

ÖMMES:ECHTZEIT

Künstlerisch-technische Konzept- und Machbarkeitsstudie
für die LICHTROUTEN 2027

Autor	Frank Wollenweber
Anschrift	Herzogstraße 11, 58511 Lüdenscheid
Telefon	02351.80729 +49 176 2329 4561
E-Mail	twerc@twerc.de
Projektort	Rathausbrunnen „Ömmes“, Rathausplatz Lüdenscheid
Thema	ECHTZEIT
Entstehungsjahr	2026/2027
Dokumentstand	09.08.2026

UNIVERSUM → WASSER → LEBEN → MENSCH → TECHNIK → UNIVERSUM → ...

Orts- und kontextspezifische interaktive Lichtinstallation

Kurzfassung

ÖMMES:ECHTZEIT verbindet den Rathausbrunnen „Ömmes“ mit einem Kreislauf aus Universum, Wasser, Leben, Mensch und Technik. Vier rotierende Gobo-Projektionen – Fische, Menschen, Datennetz und Universum – bespielen acht weiße Projektionsflächen über dem Brunnen. Die Bilder werden nicht als feste Show abgespielt: Bewegungssensoren erfassen die Annäherung der Besucher und schalten die zugeordneten Projektionen für ungefähr zwei Minuten ein. Das sichtbare Werk entsteht damit aus der tatsächlichen Anwesenheit von Menschen.

Wasser erhält innerhalb des Projektes eine doppelte Bedeutung. Es ist der reale Ausgangspunkt des Ortes und zugleich eine Grundbedingung des Lebens. Aus dem kosmischen Ursprung führt der gedankliche Weg über Wasser und Leben zum Menschen, von dort zur Technik und mit technischen Mitteln wieder zurück zum Universum. Der Brunnen wird nicht verdeckt, sondern als vorhandenes Objekt neu gelesen. Licht und Projektion geben seiner horizontalen Wasserfläche in der Wahrnehmung einen weiteren Freiheitsgrad.

Die technische Machbarkeit wurde maßstäblich in Blender untersucht. Die 3D-Simulation diente als virtuelles Versuchsfeld für Brunnengeometrie, Leinwände, Projektorstandorte, echte Spotlichtkegel, Gobo-Masken, Maskenabstände, Kalibrierung, Kamerafahrt, Sensorlogik und Rendering. Die vorliegende Studie dokumentiert sowohl die künstlerische Idee als auch den Entwicklungsprozess, die Probleme, die daraus abgeleiteten Lösungen, den technischen Endstand und eine unverbindliche Kostenplanung.

Inhaltsverzeichnis

- 1 Projektgegenstand und Bezug zu den LICHTROUTEN 2027
- 2 Künstlerisches Konzept
 - 2.1 Universum – Wasser – Leben – Mensch – Technik – Universum
 - 2.2 Wasser als Lebensgrundlage
 - 2.3 Vier Bilder eines Kreislaufs
 - 2.4 Der Ömmes als Objekt mit offener Zukunft
 - 2.5 Ein weiterer Freiheitsgrad
 - 2.6 Verstehen verändert
- 3 Interaktion und ECHTZEIT
- 4 Räumlicher Aufbau und Visualisierung
- 5 Entwicklung der realistischen Blender-Lichtsimation
- 6 Technischer Endstand
- 7 Material-, Bezugsquellen- und Kostenplanung
- 8 Einordnung in die Ausschreibung
- 9 Software, Versionen und Arbeitsweise
- 10 Fazit
- Quellen und Arbeitsgrundlagen
- Anhang A Technische Daten und offene Realisierungsparameter
- Anhang B Gobo-Masken G1–G4
- Anhang K1 Detaillierte Material- und Kostenübersicht

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1 Brunnenansicht – Wasser / Leben / Fischschwarm

Abbildung 2 Brunnenansicht – Mensch / soziale Bewegung

Abbildung 4 Brunnenansicht – Technik / Datennetz

Abbildung 3 Brunnenansicht – Universum / kosmische Herkunft

Abbildungen 5, 6, 8 und 7 Technische Gobo-Masken – Reihenfolge G1, G2, G4, G3

Tabelle 1 Brunnenmaße der parametrischen Rekonstruktion

Tabelle 2 Finaler Gobo-Endstand

Tabelle 3 Film- und Renderparameter

Tabelle 4 Kostenrahmen Kauf/Miete

Tabelle A1 Offene Realisierungsparameter

Tabelle K1 Detaillierte Material- und Kostenübersicht

1 Projektgegenstand und Bezug zu den LICHTROUTEN 2027

ÖMMES:ECHTZEIT ist als orts- und kontextspezifische interaktive Lichtinstallation für den Lüdenscheider Rathausplatz gedacht. Ausgangspunkt ist der Rathausbrunnen „Ömmes“. Seine Form, sein technischer Stillstand, die Wasserfläche und die Diskussion über seine Zukunft werden nicht als Hintergrund behandelt, sondern bilden einen wesentlichen Teil des Werkes.

Das Thema der LICHTROUTEN 2027 lautet ECHTZEIT. Die Ausschreibung fragt ausdrücklich nach Wechselwirkungen zwischen analoger und digitaler Realität, nach sensorischen Reaktionen und nach Installationen, in denen analoge und digitale Prozesse in Echtzeit gekoppelt werden. Genau an dieser Schnittstelle arbeitet ÖMMES:ECHTZEIT: Eine reale Bewegung im Stadtraum wird durch einen Sensor erfasst, digital ausgewertet und unmittelbar als physisches Licht in denselben Raum zurückgegeben.

Die Festivaledition ist für den 11. bis 20. März 2027 vorgesehen. Der vorliegende Entwurf ist ein eigenständiger, ortsspezifischer Vorschlag für den Ömmes. Er weicht damit bewusst vom im Media-Art-Open-Call benannten Standardort an der Rückfassade der Stadtbücherei und von der dort vorgesehenen Standardtechnik ab. Eine Realisierung setzt daher die Zustimmung und technische Abstimmung mit der künstlerischen Leitung und dem Veranstalter voraus.

2 Künstlerisches Konzept

2.1 Universum – Wasser – Leben – Mensch – Technik – Universum

Am Anfang steht das Universum. Aus Materie entstehen Sterne und Planeten. Unter geeigneten Bedingungen entsteht Wasser – und mit ihm eine der grundlegenden Voraussetzungen dafür, dass Leben entstehen und sich entwickeln kann. Leben entwickelt Wahrnehmung, Bewegung, Erinnerung und schließlich Bewusstsein. Der Mensch beginnt, seine Umwelt und sich selbst zu beobachten. Er versucht zu verstehen.

Aus diesem Versuch entstehen Werkzeuge, Wissenschaft und Technik. Mit ihnen richtet der Mensch seinen Blick wieder dorthin, wo der Kreislauf begann: auf das Universum. Er misst Entfernungen, die er selbst nicht zurücklegen kann, rekonstruiert Vorgänge aus Milliarden Jahren Vergangenheit, untersucht Materie und Zellen und sucht nach Wasser und nach Bedingungen, unter denen Leben möglich sein könnte.

Je mehr der Mensch über das Universum erfährt, desto mehr erfährt er über die Bedingungen des Lebens. Je mehr er über das Leben erfährt, desto mehr erfährt er über sich selbst. Und jedes neue Wissen verändert wiederum die Werkzeuge, mit denen er weiterfragt. Technik ist deshalb kein Endpunkt, sondern eine Schleife zurück zum Anfang.

UNIVERSUM → WASSER → LEBEN → MENSCH → TECHNIK → UNIVERSUM → ...

2.2 Wasser als Lebensgrundlage

Wasser ist im Konzept kein zusätzlicher Bildbaustein, sondern die reale Grundlage, auf der die vier Bildwelten stehen. Es liegt bereits im Brunnen und verbindet den Ort mit dem Motiv des Lebens. Der Fischschwarm steht deshalb nicht zufällig für „Leben“: Er verweist unmittelbar auf Wasser als Lebensraum, auf Bewegung, auf Schwarmverhalten und auf die lange biologische Geschichte, die dem Menschen vorausgeht.

Der gedankliche Kreislauf erhält dadurch eine konkrete räumliche Basis. Über der Wasserfläche erscheinen Universum, Leben, Mensch und Technik. Das Wasser nimmt ihre Farben auf und spiegelt sie zurück. Es verbindet die Motive, ohne selbst eine fünfte Projektion sein zu müssen.

2.3 Vier Bilder eines Kreislaufs

Leben – Fische / Gelb: Ein dichter Schwarm kleiner Fische steht für Entstehung, Vielfalt und Bewegung des Lebendigen. Kein einzelnes Tier bildet das Zentrum. Die Projektion erscheint als dynamisches Ganzes.

Mensch – Menschen / Magenta: Frauen, Männer und Kinder erscheinen als Vielzahl. Das Motiv stellt den Menschen als Individuum und zugleich als Teil einer Gemeinschaft dar.

Technik – Datennetz / Blauviolett: Leiterbahnen, Knoten und technische Strukturen stehen für die vom Menschen geschaffene digitale Sphäre, die seine Wahrnehmung erweitert und neue Erkenntnis ermöglicht.

Universum – Kosmos / Cyan: Sterne, Galaxien, Planeten und Bahnen verweisen auf Herkunft, Maßstab und das Unbekannte. Das Motiv richtet den Blick aus dem Brunnen heraus auf den größten Zusammenhang des Werkes.

2.4 Der Ömmes als Objekt mit offener Zukunft

Der Rathausbrunnen ist nicht nur Träger der Installation. Er ist selbst Ergebnis einer früheren Vorstellung davon, wie Wasser, Gestaltung, Technik und öffentlicher Raum miteinander verbunden werden können. Heute funktioniert der Brunnen nicht mehr in seiner ursprünglichen Form; zugleich wird seine Beseitigung beziehungsweise eine grundlegende Umgestaltung des Rathausplatzes diskutiert.

Was machen Menschen mit dem, was frühere Menschen geschaffen haben?

Wir entwickeln Dinge, weil sie für ihre Zeit eine Vorstellung von Zukunft verkörpern. Wir benutzen sie. Sie altern. Technik versagt oder Anforderungen verändern sich. Schließlich müssen wir neu entscheiden, ob wir reparieren, weiterentwickeln, umdeuten oder beseitigen. ÖMMES:ECHTZEIT beantwortet diese Frage nicht durch einen dauerhaften Umbau. Die Installation benutzt das Vorhandene und verschwindet nach dem Festival wieder.

2.5 Ein weiterer Freiheitsgrad

Der Begriff des Freiheitsgrades bezeichnet in der Physik die Zahl unabhängiger Möglichkeiten, mit denen sich Bewegung oder Zustand eines Systems beschreiben lassen. ÖMMES:ECHTZEIT übernimmt diesen Begriff ausdrücklich als künstlerische Metapher. Die Wasseroberfläche bleibt physisch horizontal gebunden, erhält in der Wahrnehmung jedoch eine zusätzliche vertikale Erscheinungsmöglichkeit.

Über dem Brunnen stehen die Projektionsbahnen als aufgerichtete Flächen. Licht und Spiegelung führen die horizontale Wasserfläche gedanklich nach oben weiter. Der Brunnen bekommt damit einen weiteren Freiheitsgrad: nicht im strengen mechanischen Sinn, sondern als ästhetische Erweiterung seiner räumlichen Lesbarkeit. Das Wasser bleibt liegen; sein Bild richtet sich auf.

Das Wasser spiegelt das Licht. Das Licht gibt dem Brunnen einen weiteren Freiheitsgrad.

2.6 Verstehen verändert

Hinter dem Kreislauf von Universum, Wasser, Leben, Mensch und Technik steht eine einfache menschliche Bewegung: Wir versuchen zu verstehen. Wir versuchen das Universum zu verstehen, um Herkunft und Maßstab zu begreifen. Wir versuchen das Leben zu verstehen, um unsere eigene Existenz zu begreifen. Wir versuchen den Menschen zu verstehen, um bewusster, verantwortlicher und menschlicher handeln zu können.

Technik entsteht aus diesen Fragen. Sie macht Vorgänge sichtbar, messbar und berechenbar, die unseren Sinnen verborgen bleiben. Neue Technik führt zu neuen Erkenntnissen über Universum und Leben; diese verändern wiederum unser Selbstbild und die nächsten technischen Möglichkeiten. Fortschritt erscheint deshalb nicht als Gerade, sondern als wiederkehrende Erkenntnisschleife.

3 Interaktion und ECHTZEIT

3.1 Bewegung erzeugt die Bilder

Der Kreislauf läuft nicht als vorproduzierter Film ab. Hinter beziehungsweise unmittelbar bei den vier an den Bäumen montierten Gobo-Einheiten wird jeweils ein Bewegungssensor angebracht. Jeder Sensor ist genau einem Projektionsbereich zugeordnet. Nähert sich ein Besucher diesem Bereich, reagiert der Sensor; das zugehörige Gobo wird eingeschaltet und bleibt in der realen Umsetzung ungefähr zwei Minuten aktiv. Anschließend schaltet es wieder ab, sofern keine neue Auslösung erfolgt.

Ein Besucher kann zunächst nur eine Projektion aktivieren. Bewegt er sich weiter um den Brunnen, können weitere Bilder hinzukommen. Mehrere Besucher können gleichzeitig verschiedene Bereiche auslösen. So entstehen immer neue Kombinationen aus Motiven, Farben, Bewegungen und beleuchteten Leinwandabschnitten.

Die Bewegung der Besucher erzeugt die Bilder.

3.2 ECHTZEIT als Beziehung

Echtzeit bezeichnet in dieser Arbeit nicht allein die Geschwindigkeit einer technischen Reaktion. Gemeint ist die Beziehung zwischen Ereignis und Veränderung: Ein Mensch bewegt sich. Ein Sensor registriert die Bewegung. Eine digitale Steuerung reagiert. Licht verändert den analogen Raum. Andere Menschen sehen diese Veränderung und bewegen sich wiederum darin.

*ANALOGUE BEWEGUNG → SENSOR → DIGITALE STEUERUNG → LICHT →
WAHRNEHMUNG → NEUE BEWEGUNG*

Die digitale Ebene bleibt weitgehend unsichtbar. Es gibt keinen Bildschirm und keine Bedienoberfläche. Das Digitale ersetzt die Wirklichkeit nicht, sondern greift für einen begrenzten Zeitraum in die physische Wirklichkeit ein. Die Nachlaufzeit von etwa zwei Minuten erzeugt ein kurzes Gedächtnis des Ortes: Ein später ankommender Besucher kann auf Licht treffen, das ein anderer zuvor ausgelöst hat. Persönliche Daten werden dabei nicht gespeichert.

4 Räumlicher Aufbau und Visualisierung

4.1 Brunnen und Ausgangsgeometrie

Die parametrische Rekonstruktion verwendet als gesicherte Hauptmaße 15,06 m Länge und 6,05 m Breite; die äußere Kante liegt im Modell bei 0,91 m Höhe. Die gegossene Schale ist keine klassische rechteckige Wanne mit hartem Innenrand, sondern eine flache, zusammenhängende Mulde. Ein Mittelständer gehört nicht zum vorhandenen Brunnen. Der für die Installation erforderliche zentrale Seiltragpunkt wird separat als temporäres Bauteil modelliert. 1 Blender-Einheit entspricht 1 m.

Parameter	Wert
Außenmaß	15,06 m × 6,05 m
Höhe äußere Kante	0,91 m
Dicke an den Ecken	0,27 m
Unterseite Mitte Längsseite	0,79 m
Unterseite Mitte Stirnseite	0,77 m
Sockeleinzug Stirnseiten	1,50 m
Sockeleinzug Längsseiten	0,81 m
Tiefster Punkt Modellschale	ca. 0,780 m
Wasserhöhe im Rekonstruktionsmodell	ca. 0,870 m

Tabelle 1: Wesentliche Maße der parametrischen Brunnenrekonstruktion.

4.2 Leinwände, Seile, zentraler Seiltragpunkt und Bäume

Über dem Brunnen werden acht weiße Projektionsflächen angeordnet: vier längere und vier kürzere Segmente. Ihre Oberkanten folgen Drahtseilen, die von einem temporären zentralen Seiltragpunkt beziehungsweise Mast in vier Richtungen geführt werden. Dieser Tragpunkt gehört nicht zum Brunnen; er wird für das Festival separat errichtet, statisch geprüft und anschließend wieder entfernt. Die Bäume übernehmen als Projektorstandorte eine technische Funktion.

4.3 Vier Projektorstandorte

Die finalen Projektoren stehen in der Reihenfolge G1 an Baum 07 / Nordost, G2 an Baum 10 / Nordwest, G4 an Baum 06 / Südwest und G3 an Baum 02 / Südost. Damit gilt für technische Beschreibung und Bildfolge $G1 \rightarrow G2 \rightarrow G4 \rightarrow G3$. Jeder Projektor erfasst gemeinsam eine lange und eine kurze Leinwand; die Projektion „greift“ dadurch um eine Ecke der Raumfigur.

4.4 Platzhalteransichten des räumlichen Zusammenhangs

Die vier Platzhalter zeigen denselben Brunnenaufbau mit unterschiedlichen inhaltlichen Schwerpunkten. Im Seitengefüge stehen sie in der logischen Gobo-Reihenfolge G1, G2, G4, G3; die im Entwicklungsprozess entstandenen Abbildungsnummern bleiben unverändert. Der sichtbare zentrale Pfosten ist der temporäre Seiltragpunkt der Installation und kein vorhandener Bestandteil des Brunnens.

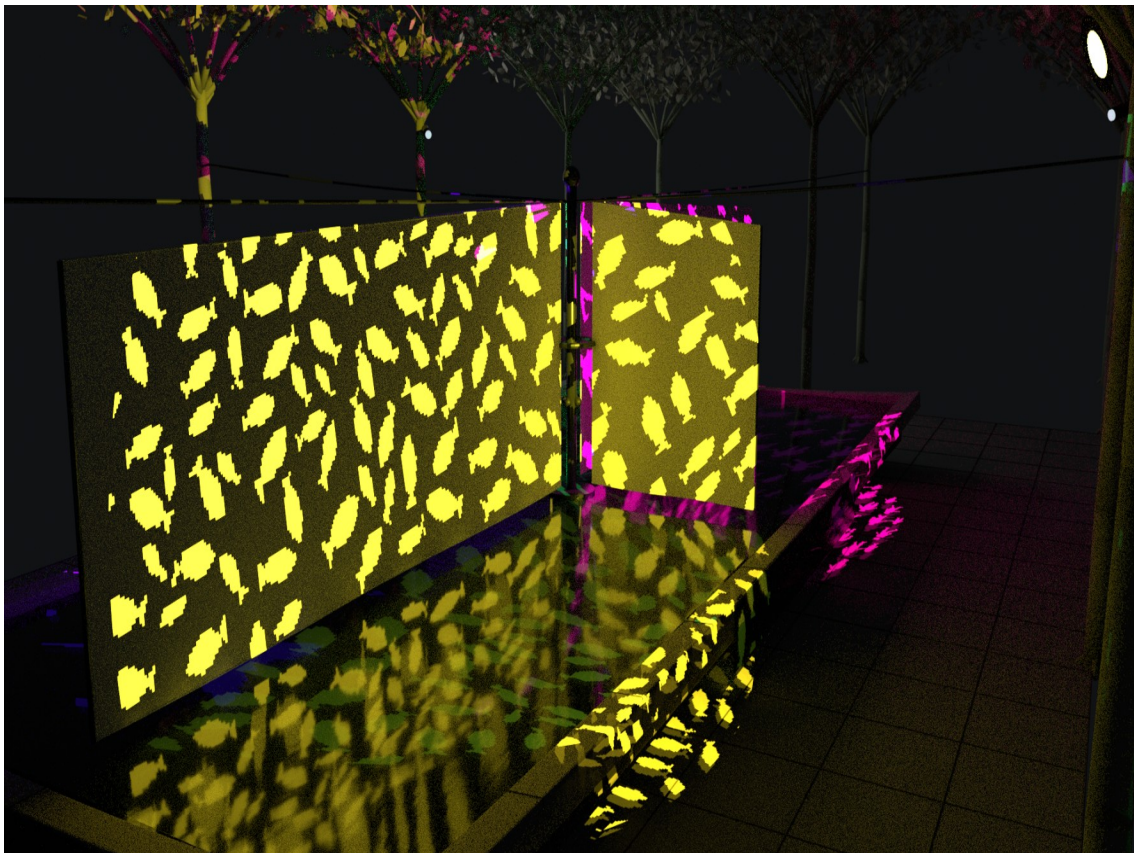


Abbildung 1: Brunnensicht mit Schwerpunkt Wasser, Leben und Fischschwarm.

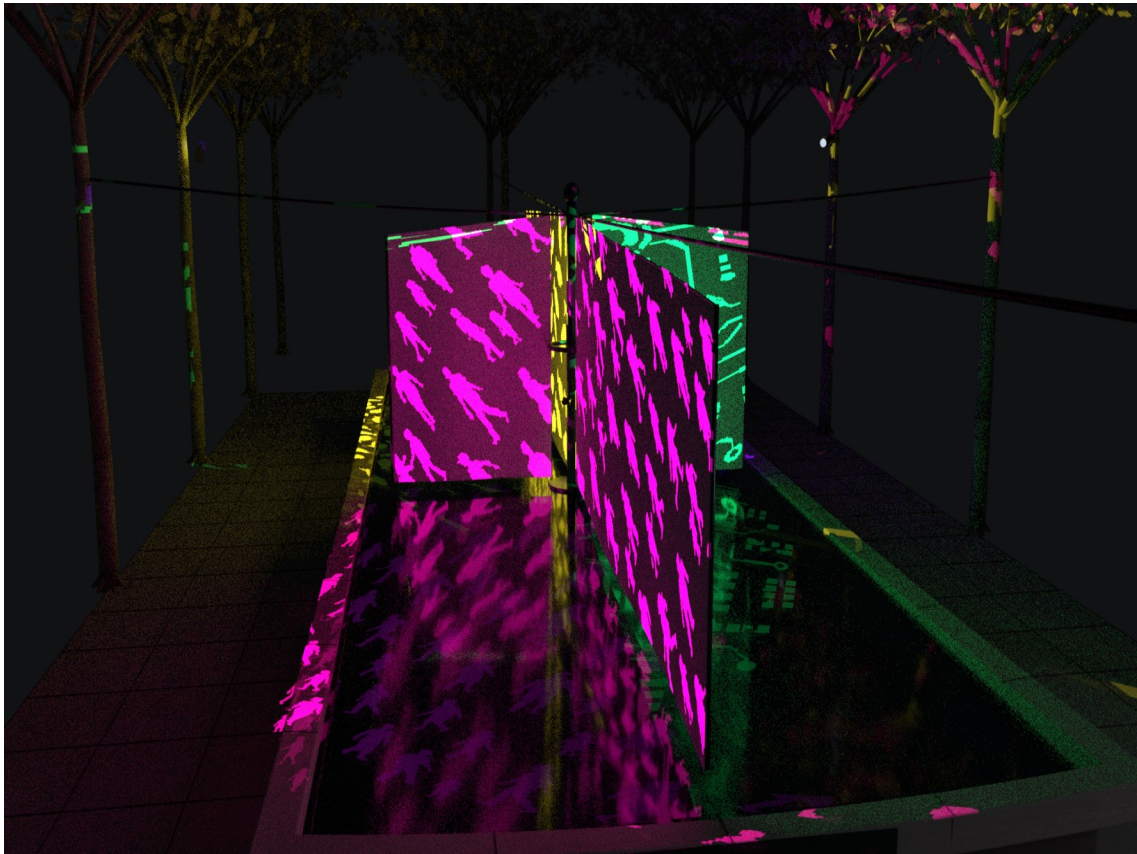


Abbildung 2: Brunnenansicht mit Schwerpunkt Mensch und soziale Bewegung.

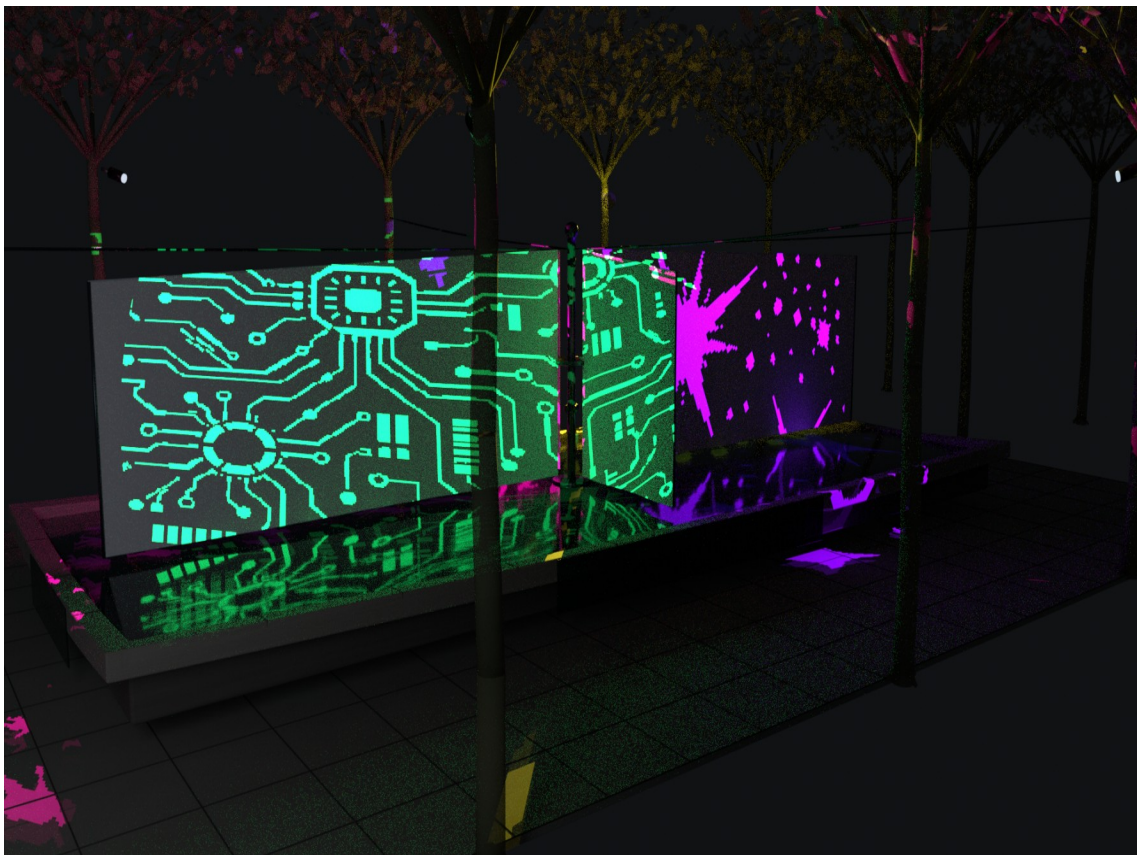


Abbildung 4: Brunnenansicht mit Schwerpunkt Technik, Datennetz und digitale Sphäre.

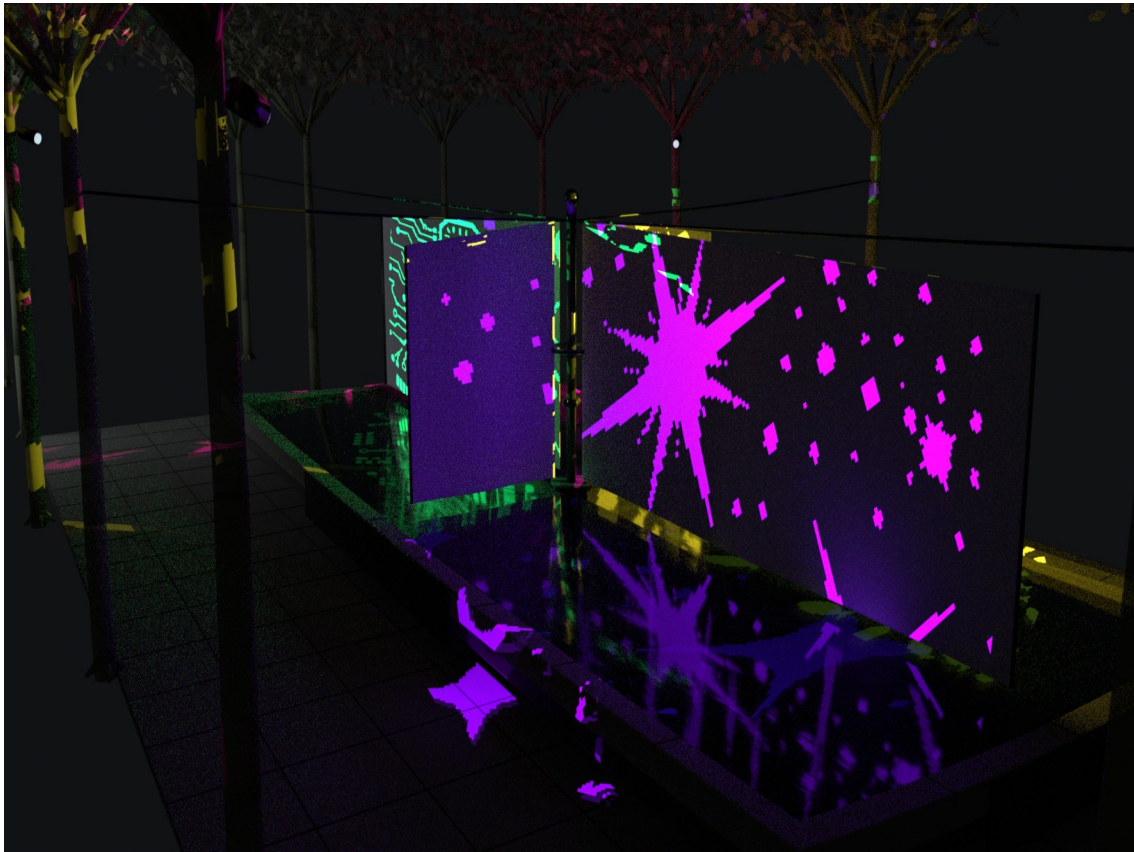


Abbildung 3: Brunnenansicht mit Schwerpunkt Universum und kosmische Herkunft.

5 Entwicklung der realistischen Blender-Lichtsimation

5.1 Blender: Werkzeug, Version und Aufgabe im Projekt

Blender ist eine freie und quelloffene 3D-Software zur Modellierung, Animation, Lichtberechnung, Simulation und zum Rendering. Im Projekt wurde Blender 5.2.0 LTS unter Windows eingesetzt. Ein protokollierter Programmabsturz weist den Build 5.2.0.0 mit Commit-Datum 13.07.2026 und Hash fbe6228777e7 aus. Die Blender Foundation veröffentlichte Blender 5.2 LTS am 14.07.2026.

Blender diente hier nicht nur als Illustrationsprogramm. Die Szene wurde schrittweise zu einem virtuellen technischen Prototypen: Abstände, Projektorpositionen, Leinwandgeometrien, Lichtkegel, Masken und Kamerafahrt wurden räumlich konstruiert und wiederholt überprüft. Viele gestalterische Entscheidungen entstanden erst aus Problemen, die in der Simulation sichtbar wurden.

5.2 Zielsetzung und methodisches Vorgehen

Ziel war es, den tatsächlichen Brunnenraum mit seinen Abmessungen, Bäumen, Leinwänden, Projektionswinkeln und Lichtquellen so weit wie möglich dreidimensional nachzubilden. Die Simulation sollte mehr leisten als eine schöne Vorschau. Sie sollte beantworten, von welchen Positionen aus die Flächen beleuchtet werden können, wie weit Lichtkegel geöffnet werden müssen, wie Gobo-Motive unter schrägem Einfall reagieren und wie eine rundum wahrnehmbare Installation konstruktiv funktionieren kann.

- mögliche Projektorstandorte und reale Strahlrichtungen
- Öffnungswinkel und Größe der Lichtkegel
- Abdeckung einer langen und einer kurzen Leinwand pro Gobo
- Auswirkung schräger Projektion auf die Gobo-Motive
- Größe, Position und Rotation der Maskenscheiben
- Leinwandmaterial, Streulicht und gegenseitige Überlagerung
- Kamera, Filmablauf, Sensorlogik und Renderaufwand

5.3 Rekonstruktion des Ortes

Ausgangspunkt war eine dreidimensionale Rekonstruktion des Ömmes. Frühere Modellansätze behandelten den Brunnen zu stark als klassische Wanne. Fotovergleich und Maßangaben führten zu einer Korrektur: Entscheidend ist die gegossene, flach gemuldete Betonschale ohne harten aufgesetzten Innenrand. Die Wasserfläche wurde ebenfalls modelliert und mit feinen Wellen versehen.

Zur Szene gehören der Brunnenkörper, die Wasserfläche und die umgebenden Bäume sowie die für die Installation ergänzten Bauteile: ein temporärer zentraler Seiltragpunkt beziehungsweise Mast, Drahtseile, acht Projektionsbahnen und die später an vier Bäumen montierten Gobo-Lichtquellen. Der zentrale Mast ist kein Bestandteil des Brunnens, sondern ein separates Installationsobjekt. Die Modellierung blieb maßstäblich: 1 Blender-Einheit entspricht 1 Meter.

5.4 Erste Idee: Licht aus dem Zentrum

Eine frühe Lösung konzentrierte die Lichttechnik an dem für die Seilführung vorgesehenen temporären Zentralmast. Mehrere Gobo-Leuchten sollten von dort nach außen auf die Flächen projizieren. Der Ansatz war konzeptionell reizvoll, erwies sich geometrisch jedoch als ungünstig. Die Projektoren standen sehr nahe an den Leinwänden und trafen sie teilweise unter extrem flachen Winkeln. Muster wurden stark verzerrt, Bildgrößen änderten sich innerhalb derselben Fläche und die nutzbare Projektionsfläche blieb zu klein.

Aus diesem Problem entstand der entscheidende Wechsel des Beleuchtungskonzepts: Die Lichtquellen wurden aus dem Zentrum nach außen an die Bäume verlagert und strahlen seitdem in den Brunnen hinein.

5.5 Verlagerung der Gobos an die Bäume

Als Projektorstandorte wurden in der logischen Reihenfolge G1 Baum 07 / Nordost, G2 Baum 10 / Nordwest, G4 Baum 06 / Südwest und G3 Baum 02 / Südost gewählt. Die Geräte sitzen unterhalb des Kronenbeginns. Die größeren Projektionsdistanzen erlauben es den Lichtkegeln, sich ausreichend zu öffnen. Zugleich bleibt das Zentrum der Installation von Lichttechnik weitgehend frei; dort steht lediglich der temporäre Seiltragpunkt für die Projektionsbahnen.

Die Projektionen sind grundsätzlich auf den geometrischen Mittelpunkt der Leinwandstruktur und damit auf den Bereich des temporären Seiltragpunkts ausgerichtet. Die vier Positionen

werden jedoch nicht durch eine einfache identische 90-Grad-Drehung voneinander abgeleitet, sondern jeweils einzeln kalibriert.

5.6 Die besondere Geometrie der Leinwände

Die acht Projektionsflächen stehen in unterschiedlichen Richtungen zueinander. Ein Gobo soll nicht nur eine ihm frontal gegenüberliegende Fläche treffen, sondern jeweils eine lange und eine kurze Leinwand gleichzeitig. Die Projektion muss deshalb räumlich „um die Ecke“ funktionieren. Genau dieser Punkt machte die Kalibrierung anspruchsvoll.

Eine einfache symmetrische Übertragung der Werte von einem Projektor auf alle anderen erwies sich als unzureichend. Abweichungen in Position und Orientierung wirken sich auf größere Entfernung deutlich aus. Der Aufbau wurde daher Seite für Seite angepasst.

5.7 Kalibrierung der Projektionsrichtungen

Für die Kalibrierung wurden zunächst einfache Kreise statt komplexer Motive verwendet. Damit ließ sich unmittelbar prüfen, wo die optische Mitte liegt, welche Teile der beiden Zielwände erreicht werden und ob der Öffnungswinkel ausreicht. Bereits geringe Richtungsabweichungen verschoben die Projektion sichtbar.

Für die geometrische Berechnung wurde unter anderem mit einer horizontalen Bezugsebene bei $z = 2,18$ m gearbeitet. Äußere Bezugspunkte lagen im Modell bei ungefähr 2,410 m in den kurzen und 6,915 m in den langen Richtungen vom Zentrum. Diese Werte dienten zur Rückrechnung der Strahlachsen und Lichtkegel.

5.8 Lichtkegel statt aufgesetzter Bilder

Ein wesentliches Qualitätskriterium war, dass die sichtbaren Motive nicht einfach als animierte Texturen auf die Leinwand gelegt werden. In Blender wurden reale Spotlichtquellen verwendet; davor befinden sich geometrische Masken. Das Licht wird von der Maske tatsächlich ausgeschnitten und trifft erst danach auf die Leinwand.

Damit hängen Form und Position des sichtbaren Bildes unmittelbar von Projektorposition, Projektorrichtung, Öffnungswinkel, Abstand, Maskengeometrie, Maskenrotation und Leinwandposition ab. Probleme, die bei einer grafisch aufgesetzten Projektion unsichtbar geblieben wären, wurden so schon im Modell erkennbar.

5.9 Entwicklung und Probleme der Gobo-Schablonen

Die Schablonen wurden mehrfach neu konstruiert. Frühe Muster waren zu kleinmaschig, zu gleichförmig, zu abstrakt oder aus größerer Entfernung kaum lesbar. Bei anderen Versuchen blockierte die schwarze Fläche das Licht nicht zuverlässig; sichtbar blieb dann nur die Lichtfarbe, während das Motiv verschwand. Auch zu kleine Maskenscheiben führten zu seitlich vorbeistrahlem Licht.

Die Maskentechnik wurde deshalb so verändert, dass der relevante Lichtkegel vollständig kontrolliert wird. Die finalen Masken liegen auf der jeweiligen optischen Achse und wurden ohne Skalierungsverzerrung (1 : 1 : 1) eingesetzt.

5.10 Entwicklung der vier finalen Motive

Aus den vielen Versuchen wurden vier Motive herausgearbeitet, die auf große Entfernung funktionieren und zugleich unterschiedliche Bildsprachen besitzen. Der Fischschwarm wurde dichter und kleinteiliger, ohne seine Lesbarkeit zu verlieren. Das Menschenmotiv zeigt Frauen, Männer und Kinder in unterschiedlichen Orientierungen. Das Datennetz arbeitet mit technischen Leiterbahn- und Knotenstrukturen. Das Universum verbindet Galaxien, Sterne, Planeten und Bahnen. Damit folgt auch die technische Beschreibung der Reihenfolge G1 Fische, G2 Menschen, G4 Datennetz, G3 Universum.

Die finalen Farben lauten in dieser Reihenfolge: Fische Gelb, Menschen Magenta, Datennetz Blauviolett und Universum Cyan. Ältere Farbstände im Entwicklungsprozess sind damit überholt.

5.11 Leinwandmaterial

Halbtransparente Leinwände führten in frühen Versuchen zu schwer kontrollierbaren Durchscheineffekten und doppelten Projektionen. Für den finalen Simulationsstand wurden deshalb weiße, weitgehend undurchsichtige Projektionsflächen verwendet. Sie reagieren auf das auftreffende Licht, halten die Muster aber räumlich dort, wo sie gedacht sind.

5.12 Streulicht und Abschirmungen

Da reale Spotlichter verwendet werden, endet der Lichtkegel nicht automatisch an der Leinwand. Unerwünschtes Licht außerhalb der Projektionsflächen wurde durch schwarze Tuben beziehungsweise Abschirmungen an den Gobo-Leuchten reduziert. Die Simulation zeigt damit auch, dass bei einer realen Ausführung mechanische Lichtbegrenzung erforderlich sein wird.

5.13 Nebel: erprobte und verworfene Lösung

Zeitweise wurde atmosphärischer Nebel eingesetzt, um die Lichtwege zwischen den Bäumen und den Leinwänden sichtbar zu machen. Dieser Effekt half bei der räumlichen Analyse, erwies sich für die endgültige Wirkung jedoch als zu dominant. Im finalen Präsentationsstand ist der Nebel abgeschaltet. Sichtbar bleiben die beleuchteten Flächen, die Motive, die Farben und ihre Reflexion im Wasser.

5.14 Bewegung der Masken

Die Gobo-Muster sind nicht statisch. Die Scheiben rotieren und erzeugen dadurch Bildbewegung. Frühere Versuche mit vielen wechselnden Mustern, Zufallslogiken und stark synchronisierten Abläufen erhöhten die Komplexität, ohne die Wirkung verlässlich zu verbessern. Der Aufbau wurde deshalb auf je ein charakteristisches Motiv pro Projektor reduziert.

Die dokumentierten Filmrotationen liegen bei 0,50 Umdrehungen pro 60 Sekunden für G1 Fische und G2 Menschen, 0,85 Umdrehungen für G4 Datennetz und 0,70 Umdrehungen für G3 Universum. Die Drehrichtung ist jeweils im Uhrzeigersinn. Beim Universums-Gobo bleibt eine leichte taumelnde beziehungsweise „eiernde“ Bewegung bewusst erhalten; eine weitere Zentrierung wurde nicht mehr vorgenommen.

5.15 Sensorsteuerung in der Simulation

Die reale Installation soll pro Gobo eine eigene Bewegungszone erhalten. Für die Filmsimulation wurde dieses Prinzip in Blender nachgebildet: Die Kamera übernimmt die Rolle eines Besuchers. Ein temporärer `frame_change_pre`-Handler setzt die Energie der Spotlichtquellen abhängig vom Bildframe. Ein ausgelöstes Gobo bleibt im Film anschließend eingeschaltet; damit lässt sich das Prinzip der Annäherung sichtbar machen, obwohl die reale Nachlaufzeit von etwa zwei Minuten länger ist als der Präsentationsfilm.

5.16 Präsentationsfilm und Kamerakonzept

Der aktuelle Filmskriptstand erzeugt einen 60 Sekunden langen Film mit 1.800 Frames bei 30 Bildern pro Sekunde in 1920×1080 Pixeln. Die Kamerafahrt folgt einer elliptischen Bahn. Sie beginnt bei einer niedrigen Perspektive von etwa 1,10 m, steigt im Verlauf auf ungefähr 3,40 m und endet mit einer zurückgezogenen Vogelperspektive bei etwa 6,10 m. Dadurch bleibt zunächst die Wahrnehmung in Besuchernähe erhalten, während der Schluss die Gesamtinstallation zeigt.

Die Brennweite der Filmkamera ist mit 52 mm festgelegt. Die Sensorzustände werden in die Kameradramaturgie eingebunden, sodass die vier Gobos in der festgelegten Reihenfolge $G1 \rightarrow G2 \rightarrow G4 \rightarrow G3$ nacheinander aktiviert werden.

5.17 Rendering, Rechenzeit und technische Probleme

Die Entwicklung war auch ein Belastungstest für die Rendertechnik. Zu den Problemen gehörten hohe Rechenzeiten, nicht reagierende Renderläufe und Abstürze in einzelnen EEVEE-/AMD-Treiber-Konstellationen. Ein Crashprotokoll dokumentiert Blender 5.2.0 und einen Zugriffsfehler im EEVEE-Lichtmodul. Daraufhin wurden Renderer und Renderparameter gezielt verglichen.

Für den aktuellen Filmstand wird Cycles auf der CPU verwendet. Nach einem Render-Speed-Vergleich wurde ein schnelleres Preset mit 16 maximalen Samples, adaptiver Schwelle 0,06 und Denoising gewählt. Ein Testframe wurde damit in rund 12,74 Sekunden berechnet. Die Einzelbilder werden als JPEG mit Qualitätsstufe 95 ausgegeben und anschließend mit `ffmpeg` in eine H.264-MP4-Datei kodiert.

5.18 Die Simulation als technischer Belastungstest

Während der Entwicklung traten unter anderem falsch ausgerichtete Projektoren, zu kleine Lichtkegel, unzureichende Leinwandabdeckung, Masken außerhalb der optischen Achse, durchscheinende Leinwände, Streulicht, falsch skalierte Motive, zu geringe Kontraste, zu starke Synchronität und lange Renderzeiten auf. Diese Fehler waren kein Nebenprodukt, sondern ein wesentlicher Teil des Entwicklungsprozesses.

Die Simulation diene daher nicht dazu, eine bereits feststehende Installation möglichst attraktiv zu illustrieren. Die Installation wurde innerhalb der Simulation entwickelt. Idee, Konstruktion und visuelles Ergebnis beeinflussten sich gegenseitig. Aus einer zunächst zentral gedachten Projektion wurde eine von außen in den Brunnen wirkende Lichtinstallation; aus freien

Bildideen wurden Motive, die den realen Bedingungen einer Gobo-Projektion standhalten müssen.

5.19 Ergebnis der Blender-Entwicklung

Der aktuelle Stand zeigt, dass vier voneinander unabhängige Gobo-Projektoren von den umstehenden Bäumen aus unterschiedliche bewegte Lichtmotive auf acht Leinwandsegmente werfen können. Jede Projektion erfasst zwei zueinander stehende Flächen. Die Motive bewegen sich unabhängig und können sich zeitweise überlagern. Die Blender-Simulation bildet damit die technische Grundlage für die weitere Planung und zeigt nicht nur, wie die Installation aussehen könnte, sondern auch, wie sie räumlich aufgebaut und betrieben werden kann.

6 Technischer Endstand

6.1 Gobo-Zuordnung, Maße und Farben

Gobo	Standort	Motiv	Farbe / Blender-RGB	Scheibe	Spot-Maske	Zielbereiche	Rotation / 60 s
G1	Baum 07 / NE	Fische	Gelb 1,00 / 0,78 / 0,02	Ø 301,5 mm	140 mm	Nord + Ost	0,50 U
G2	Baum 10 / NW	Menschen	Magenta 1,00 / 0,00 / 0,45	Ø 348,0 mm	215 mm	Nord + West	0,50 U
G4	Baum 06 / SW	Datennetz	Blauviolett 0,22 / 0,00 / 1,00	Ø 350,5 mm	215 mm	Süd + West	0,85 U
G3	Baum 02 / SE	Universum	Cyan 0,00 / 0,85 / 1,00	Ø 270,5 mm	80 mm	Süd + Ost	0,70 U

Tabelle 2: Finaler Gobo-Endstand der Blender-Simulation.

Die Blender-Lichtenergie von 9.000 pro Spot ist ein Simulationswert und darf nicht als reale elektrische Leistungsangabe verstanden werden. Für die spätere Ausführung sind Lichtleistung, Optik, Goboformat und Schutzart anhand der tatsächlich gewählten Geräte neu festzulegen.

6.2 Film- und Renderparameter

Parameter	Wert
Blender	5.2.0 LTS / Windows
Renderengine	Cycles, CPU
Film	60 Sekunden / 1.800 Frames / 30 fps
Auflösung	1920 × 1080
Samples	max. 16
Adaptive Schwelle	0,06
Denoising	aktiv
Zwischenformat	JPEG, Qualität 95
Endformat	H.264 / MP4 via ffmpeg
Nebel	deaktiviert
Sensorprinzip Film	Gobos nacheinander EIN, danach im Film anbleibend

Tabelle 3: Finaler Film- und Renderstand.

7 Material-, Bezugsquellen- und Kostenplanung

Die Kostenplanung ist ausdrücklich unverbindlich. Sie dient der Plausibilisierung und ersetzt weder Angebote noch Ausschreibung, technische Ausführungsplanung oder Genehmigung. Für den Mietvergleich wurde mit zwölf Kalendertagen gerechnet: ein Tag Aufbau, zehn Betriebstage und ein Tag Abbau. Der notwendige temporäre zentrale Seiltragpunkt beziehungsweise Mast ist als eigenes Installationsbauteil in der Kalkulation enthalten; er ist kein Bestandteil des Brunnens.

Kostenblock	Variante A – Projektoren kaufen	Variante B – Projektoren mieten
Material und Technik	6.560 EUR	8.016 EUR
Transport / Logistik	500 EUR	500 EUR
Auf- und Abbau / technische Einrichtung	2.880 EUR	2.880 EUR
Elektroprüfung / Inbetriebnahme	350 EUR	350 EUR
Sicherheits-, Statik- und Baumschutzprüfung	800 EUR	800 EUR
Zwischensumme	11.090 EUR	12.546 EUR
Planungsreserve 15 %	1.664 EUR	1.882 EUR
Gesamtschätzung	12.754 EUR	14.428 EUR

Tabelle 4: Vorläufiger Kostenrahmen – Kauf- und Mietvariante.

Empfohlener Kostenrahmen für die Konzeptplanung: ca. 13.000–15.000 EUR.

Die vollständige Materialliste mit Mengen, mindestens drei beispielhaften Bezugsquellen, Mietansätzen, Kauf-/Planwerten und Einzelbudgets ist in Anhang K1 wiedergegeben. Besonders offen bleiben die endgültige Wahl des Projektionsmaterials, die realen Projektoren, die baumschonende Befestigung sowie Konstruktion, Verankerung und statische Auslegung des temporären zentralen Seiltragpunkts. Für diesen Tragpunkt sind rund 1.200 EUR als fester Planansatz innerhalb von „Material und Technik“ berücksichtigt. Die Gesamtsummen bleiben gegenüber dem bisherigen Rechenstand unverändert, weil dieser Betrag bereits in der Materialsomme enthalten war.

8 Einordnung in die Ausschreibung

Inhaltlich entspricht ÖMMES:ECHTZEIT dem Leitmotiv der Ausschreibung besonders in der Kopplung analoger und digitaler Vorgänge. Die Arbeit reagiert sensorisch auf reale Bewegung, verarbeitet das Ereignis digital und gibt es als veränderte Lichtsituation in den physischen Raum zurück. Gleichzeitig bleibt das Werk als Projektion im öffentlichen Raum lesbar.

Die Ausschreibung benennt für den Media-Art-Open-Call einen konkreten Standort an der Rückfassade der Stadtbücherei und eine bereitgestellte Projektions- und Soundtechnik. ÖMMES:ECHTZEIT ist dagegen ausdrücklich für den Rathausbrunnen entwickelt und benötigt

vier wetterfeste Gobo-Projektoren sowie eine eigene Sensorsteuerung. Das Projekt sollte daher als orts- und kontextspezifischer Alternativvorschlag verstanden werden und bedarf einer gesonderten technischen und kuratorischen Abstimmung.

Die im Open Call genannte Vergütung für eine orts- oder kontextspezifische Arbeit beträgt 4.000 EUR. Diese Honorierung ist von den hier geschätzten Produktions- und Technikaufwendungen zu unterscheiden. Vor einer Realisierung muss deshalb geklärt werden, welche Produktionskosten durch Veranstalter, Förderung, Sponsoring oder weitere Mittel getragen werden können.

9 Software, Versionen und Arbeitsweise

Werkzeug / Version	Verwendung im Projekt
Blender 5.2.0 LTS Build 5.2.0.0; Commit 13.07.2026; Hash fbe6228777e7	3D-Rekonstruktion, Lichtsimulation, Gobo-Geometrie, Animation, Kamera, Rendering, Python-Skripte. Blender ist eine freie und quelloffene 3D-Creation-Suite.
Blender Python API (bpy)	Automatisierung von Rekonstruktion, Projektorpositionen, Masken, Sensorlogik, Kamerafahrt und Renderabläufen.
Cycles	Physikalisch orientierte Renderengine für den finalen Filmstand; CPU-Rendering mit adaptivem Sampling und Denoising.
ffmpeg Version in den Projektunterlagen nicht protokolliert	Zusammenführen der JPEG-Bildsequenz zu H.264 / MP4.
ChatGPT (OpenAI) aktuelle Bearbeitung: GPT-5.6 Sol	Dialogische Unterstützung bei Konzeptstruktur, Textredaktion, technischen Überlegungen und der Entwicklung von Blender-Python-Skripten. Die Ausführung und visuelle Kontrolle der Blender-Szene erfolgten durch Frank Wollenweber. Frühere konkrete Modellkennungen sind in den vorliegenden Projektdateien nicht verlässlich protokolliert.

Tabelle 5: Software- und Assistenzwerkzeuge.

10 Fazit

ÖMMES:ECHTZEIT verbindet eine ortsspezifische Fragestellung mit einem allgemeinen Kreislauf des Verstehens. Universum, Wasser, Leben, Mensch und Technik sind nicht als abgeschlossene Stationen gedacht, sondern als wiederkehrende Beziehung. Der Brunnen liefert dafür nicht nur den Ort, sondern mit seinem Wasser die reale Grundlage des Lebensmotivs und mit seiner offenen Zukunft eine zweite, lokale Zeitebene.

Die Bewegung der Besucher macht aus dem Kreislauf ein gegenwärtiges Ereignis. Ohne Anwesenheit bleibt die Installation Möglichkeit. Mit Bewegung entstehen Bilder, die sich überlagern, kurz fortbestehen und wieder verschwinden. Das Digitale bleibt im Hintergrund; sichtbar wird die Veränderung des analogen Raums.

Die Blender-Simulation hat die Idee zugleich technisch geschärft. Die Entwicklung von der zentralen Projektion zu vier außenliegenden Gobos, die individuelle Kalibrierung, die Maskenentwicklung, die Materialentscheidungen, die Sensorlogik und die Renderoptimierung sind Bestandteil des Konzeptes. Damit liegt nicht nur eine Bildidee, sondern ein technisch untersuchter Projektvorschlag vor.

Quellen und Arbeitsgrundlagen

- LICHTROUTEN: OPEN CALL Media Art – Thema REAL TIME / ECHTZEIT, Festivalzeitraum 11.–20.03.2027, Ausschreibungsbedingungen. Online: lichtrouten.de/open-call-media-art/ (Abruf 09.08.2026).
- Blender Foundation: Blender 5.2 LTS Release Notes / Release, veröffentlicht am 14.07.2026. Online: blender.org bzw. developer.blender.org (Abruf 09.08.2026).
- Wikipedia: „Freiheitsgrad“, physikalischer Begriff als begrifflicher Ausgangspunkt der künstlerischen Übertragung (Abruf 09.08.2026).
- Projektdatei „Ömmes-Echtzeit – Lichtsimulation.docx“ – Entwicklung, Probleme und technischer Simulationsstand.
- Projektdatei „Ergänzungen zu Schritt 1.docx“ – Sensorsteuerung, Maßhaltigkeit, technische Daten und Maskenanhang.
- Projektdatei „OEMMES_Echtzeit_Anhang_K1_Material_Kosten_unverbindlich.docx“ – Material- und Kostenplanung.
- Blender-Python-Skripte und Protokolle aus dem Projekt ÖMMES:ECHTZEIT, insbesondere Brunnenrekonstruktion, Gobo-Aufbau, Diagnose-, Kamera-, Film- und Render-Speed-Skripte.

Anhang A Technische Daten und offene Realisierungsparameter

Der Anhang unterscheidet zwischen bereits aus der Blender-Simulation belegten Werten und Parametern, die erst nach 1:1-Test, Geräteauswahl und örtlicher Prüfung verbindlich festgelegt werden können.

Parameter	Stand
Brunnen Außenmaß	15,06 m × 6,05 m
Bezugsebene Lichtkegel	z = 2,18 m
äußere Bezugspunkte kurze Richtungen	ca. 2,410 m vom Zentrum
äußere Bezugspunkte lange Richtungen	ca. 6,915 m vom Zentrum
Zentraler Seiltragspunkt / Mast	temporäres Installationsbauteil, ca. 3 m; nicht Bestandteil des Brunnens; Ausführung, Verankerung und Statik vor Ort festzulegen
Gobo 1 Maskendurchmesser / Abstand	301,5 mm / 140 mm
Gobo 2 Maskendurchmesser / Abstand	348,0 mm / 215 mm
Gobo 4 Maskendurchmesser / Abstand	350,5 mm / 215 mm
Gobo 3 Maskendurchmesser / Abstand	270,5 mm / 80 mm
Maskenskalierung	1 : 1 : 1
Drehachse	jeweils optische Z-Achse
Sensor-Nachlauf real	ca. 120 s
Steuerung	Sensor → Controller / Steuerrechner → Gobo
Betrieb	vier voneinander unabhängige Kanäle
Sensortyp / Erfassungsbereich	noch festzulegen
reale Projektorleistung / Schutzart	nach Geräteauswahl
Montagehöhen an Bäumen	vor Ort / aus finaler Montageplanung festzulegen
endgültige Spotwinkel	aus finaler Geräteoptik und 1:1-Test festzulegen

Tabelle A1: Technische Daten und offene Realisierungsparameter.

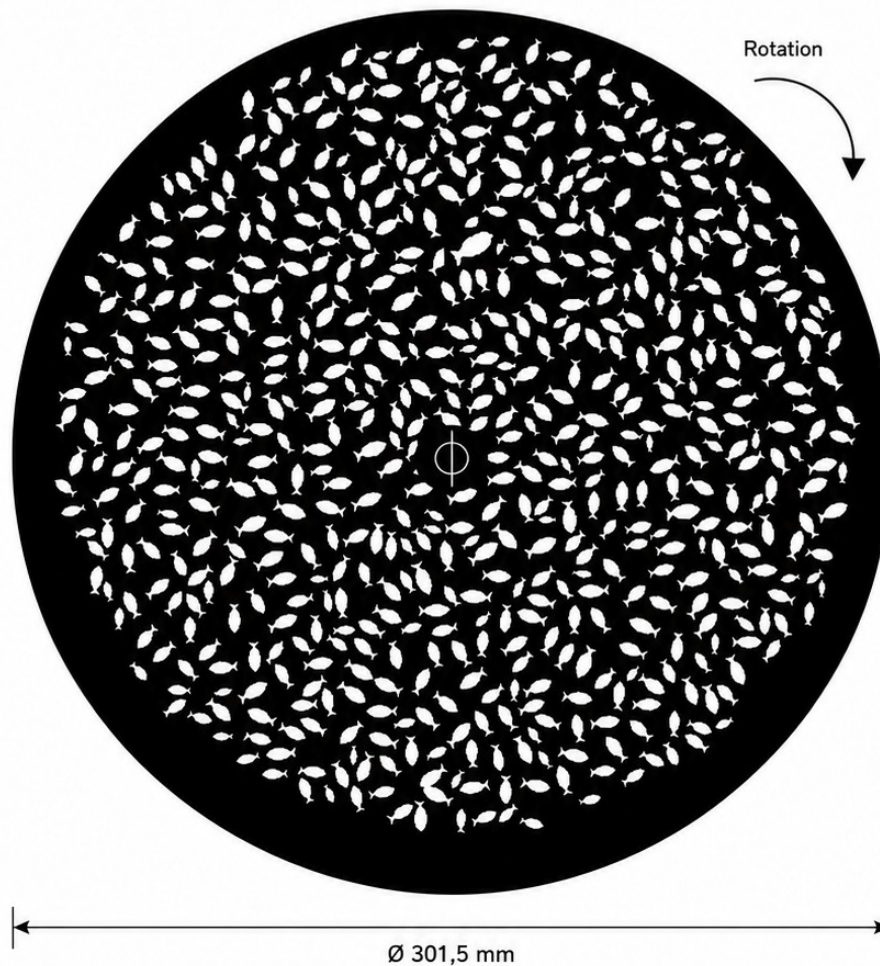
Anhang B Technische Gobo-Masken G1–G4

Die folgenden vier Seiten zeigen die tatsächlich verwendeten Motivansichten der finalen Blender-Schablonen mit Maßangaben, Zuordnung und Lichtfarben. Sie sind entsprechend der logischen Gobo-Reihenfolge G1, G2, G4, G3 angeordnet. Die im Entwicklungsprozess vergebenen Abbildungsnummern bleiben unverändert; deshalb folgt auf Abbildung 6 zunächst Abbildung 8 und anschließend Abbildung 7. Die großen Scheibendurchmesser beziehen sich auf die maßstäbliche Blender-Geometrie; reale Projektorgobos werden später auf das Format des ausgewählten Gerätes übertragen.

Projekt: Ömmes:Echtzeit

Anhang G1 – Gobo-Maske 1 "Fische"

Rotierende Maskenscheibe – technische Darstellung



Maßstab M 1:2

Schwarz = lichtdicht | Weiß = lichtdurchlässig

Zuordnung:	Baum 07 / Nord + Ost
Maskenabstand Lichtquelle:	140 mm
Lichtfarbe:	Gelb 
RGB (Blender):	1,00 / 0,78 / 0,02
Darstellung:	maßstäblich
Dateityp:	Anhangseite

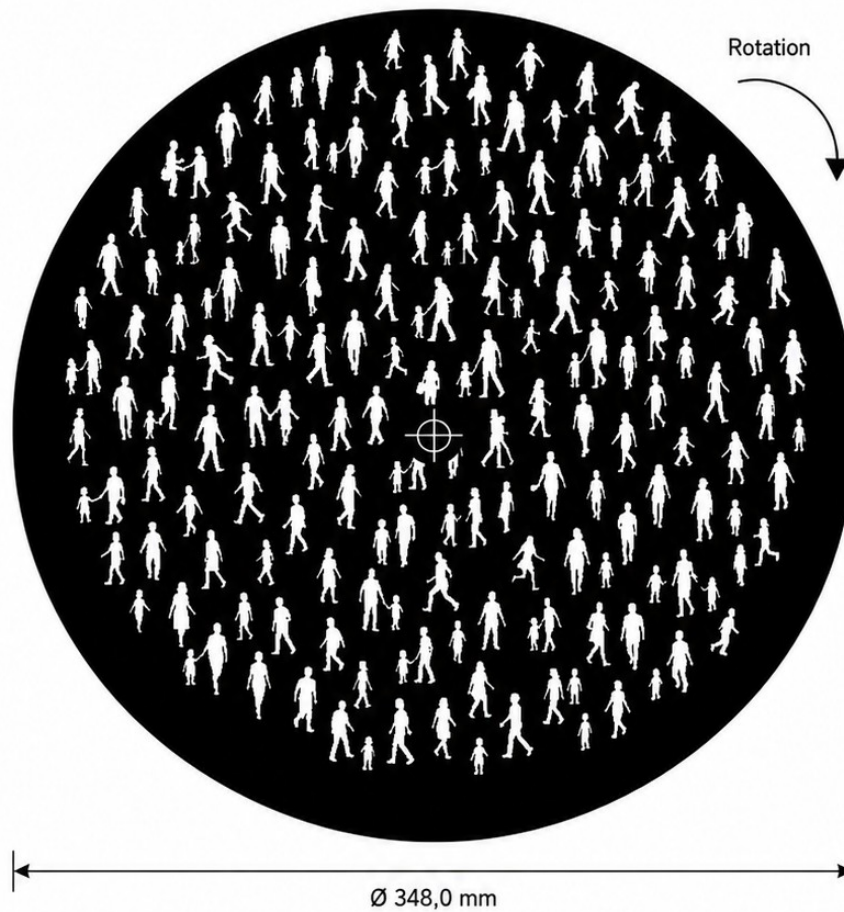
Technische Anhangseite – Maßangaben in Millimetern

Abbildung 5: Gobo 1 „Fische“ – Leben / Gelb.

Projekt: Ömmes:Echtzeit

Anhang G2 – Gobo-Maske 2 "Menschen"

Rotierende Maskenscheibe – technische Darstellung



Maßstab M 1:2

Schwarz = lichtdicht | Weiß = lichtdurchlässig

Zuordnung:	Baum 10 / Nord + West
Maskenabstand Lichtquelle:	215 mm
Lichtfarbe:	Magenta
RGB (Blender):	1,00 / 0,00 / 0,45
Darstellung:	maßstäblich
Dateityp:	Anhangseite

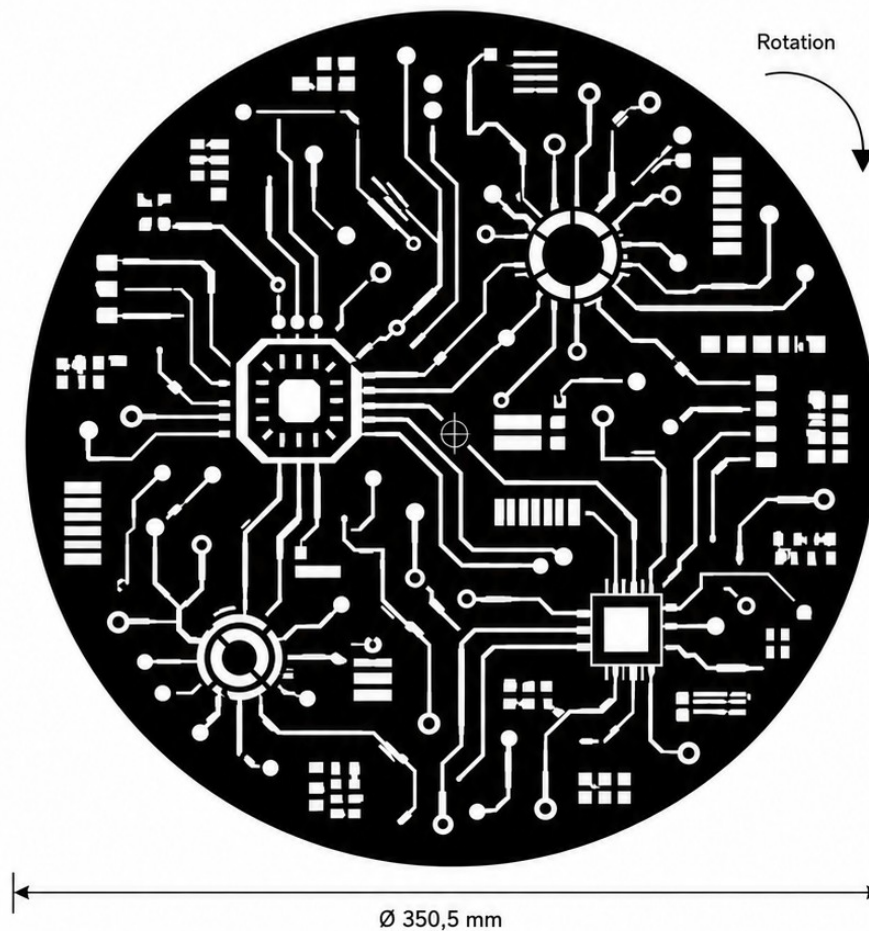
Technische Anhangseite – Maßangaben in Millimetern

Abbildung 6: Gobo 2 „Menschen“ – Mensch / Magenta.

Projekt: Ömmes:Echtzeit

Anhang G4 – Gobo-Maske 4 "Datennetz"

Rotierende Maskenscheibe – technische Darstellung



Maßstab M 1:2

Schwarz = lichtdicht | Weiß = lichtdurchlässig

Zuordnung:	Baum 06 / Süd + West
Maskenabstand Lichtquelle:	215 mm
Lichtfarbe:	Blauviolett
RGB (Blender):	0,22 / 0,00 / 1,00
Darstellung:	maßstäblich
Dateityp:	Anhangseite

Technische Anhangseite – Maßangaben in Millimetern

Abbildung 8: Gobo 4 „Datennetz“ – Technik / Blauviolett.

Projekt: Ömmes:Echtzeit

Anhang G3 – Gobo-Maske 3 "Universum"

Rotierende Maskenscheibe – technische Darstellung



Maßstab M 1:2

Schwarz = lichtdicht | Weiß = lichtdurchlässig

Zuordnung:	Baum 02 / Süd + Ost	
Maskenabstand Lichtquelle:	80 mm	
Lichtfarbe:	Cyan	
RGB (Blender):	0,00 / 0,85 / 1,00	
Darstellung:	maßstäblich	
Dateityp:	Anhangseite	

Technische Anhangseite – Maßangaben in Millimetern

Abbildung 7: Gobo 3 „Universum“ – Kosmos / Cyan.

Anhang K1 Detaillierte Material- und Kostenübersicht

Unverbindliche Konzept- und Budgetplanung. Bezugsquellen sind Marktbeispiele und keine Vergabeentscheidung. Preise sind gerundete Orientierungswerte beziehungsweise Planansätze; für die Realisierung sind verbindliche Angebote, Lieferzeiten, technische Freigaben und örtliche Bedingungen zu prüfen.

Pos.	Bezeichnung / technische Funktion	Menge	Bezugsquellen - Beispiele (mind. 3)	Miete - soweit sinnvoll	Kauf / Planwert	Ansatz im Budget
1	Outdoor-Gobo-Projektor, rotierend, wetterfest (IP65 oder gleichwertig)	4 Stk.	JB Systems / DeeJay-House / ProLighting	12 Tage; Richtwert 59,50 EUR / 24 h / Stk.; hochgerechnet ca. 2.856 EUR. Projektpreis anfragen.	ca. 350 EUR / Stk.	ca. 1.400 EUR (Kauf)
2	Individuelle Gobo-Motive: Fische, Menschen, Datennetz, Universum; reale Ausführung als Projektor-Gobos	4 Stk.	Derksen / gobo.de / ProLighting / VKF Renzel	Miete nicht zweckmäßig	ca. 110 EUR / Stk.	ca. 440 EUR
3	Outdoor-Bewegungssensoren für vier Besucherzonen; Nachlaufzeit ca. 2 Minuten	4 Stk.	Steinel / Elektroschop Wagner / Voltus	Miete unüblich	ca. 90 EUR / Stk.	ca. 360 EUR
4	Logik-/Lichtsteuerung, z. B. Siemens LOGO! oder gleichwertig	1 Stk.	Automation24 / Reichelt / Conrad / Elektrofachhandel	Miete nicht vorgesehen	ca. 160 EUR	ca. 160 EUR
5	IP65-Steuerkasten inkl. FI/LS, Relais/Schütze, Klemmen, Kabelverschraubungen	1 Stk.	Spelsberg / Hensel / Voltus	ggf. fertige Eventverteilung mietbar	Planwert ca. 450 EUR	ca. 450 EUR
6	Weißer Projektionsbahnen inkl. Konfektion, Säume, Verstärkungen und Ösen	ca. 41 lfm*	MoltonDiscount / Allbuyone / Stoff-Connexion	Miete nur bei Standardformaten sinnvoll	Rohmaterial ca. 450-545 EUR	ca. 800 EUR
7	Edelstahl-Drahtseile, Spanner, Kauschen, Schäkkel, Karabiner, baumschonende Anschlagmittel	1 Satz	EdelstahlOnline24 / Stahl24 / Feige Forsttechnik	teilweise mietbar; 12 Tage nach Angebot	projektspezifisch	ca. 650 EUR
8	Halterungen für Gobos/Sensoren, Sicherheitsseile, Wetterschutz, Kleinmaterial	4 Sätze	LTT / ProLighting / Thomann	teilweise mietbar; 12 Tage nach Angebot	projektspezifisch	ca. 500 EUR
9	Outdoor-Stromverteilung und Leitungen (H07RN-F, CEE/Schuko, Kabelschutz)	1 Satz	Huss Licht & Ton / LTT / Voltking	Miete sinnvoll; 12 Tage nach Angebot	projektspezifisch	ca. 600 EUR
10	Temporärer zentraler Seiltragpunkt / Mast ca. 3 m; notwendiges Konstruktionselement der Installation, nicht Bestandteil des Brunnens	1 Stk.	Naxpro-Truss / LTT / örtlicher Metallbau	Miete möglich; 12 Tage nach Angebot	Planwert ca. 1.200 EUR	ca. 1.200 EUR

Tabelle K1: Material, Mengen, beispielhafte Bezugsquellen, Miet- und Kaufansätze.

* Arbeitswert inklusive ca. 10 % Materialreserve. Endgültige Stoff-/Gazeauswahl nach 1:1-Test für Projektion, Windlast und Befestigung.

Kostenblock	Variante A - Projektoren kaufen	Variante B - Projektoren mieten
Material und Technik	6.560 EUR	8.016 EUR
Transport / Logistik - Planansatz	500 EUR	500 EUR
Auf- und Abbau / technische Einrichtung - Planansatz	2.880 EUR	2.880 EUR
Elektroprüfung / Inbetriebnahme - Planansatz	350 EUR	350 EUR

Kostenblock	Variante A - Projektoren kaufen	Variante B - Projektoren mieten
Sicherheits-, Statik- und Baumschutzprüfung - Planansatz	800 EUR	800 EUR
Zwischensumme	11.090 EUR	12.546 EUR
Planungsreserve 15 %	1.664 EUR	1.882 EUR
Gesamtschätzung	12.754 EUR	14.428 EUR

Tabelle K2: Kostenrahmen und Beschaffungsvarianten.

K1.1 Annahmen und Abgrenzungen

- Mietvergleich: 12 Kalendertage (1 Aufbau, 10 Betrieb, 1 Abbau). Paketpreise sind verbindlich anzufragen.
- Projektionsbahnen: ca. 41 lfm inklusive rund 10 % Reserve. Materialwahl nach 1:1-Test für Projektion, Windlast und Befestigung.
- Preisstatus: unverbindliche Orientierungs- und Planwerte. Versand, Verfügbarkeit, Rabatte und Konditionen können abweichen.
- Technische Gleichwertigkeit: genannte Hersteller und Händler sind Beispiele. Gleichwertige Produkte sind bei erfüllten technischen und sicherheitsrelevanten Anforderungen möglich.
- Gobo-Maße: große Blender-Masken sind Simulationsgeometrien. Reale Motive werden auf das benötigte Projektor-Goboformat übertragen.
- Zentraler Seiltragpunkt / Mast: ca. 1.200 EUR sind als fester Planansatz berücksichtigt. Der Tragpunkt ist Bestandteil der temporären Installation, nicht des Brunnens; Konstruktion, Verankerung und Statik sind für die reale Ausführung festzulegen.
- Nicht enthalten: Genehmigungsgebühren, dauerhafte Bewachung, Versicherung, zusätzliche Netzanschlüsse sowie außergewöhnliche Tiefbau-, Montage- oder Witterungsmaßnahmen.

Die Kostenübersicht belegt eine nachvollziehbare Größenordnung; sie ersetzt kein Leistungsverzeichnis und kein verbindliches Lieferantenangebot.