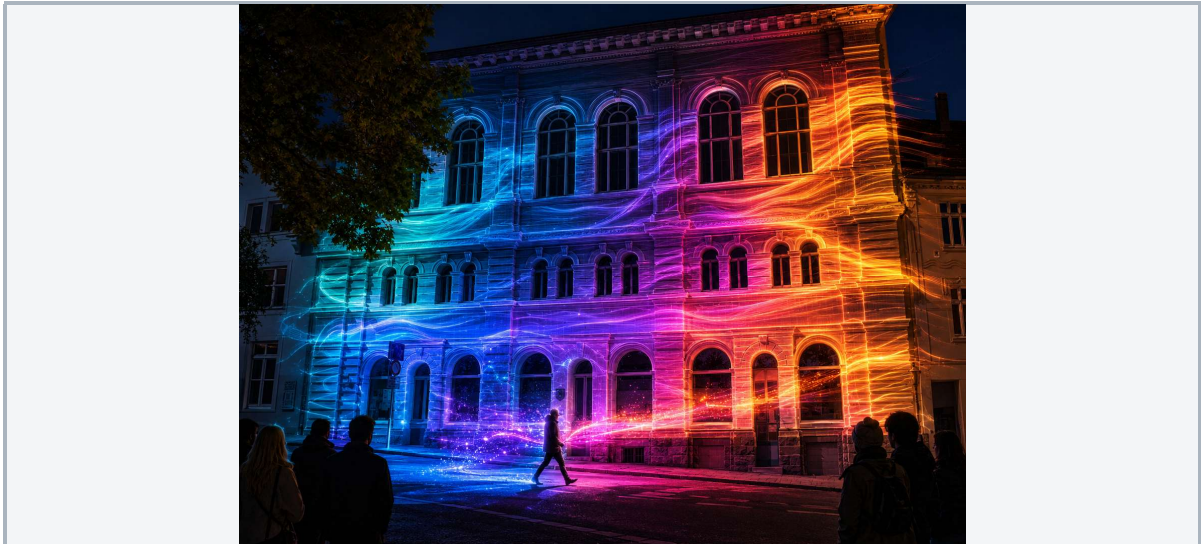


Abb. 4: Richtung und Geschwindigkeit erzeugen Zug, Welle und verzögertes Nachschwingen. Konzeptvisualisierung.

4.5 Akustische Anregung

Die Mikrofone erfassen das akustische Feld des Platzes. Ein kurzer Impuls wie Klatschen kann als Stoß interpretiert werden, ein länger gehaltener Klang als kontinuierliche Anregung. Tiefe Frequenzanteile werden bevorzugt mit großräumigen, langsamen Bewegungen verbunden; hohe Anteile mit feineren Oberflächenreaktionen. Die Zuordnung bleibt künstlerisch parametrierbar und muss im Prototypen hinsichtlich Verständlichkeit und Empfindlichkeit getestet werden.

Die akustische Ebene wird grundsätzlich nicht personenscharf lokalisiert. Sie ist ein gemeinsames Feld. Die Kamera kann einzelne Körper räumlich unterscheiden; Schall breitet sich dagegen als kollektive Anregung aus. Diese Differenz ist konzeptionell gewollt.



Abb. 5: Stimme oder akustischer Impuls regt eine farbige Resonanzwelle an. Konzeptvisualisierung.

4.6 Mehrere Besucher und Interferenz

Mehrere gleichzeitig aktive Personen erzeugen mehrere Kraftfelder. Treffen diese aufeinander, werden sie nicht lediglich grafisch überblendet. Ihre Parameter beeinflussen ein gemeinsames Materialmodell. So können Verstärkung, Auslöschung, Richtungswechsel und stehende Muster entstehen. Eine Gruppe erzeugt damit qualitativ andere Zustände als ein einzelner Besucher.



Abb. 6: Überlagerte Kraftfelder mehrerer Personen erzeugen gemeinsame Resonanzstrukturen. Konzeptvisualisierung.

4.7 Hohe Aktivität und maximale Resonanz

Bei hoher Bewegungs- und Klangenergie verdichtet sich das System zu einem Zustand maximaler Resonanz. Die Architektur kann ihre ruhige Ordnung zeitweise verlieren: Linien wandern, Farbfelder koppeln sich, Fensterachsen geraten gegeneinander in Schwingung. Die Intensität wird jedoch bewusst begrenzt. RESONANZKÖRPER soll nicht dauerhaft „explodieren“, sondern nach einer Phase hoher Energie gedämpft in eine lesbare Ordnung zurückfinden.

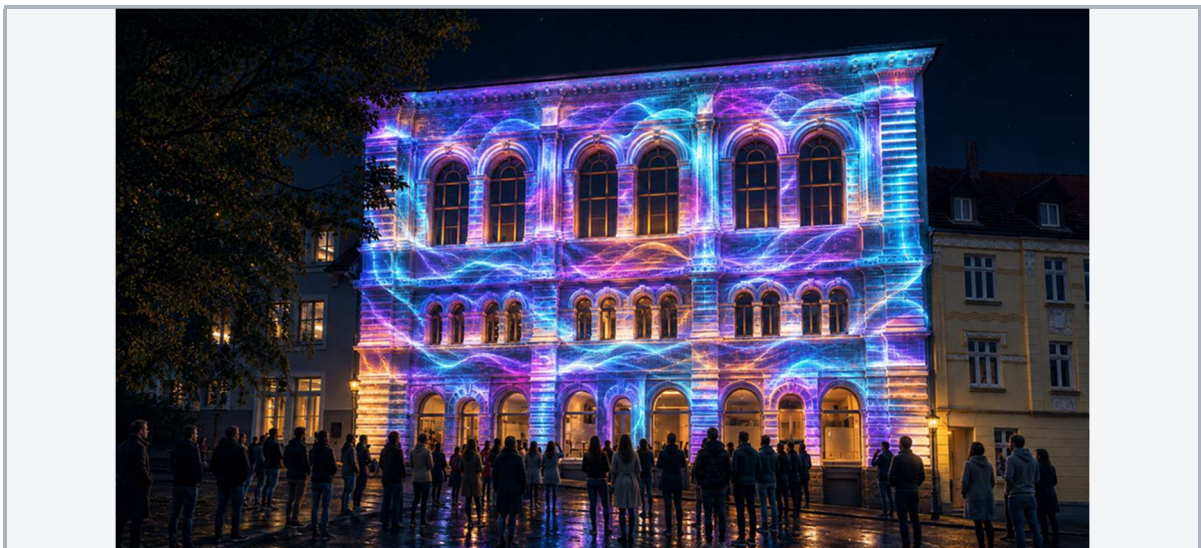


Abb. 7: Hohe Aktivität führt zu komplexer Interferenz; das System findet anschließend gedämpft in den Ruhezustand zurück. Konzeptvisualisierung.

4.8 Sprache, Erinnerung und Handlungsimpulse

Text ist eine optionale, sparsam eingesetzte zweite Ebene. In ruhigen Phasen können historische Daten in horizontalen oder vertikalen Architekturfeldern erscheinen; punktuell sind kurze Handlungsimpulse wie „GEH“, „SPRICH“, „BLEIB“ oder „HÖR ZU“ denkbar. Hinzu kommt die flüchtige Schriftschrift: Kurze, sicher erkannte Äußerungen aus dem Publikum können für wenige Sekunden typografisch erscheinen und anschließend durch das Resonanzfeld gedehnt, zerlegt oder gelöscht werden. Die

Textebene erklärt das Werk nicht und ersetzt nicht die physikalisch anmutende Echtzeitreaktion. Sie erweitert diese um die Beziehung zwischen Stimme, Schrift, Erinnerung und Vergessen.



Abb. 8: Historische Daten, Handlungsimpulse oder flüchtig erkannte Sprachfragmente werden in die Fassadenstruktur eingeschrieben. Konzeptvisualisierung.

5. Physikalisches Gestaltungsmodell

5.1 Modellcharakter

Die virtuelle Fassade wird nicht als baustatische Simulation verstanden. Es geht nicht darum, reale Materialkennwerte des Mauerwerks zu reproduzieren. Verwendet wird vielmehr ein vereinfachtes physikalisches Gestaltungsmodell, das aus bekannten Begriffen wie Masse, Feder, Dämpfung, Kraft und Resonanz eine nachvollziehbare visuelle Dynamik erzeugt.

5.2 Masse-Feder-Dämpfer-Prinzip

Ein elementares lineares Modell lässt sich für einen virtuellen Freiheitsgrad in der Standardform eines Masse-Feder-Dämpfer-Systems beschreiben [13]:

$$m \cdot x'' + c \cdot x' + k \cdot x = F(t)$$

Dabei steht m für eine virtuelle Masse, c für Dämpfung, k für Rückstellsteifigkeit und $F(t)$ für die zeitabhängige äußere Anregung; x beschreibt die visuelle Auslenkung eines Fassadenelements. Die Gleichung dient ausschließlich als gestalterisches Grundmodell, nicht als baustatische Aussage. In der Umsetzung werden viele Bereiche gekoppelt, sodass lokale Kräfte als Wellen in benachbarte Zonen übertragen werden können.

5.3 Übersetzung der Kameradaten

Die Kameras liefern Positions- und Trackinformationen bzw. ermöglichen deren lokale Ableitung. Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit werden im Echtzeitrechner aus der zeitlichen Veränderung der Positionen berechnet; sie werden nicht als zwingend direkt gelieferte Kamerawerte vorausgesetzt [4–6]. Diese Werte werden auf eine zweidimensionale Grundebene vor der Fassade kalibriert. Für jede Person i kann daraus ein Kraftzentrum mit einem räumlichen Gewicht $g(d)$ gebildet werden. Ein vereinfachtes künstlerisches Modell lautet:

$$F_i(t) = g(d_i) \cdot \alpha \cdot v_i(t)$$

Je näher ein Fassadenbereich zum zugeordneten Kraftzentrum liegt und je höher die aktuelle Geschwindigkeit ist, desto stärker kann die Anregung ausfallen. α ist ein künstlerischer Skalierungsfaktor. Sprünge und Messrauschen werden geglättet, damit die Bewegung des virtuellen Materials kohärent bleibt.

5.4 Übersetzung der Audiodaten

Das Audiosignal wird in Energie- bzw. Frequenzbänder zerlegt. Eine Gesamtanregung $A(t)$ kann als gewichtete Kombination tiefer, mittlerer und hoher Frequenzbereiche interpretiert werden. Die konkrete Gewichtung ist Teil der künstlerischen Abstimmung und wird vor Ort an Umgebungsgeräusche, Publikum und Lautsprechersystem angepasst.

5.5 Resonanz und Begrenzung

Resonanz bedeutet im Werk nicht unbegrenzte Verstärkung. Definierte Sättigungen, Dämpfungen und Rückstellzeiten halten die Komposition auch bei hoher Publikumsaktivität lesbar. Nach einer Phase maximaler Resonanz muss das System in einen stabilen, ruhigen Zustand zurückfinden. Diese Begrenzung ist ästhetisch und betriebstechnisch wesentlich.

6. Farbe und visuelle Sprache

6.1 Farbe als Materialzustand

Farbe ist ein eigenständiges Material des Resonanzkörpers. Sie soll nicht als starre Messskala funktionieren, bei der jedem Sensorwert eindeutig eine Farbe zugeordnet ist. Bewegung, Klang und Überlagerung verschieben vielmehr Sättigung, Helligkeit und Farbräume. Die helle historische Fassade bietet dafür eine geeignete Projektionsgrundlage; eine begrenzte Palette hält die Architektur lesbar und verhindert beliebige Festivalfarbigkeit.

Zustand	Farbcharakter	Gestalterische Funktion
Ruhe / geringe Energie	kühles, gering gesättigtes Blau bis Cyan	Architektur bleibt dominant; Farbe bildet Grundspannung
Bewegung / Kopplung	fließende Übergänge zwischen Cyan, Blau und Violett	Farbe folgt Kraftfeldern, ohne sie numerisch zu codieren
Akustische Anregung	kurzzeitige Verschiebung in wärmere oder hellere Bereiche	Impuls verändert das vorhandene Farbfeld statt eine feste Impulsfarbe abzurufen
Interferenz	Mischung und lokale Überlagerung vorhandener Farbräume	Begegnung mehrerer Felder wird als neue Farbqualität sichtbar
maximale Resonanz	lokal höhere Sättigung und Helligkeit; warme und weiße Spitzen möglich	Akzent und Verdichtung; keine permanente Vollflächenhelligkeit

6.2 Architektur bleibt sichtbar

Das Mapping orientiert sich an den realen Gliederungen der Fassade. Fensteröffnungen können als dunkle Tiefenräume behandelt werden, Pilaster als tragende Elemente, horizontale Gesimse als Übertragungsachsen. Verformungen werden bevorzugt entlang dieser Architektur geführt. Dadurch entsteht der Eindruck, die Veränderung gehöre zum Gebäude selbst und sei nicht bloß über die Wand gelegt.

6.3 Visuelle Zurückhaltung als Voraussetzung für Wirkung

Spektakuläre Momente gewinnen nur dann Gewicht, wenn Ruhephasen möglich sind. Das System soll deshalb nicht jede Sekunde maximal farbig und bewegt sein. Ein leichter Zug in einem Fensterbogen oder ein langsam nachgebender Pfeiler kann irritierender wirken als eine permanente Vollflächenanimation. Die Dramaturgie entsteht aus dem Wechsel von Kontrolle und Verlust der Ordnung.

7. Klanggestaltung

7.1 Kein Soundtrack

Das vorhandene Soundsystem wird nicht primär zur Wiedergabe einer fertigen musikalischen Komposition eingesetzt. Der Klang soll aus dem aktuellen Zustand des Resonanzkörpers hervorgehen. Damit bleibt die akustische Ebene ebenso echtzeitabhängig wie die Projektion.

7.2 Klangparameter

- großräumige langsame Verformung → tiefer, breiter Klanganteil
- kurzer visueller Stoß → kurzer perkussiver oder transienter Klang
- mehrere gekoppelte Kraftfelder → dichtere harmonische bzw. spektrale Struktur
- abklingende Bewegung → abnehmende Lautstärke und spektrale Vereinfachung

7.3 Mikrofone als künstlerische Sensoren

Zwei Sennheiser MKH 416 sind als gerichtete Eingangsquellen vorgesehen. Das kurze Richtrohrmikrofon arbeitet nach dem RF-Kondensatorprinzip; Sennheiser beschreibt es als besonders feuchtigkeitsunempfindlich und für Außenanwendungen geeignet. Es benötigt P48-Phantomspeisung [7]. Für den Festivalbetrieb sind dennoch professionelle Windschutze, sichere Montage und Schutz vor direkter Nässe vorzusehen.

7.4 Stimme als Material, Sprache als flüchtige Schrift

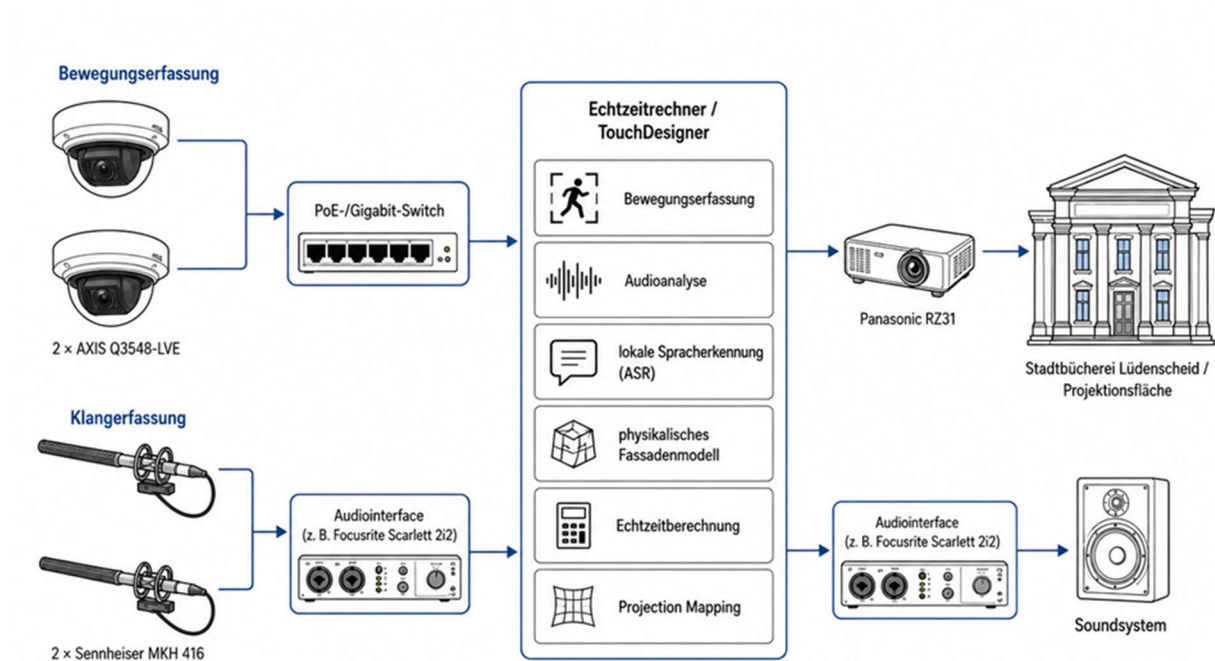
Die Stimme bleibt primär Material. Pegel, Dauer, Impulscharakter und Frequenzverteilung beeinflussen Resonanz und Klanggestaltung. Ergänzend kann eine lokale Spracherkennung einzelne kurze Äußerungen in Text überführen. Es entsteht keine fortlaufende Transkription. Nur kurze, mit ausreichender Sicherheit erkannte und lokal gefilterte Textfragmente werden für wenige Sekunden projiziert und anschließend verworfen. So kann die Stimme an ausgewählten Momenten vom Klang zur Schrift wechseln, ohne dass RESONANZKÖRPER zu einer Sprach-zu-Text-Anzeige wird.

8. Technische Umsetzung

8.1 Systemarchitektur

Die technische Grundidee ist modular. Der Projektor selbst reagiert nicht unmittelbar auf Kamera oder Mikrofon. Ein zentraler Echtzeitrechner erzeugt kontinuierlich das Bildsignal und den Klang. Der Panasonic RZ31 dient als leistungsstarke visuelle Ausgabe, das vorhandene Soundsystem als akustische Ausgabe.

2 × AXIS Q3548-LVE	→	Echtzeit-PC / TouchDesigner
2 × Sennheiser MKH 416	→	Audiointerface / TouchDesigner
Tracking-Metadaten / Videostream	→	Material- und Resonanzmodell
Echtzeitgrafik	→	Panasonic RZ31
generierter Klang	→	vorhandenes Soundsystem
lokale Spracherkennung (optional)	→	kurze Textfragmente / TouchDesigner



Schema 1: Vereinfachte Systemarchitektur von Sensorik, Echtzeitberechnung und Ausgabetechnik.

8.2 Kameraerfassung: 2 × AXIS Q3548-LVE

Für die Bewegungserfassung sind zwei AXIS Q3548-LVE vorgesehen. Das Modell bietet 4K-Auflösung bis 50/60 Bilder pro Sekunde, ein variables horizontales Sichtfeld von 104° bis 48,9°, integrierte IR-Unterstützung und ist für den Außenbereich nach IP66/IP6K9K sowie IK10 ausgelegt [4]. Zwei Perspektiven erhöhen die Robustheit bei gegenseitiger Verdeckung von Personen und verbessern die räumliche Zuordnung der Bewegungen auf die Grundfläche vor der Fassade.

Für die Kameraauswertung werden im Prototyp zwei Wege verglichen. Die datensparsame Variante verwendet AXIS Scene Metadata, sofern die konkrete Geräte- und Firmwarekonfiguration die benötigten Trackinformationen bereitstellt [5]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Axis Fusion Tracker laut Herstellerdokumentation ungefähr mit 10 Hz aktualisiert und typischerweise etwa eine Sekunde Latenz aufweist [6]. Für besonders latenzkritische Reaktionen können deshalb die RTSP-Videoströme ausschließlich lokal im Echtzeitrechner ausgewertet werden [8]. Die endgültige Variante wird nach Messung von Latenz, Trackingstabilität und Datenschutzerfordernissen festgelegt.

8.3 Mikrofonie: 2 × Sennheiser MKH 416

Die beiden Richtmikrofone erfassen das akustische Feld links und rechts der Interaktionszone. Ihre Signale werden über ein zweikanaliges Audiointerface mit 48-V-Phantomspesung in den Rechner geführt. Das Signal wird dort in zwei parallelen Pfaden genutzt: für die kontinuierliche Audioanalyse des Resonanzmodells und optional für eine lokale Spracherkennung kurzer Äußerungen. Eine exakte Sprecherlokalisierung ist nicht erforderlich und nicht Ziel des Werkes. Die Pegeldifferenz beider Mikrofone kann lediglich als grobe räumliche Gewichtung dienen; zentral ist die gemeinsame akustische Anregung.

8.4 TouchDesigner

TouchDesigner von Derivative ist die zentrale Echtzeitumgebung. Netzwerk-Videoströme können über Video Stream In TOP, Audioeingänge über die entsprechenden Audio-Operatoren verarbeitet werden; für Projection Mapping stehen dafür vorgesehene Werkzeuge und Workflows zur Verfügung [8–10]. Für ein vergütetes Projekt ist nach Herstellerangaben eine Commercial- oder Pro-Lizenz erforderlich; die reguläre Commercial-Lizenz kostet derzeit 600 USD und ist für RESONANZKÖRPER ausreichend, sofern keine Pro-exklusiven Funktionen benötigt werden [11].

Innerhalb von TouchDesigner werden Sensorwerte normalisiert, gefiltert und in ein künstlerisches Zustandsmodell überführt. Bildgenerierung und Audiogenerierung laufen parallel. Für die optionale Sprachschrift kann ein lokales ASR-Modul vorgeschaltet werden; eine Implementierung wie `whisper.cpp` unterstützt lokale Mikrofontranskription und Echtzeit-Audioeingang ohne zwingende Cloudübertragung [24]. TouchDesigner übernimmt anschließend nur das erkannte Textfragment und dessen Freigabestatus für die typografische Darstellung. Der Rechner muss im endgültigen Aufbau über genügend Leistungsreserve verfügen, damit Bildrate, Tracking, Audioanalyse und gegebenenfalls Spracherkennung stabil parallel laufen.

8.5 Blender

Blender wird nicht als Live-System eingesetzt, sondern als Werkzeug für Vorvisualisierung, Fassadenmodell, räumliche Tests und die Vorbereitung visueller Elemente. Insbesondere die scheinbare Verformung von Gesimsen, Bögen und Pfeilern lässt sich in einem vereinfachten 3D-Modell entwickeln. Die Ergebnisse können anschließend als Geometrieprinzip, Textur, Normal-/Depth-Information oder gestalterische Referenz in die Echtzeitumgebung übertragen werden.

8.6 Projektor: Panasonic RZ31 (Planungsreferenz PT-RZ31K)

Der Open Call nennt als vorhandenen Projektor „1 Panasonic RZ31“ [1]. Panasonic führt die zugehörige professionelle Modellreihe in den herangezogenen Herstellerunterlagen als PT-RZ31K; deren Daten werden

ausschließlich als technische Planungsreferenz verwendet [3]. Für diese Referenz gelten 3-Chip-DLP-Lasertechnik, WUXGA 1920 × 1200 und 30.000 lm bzw. 31.000 lm Center-Helligkeit im High-Modus; die Projektionsoptiken sind wechselbar [3]. Vor Produktionsbeginn müssen konkrete Geräteausführung, vorhandene Optik, Projektionsposition und Fassadenabdeckung mit dem Veranstalter bestätigt werden.

8.7 Netz- und Audioinfrastruktur

Die Kameras werden über einen PoE+-fähigen Gigabit-Switch in ein isoliertes lokales Netzwerk eingebunden. Die AXIS Q3548-LVE benötigt PoE Class 4 und maximal 25,5 W je Kamera [4]; ein Switch der Klasse TP-Link TL-SG1005P mit vier PoE+-Ports und bis zu 65 W Gesamtbudget ist für zwei Kameras rechnerisch ausreichend [16]. Der Echtzeit-PC erhält eine kabelgebundene Ethernet-Verbindung. Für Audio ist ein zweikanaliges Interface mit 48-V-Phantomspesung vorgesehen; ein Focusrite Scarlett 2i2 erfüllt diese Grundanforderungen [15].

9. Datenschutz und Datenminimierung

9.1 Grundsatz

Da Kameras im öffentlichen Raum eingesetzt werden, ist vor Inbetriebnahme eine datenschutzrechtliche Prüfung durch Veranstalter und verantwortliche Stelle erforderlich. Auch eine reine Live-Verarbeitung ohne dauerhafte Aufzeichnung kann datenschutzrechtlich relevant sein; maßgeblich sind Zweck, Erforderlichkeit, Transparenz und Datenminimierung [14]. Das technische Konzept wird deshalb von Anfang an auf möglichst flüchtige und abstrahierte Verarbeitung ausgerichtet.

9.2 Vorgesehene Maßnahmen

- keine dauerhafte Speicherung von Kamerabildern
- keine Gesichtserkennung und keine biometrische Identifikation
- keine Speicherung individueller Bewegungsprofile über den aktuellen Interaktionsvorgang hinaus
- keine dauerhafte Sprachaufzeichnung; die optionale Spracherkennung arbeitet lokal und nur für kurze Äußerungen
- erkannte Textfragmente werden nach ihrer kurzen Darstellung verworfen; keine Speicherung als Sprach- oder Textarchiv
- nur kurze Textfragmente oberhalb einer definierten Erkennungssicherheit und nach lokalem Inhaltsfilter; keine freie Satzprojektion
- lokale Verarbeitung im Projekt-Netzwerk; keine Cloudverarbeitung erforderlich
- wo technisch möglich: Verwendung abstrahierter Tracking-Metadaten statt vollständiger Videodaten
- transparente Beschilderung des Erfassungsbereichs und der Funktionsweise

Die Gegenwart wird gemessen, verarbeitet und unmittelbar wieder vergessen.

9.3 Künstlerischer Zusammenhang

Die Datenminimierung ist nicht nur technische Vorsorge, sondern Teil der Werkidee. RESONANZKÖRPER interessiert sich für den gegenwärtigen Einfluss eines Menschen auf den Raum, nicht für seine Identität. Sobald die Einwirkung endet, soll auch die individuelle Spur im System abklingen. Die Sprachschrift folgt demselben Prinzip: Ein Wort kann für einen Moment sichtbar werden,

wird aber nicht zum Archiv. Sollte die datenschutzrechtliche oder produktionstechnische Prüfung gegen Spracherkennung sprechen, kann diese Ebene vollständig deaktiviert werden, ohne den Kern des Werkes zu beeinträchtigen.

10. Aufbau und Betrieb

10.1 Vor-Ort-Einmessung

Vor der finalen Programmierung sind die tatsächlichen Abmessungen des Platzes, die Projektorposition, die nutzbare Interaktionsfläche, Montagepunkte und Leitungswege zu vermessen. Besonders wichtig sind die Fassadenbreite, die Entfernung des Projektors, die Montagehöhe der Kameras und die Bereiche mit möglichen Abschattungen.

10.2 Sensorpositionen

Die beiden Kameras werden erhöht und mit überlappenden Sichtfeldern auf die Interaktionszone ausgerichtet. Für die Kameras ist eine Montagehöhe von ungefähr vier bis sechs Metern vorgesehen; die konkrete Höhe richtet sich nach den am Standort verfügbaren Befestigungspunkten und den Ergebnissen der Einmessung. Die Mikrofone werden seitlich bzw. erhöht montiert und so ausgerichtet, dass der Publikumsbereich erfasst wird, ohne hauptsächlich Lautsprecher oder Straßenlärm aufzunehmen.

10.3 Kalibrierung

1. Geometrische Kalibrierung des Projektors auf das Fassadentemplate.
2. Kalibrierung beider Kamerabilder auf eine gemeinsame Bodenebene.
3. Festlegung der aktiven Interaktionszone und Maskierung irrelevanter Bereiche.
4. Pegel- und Frequenzkalibrierung der Mikrofone bei realer Umgebungslautstärke.
5. Abgleich der Farb- und Helligkeitsgrenzen mit Fassade, Umgebungslicht und Denkmalsituation.
6. Lasttest mit mehreren Personen und maximaler Echtzeitkomplexität.

10.4 Tagesbetrieb und Neustart

Für einen Festivalbetrieb muss das System nach Stromausfall oder Neustart ohne komplexe Bedienung in einen definierten Zustand zurückkehren. TouchDesigner wird daher mit einem klaren Startprojekt, automatischer Geräteprüfung und einem diagnostischen Statusbild aufgebaut. Sensor- und Netzwerkfehler sollen sichtbar protokolliert werden, ohne die Projektion mit technischen Meldungen zu stören.

11. Machbarkeit, Risiken und Fallback

11.1 Technische Machbarkeit

Alle vorgesehenen Komponenten sind marktverfügbare Standardtechnik. Die Herausforderung liegt nicht in einer einzelnen neuartigen Hardware, sondern in der robusten Integration von Tracking, Audioanalyse, Echtzeitgrafik, Projection Mapping und einem kontrollierten künstlerischen Zustandsmodell. Diese Integration ist mit TouchDesigner technisch realisierbar und kann vor der Installation weitgehend im Studio prototypisch entwickelt werden.

11.2 Wesentliche Risiken

Risiko	Gegenmaßnahme / Fallback
gegenseitige Verdeckung von Personen	zwei Kameraperspektiven; Tracking-Fusion; definierte Interaktionszone
stark wechselnde Beleuchtung	Outdoor-Kameras mit WDR; Kalibrierung auf Nachtbetrieb; Metadaten-/Trackingansatz
Straßen- und Umgebungsgeräusch	gerichtete Mikrofone; Frequenzfilter; dynamische Schwellenwerte
Windgeräusch	professioneller Windschutz; geschützte Montage; Hochpassfilter
Netzwerkunterbrechung	lokaler Switch, feste Adressen, Kabelbetrieb, Watchdog
zu hohe GPU-Last	Leistungsreserve; gestufte Qualitätsmodi; feste Maximalzahl aktiver Kraftfelder
Ausfall eines Sensors	Fallback auf verbleibende Kamera bzw. Audiofeld; automatische Rückkehr in Grundzustand
Fehlerkennung oder ungeeignete Sprachinhalte	nur kurze Fragmente mit Mindest-Konfidenz und lokalem Inhaltsfilter; keine freie Satzprojektion; Schriftsprache kann vollständig deaktiviert werden

11.3 Künstlerischer Fallback

Fällt die interaktive Eingabe teilweise aus, darf die Installation nicht zu einem schwarzen oder technischen Fehlerbild werden. Ein generativer Grundzustand mit geringer Eigendynamik bildet deshalb einen künstlerischen Fallback. Er zeigt die Fassade als ruhenden Resonanzkörper und kann jederzeit wieder in den interaktiven Modus übergehen, sobald Sensordaten verfügbar sind. Die Schriftsprache ist bewusst nicht systemkritisch: Fällt die Spracherkennung aus oder wird sie aus Datenschutzgründen deaktiviert, bleiben Bewegungs-, Klang- und Resonanzsystem vollständig funktionsfähig.

12. Budget und Ressourcenplanung

12.1 Grundannahmen

Die folgende Kalkulation bildet einen transparenten Referenzrahmen für die zur Realisierung erforderliche Zusatztechnik. Der im Open Call genannte Panasonic RZ31 und das Soundsystem sind vorhandene Festivaltechnik und werden nicht als Anschaffung kalkuliert. Für Kamera-, Audio- und Rechnertechnik werden Kaufpreise als nachvollziehbare Referenzwerte angesetzt; im Produktionsfall sind Miete, Leihstellung, vorhandene Festivalbestände oder Sponsoring als wirtschaftliche Alternativen zu prüfen.

Position	Anz.	Einzel / Ansatz	Summe	Quelle / Annahme
AXIS Q3548-LVE	2	1.779,25 €	3.558,50 €	Referenzpreis [17], inkl. MwSt.
Sennheiser MKH 416	2	749,00 €	1.498,00 €	Referenzpreis [18], inkl. MwSt.
Windschutz / Mikrofonhalterung	2	220,00 €	440,00 €	Budgetansatz
Focusrite Scarlett 2i2 4th Gen.	1	172,00 €	172,00 €	Referenzpreis [19], technische Daten [15]
PoE+-Switch, 5 Port	1	40,00 €	40,00 €	TP-Link TL-SG1005P; Technik [16], Marktpreis ab 31,89 € [20]
TouchDesigner Commercial	1	600,00 € Reserve	600,00 €	Herstellerpreis 600 USD [11]; Reserve in EUR
Echtzeit-PC, RTX-Klasse / 32 GB RAM	1	1.800,00 €	1.800,00 €	Budgetansatz
Netzwerk-, Audio- und Signalkabel	1	350,00 €	350,00 €	Budgetansatz
Kamera- und Mikrofonmontage / Sicherung	1	450,00 €	450,00 €	Budgetansatz
Outdoor-Rack / USV / Stromverteilung	1	650,00 €	650,00 €	Budgetansatz
Test-, Adapter- und Kleinmaterialreserve	1	500,00 €	500,00 €	Budgetansatz
Zwischensumme			10.058,50 €	
Planungsreserve 10 %			1.005,85 €	
Referenz-Gesamtrahmen Kauf			11.064,35 €	

12.2 Einordnung des Budgetrahmens

Der Referenz-Gesamtrahmen bildet einen vollständigen Ankauf wesentlicher Zusatztechnik ab. Für eine zehntägige Festivalproduktion ist dieser Ansatz nicht zwingend wirtschaftlich. Kameras, Mikrofone, Rechner und Montagekomponenten sollten vorrangig über Miete, vorhandene Festivalbestände, Sponsoring oder Leihstellungen geprüft werden. Der endgültige Produktionsetat kann daher deutlich unter dem Referenz-Kaufrahmen liegen, lässt sich aber erst nach konkreten Miet- und Dienstleistungsangeboten belastbar beziffern.

Das im Open Call genannte Honorar von 4.000 € für ein neues orts- bzw. kontextspezifisches Werk wird als Künstlerhonorar ausgewiesen [1] und in dieser technischen Referenzkalkulation nicht als Hardwarebudget verrechnet.

12.3 Produktionsbezogener Kostenabgleich

- Mietangebot für 2 × AXIS Q3548-LVE oder technisch gleichwertige Outdoor-Kameras
- Mietangebot für 2 × MKH 416 einschließlich Windschutz und Halterung
- Festivalgeeigneter Echtzeit-PC und wettergeschützter Technikplatz
- Montage- und Leitungswege an der Corneliusstraße
- Abstimmung der Projektoroptik und des finalen Projektionsstandortes

13. Zusammenfassung und Ausblick

RESONANZKÖRPER verbindet die konkrete historische Architektur der Stadtbücherei mit einem digitalen, in Echtzeit reagierenden Materialmodell. Der Mensch wird nicht auf der Fassade abgebildet. Seine Bewegung und sein Klang werden vielmehr zu unsichtbaren Kräften, die eine virtuelle Materialität anregen. Ergänzend können einzelne gesprochene Wörter für wenige Sekunden zu Schrift werden und anschließend wieder im Resonanzfeld verschwinden. Dadurch verbindet das Werk Körper, Stimme, Schrift, Architektur und digitale Berechnung in einer gemeinsamen Gegenwart.

Der zentrale künstlerische Freiheitsgrad lautet: Der Mensch verändert sein Umfeld. Im Werk wird diese Möglichkeit unmittelbar erlebbar. Gleichzeitig erhält die Umgebung eine eigene Dynamik: Sie reagiert verzögert, schwingt nach, koppelt mehrere Personen und antwortet mit Klang. Damit entsteht keine Einbahnstraße von Sensor zu Effekt, sondern ein Regelkreis zwischen analoger Handlung, digitaler Berechnung und neuer analoger Wahrnehmung.

Die technische Umsetzung basiert auf marktverfügbarer Hardware und etablierten Echtzeitwerkzeugen. Das wesentliche Entwicklungsfeld liegt in der künstlerischen Abstimmung: Wie schwer soll der virtuelle Stein erscheinen? Wie lange darf er nachschwingen? Wie verändert Energie die Farbigkeit, ohne sie zur bloßen Anzeige zu machen? Wann werden mehrere Einzelimpulse zu einem gemeinsamen Resonanzzustand? Diese Fragen werden im Prototypen als eigentliche Komposition behandelt.

RESONANZKÖRPER projiziert kein fertiges Bild auf die Stadtbücherei. Das Werk gibt der Fassade die Fähigkeit, auf ihre Gegenwart zu antworten.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] LICHTROUTEN (2026): Open Call Media Art – LICHTROUTEN 2027. Thema ECHTZEIT, Standort Stadtbücherei, vorhandene Technik und Honorar. <https://lichtrouten.de/open-call-media-art/> (Abruf 01.09.2026).
- [2] Stadt Lüdenscheid (2026): Denkmalliste Nr. 72 – Corneliusstraße 44 (Stadtbücherei). Bau-, Nutzungs- und Denkmalgeschichte. <https://www.luedenscheid.de/freizeit-und-kultur/kultur/denkmalschutz/denkmalliste/72-corneliusstrasse-44-stadtbuecherei> (Abruf 01.09.2026).
- [3] Panasonic Connect: PT-RZ31K – Product Specification. 3-Chip DLP, WUXGA, Helligkeit und Wechseloptiken. https://eu.connect.panasonic.com/sites/default/files/media/document/2022-09/rz31k_spec_en.pdf (Abruf 01.09.2026).
- [4] Axis Communications: AXIS Q3548-LVE – Datasheet. Auflösung, Bildrate, Sichtfeld, Outdoor-Schutz und PoE-Leistungsdaten. <https://www.axis.com/dam/public/02/65/d5/datasheet-axis-q3548-lve-dome-camera-en-US-497237.pdf> (Abruf 01.09.2026).
- [5] Axis Developer Documentation: AXIS Scene Metadata – Datenquellen und Frame-by-frame Object Tracking. <https://developer.axis.com/analytics/axis-scene-metadata/> (Abruf 01.09.2026).

- [6] Axis Developer Documentation: Fusion Tracker – Updatefrequenz und Latenz der Tracking-Metadaten. <https://developer.axis.com/analytics/axis-scene-metadata/reference/modules/fusion-tracker/> (Abruf 01.09.2026).
- [7] Sennheiser: MKH 416-P48U3 – Produktdaten. Richtcharakteristik, RF-Kondensatorprinzip, Außenanwendung und P48. <https://www.sennheiser.com/de-de/catalog/products/mikrofon/mkh-416-p48u3/mkh-416-p48u3-001511> (Abruf 01.09.2026).
- [8] Derivative: TouchDesigner – Video Stream In TOP. Netzwerk-Videostreams / RTSP. https://docs.derivative.ca/Video_Stream_In_TOP (Abruf 01.09.2026).
- [9] Derivative: TouchDesigner – Audio Device In CHOP. https://docs.derivative.ca/Audio_Device_In_CHOP (Abruf 01.09.2026).
- [10] Derivative: TouchDesigner – Projection Mapping. https://derivative.ca/UserGuide/Projection_Mapping (Abruf 01.09.2026).
- [11] Derivative: TouchDesigner Commercial – Lizenzbedingung für vergütete Projekte und Preis 600 USD. https://derivative.ca/UserGuide/TouchDesigner_Commercial (Abruf 01.09.2026).
- [12] MIT OpenCourseWare: Dynamics, Lecture L2 – Degrees of Freedom and Constraints. Definition von Freiheitsgraden als unabhängige Koordinaten. https://ocw.mit.edu/courses/16-07-dynamics-fall-2009/dc2d8891fa0c377593b277b49271c00e_MIT16_07F09_Lec02.pdf (Abruf 01.09.2026).
- [13] MIT OpenCourseWare: Dynamics and Control I – System Behavior. Kanonisches Masse-Feder-Dämpfer-System. https://ocw.mit.edu/courses/2-003j-dynamics-and-control-i-fall-2007/2cd8a03827d012dc69402e8bb8828815_system_behavior.pdf (Abruf 01.09.2026).
- [14] European Data Protection Board (EDPB): Leitlinien 3/2019 zur Verarbeitung personenbezogener Daten durch Videogeräte, finale Fassung vom 30.01.2020. https://www.edpb.europa.eu/our-work-tools/our-documents/guidelines/guidelines-32019-processing-personal-data-through-video_de (Abruf 01.09.2026).
- [15] Focusrite: Scarlett 2i2 4th Generation – technische Daten: zwei Mikrofonvorverstärker, Phantomspeisung, 24 Bit / 192 kHz. <https://eu.focusrite.com/products/scarlett-2i2> (Abruf 01.09.2026).
- [16] TP-Link Deutschland: TL-SG1005P – 5-Port-Gigabit-Switch mit 4 PoE+-Ports, bis 30 W je Port und bis 65 W Gesamtbudget. <https://www.tp-link.com/de/home-networking/soho-switch/tl-sg1005p/> (Abruf 01.09.2026).
- [17] Industry-Electronics: AXIS Q3548-LVE – öffentlich gelisteter Referenzpreis, Abruf 31.08.2026. https://industry-electronics.de/axis/02973-001-netzwerkkamera-fix-dome-q3548-lve-8mp-lieske_582653.htm
- [18] Foto Gregor: Sennheiser MKH 416 – öffentlich gelisteter Referenzpreis, Abruf 31.08.2026. <https://www.foto-gregor.de/sennheiser-mkh-416-rohrichtmikrofon-48v>
- [19] Musikhaus Thomann: Focusrite Scarlett 2i2 4th Generation – öffentlich gelisteter Referenzpreis, Abruf 31.08.2026. https://www.thomann.de/de/focusrite_scarlett_2i2_4th_generation.htm

[20] idealo: TP-Link TL-SG1005P – Preisvergleich, Angebote ab 31,89 €, Stand/Abruf 01.09.2026.
https://www.ideal.de/preisvergleich/OffersOfProduct/6036044_-5-port-gigabit-poe-switch-tl-sg1005p-tp-link.html

[21] 1024 Architecture (2010): Perspective Lyrique – A voice-controlled visual deformation system. Interaktive Fassadenprojektion, bei der die Lautstärke der Stimme visuelle Verzerrungen erzeugt. <https://www.1024architecture.net/projects/perspective-lyrique/> (Abruf 01.09.2026).

[22] Prism Garden (2025): Echoes 2.0 – Interaktive Fassadenprojektion. Eine Kamera erfasst Bewegungen vor der Fassade und übersetzt sie in Echtzeit in ein live generiertes Bild. <https://prism-garden.de/portfolio/echoes-20> (Abruf 01.09.2026).

[23] Jonas Denzel (2024): Chromatic Fusion – Interactive Projection Mapping. Gesten, Klatschen, visuelle Transformation und Klang werden zu einer partizipativen Fassadenarbeit verbunden. <https://www.jonasdenzel.com/work> (Abruf 01.09.2026).

[24] ggml-org (2026): whisper.cpp – lokale Implementierung automatischer Spracherkennung mit Echtzeit-Audioeingang vom Mikrofon und lokaler Inferenz. <https://github.com/ggml-org/whisper.cpp> (Abruf 01.09.2026).

Hinweis: Hersteller- und Händlerdaten dienen der technischen Planung und Kosteneinordnung. Verfügbarkeit, Preise, Firmwarefunktionen, konkrete Geräteausführung, Objektive und Schnittstellen sind vor Produktionsfreigabe anhand der tatsächlich eingesetzten Technik zu bestätigen. Quellenangaben im Text kennzeichnen recherchierte Tatsachen und technische Daten; künstlerische Setzungen und Szenenbeschreibungen sind eigene Konzeption.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Rückwärtige Fassade der Stadtbücherei Lüdenscheid als reale Ausgangssituation und Mappingfläche.

Abb. 2: Ruhezustand des digitalen Fassadenkörpers mit subtiler Grundspannung.

Abb. 3: Eine Person erzeugt ein lokales Kraftfeld; Architekturteile reagieren positionsabhängig.

Abb. 4: Richtung und Geschwindigkeit erzeugen Zug, Welle und verzögertes Nachschwingen.

Abb. 5: Stimme oder akustischer Impuls regt eine farbige Resonanzwelle an.

Abb. 6: Überlagerte Kraftfelder mehrerer Personen erzeugen gemeinsame Resonanzstrukturen.

Abb. 7: Hohe Aktivität führt zu komplexer Interferenz und anschließendem gedämpften Rücklauf.

Abb. 8: Historische Daten, Handlungsimpulse oder flüchtig erkannte Sprachfragmente werden in die Fassadenstruktur eingeschrieben.

Schema 1: Vereinfachte Systemarchitektur von Sensorik, Echtzeitberechnung und Ausgabetechnik.

Anhang A – Bildkatalog

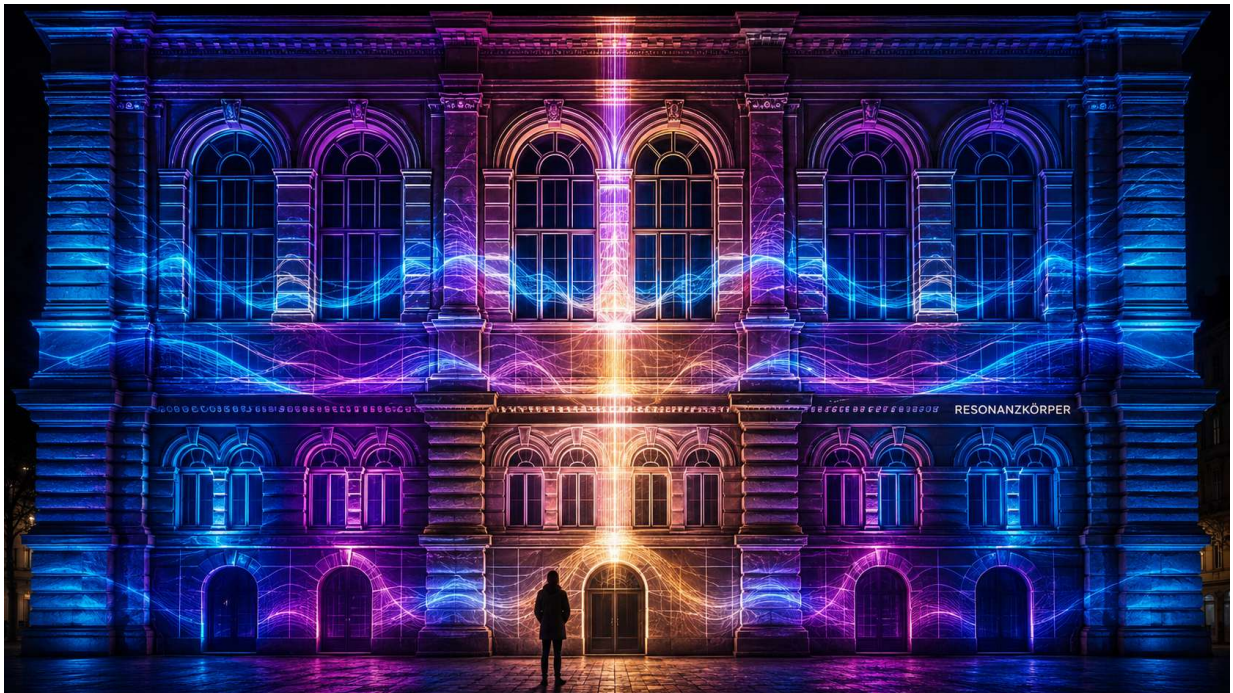
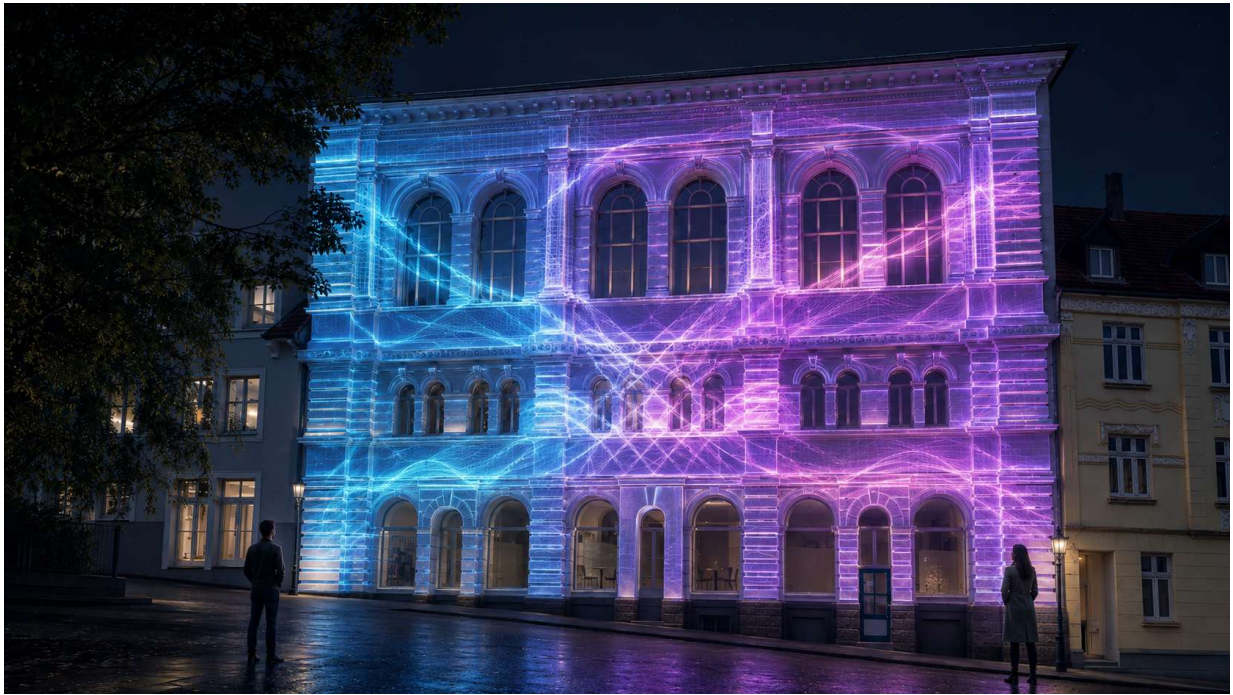
Der Bildkatalog zeigt ausgewählte Konzeptvisualisierungen zu den wesentlichen Zuständen von **RESONANZKÖRPER**. Die Motive veranschaulichen die visuelle Entwicklung des Werkes vom ruhigen Grundzustand über lokale Verformung, Bewegung, akustische Anregung und Interferenz bis hin zu maximaler Resonanz und flüchtiger Sprachschrift.

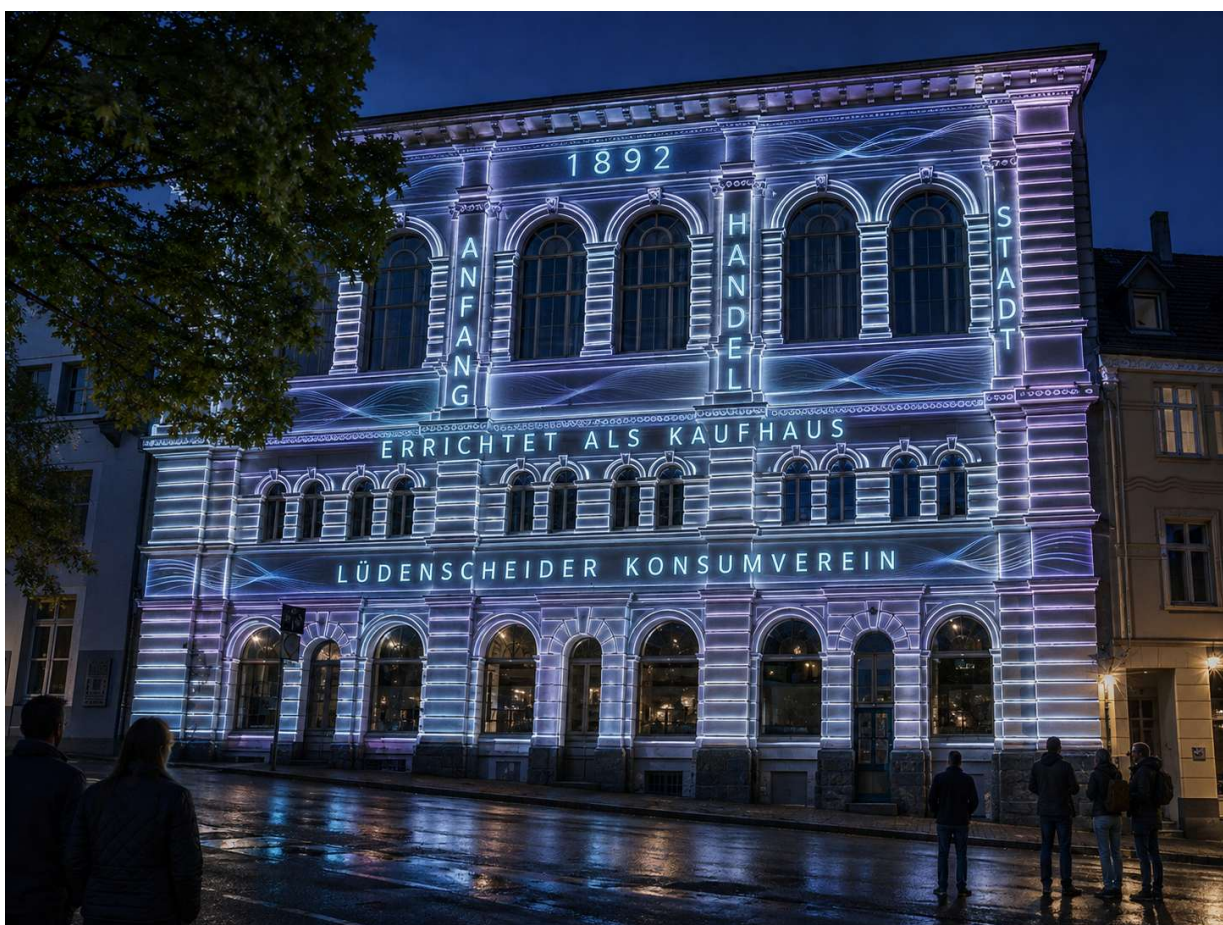
Die Darstellungen dienen der künstlerischen und räumlichen Veranschaulichung des Konzepts. Für die spätere Umsetzung werden Fassadengeometrie, Projektionsmapping und Bildgestaltung an das offizielle Fassadentemplate sowie an die tatsächliche Projektionssituation vor Ort angepasst.

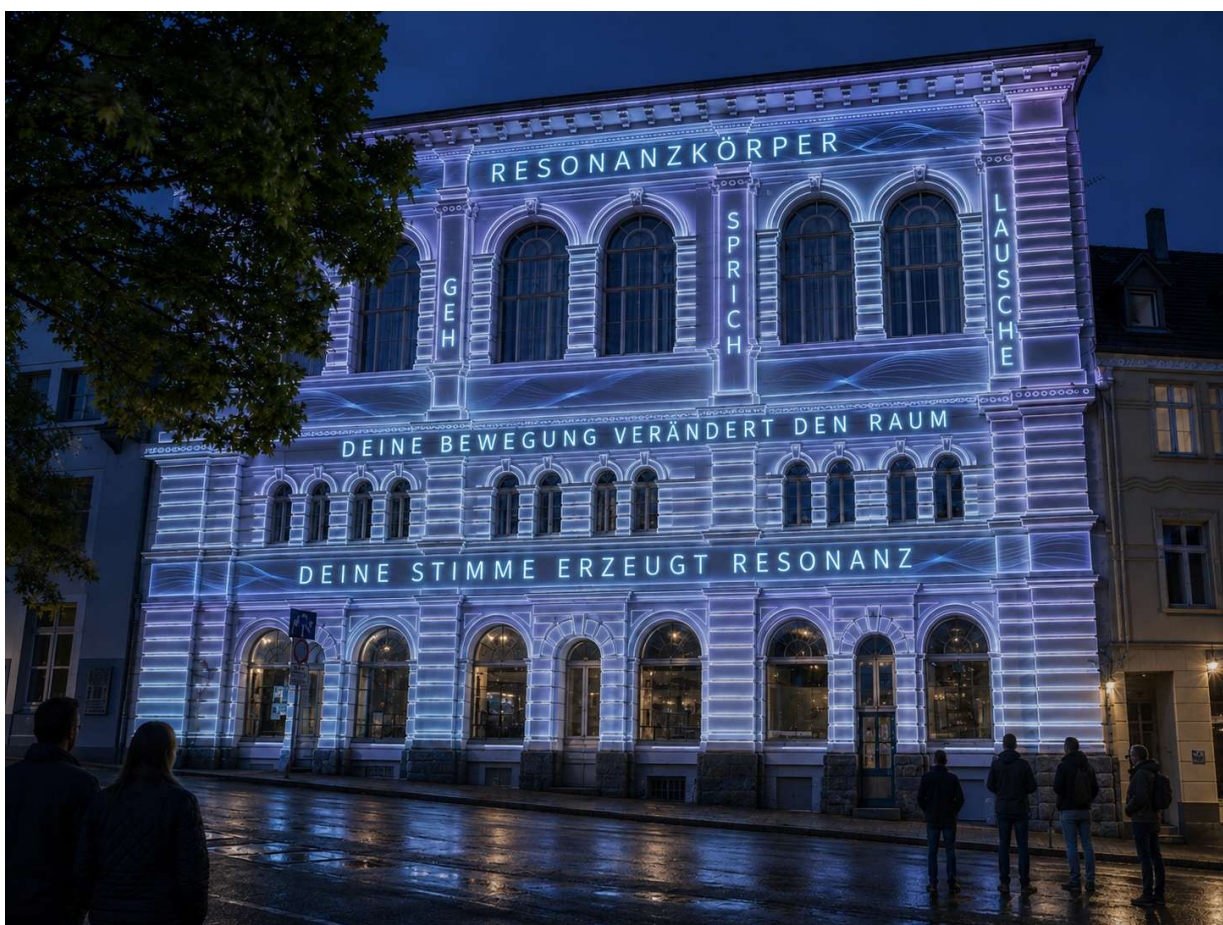
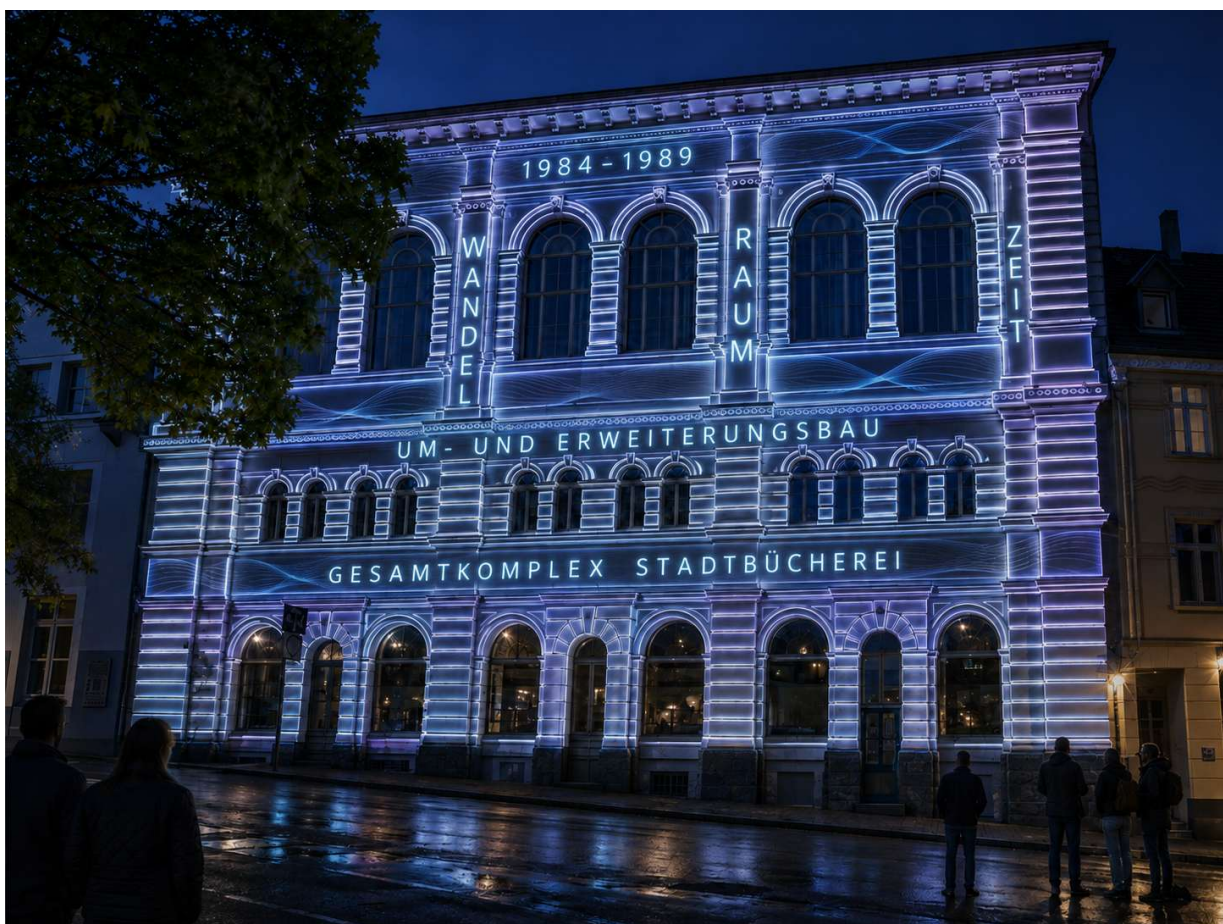
Die Bildfolge ist Bestandteil der konzeptionellen Darstellung und beschreibt keinen vorproduzierten Filmablauf. Die gezeigten Zustände entstehen im realen Betrieb dynamisch aus den jeweiligen Bewegungs- und Klangereignissen im Interaktionsraum.

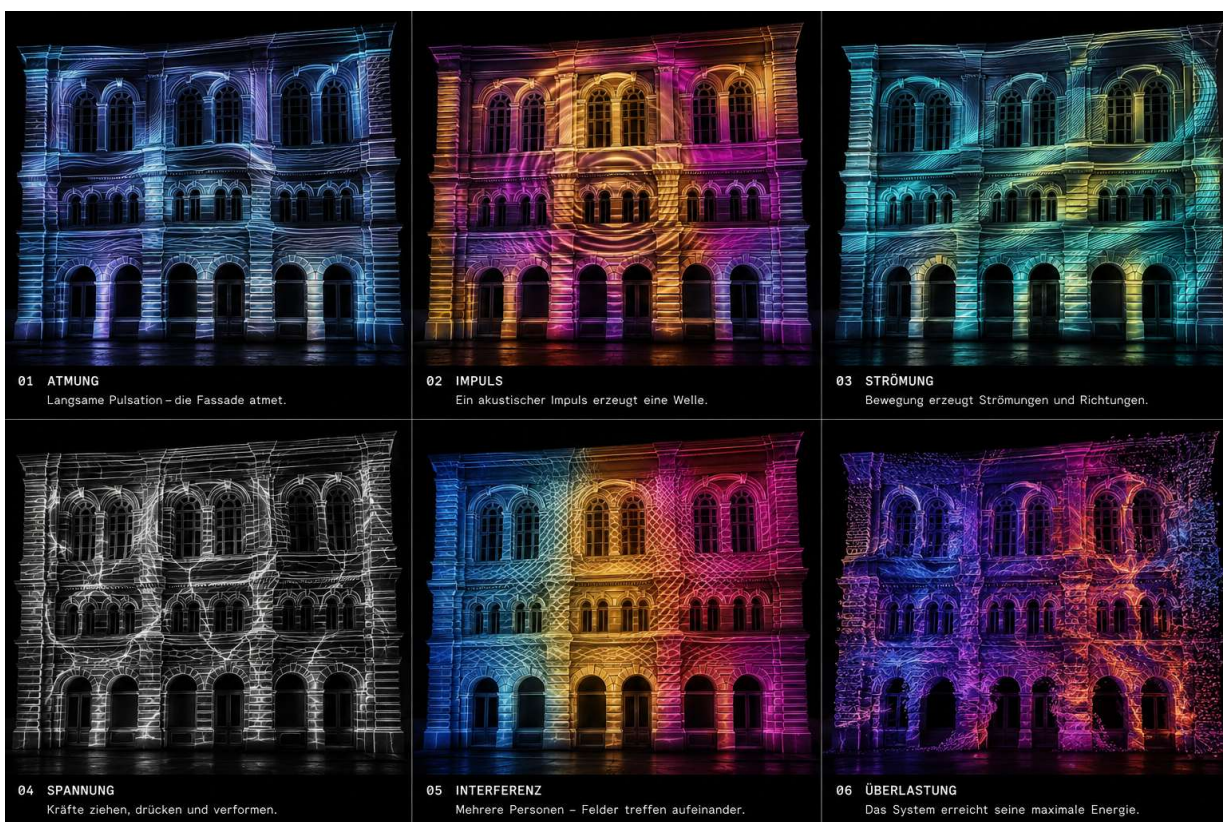














Anhang B – Technische Daten (Kurzüberblick)

Komponente	Kernmerkmale	Projekttrolle
Panasonic RZ31 (Open Call; PT-RZ31K nur Planungsreferenz)	Open Call: „Panasonic RZ31“ [1]; Herstellerdaten des PT-RZ31K nur als Planungsreferenz: 3-Chip DLP Laser, 1920 × 1200, 30.000 lm / 31.000 lm Center, Wechseloptiken [3]	Festivaltechnik; genaue Geräteausführung und Optik vor Produktion bestätigen
AXIS Q3548-LVE	3840 × 2160; bis 50/60 fps; 104°–48,9° horizontal; IP66/IP6K9K; IK10; PoE Class 4, max. 25,5 W [4]	2 Stück vorgesehen
Sennheiser MKH 416	kurzes Richtrohr; RF-Kondensatorprinzip; hohe Richtwirkung; P48; für Außenanwendungen geeignet [7]	2 Stück vorgesehen
TouchDesigner Commercial	Echtzeitgrafik, Audioverarbeitung, Netzwerkvideo, Projection Mapping; Commercial-Lizenz für vergütetes Projekt [8–11]	1 Lizenz vorgesehen
Audiointerface	2 Mikrofoneingänge, 48 V, ASIO, 24 Bit / 192 kHz bei Focusrite Scarlett 2i2 [15]	z. B. Focusrite Scarlett 2i2
PoE+-Switch	Gigabit, mindestens 4 PoE+-Ports; z. B. TP-Link TL-SG1005P, bis 65 W Gesamtbudget [16]	lokales Sensornetz
Echtzeit-PC	Windows, NVIDIA RTX-Klasse, 32 GB RAM, SSD, Gigabit-Ethernet	finale Dimensionierung nach Performance-Test
Lokale Spracherkennung (optional)	kurze Echtzeit-Transkription lokal im Rechner; z. B. whisper.cpp [24]	flüchtige Sprachschrift; kein Cloudzwang, kein Archiv

Anhang C – Produktionsrahmen und Abstimmungspunkte

1. Welche konkrete Geräteausführung ist mit „Panasonic RZ31“ im Open Call gemeint, welche Optik ist vorhanden und ist sie im Technikpaket enthalten?
2. Wo befinden sich Projektor, Technikplatz und vorhandenes Soundsystem genau?
3. Welche Montagepunkte können für Kameras und Mikrofone genutzt werden?
4. Welche Kabelwege sind zulässig, und welche Strecken müssen mit Glasfaser, SDI/Digital Link oder Netzwerk überbrückt werden?
5. Kann die Festivalproduktion Kameras, Mikrofone, Rechner, Switch, USV oder Wetterschutz aus Bestand bereitstellen?
6. Welche datenschutzrechtliche Verantwortlichkeit und Beschilderung ist für die Sensornutzung vorgesehen?
7. Welche Auf- und Abbauzeiten, Nachtwachen bzw. Sicherungsanforderungen gelten am Standort?

Nach Klärung dieser Punkte kann aus dem Referenzrahmen eine belastbare Produktionskalkulation mit Mietangeboten und realen Montagekosten erstellt werden.