

„KINETIC LIGHT REFRACTIONS“

EIN LICHTSPIEL VON ROLF LIEBERKNECHT
IM EUROPÄISCHEN PATENTAMT MÜNCHEN



Diplomarbeit
Julia Steves

Technische Universität München
Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft

Erstprüfer und Betreuer: Prof. Erwin Emmerling
Zweitprüfer: Dr. Bernhart Schwenk

„KINETIC LIGHT REFRACTIONS“

Diplomarbeit
Julia Steves

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	9
2	Kinetische Lichtkunst.....	11
2.1	Entwicklung im 20. Jahrhundert.....	11
2.2	Licht und Bewegung als Gestaltungsmittel	18
2.3	Physikalische Grundlagen	19
3	Rolf Lieberknecht – Künstler und Architekt.....	21
4	Kinetic Light Refractions	27
4.1	Der Bildhauerwettbewerb 1978 – Kunst im Patentamt	27
4.2	Der Entwurf	29
4.3	Die Ausführung	31
4.4	Bedeutung von Material und Form.....	33
5	Dokumentation	35
5.1	Veränderungen 1979 bis 2012.....	36
5.2	Die Installation im Raum.....	37
5.3	Projektoren.....	39
5.4	Spiegelprismen	57
5.5	Bildwand.....	57
6	Konservierung und Instandsetzung	63
6.1	Reinigung der Projektoren.....	63
6.2	Instandsetzung der Projektoren.....	64
6.3	Verschmutzung der Bildwand	66
7	Reinstallation.....	69
8	Dokumentation von Licht und Bewegung.....	73
8.1	Bewegungsdokumentation.....	73
8.2	Lichtmessung.....	76
9	Wartung und Pflege.....	77
10	Schlusswort	79
	Quellen.....	80



Anhang

Fotodokumentation Projektoren.....	87
Fotodokumentation Bildwand.....	97
Fotodokumentation Spiegelprismen	99
Fotodokumentation des Raumes	101
Fotodokumentation Restaurierung.....	103
Fotodokumentation Reinstallation	108
Fotodokumentation Umbau (MARTIN STEGER).....	112
Interview	115
Untersuchungsbericht.....	137
Technische Daten.....	147

Zusammenfassung

1979 entwarf der Künstler Rolf Lieberknecht für den Bildhauerwettbewerb des Europäischen Patentamts München das lichtkinetische Werk „Kinetic Light Refractions“. Die Arbeit prägte über 20 Jahre die Atmosphäre des Foyers vor dem Plenarsaal bis sie anlässlich der Bausanierung 2008 deinstalliert wurde. Die technischen Bestandteile des Werkes werden in dieser Arbeit beschrieben und durch CAD Zeichnungen dokumentiert, mit dem Ziel der Reinstallation im ursprünglichen räumlichen Zusammenhang. Ein Interview mit dem Künstler lieferte Informationen zu Materialien, Schaffensprozess und Bedeutung. Nach der Reinstallation erfolgte die Dokumentation der Medien Licht und Bewegung. Um die Installation auch in Zukunft in der intendierten Form zu erhalten, wurde ein Wartungsplan entwickelt.

Abstract

In 1979 the artist Rolf Lieberknecht created the lightkinetic artwork „Kinetic Light Refractions“ for the sculptor Competition of the European Patent Office Munich. Over the last twenty years this work had an impact on the ambience of the Foyer in front of the plenary hall since it has been deinstalled for the refurbishment of the building 2008. The technical parts of the artwork are described and documented by CAD sketches. The aim was to reinstall the work in the original spatial context. An Artist Interview gave further information to materials, the execution and the meaning of the artwork. After the Reinstallation the media light and movement had been documented as well. A maintenance schedule had been developed to preserve the installation in the intended way.



*„Ich lobe die Bewegung in der bildenden
Kunst, denn sie befreit das Material
von seiner Schwere und verbindet die
Skulptur mit Raum und Zeit.“*

ROLF LIEBERKNECHT



1 Einleitung

In den letzten zehn Jahren zeigte sich die Notwendigkeit der Entwicklung von restauratorischen Methoden im Umgang mit moderner Kunst. In Deutschland entstanden unter anderem die Fachgruppe Moderne Kunst – Kulturgut der Moderne des VDR (2001) und das Projekt „Inside Installations“ (2004–2007), welche sich mit den besonderen Anforderungen im Umgang mit moderner Kunst und ihrer Dokumentation befassen. Die Ergebnisse wurden in Symposien und Fachtagungen präsentiert und lieferten die Grundlage für die restauratorische Bearbeitung moderner Werke und weiterer Forschung.

Neben der großen Gruppe der statischen Exponate bilden die Kunstwerke, die sich in ihrer Gestalt oder Lage selbständig verändern, ein besonderes Problemfeld. Kinetische Werke finden sich überwiegend in den modernen Sammlungen, da erst mit den gesellschaftlichen und technischen Umwälzungen zu Ende des 19. und Beginn des 20. Jahrhunderts der Zusammenhang zwischen Bewegung, Zeit und Raum durch Künstler in ihren Werken umgesetzt wurde. Nicht mehr Skulptur oder Bild, sondern real bewegte, zumeist durch Technik unterstützte Werke waren es, die unter dem Begriff der Kinetischen Kunst in Erscheinung traten. Häufig wurden diese auch mit dem Medium Licht gekoppelt. Bekannt sind vor allem die lichtkinetischen Werke Nicolas Schöffers, Gerhard v. Graevenitz und der Zero Gruppe.¹ Ein Beispiel für ein lichtkinetisches Werk der 1970er Jahre befindet sich in der Sammlung des Europäischen Patentamtes München (EPA) – das Lichtspiel „Kinetic Light Refractions“ (1979–80) des Künstlers Rolf Lieberknecht. Es wurde 1980 im Zusammenhang eines Bildhauerwettbewerbs des EPA angekauft und im Gebäude installiert. Die Kombination aus bewegtem Licht, Spiegelprismen und einer retroreflektierenden Wandfläche war über 20 Jahre immanenter Bestandteil des Foyers und prägte durch die Elemente Licht und Bewegung die Atmosphäre des Raumes. Während der Sanierung des Gebäudes in den letzten Jahren wurde das Werk deinstalliert und soll nun vor der Reinstallation restauriert und dokumentiert werden. Ziel dieser Diplomarbeit war die umfassende Dokumentation aller Teile des Lichtspiels, sowie die Reinstallation des Werkes. Für die Projektionsfläche, welche starke Verschmutzungen aufweist, sollte zusätzlich ein Restaurierungskonzept entwickelt werden. Die Projektoren bilden den technischen Teil des Werkes. Aus der konstanten Bewegung entsteht bei kinetischer Kunst meist eine sehr starke, schnelle Abnutzung, wodurch sich materielle Veränderungen ergeben. Es treten Formen von Verschleiß auf und das Kunstwerk zerstört sich im Extremfall selbst. Dies aufzuhalten, zu verlangsamen, sowie das Werk zu dokumentieren sind wichtige Aufgaben der Restaurierung. Während der materiellen Dokumentation stellt sich zudem die Frage nach der künstlerischen Intention, in Bezug auf Authentizität im Verhältnis zum absoluten Anspruch des Erhalts. Um das Verständnis der Intention und die Nachvollziehbarkeit des Schaffensprozesses zu erleichtern, wurde der Künstler zu verschiedenen Themen interviewt.

¹ BEK 2007, S. 2. http://www.inside-installations.org/research/detail.php?r_id=481&ct=motion_sound.



2 Kinetische Lichtkunst

Die kinetische Lichtkunst – auch Lichtkinetik – wird von POPPER als eine Unterart der kinetischen Kunst beschrieben. Sie wurde durch Quellen innerhalb und außerhalb der Kunst angeregt. Licht und Bewegung haben als Gestaltungselemente eine lange Tradition in der Kunst, ihre reale Verwendung resultiert aber erst aus dem technischen Fortschritt des 20. Jahrhunderts.² Die künstlerische Arbeit mit dem Medium Licht erfährt heute – nicht zuletzt durch die Weiterentwicklung von Technologien – große öffentliche Beachtung.³ Im Jahr 2001 wurde in Unna das „Zentrum für internationale Lichtkunst“ als erste Einrichtung gegründet, die sich ausschließlich mit der Präsentation dieser Kunstform befasst.⁴ Durch die Verbindung von Licht und Raum entstehen aus Bausubstanz und Werk Kunsterlebnisse, die neue Horizonte von Wahrnehmung und Bedeutung erschließen.⁵ Der restauratorische Umgang mit lichtkinetischen Objekten bedeutet, ergänzend zum Anspruch des Materialerhalts, die Auseinandersetzung mit der Bedeutungsebene und dem Charakter der immateriellen Größen Bewegung und Licht. Die je nach Künstler variierende Bedeutung spielt vor allem unter dem Aspekt der Reinstallation eine wichtige Rolle.

2.1 Entwicklung im 20. Jahrhundert

Die Faszination der Kunst für das Phänomen Licht ist so alt wie die Kunst selbst. In der Geschichte der Kunst und der Philosophie gibt es zahlreiche Beschreibungen, Interpretationen und Definitionen dieses Phänomens. Licht gilt als das Universale, das Metaphysische, das Visionäre, und nicht zuletzt als das Sinnbild der Erlösung. Seine Symbolik war in allen Epochen positiv besetzt. In der christlichen Kunst stand es für die göttliche Offenbarung.⁶ Die Kultur der Neuzeit kannte es als Ursprung allen Lebens und Aura des Göttlichen, die Aufklärung feierte es als Strahlkraft des Geistes und der Erleuchtung, die Romantik verklärte es als Metapher des Unendlichen und als visionäre Kraft. Die Moderne hingegen beschäftigte sich zuerst mit den physikalischen Grundlagen und der physischen Wahrnehmung von Licht.⁷

Die Anfänge – Konstruktivismus und technischer Fortschritt

Die Lichtkunst als innovative Kunstform baut auf den Ideen und dem Formenvokabular des Konstruktivismus zu Beginn des 20. Jahrhunderts auf. Materialien wie Papier, Holz und Gummi wurden in die Malerei eingearbeitet. Nachfolgend wurden ab 1920 auch Stahl, Aluminium, Glas, Plexiglas, Spiegel etc. verwendet, wodurch eine Materialmalerei entstand, die bereits Lichtreflexionen produzierte. Hieraus entstanden im Zusammenhang mit real bewegten Objekten die Anfänge des Kinetismus. In der Auseinandersetzung mit neuen Materialien und Technologien, mit neuen Medien wie Film und Fotografie entwickelten verschiedene Künstler aus realer Bewegung und realem Licht kinetische Lichtkunst.⁸

Voraussetzung für die Verwendung des Mediums Licht waren neben Einflüssen aus neuen Kunstformen auch die Untersuchung des Lichts, seiner physikalisch-optischen, bildnerischen, aber auch symbolischen Eigenschaften und die Möglichkeit, diese zur Anschauung zu bringen.

² POPPER 1975, S. 7.

³ HOHMANN 2007, S. 4.

⁴ BÖHME 2009, S. 69.

⁵ SINNREICH 2009, S. 9.

⁶ SCHIVELBUSCH 1998, S. 24.

⁷ SINNREICH 2009, S. 21.

⁸ WEIBEL 2006, S. 27 f.



Abb. 1: „Licht-Raum-Modulator“
László Moholy-Nagy 1930
(Foto: Hallula Moholy-Nagy)



Abb. 2: „Reflektorische Farblichtspiele“
Kurt Schwerdtfeger 1922; aufgeführte
Version von 1966 (Foto: Ingo Petzke)

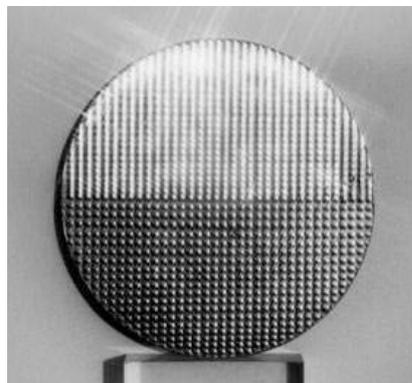


Abb. 3: „Lichtrelief“ Heinz Mack 1959
(Foto: Heinz Mack)

SCHIVELBUSCH beschreibt diesen Entwicklungsschritt:

„Mit Hilfe der Elektrotechnik entwickelte sich das Licht in der Kunst vom Abbild zur hergestellten Wirklichkeit. Im elektrischen Scheinwerferlicht erlebte der religiös-symbolische Lichtstrahl seine, den Betrachter unmittelbar, wie hypnotisch in den Bann ziehende Verlebendigung.“⁹

Die Lichtkinetik als Verbindung von Bewegung und Licht kann, nach POPPER, vor allem vom Zusammentreffen drei vorangegangener technischer Errungenschaften abgeleitet werden: von Lichtfarborgeln, von Fotografie und Film sowie von den Theaterprojektionen. Die Verbreitung dieser drei Erfindungen führte um das Jahr 1920 zum Beginn der Lichtkinetik, die sich ausschließlich mit der künstlerischen Ausnutzung bewegter Lichteffekte beschäftigt. In den Zwanziger und Dreißiger Jahren waren vor allem Künstler wie WLADIMIR BARANOFF-ROSSINÉ und RAOUL HAUSMANN mit ihren optophonetischen Experimenten, ALEXANDER LÁSZLÓ mit seinem Sonchromatoskop und der Tscheche ZDENEK PESÁNEK mit seiner Farborgel und mit architektonischen Licht-Bewegungs-Arrangements an der Entwicklung der Lichtkinetik beteiligt.¹⁰ Die verwandten Kunstformen Film und Lichtkinetik weisen zahlreiche Parallelen auf. RAMSBOTT beschrieb diese 1960 ausführlich in seiner Chronologie der kinetischen Kunst.¹¹ Beispielhaft für die Verbindung sind die abstrakten Filmelemente von VIKING EGGELING und HANS RICHTER. Im Theater wurden die technischen Neuerungen z. B. von LOIE FULLER und ROLF DE MARES genutzt, um dramatische Effekte und neue Wirkungen im Bühnenbild zu erzielen.

Unmittelbare Impulse für eine Weiterführung der Lichtkinetik gingen ab 1920 auch von den diversen Lichtaktionen des Bauhauses aus. Künstler am Bauhaus erforschten die Themen Licht und Bewegung als Erweiterung der Sinne und die Grundprinzipien einer elektromechanischen Lichtkinetik (Abb. 2). Es kam zu einem künstlerischen Umdenken vom Statischen hin zum Dynamisch-Konstruktiven.¹²

⁹ SCHIVELBUSCH 1998, S. 26.
¹⁰ POPPER 2006, S. 424 f.
¹¹ POPPER 1975, S. 62.
¹² WEITEMEIER 1998, S. 46.

Kunst befasste sich nicht mehr nur mit der Darstellung von Zeit, sondern integrierte sie als reales Element. Die Kinetische Plastik, die 1913 mit MARCEL DUCHAMPS „Fahrrad-Rad“ begann, durchlief in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts eine vielfältige Entwicklung.

Dematerialisierung und Environments

Ab 1950 beschäftigte sich eine neue Künstlergeneration aktiv mit dem Medium Licht und seiner Gestaltung und entwickelte die Lichtkinetik als eine eigenen Kunstform.¹³ Licht und Bewegung wurden zu Medien eines neuen Idealismus, welcher zu dem oft beschriebenen „Ausstieg aus dem Bild“ führte. Die Entgrenzung der Kunst bildete den Kontext, in dem sich Lichtwerke als Kunst durchsetzen konnten.¹⁴ Im Umgang mit den neuen Medien, Materialien und Techniken der neuen Lichtkinetik entstanden in wenigen Jahren unbegrenzte Möglichkeiten artifizierender Lichtchoreographien. Als weitere Grundlagen dienten die Ideen und Errungenschaften der Wissenschaft aus der ersten Jahrhunderthälfte, die Relativitätstheorie, die Quanten- und Wellenmechanik bis hin zur Astrophysik in den 50er Jahre.¹⁵ Ein Künstler, der die Grundlagen für multimediale Realisierungen von künstlerischen Ideen legte, war NICOLAS SCHÖFFER (Abb. 4 und 6). In Anlehnung an MONDRIAN, GABO und MOHOLY-NAGY sagte er seit 1948 das Ende der Tafelbildmalerei voraus und setzte in seinen Werken Licht als Mittel der Entmaterialisierung des Gegenständlichen ein. Die Lichtkinetik ist nach seiner Aussage:

„Die Ausnutzung einer Oberfläche oder eines Raumteiles, an oder in denen plastische und dynamische Elemente, farbige oder unfarbig durch wirkliche oder scheinbare Bewegungen entwickelt werden. Von einer Oberfläche zurück geworfen, wird diese Entfaltung von einer Verstärkung des Lichts begleitet, die in einem bestimmten Verhältnis zum umgebenden Milieu steht und die eine mathematisch formulierbare Energiedifferenzierung hervorbringt. Wenn sich dies im Raum vollzieht, durchdringt das Licht die spatiodynamischen Strukturen, verstärkt die allgemeine Beleuchtung und erzeugt außerdem auf jeder undurchsichtigen

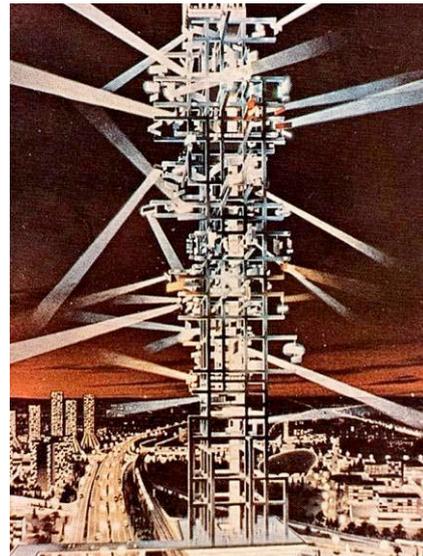


Abb. 4: Kybernetischer Lichtturm, Entwurf von NICOLAS SCHÖFFER 1963

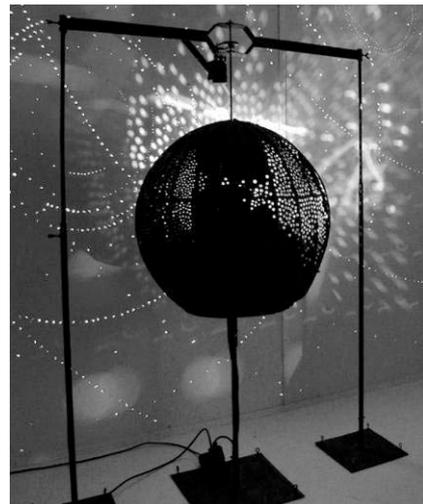


Abb. 5: „Lichtballett“ OTTO PIENE 1972 (Foto: Greg Allen)



Abb. 6: „SPATIODYNAMIQUE 17“ NICOLAS SCHÖFFER 1968 (Foto: Eléonore de Lavandeyra Schöffers)

¹³ POPPER 2006, S. 424 f.

¹⁴ SCHWARZ 1998, S. 10.

¹⁵ WEITEMEIER 1998, S. 47.

*oder auch durchscheinenden Oberfläche, die vor die Skulptur gestellt wird, eine weitere lichtplastische Entfaltung.*¹⁶

SCHÖFFER bezog in seinen Werken den Betrachter häufig mit ein, wodurch ein „architektonisch und psychologisch wirkendes Environment“¹⁷ entstand. Sein Ziel war „die Demonstration einer luminokinetischen Kunst der Effekte“.¹⁸

Von 1958–1966 formierte sich um HEINZ MACK und OTTO PIENE die Künstlergruppe ZERO, deren künstlerisches Wollen unter dem Motto der „Reduktion alles Figürlichen und der puristischen Konzentration auf die Klarheit der reinen Farbe und der dynamischen Lichtschwingung im Raum“ stand. Zero (Null), das ist die nicht messbare Zone, in der ein alter Zustand in einen neuen übergeht, der „Moment beim Countdown, wenn die Rakete noch am Boden ist, aber schon abzuheben beginnt“. Die Mitglieder MACK, PIENE, GÜNTHER UECKER, HERMANN GOEPFERT und ADOLF LUTHER träumten in großen und kleinen Dimensionen von der reinen Schönheit, von Unendlichkeit und Immaterialität mit Hilfe des Lichts und der Bewegung. Sie schufen eine Reihe von Demonstrationen und Architekturprojekten, die für die Weiterentwicklung der kinetischen Kunst bedeutsam waren.¹⁹ Die ZERO-Gruppe dominierte mit ihren Happenings und Ein-Tages-Ausstellungen die westdeutsche Avantgarde der 60er Jahre. Ihre Mitglieder beschäftigten sich schon in den 50er Jahren mit den Problemen des Lichts und Themen der Umweltgestaltung und praktizierten eine Zuschauerbeteiligung an der künstlerischen Aktion. OTTO PIENE äußerte sich hierzu 1961 in der Katalogzeitschrift ZERO 3:

*„Eine unserer wichtigsten Absichten war die Reharmonisierung des Verhältnisses von Mensch und Natur – wir sehen in der Natur Möglichkeiten und Impulse, die Wirkung der Elemente und ihre stoffliche Gestalt: Himmel, Meer, Arktis, Wüste, Luft, Licht, Wasser, Feuer als Gestaltungsmedien; der Künstler ist nicht der Flüchtling aus der modernen Welt, nein, er verwendet neue technische Mittel ebenso wie die Kräfte der Natur.“*²⁰

In Paris entstand parallel die „Groupe de Recherche d’Art Visuelle“ (GRAV), in Italien die „Gruppo T“ und „Gruppo N“.²¹ Mit der Expansion der Kunst, durch die Verbindung mit der Technik, entwickelte sich der Künstler zum Ideenträger und das Kunstwerk zum Mittler zwischen Experiment und Erfahrung. Es war einer der Kernpunkte der Lichtkunst, dass sie auf ihre Umgebung einwirkte und den Zuschauer oder Betrachter häufig in den kreativen Lichtgestaltungsprozess einband.²² Die neue Raumlichtkunst löste beim Betrachter multisensuelle Reaktionen aus. Das Interesse der Künstler für Licht und Bewegung verlagerte sich vom bildnerischen Mittel zunehmend zum Mittel der Herausforderung und Irritation des Zuschauers und der Schaffung von „Environments“.²³

¹⁶ POPPER 1975, S. 31.

¹⁷ Das Environment (englisch environment = das Umfeld, die Umgebung) ist ein in den späten 1950er Jahren aus dem amerikanischen Englisch entlehnter Begriff für künstlerische Arbeiten, die sich mit der Beziehung zwischen Objekt und der Umgebung auseinandersetzen. Dabei kann die Umgebung Teil des Kunstwerkes werden.

¹⁸ POPPER 1975, S. 65.

¹⁹ POPPER 2006, S. 424 f.

²⁰ Anlässlich des Erfolgs der 7. Abendausstellung „Das rote Bild“ erschien am 1. April 1958 die erste Ausgabe der Katalog-Zeitschrift ZERO mit Texten von HEINZ MACK, OTTO PIENE und YVES KLEIN. Im Oktober 1958 folgte ZERO 2 zur 8. Abendausstellung „Vibration“. Die Proportion Natur-Mensch-Technik war eines der Hauptthemen in ZERO 3, welche 1961 publiziert wurde. Vgl. MACK, PIENE 1958-61.

²¹ WEITEMEIER 1998, S. 57.

²² WEITEMEIER 1998, S. 51.

²³ POPPER 1975, S. 72.

Die neuen Techniken und Herstellungsweisen provozierten nicht nur neue aktive Verhaltensweisen, sie sprengten auch oft die Ausstellungsgewohnheiten der Museen, weshalb die Werke häufig auf öffentlichen Plätzen präsentiert wurden.²⁴ Seit der Empfehlung des Deutschen Bundestags 1950²⁵, bei allen Bundesbauten einen festen prozentualen Anteil der Bausumme für Kunst am Bau einzusetzen, entstanden zahlreiche lichtkinetische Werke an öffentlichen Bauten.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die Lichtkinetik im Bereich der neuen Medien in der zweiten Hälfte der 60er Jahre spektakuläre Fortschritte machte.²⁶ Die zunehmende Konzeptualisierung der Kunst, bei gleichzeitiger Offenheit in der Verwendung der Materialien führte dazu, dass von einer Dematerialisierung der Kunst gesprochen wurde.²⁷

Vom neutralen Medium zum Bedeutungsträger

Die Erforschung der verschiedenen Dimensionen des Lichts, die in den 60er und 70er Jahren zahlreiche Künstler unterschiedlicher Stilrichtungen in Europa und den USA verfolgten, führte dazu, dass Licht ein häufig verwendetes Medium der Kunst wurde.²⁸ Seit den 70er Jahren entstanden vermehrt Werke aus farbigen Neonröhren, welche jedoch meist statisch blieben. Arbeiten von JAMES TURRELL, ROBERT IRWIN, DAN FLAVIN, und DOUGLAS WHEELER aus der Zeit um 1970 untersuchten das Licht als „Material“, seine physikalisch-optischen Eigenschaften, und die Relation von Licht und Raum mit einem analytischen Interesse.²⁹ Die Arbeiten der 70er und frühen 80er Jahre schufen die Voraussetzungen für Werke, die dem Licht eine über seine Materialqualität hinaus gehende Bedeutung geben. Die Lichtkinetik wurde Teil der sich mehr und mehr etablierenden „Lichtkunst“. In den 80er Jahren kam die Lichtprojektion als bestimmendes Medium hinzu, das Künstler wie MICHEL VERJUX, ANDREAS M. KAUFMANN und MISCHA KUBALL in ihren Werken einsetzten.



Abb. 7: „Megazeichen No 1“,
MISCHA KUBALL 1990
(Foto: Ulrich Schiller)



Abb. 8: Farbfest am Bauhaus Dessau
1997 (Foto: Jürgen Hohmuth)

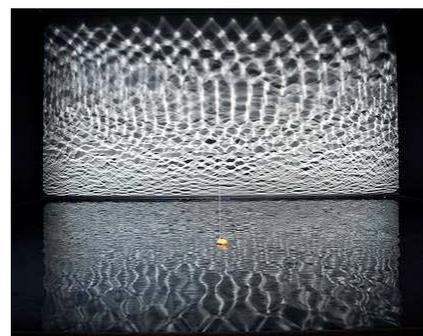


Abb. 9: „Notion Motion“,
OLAFUR ELIASON 2005
(Foto: Hans Wischut)

²⁴ WEITEMEIER 1998, S. 54.

²⁵ http://www.bbr.bund.de/nn_21464/DE/KunstAmBau 11. Februar 2012.

²⁶ WEITEMEIER 1998, S. 58.

²⁷ SCHWARZ 1998, S. 82.

²⁸ WEIBEL 2006, S. 27 f.

²⁹ SCHWARZ 1998, S. 82 f.

Im Unterschied zu den Künstlergruppen der 60er und 70er Jahre diente es als Instrument der visuellen Kommunikation. Durch das Mittel der Projektion begannen die Grenzen zwischen kinetischer Lichtkunst und der parallel entstandenen Videokunst zu verwischen. Mit der weiteren Entwicklung der Technologie ergaben sich neue Anwendungsbereiche von Licht. Entscheidend war vor allem die Entwicklung der digitalen Medien und der LEDs zum Ende des 20. Jahrhunderts. Ein Beispiel für die neuen Möglichkeiten sind mit LED-Netzen beleuchtete Häuserfassaden wie am Uniqa Tower in Wien. Zum Ende des 20. Jahrhunderts rückte die Lichtkunst vermehrt ins Interesse der Öffentlichkeit. Zahlreiche Festivals und Dauerausstellungen wurden gegründet. Zu wichtigen Lichtkünstlern heute zählen OLAFUR ELIASSON (Abb. 9), MISCHA KUBALL (Abb. 7) und CHRISTINA KUBISCH. Die kinetische Lichtkunst ist heute den Kunstgattungen Lichtkunst, Medienkunst und Kinetischer Kunst zuzuordnen. Wie keine andere Richtung der Bildenden Kunst integriert die Kinetik in ihrer Bildsprache Technik und industrielle Werkstoffe. Sie hatte damit gerade in Regionen, wo die Lebens- und Arbeitswelt immer durch Technik und Industrie geprägt worden ist, einen idealen Bezugspunkt.³⁰

Chronologische Übersicht wichtiger Entwicklungsschritte

- 1905** THOMAS WILFRED konstruiert seinen ersten Farblichtkasten.
- 1914** Aufführung von ALEXANDER NIKOLAIIEWICH SKRJABINS „symphonischem Feuer Gedicht Prometheus“ mit dem Farblichtinstrument „Tastiera per luce“ in New York.
- 1919** THOMAS WILFRED baut sein erstes Lichtkompositionsinstrument, das „Clavilux“.
- 1920** NAUM GABO und ANTOINE PEVSNER veröffentlichen in Moskau das „Realistische Manifest“. GABO konstruiert eine kinetische Skulptur aus einer Stahlfeder.
- 1922** LÁSZLÓ MOHOLY-NAGY und ALFRED KEMENY veröffentlichen das Manifest der kinetischen Plastik „Dynamisch-konstruktives Kraftsystem“. MOHOLY-NAGY beginnt mit der Arbeit an seinem „Lichtrequisit“. Im Bauhaus entstehen die „Reflektorischen Lichtspiele“ von JOSEF HARTWIG, LUDWIG HIRSCHFELD-MACK und KURT SCHWERDTFEGER.
- 1923** MOHOLY-NAGY leitet zusammen mit HANS RICHTER den Grundkurs am Bauhaus.
- 1925** Der Pianist ALEXANDER LASZLO erfindet ein Farblichtklavier, das „Sonchromatoskop“.
- 1927** RAOUL HAUSMANN kreiert das „Optophon“, das Schall in Licht und umgekehrt transformieren soll. Im Film „Emak-Bakia“ zeigt MAN RAY die Bewegung von Lichtobjekten.
- 1929** MOHOLY-NAGY veröffentlicht „Vom Material zur Architektur“.
- 1930** MOHOLY-NAGY vollendet sein „Lichtrequisit“ und verwendet es für seinen Film „Weiß-Schwarz-Grau“. THOMAS WILFRED gründet das „Art Institute of Light“ (New York).
- 1932** ZDENEK PÉSANEK baut eine Farborgel in der Tschechoslowakei.
- 1936** MOHOLY-NAGY veröffentlicht seinen Artikel „Vom Pigment zum Farblicht“.
- 1941** ZDENEK PÉSANEK veröffentlicht in Prag sein Buch „Kinetismus“.
- 1945** GYULA KOSICE begründet in Buenos Aires die Gruppe „Arte Concreta – Invencion“ und baut eine Reihe von mobilen Objekten, teils mit Neonröhren.
- 1947** MOHOLY-NAGY veröffentlicht in Chicago sein Buch „Vision in Motion“ und THOMAS WILFRED zwei Artikel über das Licht in der Kunst.
- 1948** NICOLAS SCHÖFFER beginnt in Paris mit der Entwicklung seiner spatiodynamischen Werke. JEAN TINGUELY benutzt erstmals die Geschwindigkeit zur Entmaterialisierung von Objekten, indem er einen Motor einsetzt.
- 1949** GREGORIO VARDANEGA schafft die „Illuminierte Halbkugel“.

³⁰ EDLER 1998, S. 5.

- 1953** BRUNO MUNARI macht Versuche mit polarisiertem Licht und direkten Projektionen.
- 1954** Ausstellung „Le Mouvement“ in der Galerie Denise René, Paris. FRANK MALINA projiziert in Paris bewegtes Licht auf Mattscheiben und erfindet das „Lumidyne System“. CHARLES EAMES stellt die mit Sonnenlicht operierende „nichtstuende Maschine“ her.
- 1956** HEINZ MACK beginnt seine Lichtreliefs und Lichtkuben aus polierten Metallen (Abb. 3).
- 1957** NICOLAS SCHÖFFER zeigt auf der Central Station von New York sein „Spectacle luminodynamique expérimental“.
- 1958** HEINZ MACK entwirft die erste vibrierende „Lichtstele“ und konstruiert „Lichtdynamos“. Er veranstaltet mit OTTO PIENE und GÜNTHER UECKER die erste ZERO-Ausstellung und veröffentlicht mit PIENE die ZERO-Zeitung. LE CORBUSIER gestaltet für Philips den Pavillion „Le Poème électronique“ auf der Weltausstellung in Brüssel.
- 1959** OTTO PIENE führt in der Galerie Schmela (Düsseldorf) sein „Lichtballet“ vor (Abb. 5). Sammelausstellung „Vision in Motion – Motion in Vision“ zu kinetischer Kunst im Hessehuis, Antwerpen. Bildung der „Gruppe T“ in Mailand und der „Gruppe N“ in Padua.
- 1960** Bildung der „Groupe de Recherche d'Art Visuel“ (GRAV) und Gründung der internationalen Gruppe „Neue Tendenzen“.
- 1961** Erste umfassende Ausstellung über das Thema „Die Bewegung in der Kunst“ im Stedelijk Museum, Amsterdam, im Modera Museet, Stockholm und im Louisiana Museum, Kopenhagen. MARTHA BOTO führt die mechanische Bewegung der Lichtquellen in ihre Werke ein. GETULIO ALVIANI arbeitet in Udine mit Leuchtvibrationen (Lichtlinien) und entwickelt Programme für optisch-dynamische Objekte. Die ZERO-Gruppe veranstaltet Demonstrationen und Happenings.
- 1962** HEINZ MACK realisiert Wasser-, Licht- und Windspiele und organisiert zusammen mit PIENE und UECKER den „Salon de Lumière“ bei der „Nul“ Ausstellung in Amsterdam. ADOLF LUTHER baut aus Glas und Aluminium „Lichtschleusen“.
- 1963** GREGORIO VARDANEGA schafft „Programmierte Lichtmaschinen“. NAM JUNE PAIK stellt einen der ersten Versuche mit Video Kunst in der Galerie Parnaß in Wuppertal aus. HANS-WALTER MÜLLER zeigt seine erste lichtkinetische Maschine in Paris. FRANCOIS MORELLET experimentiert mit programmierten Überlagerungen von Lichtquellen.
- 1964** „Licht und Bewegung“ auf der Documenta III in Kassel.
- 1965** Ausstellung „Licht und Bewegung – Kinetische Kunst“ Kunsthalle Bern, Palais de Beaux-Arts, Brüssel, Kunsthalle Baden-Baden und Kunsthalle Düsseldorf.
- 1966** Ausstellung „Kunst-Licht-Kunst“ im Stedelijk van Abbemuseum, Eindhoven und „Light in Art“ im Museum of Contemporary Art, Houston, Texas. OTTO PIENE realisiert die Lichtaktion „New York ist dunkel“.
- 1967** Ausstellung „Lumière et Mouvement“ im Musée d'Art Moderne, Paris. HERMANN GOEPFERT schafft Lichtwalzen, -brunnen, -gärten und -architekturen.
- 1968** Die „GRAV“ löst sich auf. JOEL STEIN beginnt Experimente mit Laserstrahlen.
- 1969** Wettbewerb für ein luminokinetisches Environment auf der Place de Châtelet, Paris.
- 1970** CHARLES MATTOX experimentiert mit Klang und Licht in seinen Skulpturen, die auf die Spielbeteiligung des Zuschauers abzielen.
- 1971** OTTO PIENE organisiert eine Freiluftaktion mit pneumatischen Skulpturen in Cambridge.
- 1973** OTTO PIENE veröffentlicht „Move Sky“ bei der M.I.T. Press in Cambridge. NICOLAS SCHÖFFER veranstaltet ein kybernetisches Spektakel mit Zuschauerbeteiligung in Hamburg.
- 1997** 1. Farbfest am Bauhaus Dessau (Abb. 8) .
- 2001** Eröffnung des „Zentrum für internationale Lichtkunst“ in Unna.
- 2004** 1. Internationale Lichttage in Winterthur.
- 2005** Ausstellung „Lichtkunst aus Kunstlicht“ im ZKM, Museum für Neue Kunst Karlsruhe.
- 2010** 1. Biennale für internationale Lichtkunst im Ruhrgebiet.

2.2 Licht und Bewegung als Gestaltungsmittel

Die Beschreibung der Wirkung lichtkinetischer Kunst geht über rein physikalische Aspekte hinaus. So ist die subjektive Wahrnehmung des Betrachters und das Zusammenspiel aus Licht, Bewegung und Raum ein entscheidender Faktor für die intendierte Wirkung. Die Wirkung ist durch physikalische Parameter zu erfassen, muss jedoch immer auch im Zusammenhang mit der Umgebung beschrieben werden. Werden Licht und Bewegung kombiniert, entstehen Kunsterfahrungen, welche sich vom Erlebnis statischer Werke (Skulptur und Gemälde) unterscheiden. Der Betrachter ist oft durch einen ständigen Wechsel, welcher das Auge nicht zur Ruhe kommen lässt, herausgefordert und mit einer neuen Seherfahrung konfrontiert.³¹ In der Lichtkunst wird demnach immer auch das Sehen thematisiert.³² Der Künstler untersucht das Licht als plastisches Material, erforscht dessen physikalisch-optische Eigenschaften, nutzt Licht als Werkzeug, als messbares, physikalisches Phänomen, das gespiegelt, gebeugt, gespalten und umgelenkt werden kann. Licht produziert Effekte wie Reflexion, Glühen, Phosphoreszieren, Fluoreszieren und Projektionen. Es lässt sich manipulieren und inszenieren.³³ OTTO PIENE nannte drei Grundqualitäten von Licht: energetisch, expansiv und entmaterialisierend. Den Einsatz von Licht in der Kunst beschrieb er:

„Das Licht kann für Effekte die es produziert, aber auch für sich selbst, in der Kunst verwendet werden. Es kann in Form von Tages- oder Sonnenlicht, Feuer, elektrischem Licht, unsichtbarem oder auch chemisch hervorgebrachtem Licht auftreten.“

Für viele Künstler ist Licht zu einem Medium geworden, das sich durch seine physikalischen, aber auch metaphysischen Eigenschaften auszeichnet, um „lebendige“ Werke zu erschaffen.³⁴ POPPER beschreibt die Bedeutung des Mediums Licht für PIENES Kollegen HEINZ MACK:

„Für Mack ist Licht nicht Licht. Die Qualität des Lichtes ist für ihn eine ästhetische Kategorie, d. h. sie wird in ihren physikalischen Dimensionen bei Mack nicht relevant (...) die Schönheitsqualität des Lichtes ist essentiell ein reiner Empfindungswert, also ein schöpferischer Akt der Freiheit innerhalb der Sphäre unserer Sensibilität.“³⁵

MACKs Ziel war es, immaterielle Werke durch Licht und Bewegung zu erschaffen. Er äußert sich hierzu 1959:

„Die reine Bewegung kennt nicht die Relativität der Grenzen und Maße; richtungslos und ohne Aktualität bleibt sie bei sich selbst (...) In meinen Lichtreliefs, in denen das Licht selbst anstelle der Farben zum Medium wird, bewirkt die Bewegung außer der Lichtvibration eine neue, immaterielle Farbe und Tonalität, deren unberührbare und gänzlich gegenstandsferne Erscheinungsweise eine mögliche Wirklichkeit anzeigt (...).“³⁶

Licht und Bewegung wurden also vor allem zum Mittel der Entmaterialisierung des Gegenständlichen. Der Reiz des Lichts als Gegenstand der Kunst lag schon früher in seiner Immaterialität, in seiner Flüchtigkeit. Die Impressionisten erkannten die Erscheinung des Lichts als besonderes Thema und bezogen aus dem Wechselspiel von Hell und Dunkel ihre außerordentlichen Wirkungen in der Malerei.

³¹ ADOLPHS 2006, S. 4.

³² SINNREICH 2009, S. 72.

³³ ADOLPHS 2006, S. 5.

³⁴ SCHWARZ 1998, S. 10.

³⁵ POPPER 1975, S. 66.

³⁶ POPPER 1975, S. 67.

ADOLF LUTHER hingegen betrachtete Licht vor allem als unsichtbare Strahlung, Energie im physikalischen Sinne, die er durch Glas in seinen Lichtschleusen oder verschiedene Linsen zur Anschauung brachte. Für ihn waren gerade die physischen Wahrnehmungsphänomene interessant und wichtig. Die Vertreter des Bauhauses begründeten eine „reine“ von Pigment und Material befreite Lichtkunst. Ihr neu entdecktes Thema waren Mobilität und Übergang: die Bewegung, die Vergänglichkeit.³⁷ Durch das Medium Bewegung in der Kunst wurde erstmalig die Darstellung „realer“ Zeit ermöglicht.³⁸ Das Problem, das sich grundsätzlich mit der Forderung nach der Bewegung als eigenständigem Bildgegenstand ergibt, ist die schwierige Beschreibung und Bestimmung dieses Phänomens. Der Bildgegenstand Bewegung ist gebunden an die Darstellung einer sich in Bewegung befindlichen Gestalt. Bei der kinetischen Kunst wird hingegen nicht die Wiedererkennbarkeit des Bewegungsablaufes einer Figur oder Naturerscheinung angestrebt, sondern die abstrakte Visualisierung von Bewegungsvorgängen an sich. Die gestalterischen Mittel, die dazu eingesetzt werden, sind daher meist neutral: keine identifizierbare Figuration, sondern abstrakte, bewegbare Elemente. Ein in hohem Maße neutrales Medium ist das Licht, weshalb es z. B. von JULIO LE PARC zur Visualisierung von Bewegung eingesetzt wurde. Im Einzelfall kann zusätzlich eine atmosphärische Wirkung durch die Lichtfarbe eine Rolle spielen, meistens kommt es jedoch auf das Erleben des Wechsels und der Veränderung an.³⁹ Ein anderes Ziel bewegter Kunstwerke kann die Überraschung, das Befremden oder Mitwirken des Betrachters sein.

Es ist offensichtlich, dass kinetische Lichtwerke Eigenschaften besitzen, die sie durch die Wahrnehmung von anderen Kunstwerken grundlegend unterscheiden: man kann sie zwar sehen, aber nicht berühren, sie sind immaterieller Natur und existieren nur temporär.⁴⁰ Im Gegensatz zum Gemälde erlöschen die Arbeiten sobald die Stromzufuhr unterbrochen wird. Eine Skulptur existiert auch im Dunkeln und kann über den Tastsinn wahrgenommen werden. Lichtkunstwerke hingegen sind nur visuell, unter den Bedingungen einer ständigen Zufuhr von Energie, erfahrbar.⁴¹ Licht ist aufgrund seiner Körperlosigkeit das ideale Medium für die Projektion von Vorstellungen. Die künstlerische Idee wird so als irisierender, flüchtiger Moment zur Erscheinung gebracht.⁴²

2.3 Physikalische Grundlagen

Kinetische Werke oder Installationen bringen durch ihre Bewegung die Zeit als vierte Dimension ein. Als Bewegung im physikalischen Sinne versteht man entsprechend die Änderung des Ortes eines Beobachtungsobjektes mit der Zeit in Form von Ausmaß und Richtung der Bewegung. Die Kinematik (griech.: kinema, Bewegung) ist die Lehre der Bewegung von Punkten und Körpern im Raum. Sie wird beschrieben durch die Größen: Weg (s), Geschwindigkeit (v), Beschleunigung (a).

Hierbei werden nicht die Ursachen der Bewegung betrachtet. Dynamische Ursachen wie Masse oder Kraft spielen in der Kinematik keine Rolle, sondern sind Begriffe der Dynamik, die sich in Statik und Kinetik gliedert. Die Kinematik beinhaltet außerdem Begriffe zur mathematischen Beschreibung der Bewegung durch Bewegungsgleichungen.⁴³

³⁷ JÄGER 1993, S. 25.

³⁸ GRABES 2004, S. 60.

³⁹ BUDERER 1998, S. 7 f.

⁴⁰ SCHWARZ 1998, S. 10.

⁴¹ SCHWARZ 1998, S. 11.

⁴² AHRENS 1998, S. 98.

⁴³ KNAPPSTEIN 2004, S. 1 f.

Licht hingegen ist grundsätzlich nichts anderes als elektromagnetische Strahlung innerhalb eines bestimmten Frequenzspektrums.⁴⁴ Folgende Parameter sind zu einer Charakterisierung von Licht unbedingt notwendig: Die Lichtintensität und die Ausbreitungsrichtung der Lichtwellen. Die Länge des Wellenzuges der elektromagnetischen Wellen wird stark durch die Art der Lichtquelle bestimmt. Die Wellenzüge aus einer Glühlampe sind einige Millimeter lang, Laser können Wellenzüge von einigen Kilometern Länge erzeugen. Durch den Parameter Wellenlänge kombiniert mit der spektralen Verteilung kann die Lichtfarbe quantifiziert werden. Die Qualität des Lichts kann mittels Spektroskopie gemessen und charakterisiert werden. Ein Spektrometer misst hierbei die spektrale Intensitätsverteilung des Lichts.⁴⁵ Trotz der Immaterialität des Mediums steht die Erzeugung von Licht mit Materie in einem ursächlichen Zusammenhang. Es gibt kein Licht, keine Lichtquelle ohne Materie. Mit hohen Temperaturen lässt sich Licht auf die einfachste Art und Weise erzeugen: Wird ein Körper stark erhitzt, so entsteht elektromagnetische Strahlung im sichtbaren Spektralbereich. Dabei bestimmt die Höhe der Temperatur die Farbtönung des Lichts.⁴⁶ Hinzu kommt, dass Licht erst durch das Auftreffen auf einen Körper, etwas Materiellem, als Gestalt sichtbar wird, andererseits erscheint auch der Raum nur durch das Licht. Das Licht zeigt sich also durch den Raum und erhellt ihn zugleich.⁴⁷ Die Eigenschaften von Projektionsflächen bei lichtkinetischer Kunst werden so zum Bestandteil der Beschreibung von Licht.

⁴⁴ BÖHME 2009, S. 69.

⁴⁵ LEISING 2006, S. 56 f.

⁴⁶ LEISING 2006, S. 56 f.

⁴⁷ ADOLPHS 2006, S. 5.

3 Rolf Lieberknecht – Künstler und Architekt

Die Geschichte der Familie LIEBERKNECHT war in Chemnitz, Oberlungwitz und Hohenstein-Ernstthal über mehrere Generationen eng mit der Entwicklung und Herstellung von Wirkmaschinen verbunden. Über Generationen befassten sich die Männer der Familie mit der Entwicklung neuer Maschinen und meldeten zahlreiche Patente an.

ROLF LIEBERKNECHT wurde 1947 in Mettmann geboren. Da sein Vater früh verstarb, wuchs er bei seinen Großeltern auf, die zu seinen wichtigsten Bezugspersonen wurden. Sein Großvater PAUL LIEBERKNECHT, der mit seiner eigenen Arbeit immer technische Innovationen anstrebte, vermittelte ihm die Liebe zu Präzision und Metallen. Als junger Mann studierte ROLF LIEBERKNECHT 1967 Architektur an der Technischen Universität Berlin (Prof. PETER HAUPT). Nachdem er sein erstes Studium erfolgreich abgeschlossen hatte, folgte ein weiteres in London im Fach Environmental Media am Royal College of Art (Prof. PETER KARDIA). Schon während dieser Zeit nahm er regelmäßig an Ausstellungen teil und wirkte an diversen Kunstprojekten mit. 1972 kreierte er eine schwimmende Großplastik für die Kieler Förde zu den Olympischen Spielen. 1984 lernte er als junger Künstler OTTO PIENE kennen mit dem er gemeinsam am Projekt „Die Zukunft der Metropolen“ arbeitete (Abb. 10). Die Künstlergruppe ZERO, die PIENE mit



Abb. 10: ROLF LIEBERKNECHT mit OTTO PIENE bei „Die Zukunft der Metropolen“ in Berlin 1984 (Foto: Brigitte Hammer)

gründete, bildete zusammen mit den Künstlern der Gruppe „Junger Westen“ und der „Fluxus-Szene“ um NAM JUNE PAIK das künstlerischen Umfeld LIEBERKNECHTS. Diese Einflüsse prägten und inspirierten ihn, als er 1967 als zwanzigjähriger Student nach West-Berlin ging. In dieser Zeit begann die westdeutsche Avantgarde mit wachsender Intensität die amerikanischen Kunstströmungen zu rezipieren und entwickelte unter dem Einfluß von Pop Art und Konzeptkunst eigenständige westdeutsche Strömungen. Die Beziehungen von Kunst, Technologie und Wissenschaft nach der ersten Mondlandung und der fortschreitenden Eroberung des Weltraumes, ihr Verhältnis zum gesellschaftlichen Umfeld und ihre Verantwortung im politischen Kontext waren die großen Themen der Kunst in den späten Sechzigern. LIEBERKNECHT begann seinen Weg in West-Berlin in einem künstlerischen Umfeld, in dem die expressive ebenso wie die realistische Tradition gepflegt wurde und das von den Kämpfen der rheinischen Avantgarde noch relativ unberührt war. Erst durch die Entwicklung des westdeutschen Kunstmarktes als Folge der Messe-Gründung in Köln (1967) begann sich das Berliner Kunstleben in den späten siebziger Jahren den Einflüssen der westdeutschen Kunstszene zu öffnen. Zuvor hatten das Berliner Künstlerprogramm des DAAD und Galerien wie die von RENÉ BLOCK oder ANSELM DREHER intensiv daran gearbeitet, die internationale „West-Kunst“ auf den Weg zu bringen.⁴⁸

⁴⁸ HAMMER 1998, S.10.

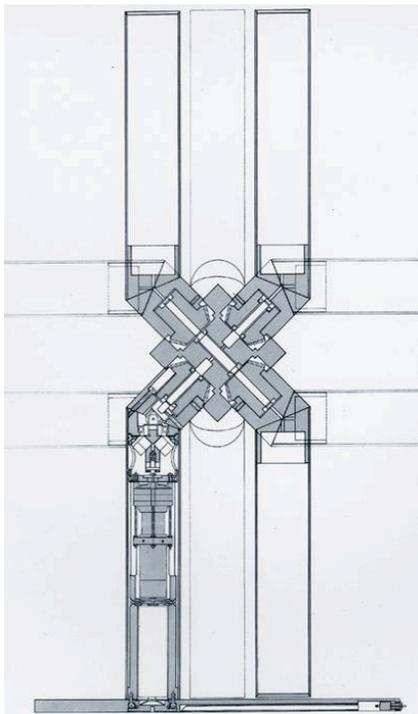


Abb. 11: „Kinetische Konstruktion“
Schnittzeichnung von
ROLF LIEBERKNECHT 1972/73

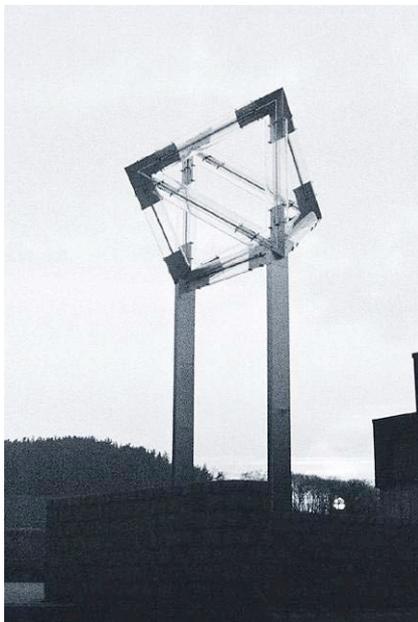


Abb. 12: „Lichtoktaeder“ 1977,
Computergesteuerte Neonskulptur aus
Acrylglas, Edelstahl und Neon-
Leuchtröhren (Foto: Rolf Lieberknecht)

Schon von Beginn seines Schaffens verwandte LIEBERKNECHT hauptsächlich das Material Metall. Bereits in den siebziger Jahren schuf er seine ersten kinetischen Werke. Wie bedeutend das Element Bewegung in seinem späteren Œuvre sein würde, wusste er 1972/73 vielleicht noch nicht, als er aus Stahl kinetische Skulpturen und Knoten zur Bewegungsübertragung konstruierte (Abb. 11).⁴⁹ Wenig später integrierte er bereits das Medium Licht, als er in Wetter an der Ruhr 1977 eine computergesteuerte Skulptur aus Acrylglas, Edelstahl und Neon-Leuchtröhren baute (Abb. 12). Ein Jahr später folgte von 1978–79 das Luftbrückenstipendium am British Council in London und von 1978–81 ein Atelierstipendium „Am Käuzchensteig“ in Berlin. Seit 1979 fertigte er zahlreiche Entwürfe zum Thema „Kunst im Stadtraum“, in deren Folge er Preise erhielt und schließlich von 1979–86 als Koordinator für „Kunst am Bau“ an der Technischen Universität Berlin arbeitete. Hinzu kam von 1982–87 die Tätigkeit als künstlerischer Mitarbeiter und Lehrbeauftragter an der Hochschule der Künste in Berlin bei Prof. GÜNTER OHLWEIN. Trotz der vielfältigen Aufgaben in Berlin reizte LIEBERKNECHT auch die amerikanische Kunstszene. So war er 1982 Fellow der Hand Hollow Foundation East Chatham (New York) bei GEORGE RICKEY und erhielt 1982 und 1984 ein Reisestipendium des Deutschen Akademischen Austauschdienstes für die USA. 1984 folgt die Arbeit als Fellow der Djerassi Foundation, Woodside (Kalifornien) und 1986 eine Einladung als Fellow und Gast des „Center for Advanced Visual Studies“ am Massachusetts Institute of Technology in Cambridge (Massachusetts) bei OTTO PIENE. Diese Zeit und die Auseinandersetzung mit amerikanischen Strömungen haben sicher zur vertiefenden Formulierung seiner Gestaltungsideen und Entwicklung seines kommunikativen Arbeitsstiles beigetragen.⁵⁰

Er selbst bezeichnet OTTO PIENE und GEORGE RICKEY als die Vorbilder seines künstlerischen Schaffens.

Von 1989 bis 2007 arbeitete LIEBERKNECHT als Professor für Bildhauerei und dreidimensionale Gestaltung an der Universität in Duisburg-Essen.

⁴⁹ ARMBRUSTER 2009, S. 11.

⁵⁰ HAMMER 1998, S. 12.

1997 gründete er dort mit SOPHIE AN DER BRÜGGE das Atelier oysteR deSign und war Gründungsmitglied der Kunsthalle Vierseithof in Luckenwalde. Im Jahr 2000 heiratet LIEBERKNECHT seine Frau CLAUDIA FEEST, welche im Bereich der darstellenden Kunst tätig ist. Er bezieht das alte Familienanwesen „Haus Einsiedel“ in Chemnitz. Hier bietet sich LIEBERKNECHT die Gelegenheit, sich auf fast allen Gebieten im Sinne eines Gesamtkunstwerkes auszuleben. Hier kann er architektonisch gestalten und im Innenraum Licht-, Farb- und Möbeldesigns entwickeln. Auch die Garten- und Landschaftsgestaltung übernimmt er selbst und integriert schließlich die bildende Kunst. Der Garten wird 2002 zu einem Skulpturenpark für eigene Arbeiten und die von befreundeten Künstlerkollegen. Seit 2008 unterrichtet er als Professor für Bildhauerei und dreidimensionale Gestaltung an der Folkwang Universität der Künste. Bis heute kreiert er kinetische Skulpturen vor allem für den öffentlichen Raum und entwickelt Lichtkonzepte.

Bewegung als Erlebnis

Ein wesentliches Merkmal aller Arbeiten von ROLF LIEBERKNECHT ist die Verwendung des Mediums Bewegung in Verbindung mit Licht und geometrischen Formen. Er selbst äußert sich 1976 zur Bedeutung von Geometrie und Symmetrie in seinem Werk:

„Geometrie ist die Lehre von den Eigenschaften räumlicher Figuren. Unter Symmetrie (Gleichmaß) versteht man die geordnete Beziehung einzelner Teile eines Ganzen (...) Es kann als anthropologische Konstante (einheitliches Merkmal im Verhalten von Menschen aller Kulturkreise) angesehen werden, wenn der Mensch neben persönlichen gefühlsmäßigen Maßstäben seine Körpersymmetrie zum Erkennen und Erleben seiner Umwelt benutzt. (...) Feststehende räumliche Sachverhalte werden mit Hilfe von Bewegung erfasst, und Bewegung von Gegenständen wird an ihrer Verschiebung zu einer ruhenden Bewegung erkannt. In jedem Fall gibt es einen statischen und einen dynamischen Teil der Wahrnehmung. Stehen und sich bewegen ist für den Menschen ein Vorgang des Balancierens um die Senkrechte (...) Die Geometrie der Wahrnehmung und Gestaltgesetze der Natur bleiben nicht unbeteiligt, wenn der Mensch seine Umgebung gestaltet. Aussehen und Gliederung von natürlichen Räumen ist dem Menschen durch die Einfachheit der Gestaltgesetze jederzeit verständlich und meist von großem visuellen Reiz (...) Geometrie kann ein gestaltwirksames Instrumentarium liefern, mit dem großen Vorteil “das Richtige leicht und das Falsche schwer zu machen“ (Einstein über Le Corbusiers Modulor Maßkette) aber es wäre trügerisch, in geometrischen Regeln mehr als eine Orientierungshilfe zu suchen. Dennoch liefert sie wesentliche Gestaltwerte in meinen Arbeiten. Ich leugne nicht mein sinnliches Verhältnis zur Geometrie (...)“⁵¹

Für LIEBERKNECHT ist die Berechnung geometrischer Körper und ihre Bewegung im Raum eine nie endende Inspirationsquelle und Grund für visuelle Demonstrationen. Er scheint Grundüberlegungen zu Körper und Umraum anzustellen, *die nicht allein im Architektonischen bleiben, sondern allgemein gültige Erfahrungen unserer menschlichen Existenz exemplarisch überdenken: Das Umfassen von Raum durch einen Körper und das Eindringen von Raum in einen Körper, Begrenzung und Entgrenzung, Volumen, negative und positive Formen und ihre logischen Entsprechungen usw.*⁵²

Die geometrische Form wird bei LIEBERKNECHT in fast allen Werken in Bewegung versetzt. Er selbst äußert sich zu Bewegung als Gemeinsamen in seiner Kunst:

„Die Ergebnisse meiner künstlerischen Befassungen als Ganzes sind höchst unterschiedlich. Ich bin auf nichts festgelegt, entscheide Medium, Material, Technik, Format immer

⁵¹ LIEBERKNECHT, 1976 S. 7 f.

⁵² JENSEN, 1976, S. 4 f.

nach der Angemessenheit für den Gedanken, die Idee, die Form. Vielleicht ist das Gemeinsame aller Arbeiten das ihnen innewohnende Ereignis, das Veränderliche, die Bewegung im Raum und in der Zeit. So ist allmählich aus dem Gemeinsamen mein Thema geworden. Sie entfalten ihr dreidimensionales und raumgreifendes Bewegungsspiel durch die Einwirkung von Windenergie, bei kleineren Arbeiten durch Luftzug oder einfach durch den menschlichen Atem. Im statischen und dynamischen Wechsel von Balance und Schwerkraft entstehen Choreografien von schwingenden, kreisenden und pendelnden Bewegungen, unerwartet, spielerisch, langsam, leise und leicht. Dieser Qualität von Bewegung gilt mein forschendes Suchen. Obgleich die Skulpturen in ihrer technischen Konstruktion den Gesetzen der Physik folgen, in ihrer Struktur die Regeln des geometrischen Raumes aufzeigen und in ihrer sachlichen Ästhetik eine geistige und verstandesmäßige Nachvollziehbarkeit scheinbar anbieten, so wollen sie doch in ihrem künstlerischen Gehalt als freie, dem Tänzerischen und Musikalischen verwandte Bewegungsimprovisationen, eher von der Empfindung wahrgenommen und erkannt werden. Falls eine Interpretation nötig wäre, könnte man sagen: Das „Langsame“ steht für eine kritische Position gegenüber ständig wachsender Beschleunigung, das „Leise“, aus der Stille entwickelte, für das Verfeinern der Wahrnehmung durch Konzentration und Besinnung und das schwerelose „Leichte“ für den sparsamen Gebrauch von Ressourcen, die Verwendung von Materialien und Energien nach ökologischen Kriterien. Ich lobe die Bewegung in der bildenden Kunst, denn sie befreit das Material von seiner Schwere und verbindet die Skulptur mit Raum und Zeit.“⁵³

Zur Visualisierung der Bewegung verwendet LIEBERKNECHT ganz in der Tradition seiner Vorbilder vor allem das Medium Licht. Sein Umgang mit diesem Medium betrifft sowohl seine „strahlende“ als auch seine „beleuchtende“ Funktion. Für die erste werden Lichtquellen in gestalteter Form eingesetzt, für die zweite bleiben sie unsichtbar; werden in einer Arbeit beide Funktionen verbunden – wie zum Beispiel im Lichtpendel für das Arbeitsamt in Berlin – verwendet er immer eine klare, geometrische Gestalt.⁵⁴

Wie bereits bei den Künstlergruppen der 60er Jahre ist ein wichtiges Merkmal der Medien Licht und Bewegung die Immaterialität. BRIGITTE HAMMER beschreibt in ihrem Text „Die Kräfte der Welt suchend“ den Grund für LIEBERKNECHTS Einsatz der „materiefreien“ Kunstmittel:

„Lieberknechts künstlerisches Hauptthema ist sein Umgang mit dem nahezu „materiefreien“ Material, für das er eine Gestaltung entwickeln muß, die dem energetischen Potential der Naturkräfte ein sichtbares Gebilde zuordnet. Seine Fragen an jene Einflüsse, die für uns unsichtbar sind und die wir nur durch ihre Wirkungen erfahren können, sind bildhaft und konkret: Welche Farbe hat der Wind? Welche Formen hat die Luft? Welche Gestalt zeigt das Licht? Welche Beschaffenheit bestimmt das Wasser? Der Künstler spürt den „kraftvollen“ Geheimnissen dieser Welt und ihren Erscheinungsformen nach und sucht zu ergründen, was die Welt, in der diese Kräfte wirken, unter ihrem Einfluß an Wandlungen erfährt. Die Wirkkräfte der Natur erleben und erforschen, ihre Möglichkeiten in der künstlerischen Praxis auszuloten, ihre Ergebnisse zu vermitteln bei der Raumgestaltung und (Um-)Welterfahrung – dies ist das künstlerische Programm.“⁵⁵

Zehn Jahre nachdem MARTA PAN ihre schwimmenden Skulpturen im Central Park in New York präsentierte⁵⁶, kreierte LIEBERKNECHT 1983 seinen „Jardin de Baisers“ (Abb. 13) für New York und Berlin, der deutlich seine Nähe zur Natur zeigt:

⁵³ <http://www.rolf-lieberknecht.de>, 11. November 11.

⁵⁴ HAMMER 1998, S. 7.

⁵⁵ HAMMER 1998, S. 7.

⁵⁶ POPPER 1975, S. 172.

„Eine Choreografie für fünf Luftskulpturen, textile Objekte von innerem Luftstrom getragen. Softsculptures, Lufthüllen ohne starre Konstruktion, beweglich, atmend, tanzend, ein Ballett des Windes; flüchtig und ereignishaft – eine Inszenierung aus Luft und dreitausend Gramm Material.“⁵⁷

Neben der Skulptur spielte für LIEBERKNECHT auch die Aktionskunst eine entscheidende Rolle. Auch hier folgt er OTTO PIENE, der in den sechziger Jahren die Sky Art entwickelte. Zu seinen „Aktionen mit fliegenden Objekten“ auf der Bundesgartenschau in Kassel 1981 (Abb.14 und 15) beschreibt LIEBERKNECHT die persönliche Bedeutung dieser Kunstform:

„Ich habe Sky Art immer als momenthaften Zustand, als Ereignis in der Zeit erlebt. Im Flüchtigen und Vergänglichen liegt die Schönheit und der Sinn dieses künstlerischen Mediums. Bildern der Phantasie, an den Himmel gehängt, bleibt die Freiheit des Immateriellen; sie sind da und entziehen sich zugleich der greifbaren Wirklichkeit. Sie sind aus dem Stoff des Geistes und der Sinne, und wenn sie sich auflösen, kehren sie in ihren ursprünglichen Zustand zurück.“⁵⁸

Ein weiteres essentielles Ziel seiner Kunst ist auch die Kreation eines Erlebnisses für den Betrachter:

„Ich wollte keine Endprodukte zur Schau stellen, ohne gleichzeitig vielfältige Kontakt- und Kristallisationspunkte für differenzierte Reaktionen der Besucher zu ermöglichen. Die auf das Visuelle begrenzte Wahrnehmung sollte erweitert werden zu einer Erlebnisatmosphäre. Ein Erlebnis überwindet den visuellen Konsum von Kunstobjekten und erzeugt stattdessen aktive Handlungsformen. Im Gegensatz zur passiven Wahrnehmung entwickelt der Besucher in einer aktiven Erlebnissituation kreative Energie und spontan eigene Ideen.“⁵⁹

In seinen Arbeiten verbinden sich also geometrische Strukturen, physikalische Kräfte und technische Elemente zu visuellen Erlebnisräumen mit hoher Intensität. Seine Skulpturen oder Environments zeigen einen subtilen kritischen Charakter und eine inhaltliche Bedeutungsebene. BRIGITTE HAMMER fasst die Basis seines Oeuvres zusammen:



Abb. 13: „Jardin de Baiser“ Berlin/
New York 1983, ROLF LIEBERKNECHT
neben einer Luftskulptur
(Foto: Seiji Kakizaki)



Abb. 14; Abb. 15: „Aktion mit fliegenden
Objekten“ Bundesgartenschau in Kassel
1981 (Fotos: Rolf Lieberknecht)

⁵⁷ <http://www.rolf-lieberknecht.de>, 11. November 11.

⁵⁸ LIEBERKNECHT 1976, S. 5.

⁵⁹ LIEBERKNECHT 1976, S. 7f.

„Raum greifen, Raum gestalten und Raum prägen sind die grundlegenden Prinzipien des Lieberknechtschen Kunstschaffens und das wesentliche Anliegen seiner Gestaltungskonzepte. Sie sind zurückhaltend und maßvoll in ihrer Erscheinungsform, aber von überzeugender Stringenz, bei durchkalkuliertem Einsatz der Mittel. Material und Aufwand werden überlegt und angemessen, in einem geradezu ökonomischen Verhältnis geplant und realisiert. Die Gestaltungsideen und ihre Umsetzungsstrategien werden gleichermaßen von Intuition und Erfahrung gesteuert. Lieberknechts Kunst ist vollkommen unprätentiös, und was an ihr fasziniert, sind die Räume der Sinnlichkeit, die sich über dem Werk öffnen. Dafür bedarf es allerdings eines Betrachters mit wachem Geist und offenem Herzen.“⁶⁰

Ausstellungen und Projekte

- 1972** *Schwimmobjekt 1*, Großplastik für die Kieler Förde zu den olympischen Spielen, Kunsthalle zu Kiel
- 1976** *Rolf Lieberknecht, Raum-Bewegung-Aktion*, Ausstellungen in der Kunsthalle zu Kiel und in den Städtischen Kunstsammlungen Ludwigshafen
- 1977–78** *Computergesteuerte Lichtskulpturen* in Wetter an der Ruhr und
- 1980–83** in Berlin
- 1981** *Aktionen mit fliegenden Objekten*, Bundesgartenschau in Kassel
- 1982** *Rolf Lieberknecht – Casselblanca*, Ausstellung in der Galerie Wewerka, Berlin
- 1989** *Aus heiterem Himmel...* Eine Laserskulptur in Zusammenarbeit mit dem Optischen Institut der technischen Universität Berlin zur 2000-Jahr Feier Bonns
- 1992** *Abraum – Bildende Kunst zwischen den Zeiten*, künstlerische Aneignung der Industriebrache Zeche Zollverein in Essen. Multimediale Ausstellung im Rahmen der Internationalen Bauausstellung Emscherpark, bearbeitet als Studienprojekt mit Studierenden des Fachbereichs Gestaltung und Kunsterziehung der Universität GH Essen
- 1994** *Ohratorium*, eine Klanginstallation mit einem Hummelvolk, in „Abraum“ auf der Zeche Zollverein, Essen
- 1997** *Zwitsch on the Internet*, eine stadtraumbezogene Installation mit zwölf Zebrafinkenpaaren, in „Tuchföhlung“ Kunsthaus Langenberg (eine Gemeinschaftsarbeit mit Sophie an der Brügge)
- 1998** *Rolf Lieberknecht – Kunsthalle Vierseithof*, Luckenwalde
- 2007** *Konrad Wohlhage & Rolf Lieberknecht - Galerie Inga Kondeyne*, Berlin
- 2008** *sehen & sammeln - Heck-Art-Galerie Kunst für Chemnitz e.V.*, Chemnitz
Linie Raum - Galerie Alte Schule im Kulturzentrum Adlershof, Berlin
- 2009** *Rolf Lieberknecht - Skulpturen - Heck-Art-Galerie Kunst*, Chemnitz
- 2010** *Sehet den Menschen - Kulturkirche St. Stephani*, Bremen

⁶⁰ HAMMER 1998, S. 17.

4 Kinetic Light Refractions

Die kinetische Lichtinstallation „Kinetic Light Refractions“ (KLR) wurde von ROLF LIEBERKNECHT für den Bildhauerwettbewerb⁶¹ des Europäischen Patentamts München (EPA) 1978 entworfen. Seitdem war das Werk immanenter Bestandteil des Foyers vor dem Plenarsaal in der ersten Etage des „Isargebäudes“ in der Erhardstr. 27 in München. Dieser Bereich des Gebäudes ist hoch frequentiert und für die Öffentlichkeit zugänglich. Während der Sanierung zwischen November 2008 und November 2011 war das Werk deinstalliert und eingelagert. Nach Abschluss der Arbeiten im Dezember 2011 soll das Werk wieder am ursprünglichen Ort reinstalliert werden. Die vorangehende Dokumentation und Restaurierung sind Inhalt dieser Arbeit.

4.1 Der Bildhauerwettbewerb 1978 – Kunst im Patentamt

Anlass für den internationalen Wettbewerb 1978 war der Bau der neuen EPA-Dienstgebäude an der Isar. Der Leitgedanke war die Verbindung von Mensch, Kunst, Technik und Architektur, die Einbeziehung der zeitgenössischen, europäischen Kunst in die Arbeitswelt, sowie das Verständnis für Ausdrucksformen und Inhalte moderner Kunst zu wecken. Der Präsident des EPA, Dr. PAUL BRAENDLI, schildert im Katalog „Kunst im europäischen Patentamt München“ den Grund:

„Zeitgenössische Kunst sehen und erleben ist Lockerungsarbeit für Geist, Körper und Seele; Schärfung der Sinne; Such- und Kombinationsanreiz.“⁶²

Die Signatarstaaten des europäischen Patentabkommens⁶³ beteiligten sich am Bildhauerwettbewerb, der große Freiheit in der Themenfindung erlaubte, dabei aber das Wechselspiel zwischen Kunst und Architektur vorsah. Es sollten sowohl Werke für den Innen- als auch für den Außenraum entworfen werden. 22 namenhafte Künstler, je zwei pro Signatarstaat, unter ihnen NICOLAS SCHÖFFER, EDUARDO PAOLOZZI, HANS BERNHARD LUGINBÜHL und PANAMARENKO, nahmen an dem Wettbewerb teil. Obwohl der Nachwuchskünstler LIEBERKNECHT damals eher eine Aussenseiterrolle unter den Wettbewerbern spielte, gehörte er zu den Künstlern, deren Entwürfe verwirklicht wurden. POALAS formulierte die Aufgabe der Kunst in diesem räumlichen Zusammenhang:

„Mit der Einbeziehung der Kunst in die Arbeitswelt will das Europäische Patentamt Anregung geben, wie sich Kunst am Arbeitsplatz verstehen, tolerieren, achten lässt. Ziel und Zweck ist es, die breiten kulturellen Zeitströmungen in den Arbeitsalltag einzubinden, die tägliche Umgebung abwechslungsreich zu erleben, dem Geist Stoff zu durchaus kontroversen Auseinandersetzungen zu bieten. Nicht der unfehlbare Anspruch steht dabei im Vordergrund, sondern das Angebot zum Dialog mit dem Betrachter, die künstlerische Äußerung als Anregung zur fruchtbaren Konfrontation (...) So lag es nahe, die Konzeption bei der Auswahl der Kunstwerke (...) unter die Thematik: ‚Die Technik in der Kunst‘ zu stellen. Diese große Thema eröffnet so interessante Bereiche wie ‚neue Technologien in der Kunst‘ oder ‚Der Künstler als Erfinder‘, ironisierend oder verfremdet.“⁶⁴

LIEBERKNECHTS lebendige Lichtinstallation fügt sich in diesen Rahmen und erfüllt die kommunikative Aufgabe.

⁶¹ Auslober Finanzbauamt München 1; Ausstellung im Deutschen Museum – Glashalle. Vom 25. November 1978 bis 14. Januar 1979.

⁶² EUROPÄISCHES PATENTAMT 1993, S. 8.

⁶³ Belgien, Dänemark, Deutschland, Frankreich, Irland, Italien, Niederlande, Österreich, Schweiz, Großbritannien.

⁶⁴ EUROPÄISCHES PATENTAMT 1993, S. 11.

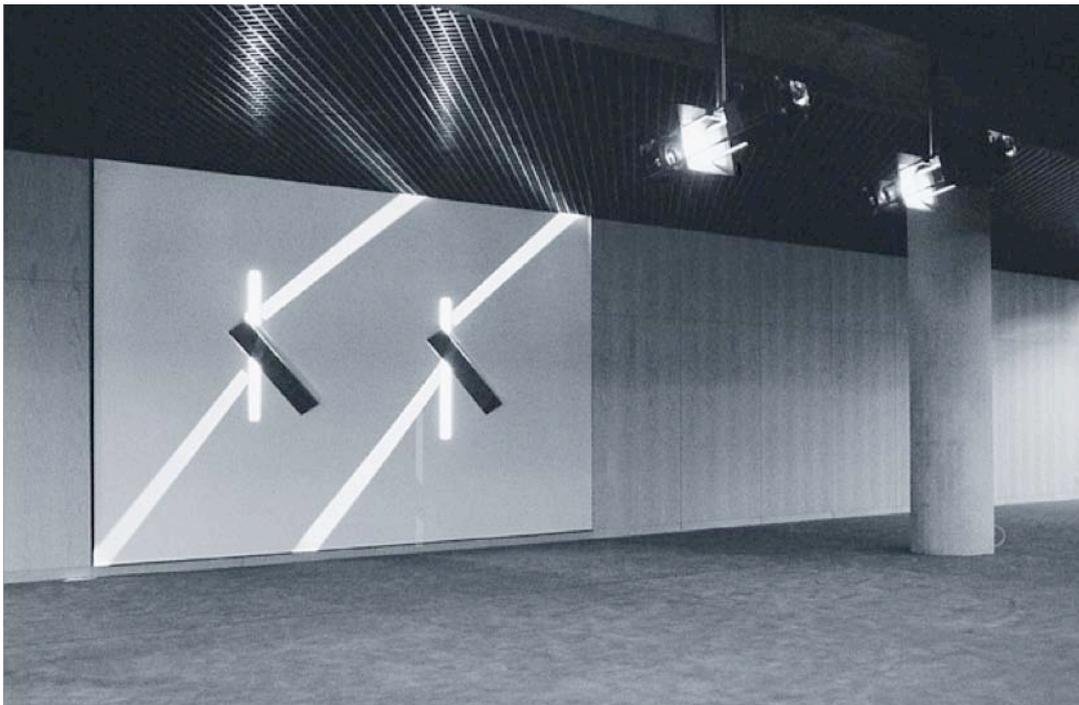


Abb. 16: „Kinetic Light Refractions“; Ansicht der Installation im Foyer des Europäischen Patentamts 1981
(Foto: Rolf Lieberknecht)



Abb. 17: Spiegelprisma mit vertikalen, projizierten Lichtstreifen und diagonalen, reflektierten Lichtstreifen
1981 (Foto: Rolf Lieberknecht)

4.2 Der Entwurf

LIEBERKNECHT formulierte eine Idee und veranschaulichte diese durch Erläuterungen, Zeichnungen und eine Modellanordnung. Ausgangspunkt für seine beiden eingereichten Entwürfe „Kinetic Light Refractions“ (Abb. 16 und 17) und „Eistetraeder“ war die Veranschaulichung physikalischer Phänomene. Der nicht ausgeführte „Eistetraeder“ sollte die drei Aggregatzustände von Wasser – Fest, Flüssig und Gasförmig – in einem überdimensionalen, erlebbaren Raum in Form eines Tetraeders veranschaulichen. Neben der wissenschaftlichen Ebene spielte auch der Ort eine wichtige Rolle. LIEBERKNECHT äußerte sich hierzu im Interview:

„Beide Entwürfe haben eine physikalische Dimension, welche ich aber eher als Darstellung der Natur ansehe. Gegenüber liegt das deutsche Museum, wo viele naturwissenschaftliche Exponate zu sehen sind, das Europäische Patentamt hat was mit Erfindungen zu tun, das Deutsche Museum mit Entdeckungen aus der Vergangenheit. Auf diesen Kontext wollte ich mit beiden Arbeiten anspielen. Das war der Gedanke. Als Wettbewerbsteilnehmer überlegt man: was macht man für das Europäische Patentamt, wo liegt es, wie ist die Umgebung und die Schwingung am Ort, was ist in der Nähe für ein Landschaft und was für ein Klima.“⁶⁵

Für die geplante Lichtinstallation im Innenraum wurde das „Doppelspaltexperiment“⁶⁶ durch seine Wichtigkeit zur Erklärung der Natur von Licht innerhalb der Physik zum Ausgangspunkt der Gestaltung. Der vitale, aber immaterielle Charakter von Licht und Bewegung waren, wie schon zuvor, das Mittel für LIEBERKNECHT, um eine zurückhaltende aber erlebbare Atmosphäre zu kreieren:

„In ergänzendem Kontrast zur Vielfalt der umgebenden Materialien besteht die Gestaltungsidee für die Wandfläche in der sparsamen und zurückhaltenden Verwendung von Licht und Bewegung. Wahrnehmbar und erlebbar, ohne selbst aus Materie zu bestehen, unterstützen die Elemente Licht und Bewegung mehr die Atmosphäre des Raumes, als dass sie im Wesentlichen hinzufügen.“⁶⁷

Er beschreibt sein Konzept in zwei kurzen Sätzen, die bereits die wesentlichen Gestaltungsmerkmale Licht, Rotation und Reflexion beinhalten:

„In kreisendem Auf und Ab, in stetem Vor und Zurück bewegen sich helle Lichtlinien auf einer rechteckigen Bildfläche. Spiegelnde Prismen reflektieren weißes Licht auf weißem Grund.“⁶⁸

In seiner Entwurfsbeschreibung konkretisiert er die einzelnen Teile seiner Installation und erwähnt ein weiteres, für ihn typisches Gestaltungsmittel: die Geometrie. Das Wesentliche ist jedoch die Reflexion⁶⁹ projizierter Lichtzeichen auf einer Bildfläche, welche er bereits sehr detailliert beschreibt:

⁶⁵ Vgl. Anhang B – Interview, S. 3.

⁶⁶ Beim Doppelspaltexperiment wird kohärentes Licht durch eine Blende mit zwei schmalen, parallelen Spalten geworfen. Auf einem Beobachtungsschirm zeigt sich ein sogenanntes Interferenzmuster. Dieses Muster entsteht durch Beugung des Lichtes an einem Spalt. Mit dem Doppelspaltexperiment kann man den Welle-Teilchen-Dualismus von Licht demonstrieren, der nur im Rahmen der Quantenmechanik erklärbar ist. Dieses Experiment gilt als das wichtigste der Quantenmechanik.

⁶⁷ EUROPÄISCHES PATENTAMT 1993, S. 38.

⁶⁸ EUROPÄISCHES PATENTAMT 1993, S. 38.

⁶⁹ Das Reflexionsgesetz, ein Grundgesetz der geometrischen Optik, gibt an, dass Einfallswinkel und Ausfallswinkel des Lichts an einer spiegelnden Fläche gleich sind.



Abb. 18: Projektor aus brüniertem Stahl und schwarz eloxiertem Aluminium von „Kinetic Light Refractions“;
Rechts: Projektorkopf mit exzentrisch rotierendem Objektiv
Mitte: Spaltblende mit trichterförmiger Ablendung
Links: Lampengehäuse

„Von zwei geometrisch bestimmten Positionen in der Decke werden zwei Lichtzeichen auf eine weiße Fläche projiziert. Die Lichtzeichen haben die Form einer senkrechten Linie und fallen während ihres Bewegungsverlaufes auf zwei schräg liegende Spiegelprismen. Von dort werden die Lichtlinien unter entsprechendem Winkel zweimal reflektiert und werfen ein Streiflicht über die Projektionsfläche. Die beiden senkrechten Lichtlinien verbleiben auf ihrer Bewegungsbahn ständig im Reflexionsbereich der Spiegelprismen und beschreiben eine Rotationsbewegung, während ihre Reflexionen in horizontaler Richtung wandern. Um die beruhigende Wirkung zu verstärken, ist die Bewegungsgeschwindigkeit so gering wie möglich gehalten. Ihre Helligkeit ist so ausgelegt, dass die Streiflichter noch gut sichtbar sind. Das vom Tageslicht nur mäßig erhellte und zurückhaltend beleuchtete Raumgefüge kommt dem zugute und wird bewusst beibehalten.“⁷⁰

Diese Beschreibung beinhaltet bereits zwei spätere Elemente der Installation: bewegte Lichtzeichen auf weißer Fläche und reflektierende Spiegelprismen. Die Erwähnung des Raumgefüges zeigt, dass das Werk von Beginn an für diesen Ort konzipiert wurde. Unklar bleibt hier noch die Lichtquelle an sich. Die Abfolge der einzelnen Stationen des Lichtes wurde von LIEBERKNECHT in einem Demonstrationsmodell veranschaulicht und erläutert:

„Von der Lichtquelle ausgehend fällt das Licht zunächst durch einen Spalt. Das Lichtzeichen bekommt die Form einer senkrechten Linie. Eine Linse bewirkt die scharfe Abbildung der Lichtlinie und ein leicht geneigter rotierender Spiegel erzeugt ihre Bewegung.“⁷¹

Das Modell befindet sich heute in LIEBERKNECHTS Atelier in Berlin. Die Auswahl der Materialien sowie der genaue Aufbau erfolgten erst während des eigentlichen Schaffensprozesses.

4.3 Die Ausführung

Die Ausführung seines Entwurfs begann LIEBERKNECHT im November 1979 unmittelbar nach seinem Aufenthalt am Royal College of Art in London. Hier traf er auch EDUARDO PAOLOZZI, welcher am Royal College dozierte und ebenfalls einen Entwurf für das Europäische Patentamt ausführte. Für die Ausführung von „Kinetic Light Refractions“ ließ sich LIEBERKNECHT an der TU Berlin am Institut für Lichttechnik beraten, um seine Idee von einem reflektierten Lichtstrich wie geplant verwirklichen zu können. Schon zu Beginn war klar, dass es sich um drei Bestandteile handeln würde: Lichtquelle, reflektierende Prismen und eine geeignete Bildfläche.

In seinem Entwurf beschreibt er die Projektoren noch als „*versteckt in der Decke installiert*“.⁷² Heute sind beide Projektoren (Abb. 18) deutlich sichtbarer Bestandteil der Installation. Der Grund liegt in der aufwendigen und besonderen Ausführung der Projektoren. LIEBERKNECHT wollte damals nicht mit vorgefertigten Produkten arbeiten, sondern ein Gerät kreieren, welches einem Versuchsaufbau ähnelte. Man sollte hieran die einzelnen Stationen, die er für das Modell beschrieben hatte, deutlich erkennen, ohne dass sie die Wand verstellten. Er kontaktierte hierfür verschiedene Firmen für optische Systeme, die ihn beraten sollten. In der „BKE Bildtechnik“ aus Nord-Hardenberg fand er den richtigen Partner, der ihn bei Bau und Planung unterstützte. Die Bewegung des Lichtes wurde bei diesen Projektoren nicht mehr durch einen rotierenden Spiegel, sondern durch ein exzentrisch rotierendes Objektiv realisiert. Die Geräte aus eloxiertem Aluminium und brüniertem Stahl setzten sich aus einem Lampengehäuse, einer Blende, die den Lichtstrich formte, und einem

⁷⁰ Vgl. Erläuterungen zum Entwurf von Rolf Lieberknecht, S. 2; Anhang des Werkvertrages.

⁷¹ Vgl. Erläuterungen zum Entwurf von Rolf Lieberknecht, S. 2; Anhang des Werkvertrages.

⁷² Vgl. Erläuterungen zum Entwurf von Rolf Lieberknecht, S. 2; Anhang des Werkvertrages.

bewegten Projektionsobjektiv zusammen. Die Geräte sind mit einer sehr feinen Justierung ausgestattet, um eine optimale Abbildung und die gewünschte Wirkung der Lichtstreifen und ihrer Reflexionen zu erzielen. Die Spiegelprismen sollten ursprünglich aus verchromten Metallplatten hergestellt werden, verwendet wurde jedoch nach Versuchen mit Plexiglas verspiegeltes Glas. Die Spiegelebenen lassen sich im Winkel einzeln justieren. Die Neigung des Spiegels muss dazu führen, dass ein reflektierter Strich als Streiflicht über die Fläche läuft. Die Reflexion soll hierbei nicht über die Bildfläche hinaus strahlen, sie aber voll ausfüllen. Die Neigung des Spiegels bestimmt also auch die Länge des reflektierten Lichtstreifens.

Im Entwurf legte LIEBERKNECHT noch kein Material für die Bildwand fest. Die Reflexionskraft sollte einer Film- oder Diaprojektionsfläche entsprechen. Für sein Modell verwendete er ein aufgeklebtes Stück Perlleinwand. Ausgeführt wurde die Fläche jedoch mit verspachtelten Rigips®-Platten und einer retro-reflektierenden Glasperlenbeschichtung. Die Unterkonstruktion mit der aufgetragenen Gipsschicht wurde von Mitarbeitern der Firma Rigips® ausgeführt, um eine hochwertige und vor allem plane Fläche zu erhalten. Die Glasperlenbeschichtung wurde von einer Firma für Perlleinwände⁷³ aufgebracht, welche hierfür die Spritzanlage demontierte und nach München brachte. Gewöhnlich wurde die Beschichtung horizontal aufgebracht, die Fläche war jedoch bereits montiert und musste in der Senkrechten vor Ort besprüht werden. LIEBERKNECHT, der den gesamten Prozess betreute, beschreibt diese Arbeiten im Interview:

„Dann wurde die Fläche mit einem damals noch üblichen Kinoleinwandmaterial, mit einer Glasperlenoberfläche, präpariert. Die hat den Vorteil, dass das Licht die Perlen erhellte, dann wird es umgelenkt und in den Kugeln reflektiert. Das macht einen schönen, brillanten Effekt. Wir haben damals allerdings keine Kinoleinwand gekauft und aufgeklebt, sondern haben die Firma, welche die Leinwände herstellt, ins Patentamt bestellt. Diese Firma hat das also vor Ort gemacht. (...) Das war ein aufregender Akt, die Fläche strahlte schon an sich wie aus dem Märchen, wie Sterntaler.“⁷⁴

Die Bildfläche wird von einem überstehenden, dünnen, schwarzen Rahmen begrenzt. Die sichtbare Innenseite dieses Rahmens ist weiß. Der reflektierte Lichtstrich trifft senkrecht auf diesen Rand und wird nochmals zurückgeworfen. Hierdurch entsteht ein aufleuchtender Abschluss des Streifens, eine hellere Kantenbetonung an der Grenze der Fläche. LIEBERKNECHT bezeichnet es als *kleinen Höhepunkt*.

Auf die Bildfläche wurden schließlich diagonal die zwei Spiegelprismen aufgebracht und die beiden Projektoren entsprechend an der Decke montiert. Durch die Inbetriebnahme der Geräte werden die Lichtstriche projiziert und durch einen Motor in Bewegung versetzt. Den gewünschten Bewegungsablauf und die hieraus resultierende Bildwirkung beschreibt LIEBERKNECHT:

„Und jetzt werden die Lichtstriche in Bewegung gesetzt und dabei bleiben sie immer senkrecht und wandern über die Prismen. Nach links, nach oben, bis zum Rand der Prismen, nach unten, rüber auf die andere Seite, unten rum und wieder hoch. Gleichzeitig bewegen sich natürlich auch die diagonalen Linien senkrecht über die Fläche, mal näher zusammen und mal weiter voneinander weg. Der eine ist mal oben, während der andere unten ist. Sie bewegen sich in leicht unterschiedlichen Tempi, nicht parallel, treffen sich nie. Darauf kommt es mir besonders an, dass die Zwischenräume zwischen Licht und Nicht-Licht, dass

⁷³ Der Name der Firma ist nicht dokumentiert.

⁷⁴ Vgl. Anhang B – Interview, S. 5.

die Flächen auf dem Bild, immer andere Formen haben. Es geht nicht nur um das, was das Licht sichtbar macht, sondern auch darum, was auf der Fläche als ganzes passiert.“⁷⁵

Die Beschreibungen des Künstlers zeigen, dass jedes Detail des Werkes einen Sinn erfüllt und nichts zufällig gewählt ist. Auch wenn der Hauptteil das auf der Wand ablaufende Ereignis bleibt, so ist doch der technische Teil der Installation ebenso ästhetischer und inhaltlicher Bestandteil des Werkes. Die Einbindung hoch spezialisierter Firmen in den Schaffensprozess zeigt den Anspruch LIEBERKNECHTS an höchste Qualität und Präzision. Die zurückhaltende, ruhige Wirkung seiner Werke täuscht über die verwendeten, aufwendigen Herstellungsverfahren hinweg.

4.4 Bedeutung von Material und Form

Im frühen Werk „Kinetic Light Refractions“ zeigen sich bereits alle Elemente, die für LIEBERKNECHTS Œuvre bestimmend wurden. Die Medien Licht und Bewegung waren bereits im Zentrum seines Interesses. Das Besondere hieran war für ihn das Immaterielle und Flüchtige, dieser Aspekt ist ihm wichtiger als eine materialhafte Präsenz eines Objektes. Mit diesen Mitteln möchte LIEBERKNECHT eine Atmosphäre, ein Environment erschaffen, welches im EPA eine beruhigende Wirkung auf den Betrachter haben soll.

Die Form der projizierten, rotierenden Lichtstriche wurde durch das Doppelspaltexperiment inspiriert. Hierin zeigt sich auch das Interesse des Künstlers für die Natur des Mediums Licht und seine Eigenschaften. Dieser wissenschaftliche Ausgangspunkt für die Gestaltung der Installation ist typisch für die erste Schaffensperiode von LIEBERKNECHT. Er selbst äußert sich zur Rationalität seiner ersten Arbeiten im Interview:

„Ich hatte damals so eine Art Grundhaltung in meinen Entwürfen, es war mir wichtig, dass ein Entwurf eine bestimmte Klarheit hat, dass es eine nachvollziehbare Klarheit gibt. Dass man bei einem Entwurf keine emotionale Entscheidungsfindung vermutet, eher das man sagt, das ist hier konkret vorhanden. Es ist ja auch konkrete Kunst. Es ist, was es ist und es muss, so wie es sich darstellt, aus sich selber heraus plausibel sein. (...) Das Licht, die Wege die das Licht macht, lassen die Fläche pulsieren. Mir war wichtig damals, beim Eis war das genauso, wenn man einmal entdeckt hat, wie sich die Aggregatzustände von Wasser auf die Elemente beziehen und wie dann aus diesen drei Elementen ein Raum wird, das ist so selbsterklärend (...) da spiele ich keine Rolle mehr, wenn das geklärt ist. Das Kunstwerk an sich erklärt sich. Das war mir damals so wichtig, dass ich mich da raushalte, mich als Person, und auch von dem, was meine Empfindungen sind. Ich hatte natürlich eine emotionale Bindung, hatte ich schon immer, zu den Arbeiten, aber sie spielten bei dem, was ich da entwickelt habe, keine Rolle. Und da war ich damals. Und bei meinen damaligen Bewegungsarbeiten da war es, wie bei dem Eis auch, ein ereignishafter Prozess, ein Vorgang, das war eben damals schon ein Thema von mir.“⁷⁶

Neben dem physikalischen Ausgangspunkt spielen geometrische Formen bei LIEBERKNECHT eine wichtige Rolle. 1976 formuliert er seine Gedanken zu den geometrischen Grundformen der Vertikale und Horizontale:

„In der Natur ist die Vertikale ein Grundprinzip aller Wachstumsvorgänge, an denen auch der Mensch teilnimmt. Sie ist in ihrem Wesen dynamisch. Liegen und Schlafen als Zustand

⁷⁵ Vgl. Anhang B – Interview, S. 4.

⁷⁶ Vgl. Anhang B – Interview, S. 9 f.

der Ruhe ist verbunden mit der horizontalen Lage im Raum. Die Horizontale hat ruhenden Charakter.“⁷⁷

Die Raumrichtungen sind für ihn verknüpft mit der Nachvollziehbarkeit über die eigene Körperwahrnehmung und korrespondieren mit der Selbstreferenzialität seiner Arbeiten. Darüber hinaus kann bei „Kinetic Light Refractions“ nicht von einer expliziten Bedeutung der Geometrie gesprochen werden. Es handelt sich mehr um einen Grundgedanken zu geometrischen Formen in den Werken dieser Zeit.

Die Anzahl der Spiegelprismen und Projektoren resultiert ebenfalls aus dem Doppelspaltexperiment, wobei Licht durch zwei Spalten geworfen wird, um Interferenzen sichtbar zu machen. Es zeigt sich jedoch auch, dass sich die Anordnung von zwei Objekten im Werk LIEBERKNECHTS häuft. Er selbst beschreibt es als ein anderes Kunsterlebnis für den Betrachter, begründet es aber auch mit seiner Persönlichkeit:

„Ich bin Zwilling in meinem Sternbild. Dieses Doppelte hab ich irgendwie in mir. Auch in meiner Art hab ich so was (...) Ja, es ist auch so, dass wenn man ein singuläres Gebilde macht, ein Einzelnes, da können sie nur drum herum gehen. Das breitet sich von der Mitte aus. Das ist von der Zugänglichkeit für den Betrachter immer nur ein Gegenüber. Bei Zweien können sie sich dazwischen stellen und es bildet sich dort ein Raum. Ich empfinde das als ein Environment, das es einen Zwischenraum hat und man mit dieser Räumlichkeit was macht. Das interessiert mich oft, nicht immer, aber oft. Ich finde es auch irgendwie freundlicher, demokratischer (...) Es ist eine andere Art des Angebots vom Künstler und auch eine andere Art der Aneignung vom Betrachter. Er kann anders Kontakt aufnehmen. Der Betrachter fühlt sich einbezogener als wenn er einer Sache einfach nur gegenüber steht. Das hab ich oft gemacht (...) dass sich eine Beziehung zwischen zwei Dingen bildet und dass man sich einmischen kann in diese Beziehung.“⁷⁸

In dieser Aussage zeigt sich nochmals deutlich die Intention des Künstlers ein Erlebnis, Environment zu kreieren. Seine Kunst soll mit dem Betrachter in Interaktion treten.

⁷⁷ LIEBERKNECHT 1976, S. 7 f.

⁷⁸ Vgl. Anhang B – Interview, S. 12 f.

5 Dokumentation

Die ausführliche Dokumentation von Installationen bildet die Grundlage für eine adäquate Reinstallation. Für „Kinetic Light Refractions“ gibt es keine Aufzeichnungen zu ursprünglichen Positionen oder Einstellungen der Projektoren und Prismen vor der Deinstallation 2008. Während der Sanierungsphase des Isargebäudes waren Projektoren und Spiegelprismen eingelagert.

Ziel dieser Arbeit ist es, neben der Bestimmung von Material und Erhaltung eine detaillierte Installationsanleitung zu erstellen. Grundsätzlich sind folgende Maßnahmen für eine vollständige Dokumentation lichtkinetischer Installationen erforderlich:

- Dokumentation der Anordnung der einzelnen Elemente und der Position im Raum
- Dokumentation des Raums (Oberflächeneigenschaften, Lichtverhältnisse)
- Dokumentation aller Einzelteile des Kunstwerkes in Material und Beschaffenheit
- Dokumentation der Technik/Mechanik
- Messung der physikalischen Lichtkomponenten
- Dokumentation des Bewegungsablaufes

Das hier dokumentierte Kunstwerk besteht aus drei, klar separierten Gruppen: Der Bildfläche, den Spiegelprismen und den Projektoren. Vor der Reinstallation wurde der Zustand der Projektoren und Prismen, die Einlagerung und Raumsituation fotografisch festgehalten (Anhang A – Fotodokumentation). Innerhalb der letzten 30 Jahre wurden technische Details und Teile der Konstruktion an den Geräten verändert, welche in dieser Arbeit erstmals in vollem Umfang schriftlich dokumentiert werden. Da die Baupläne und Entwurfszeichnungen nicht mehr vorhanden waren, wurden von den Projektoren und Prismen Zeichnungen in CAD angefertigt. Für alle verwendeten Marken-Produkte befinden sich Datenblätter im Anhang. Informationen zu den verwendeten Materialien waren bisher nicht schriftlich festgehalten und teils unklar, sie werden im Zuge der Dokumentation bestimmt. Durch übermäßige Hitze, Bearbeitung und Schmutz kam es zu Beschädigungen an allen drei Teilen des Werks. Die Projektoren und die Bildfläche wurden vor allem durch Umbaumaßnahmen und unsachgemäßes Handling geschädigt. Die Dokumentation der Lichtkomponenten und des Bewegungsablaufes erfolgte erst nach der Reinstallation. Die hierfür zur Verfügung stehenden Möglichkeiten und die Durchführung werden in einem eigenen Kapitel behandelt (Dokumentation von Licht und Bewegung).

Künstlerinterview

Interviews mit Künstlern sind heute nicht nur in den Feuilletons von Presse und Rundfunk zu Hause, sondern füllen Zeitschriften und Kataloge zu zeitgenössischer Kunst. Gegenwartskunst scheint sich über das Künstlerinterview zu legitimieren. Obwohl schon ANDY WARHOL äußerte „*The interviewer should just tell me the words he wants me to say and I'll repeat them after him*“⁷⁹, werden von Interviews authentische Informationen und Enthüllungen über Künstler und Werk erwartet. Vor jeder Dokumentation eines kinetischen Werkes stehen die Fragen nach dem Ziel der Dokumentation, nach der Durchdringung der Intention sowie der Funktion des Werkes. Erst nach dem Verständnis der Intention des Künstlers in Verbindung mit dem Verständnis des Funktionszusammenhanges ist es möglich, eine aussagekräftige Dokumentation anzufertigen.

⁷⁹ LICHTIN 2004, S. 83.



Abb. 19: 3D Rekonstruktion des Gerätes im Originalzustand.

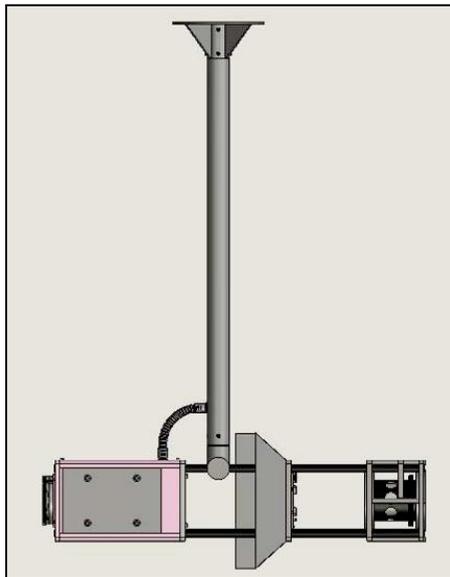


Abb. 20: 3D Zeichnung des Gerätes im heutigen Zustand (2012).

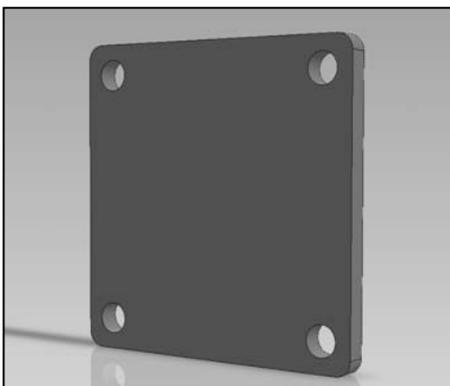


Abb. 21: 3D Zeichnung eines Bauteils.

Neben der Betrachtung des Œuvres des Künstlers kann ein Interview, trotz der erwähnten Problematik, maßgebliche Erkenntnisse zum verwendeten Material und seiner Bedeutung, sowie grundlegende Entscheidungshilfen zum Erhalt des Kunstwerks liefern. Für kinetische, motorgetriebene Installationen ist das Werk oft nur mit Hilfe des Künstlers zu unterhalten. Diese Zusammenarbeit birgt allerdings die Gefahr der „permanenten Verbesserung“ durch den Künstler.

Als ergänzende Informationsquelle wurde ROLF LIEBERKNECHT von der Autorin zu Material, Schaffensprozess und Bedeutung von „Kinetic Light Refractions“ interviewt. Das Interview lieferte wichtige Anhaltspunkte, um unklare Details, etwa die Konstruktion der Bildwand, bestimmen zu können (vollständige Transkription Anhang A). Das Interview ist als Vorbereitung der Dokumentation zu betrachten.

Zeichnungen

Alle Einzelteile der Projektoren und die Befestigung der Spiegelprismen wurden vermessen und ein Bauplan erstellt. Die Maße der einzelnen Bauteile wurden mit der Schieblehre abgenommen. Mit einem CAD-Programm (SolidWorks®) wurden die Bauteile (Beispiel Abb. 21) gezeichnet und virtuell zu Baugruppen zusammengefügt. Das Leuchtmittel mit Sockel wurde nicht gezeichnet. Vom 3D-Modell abgeleitete Zeichnungen finden sich im Anhang. Durch den virtuellen Nachbau des Gerätes konnte neben dem heutigen auch der ursprüngliche Zustand dargestellt und beide Erscheinungsbilder miteinander verglichen werden (Abb.20 und 21).

5.1 Veränderungen 1979 bis 2012

Das Gerät wurde 1980 kurz vor der Eröffnung des Gebäudes vom Künstler und dem Geschäftsführer der „BKE Bildtechnik“ ERNST STECHEMESSER installiert und eingerichtet. Zu Beginn der Laufzeit bestand ein Wartungsvertrag mit dieser Firma. Schon nach ca. einem Jahr musste das Leuchtmittel das erste mal ausgetauscht werden. Diese Arbeiten wurden zu

Beginn fast jährlich von der Firma „Spotlight Unterhaltungselektronik“ in München ausgeführt.⁸⁰ Auch die Zündspule musste im regelmäßigen Abstand von ca. drei Jahren ersetzt werden. Nach der Einweisung in die Arbeiten durch einen Mitarbeiter der Firma „Spotlight“ wurde der Austausch der Verschleißteile von einem Haustechniker übernommen.⁸¹ Wegen des hohen Wartungsaufwands und der hohen Kosten für das ursprüngliche Leuchtmittel entschied man sich 2003 für einen Umbau des Gerätes, welchen die Firma „Licht und Technik“ aus München durchführte. Weiterer Grund für diese Maßnahme war die Betriebssicherheit des Gerätes, welche jüngere Standards nicht mehr erfüllte. Den Umbau dokumentierte MARTIN STEGER (Licht und Technik) fotografisch und bewahrte ursprüngliche Bauteile auf (Anhang C – Fotodokumentation). Die Veränderungen sind innerhalb der Beschreibung der Bauteile festgehalten.

Die Bildfläche war durch Nikotinablagerungen vergilbt und durch den Gebrauch der Räumlichkeiten verschmutzt. Es ist deutlich sichtbar, dass im unteren Bereich großflächige Reinigungsversuche erfolgten.⁸²

5.2 Die Installation im Raum

Die Installation befindet sich in der ersten Etage des Gebäudes im Foyer rechts des Eingangs zum Plenarsaal (Saal 102). Dieser Gebäudeteil ist ein hochfrequenter Durchgangsbereich. Neben der Installationsfläche wurde vor einiger Zeit eine Garderobe eingerichtet. Die Bereiche sind voneinander durch eine Trennwand separiert. Der Boden ist mit einem braunen Teppich ausgelegt, die Wände mit Eschenholzpaneelen verkleidet. Das Foyer ist mit einer braunen Rasterdecke (Pagolux) abgehängt. Die raumbezogene Beleuchtung erfolgt durch Einbau-Downlights⁸³. In den Bereich der Bildfläche dringt so nur wenig Licht, lediglich die untere Hälfte wird erhellt. Rechts und links der Fläche stehen im Abstand von einigen Metern tragende Betonsäulen. Hierdurch wird bei diagonalen Betrachterperspektive die Bildfläche partiell verdeckt. Die Deckenhöhe über der Bildfläche ist leicht abgesenkt im Vergleich zum Durchgangsbereich, wodurch zwischen Bildfläche und Projektoraufhängung eine Stufe entsteht. An der dunkelbraunen Kante dieser Stufe ist eine beleuchtete Beschilderung (Richtungspfeile, Raumnummern) montiert. Unterhalb der abgesenkten Decke sind vier Spots angebracht, welche eine punktuell einstellbare Beleuchtung ermöglichen. Im abgesenkten Bereich unmittelbar vor der Installation wurde auf Anweisung des Künstlers auf den Einbau von Downlights verzichtet. Der weiße Projektionsbereich beginnt oberhalb der Fußleiste und endet einige

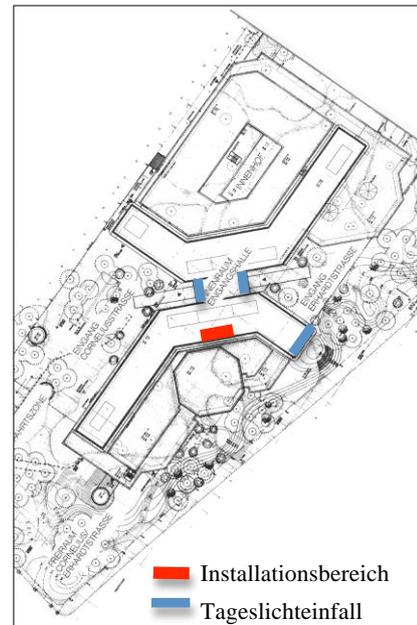


Abb. 22: Markierung des Installationsbereichs im Grundriss des Gebäudes mit Himmelsrichtungen und Tageslichteinfall.

⁸⁰ Die von „Spotlight“ durchgeführten Arbeiten wurden nicht schriftlich dokumentiert. Die Autorin wurde durch die auf den Projektor mehrfach aufgebrachten Firmenaufkleber auf den Betrieb aufmerksam. Die erste Annahme, dass es sich um den Hersteller der Geräte handelt, hat sich nicht bestätigt.

⁸¹ Persönliche Auskunft von JÜRGEN SEGER der Firma „Spotlight“ Unterhaltungselektronik am 12. Dezember 2011. Alle durchgeführten Maßnahmen bis 2003 sind nicht schriftlich dokumentiert.

⁸² Es ist unklar durch wen und mit welchen Mitteln diese Arbeiten durchgeführt wurden.

⁸³ Downlights sind runde, innen mit Reflektoren ausgestattete Deckenleuchten. Das Licht strahlt nach unten, durch die Reflexion wird das Licht auch seitlich verteilt.

5.3 Projektoren

Die Projektoren⁸⁴ wurden 1979 von der „BKE Bildtechnik“ in Zusammenarbeit mit dem Künstler gebaut. Der Künstler war in Entwicklung und Bau der Geräte involviert und bestimmte das äußere Erscheinungsbild. Wichtig war LIEBERKNECHT vor allem der strukturierte Aufbau der Geräte, ähnlich einer Versuchsanordnung. Hierdurch kam es zur klaren Ausbildung von drei Funktionsgruppen: Lampengehäuse, Spaltblende und einem kinetischen Abschnitt mit einem exzentrisch rotierenden Projektionsobjektiv (Abb.24). Die Projektoren sollten das Erscheinungsbild eines optischen Gerätes erhalten. Ein weiterer wichtiger Faktor war die genaue Justierbarkeit, um LIEBERKNECHTS Anspruch an Präzision zu erfüllen. Neben den maßgefertigten Bauteilen der Projektoren wurden folgende Markenprodukte verbaut: Leuchtmittel (Osram) und Sockel, Motoren (Crouzet) und Projektionsobjektive (ISCO Göttingen).

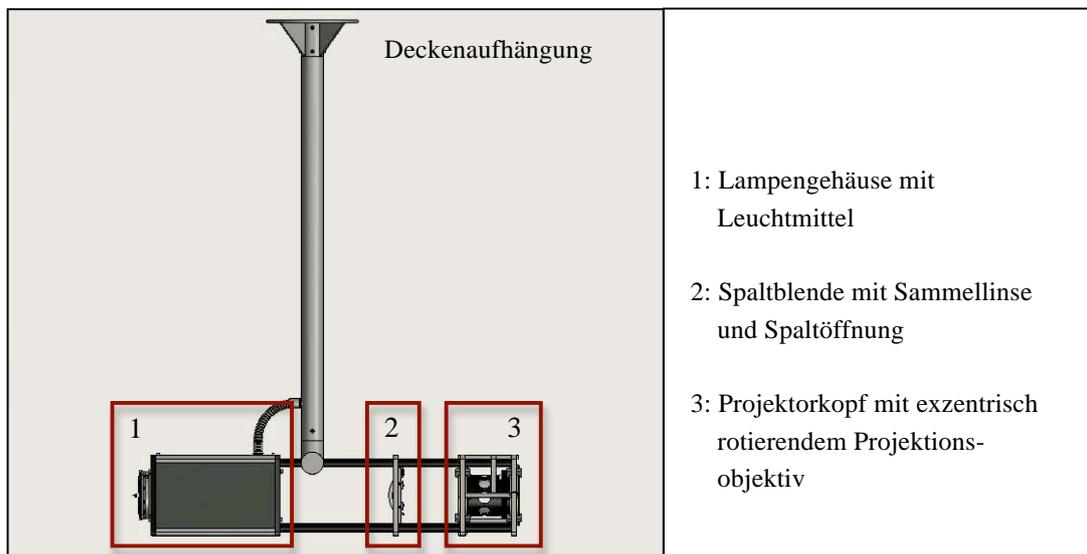


Abb. 24: 3D Zeichnung des Projektors mit drei Funktionsgruppen und Deckenaufhängung.

Material und Konstruktion

Für die Metallkonstruktion wurde schwarz eloxiertes⁸⁵ Aluminium und brüniertes⁸⁶ Stahl verwendet. Vier gleichlange, parallel verlaufende Stangen bilden das äußere Gerüst für die Funktionsgruppen. Für die Konstruktion aller drei Gruppen wurden quadratische Platten mit abgerundeten Ecken verwendet. Diese Platten, im Folgenden Konstruktionsplatten genannt, sind in den Ecken mit Bohrungen versehen, wodurch sie sich auf die vier, im Quadrat angeordneten Stangen aufstecken lassen und von oben durch Schrauben in der gewünschten Position fixiert sind (Abb. 31).

⁸⁴ Projektoren sind optische Geräte, die eine ebene Vorlage auf einen Bildschirm abbilden. Bei dem hier beschriebenen Gerät handelt es sich um einen Durchlichtprojektor; vgl. KÜHLKE 2004, S. 154.

⁸⁵ Die elektrolytische Oxidation von Aluminium (ELOXAL-Verfahren) bewirkt eine oberflächliche Umwandlung von Aluminium in eine Al_2O_3 -Schicht. Eloxierete Aluminiumbauteile zeichnen sich durch erhöhten Korrosionsschutz aus und sind elektrisch isolierend. Durch Einlagerung organischer Farbstoffe, elektrolytische oder integrale Färbung ist der Farbeindruck der Schichten veränderbar; vgl. HOFMANN 2004, S. 189 f.

⁸⁶ Brünierschichten nach DIN 50938 sind Konversionsschichten, die durch Oxidation von Eisenwerkstoffen entstehen. Konversionsschichten bilden sich infolge einer chemischen Umwandlung der Metalloberfläche mit einer wässrigen Reaktionslösung. Durch ein Eintauchen der Werkstücke in saure bzw. alkalische Lösungen oder in Salzsäure bilden sich Mischoxidschichten aus FeO und Fe_2O_3 von tief-schwarzer Farbe mit Dicken unter 1 μm ; vgl. HOFMANN 2004, S. 186 f.



Abb. 25: Objektivtubus mit angeschraubtem Ring (grau).

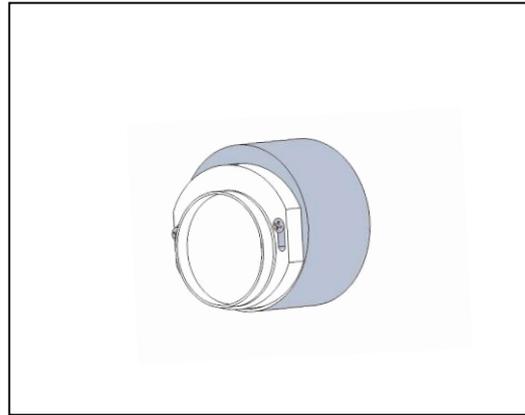


Abb. 26: In den silbernen Zylinder (grau) eingeführten Objektivtubus. An der Stirnseite wird der Ring durch Langlöcher angeschraubt, wodurch die Exzentrizität des Objektivs variiert werden kann

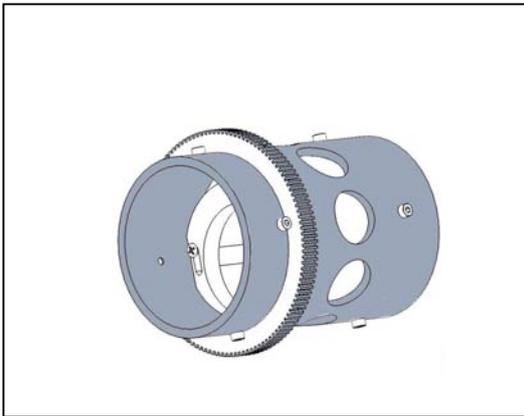


Abb. 27: Der schwarze Zylinder (grau) umschließt den silbernen Zylinder mit dem Objektivtubus. Im vorderen Drittel ist das Zahnrad mit Senkbohrschrauben aufgeschraubt.

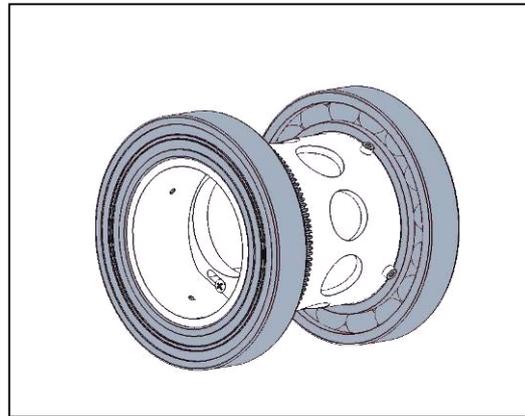


Abb. 28: An den Enden des Zylinders sind zwei Kugellager (grau) aufgepresst, deren Position am Zylinder durch Inbusschrauben markiert ist.

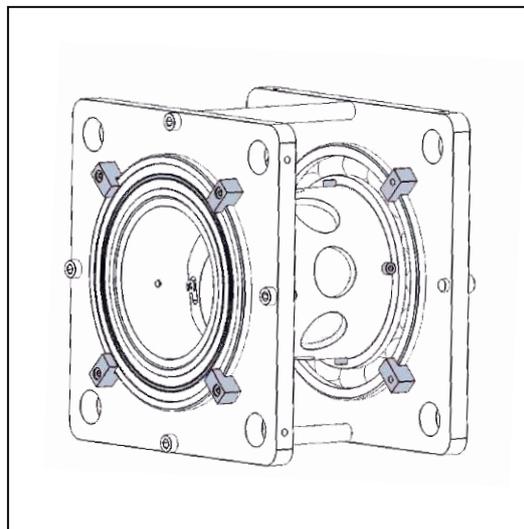


Abb. 29: Die Kugellager sind mittig in Konstruktionsplatten eingelassen und mit Klammern (grau) vorne und hinten befestigt.

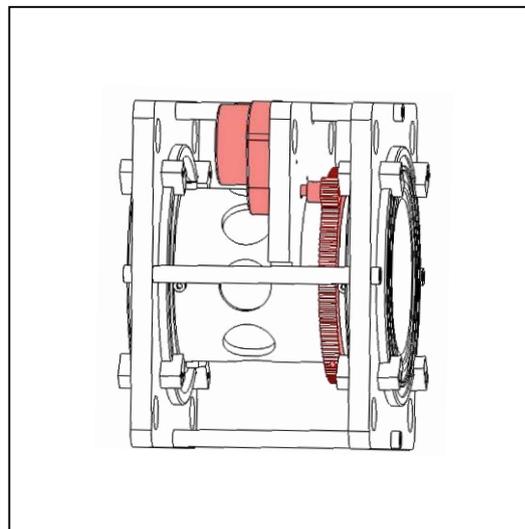


Abb. 30: Zwischen den Kugellagern befindet sich eine halbe Konstruktionsplatte für die Montage des Motors, dem Antriebsaggregat des offenen Zahnradgetriebes.

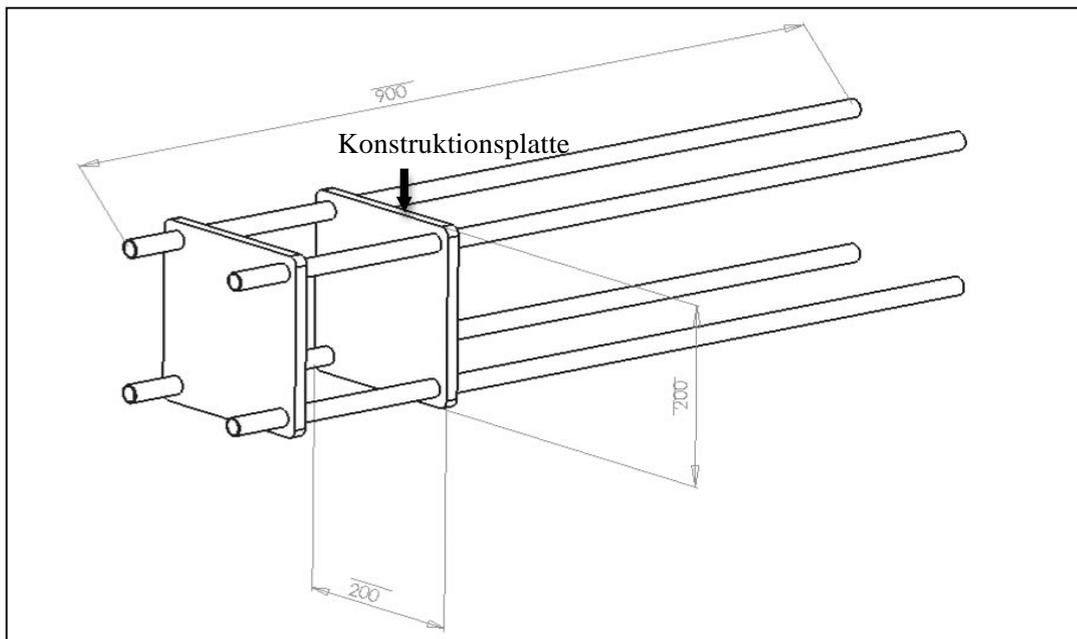


Abb. 31: Gerüst aus vier Stangen mit zwei aufgesteckten Konstruktionsplatten (Maße in mm).

Am Kopf des Projektors befindet sich der kinetische Abschnitt des Gerätes mit einem exzentrisch rotierenden Projektionsobjektiv. Der Objektivtubus ist von einem angeschraubten Ring umschlossen (Abb. 25), der an der Stirnseite eines hohlen Aluminiumzylinders befestigt ist. Die Befestigung des Rings am Zylinder erfolgt mit Schrauben durch ein Langloch (Abb. 26). Der Hohlraum des Zylinders, in den der hintere Teil des Tubus eingeführt wird, ist elliptisch. Hierdurch kann die Position des Objektivs und so die Entfernung des Brennpunkts zum Mittelpunkt des Zylinders variiert und die Exzentrizität des rotierenden Objektivs justiert werden. Diese innere Konstruktion wird von einem größeren, dünnwandigen, schwarzen Zylinder umschlossen (Abb. 27). An beiden Enden dieses Zylinders sind einseitig geschlossene einreihige Rillenkugellager⁸⁷ (NTN 6020 Z, Datenblatt im Anhang) aufgespreßt. Durch Inbusschrauben neben dem Innenring des Lagers wird die Position fixiert (Abb. 28). Der Außenring jedes Kugellagers ist konzentrisch in eine Kreisöffnung einer Konstruktionsplatte eingesetzt und durch verschraubte Spangen vorne und hinten fixiert (Abb. 29). Innen- und Außenring des Lagers sind fest montiert. Durch die Kugellager wird die Rotation der inneren Baugruppe ermöglicht.

Mittig zwischen den Kugellagern ist eine halbe Konstruktionsplatte an den oberen beiden Stangen montiert, um das offene Zahnradgetriebe⁸⁸ positionieren zu können (Abb. 30). Auf der Rückseite dieser Platte ist das Antriebsaggregat in Form eines Synchrontriebemotors aufgeschraubt, dessen Antriebswelle durch eine Bohrung in der Platte nach vorne ragt. Auf ein eigenes Lager für die Welle wurde verzichtet. Am Ende des Wellenzapfens sitzt das äußere Stirnrad (Ritzel), welches das Drehmoment auf das Innenzahnrad überträgt. Dieses umschließt hinter dem vorderen Kugellager passgenau die Außenseite des schwarzen Zylinders und ist mit ihm verschraubt. Hierdurch entsteht die Drehmomentübertragung auf den koaxial im Zahnrad sitzenden Zylinder. Der Zylinder und das Objektiv werden in Rotation versetzt.

⁸⁷ Das Rillenkugellager ist dafür ausgelegt, überwiegend radiale Kräfte aufzunehmen; vgl. DIN 625.

⁸⁸ Getriebe dienen zur Übertragung und Umformung von Bewegungen, Energie und/oder Kräften. Sie bestehen aus mindestens drei Gliedern, von denen eines das Gestell bildet. Generelle primäre Funktion eines jeden Getriebes ist die Anpassung einer gegebenen Eingangsdrehzahl, z. B. die Drehzahl von Elektromotoren, an eine geforderte Ausgangsdrehzahl, z. B. für ein Werkzeug; vgl. VDI 2127.

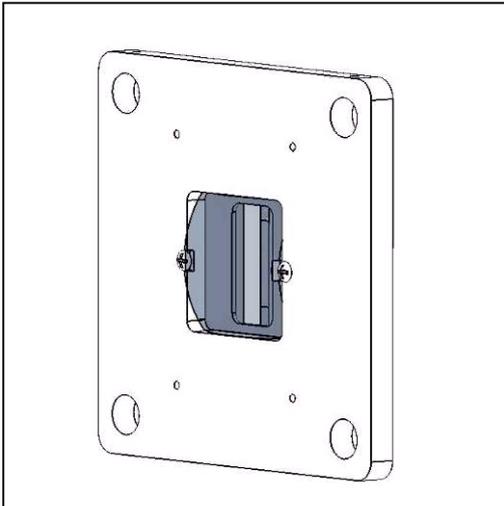
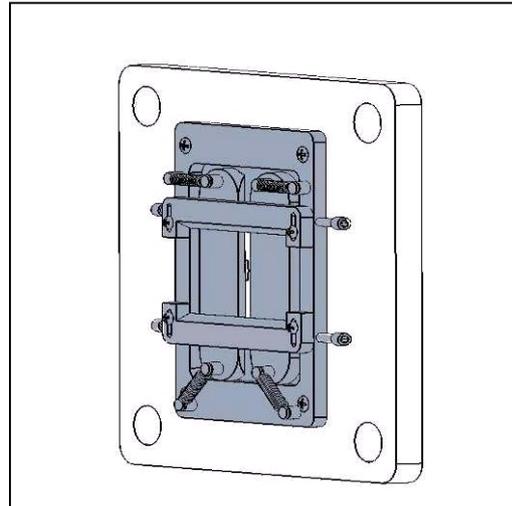


Abb. 32: Quadratische Sammellinse (grau) auf der Rückseite einer Konstruktionsplatte. Mittig hinter der Linse befindet sich die spaltförmige Öffnung der Platte, durch die das gebündelte Licht fällt.



▲ Abb. 33: Auf die Vorderseite der Konstruktionsplatte aufgeschraubte Justierung (grau).

▼ Abb. 36: Deckenaufhängung mit abschliessender Flanschplatte.

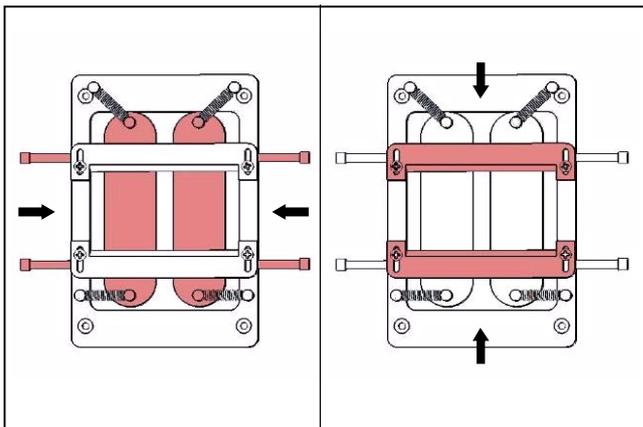


Abb. 34: Durch Regulierung des inneren Abstandes der hochrechteckigen Platten (rot links) wird die Spaltbreite reguliert, die Höhe durch die darüber liegenden Querriegel (rot rechts).

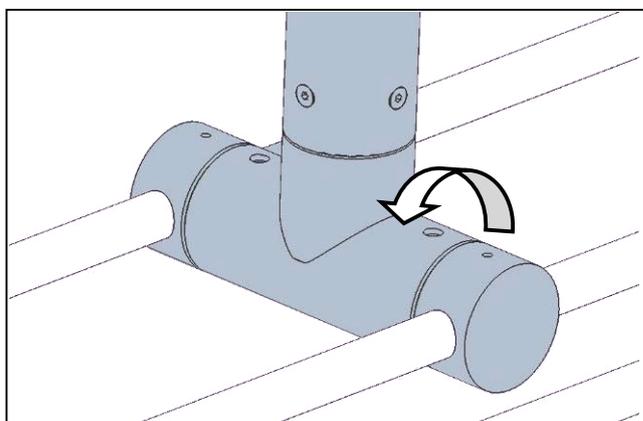
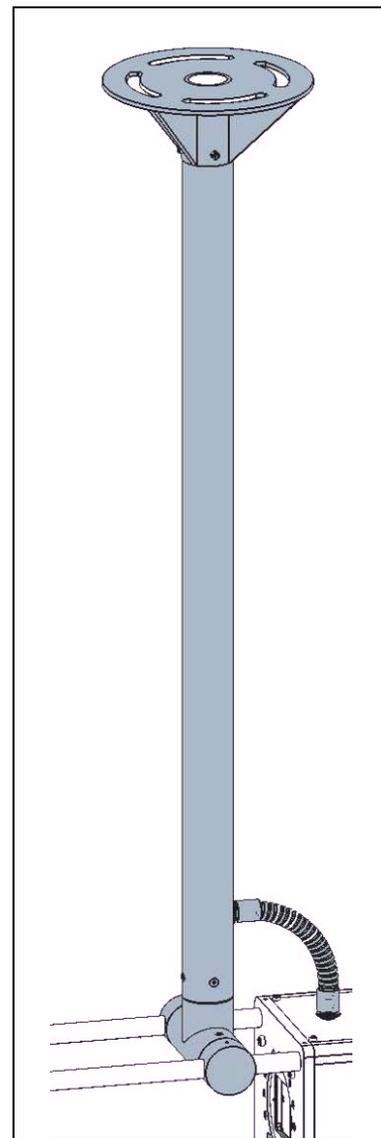


Abb. 35: Zwischen den oberen Gerüststangen sitzt der dreiteilige Querzylinder. Bei gelösten Schrauben lässt sich das Mittelteil drehen und die Neigung des Projektors zur Bildfläche einstellen.



Hinter⁸⁹ dem Projektorkopf folgt die Spaltblende. Eine plankonvexe quadratische Sammellinse ist mittig in eine Konstruktionsplatte eingesetzt. Hinter der Sammellinse befindet sich eine spaltförmige Öffnung in der Konstruktionsplatte, wodurch das gesammelte Licht geführt wird (Abb. 32). Auf die Vorderseite dieser Platte, vor die Öffnung, ist eine Justierung für die Spaltöffnung aufgeschraubt (Abb. 33). Zwei durch Federn gespannte hochrechteckige Platten sind in einem einstellbaren Abstand parallel zueinander über einer Platte mit quadratischer Öffnung angeordnet. Durch je zwei Schrauben an den Seiten der Platten kann der Abstand zwischen den inneren Kanten verändert und so die Breite des projizierten Streifens variiert werden. Die zur Linse weisenden Seiten der Platten sind an den Innenkanten abgeschrägt. Die Platten sind gegen ein Abspringen durch aufgeschraubte, U-förmige Querriegel gesichert, welche durch ein Langloch vertikal verschoben werden können, um die Länge des Lichtstrichs einzustellen (Abb. 34). Alle Ecken der hier verwendeten Bauteile sind verrundet.

Da Licht an den Kanten der Spaltblende vorbei fiel, kam es zu störendem Reflexen auf der Bildfläche. Um diese zu vermeiden wurden bereits kurz nach der ersten Installation winkelig abstehende, trapezförmige Bleche umlaufend auf die rückseitigen Ränder der Konstruktionsplatte montiert (Abb. 43), um das Licht von der Bildfläche abzuschirmen.

Im mittleren Teil des Gerätes, hinter der Spaltblende, befindet sich die Deckenaufhängung der Projektoren. Zwischen den zwei oberen Gerüststangen sitzt ein dreiteiliger Querzylinder. Die beiden äußeren Teile sind auf die Gerüststangen aufgeschoben und mit ihnen verschraubt. Zur Mitte hin abgehend befinden sich an beiden Teilen Zylinderzapfen, auf welche das Mittelteil aufgesteckt wird. Hierdurch bleibt dieses Teil, nach Lösen der Befestigungsschrauben, beweglich und die Neigung der Projektoren zur Bildfläche variierbar (Abb. 35). Von diesem Mittelteil führt zentral ein Zylinder mit einem Zapfen vertikal nach oben. Auf den Zapfen wird die hohle Aufhängungsstange aufgesetzt und umlaufend mit Inbusschrauben befestigt. Durch den Zylinderkanal der Stange wird das Stromkabel mit Starkstromstecker vom Lampengehäuse zur Decke geführt. Um das gesamte Gerät an der Decke montieren zu können, ist auf einen hohlen Zapfen am oberen Ende der Aufhängungsstange ein Kopfstück aus einem Zylinder und horizontalem, rundem Flanschabschluss aufgesteckt und verschraubt. Zur Stabilisierung sind Zylinder und Flanschplatte des Kopfstücks durch vier angeschweißte Dreiecke vertikal verbunden. In die runde Flanschplatte sind Kreisringviertel für die Befestigung mit vier Schlossschrauben an einer weiteren Flanschplatte oberhalb der Rasterdecke gefräst (Abb. 36).

Das Lampengehäuse bildet den hinteren Teil des Geräts. Der geschlossene Kasten besteht aus je einer Konstruktionsplatte vorne und hinten. In die vordere Konstruktionsplatte des Lampenkastens ist mittig eine quadratische Glasscheibe eingesetzt, durch welche das Licht nach außen dringt. Um die Glasscheibe befinden sich im Kreis angeordnete Löcher für die Belüftung. Auf die hintere Platte ist über einer quadratischen Öffnung ein Ventilator aufgeschraubt, um die entstehende Hitze ausreichend abzuführen.

Die Außenflächen des Kubus bilden vier rechteckige Platten, welche an abgerundeten Kantenprofilen von innen durch Schrauben befestigt werden. In die Seitenplatten wurden beim Umbau 2003 Aussparungen eingefügt, über die rechteckige Aufsätze aufgebracht sind, um den Innenraum des Gehäuses zu vergrößern. Diese Maßnahme war nötig, um eine andere Gasentladungslampe einzusetzen (s. Leuchtmittel). In den umlaufenden Rändern der hinzugefügten Aufsätze befinden sich weitere Belüftungslöcher (Abb. 37).

⁸⁹ Bei allen Beschreibungen richten sich die Raumbezeichnungen (vorne, hinten, rechts, links) nach einer Betrachtersperspektive vor dem Gerät mit frontalem Blick auf die rotierende Optik.

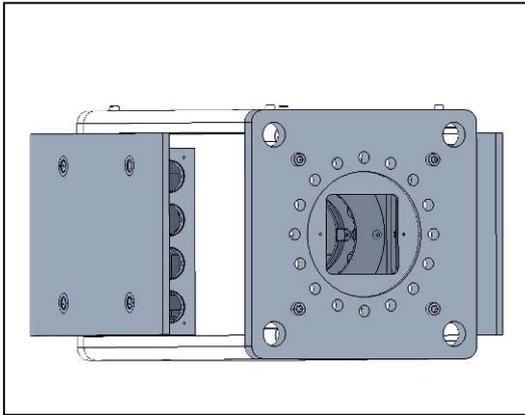


Abb. 37: Lampenkasten nach dem Umbau mit seitlichen Aufsätzen (grau links). In die vordere Konstruktionsplatte (grau rechts) ist mittig eine quadratische Glasplatte für den Lichtaustritt eingelassen.

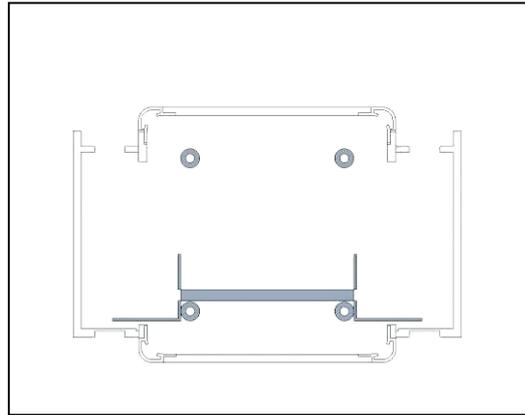


Abb. 38: Mittiger Schnitt durch das Lampengehäuse nach dem Umbau. Auf den unteren Innenstangen liegt quer die Trägerkonstruktion für das neue Leuchtmittel auf. Diese ragt über die ursprünglichen Seitenränder hinaus.

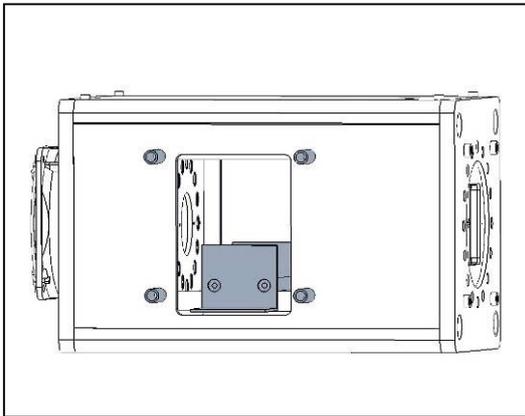


Abb. 39: Öffnung in der Seitenplatte für die überstehende Trägerkonstruktion. Um den Rand der Öffnung sind vier Stifte mit innerem Gewinde für die Verschraubung der Seitenaufsätze angeordnet.

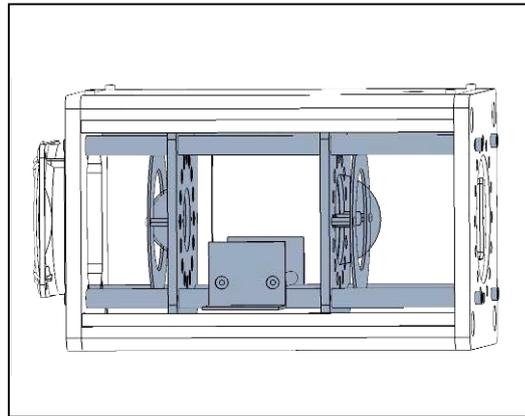


Abb. 40: Blick in den seitlich geöffneten Lampenkasten. Hinter der Trägerkonstruktion für das Leuchtmittel sitzt der Kugelspiegel (links) davor eine asphärische Sammellinse (rechts) um das Licht zu bündeln..

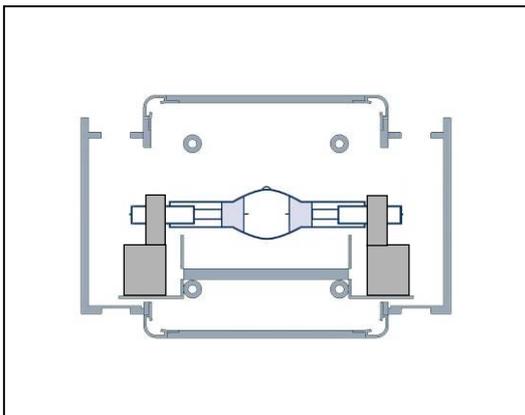


Abb. 41: Mittiger Schnitt durch den Lampenkasten mit der Position des neuen Leuchtmittels mit beidseitigem Sockel auf einer Trägerkonstruktion in horizontaler Brennstellung.

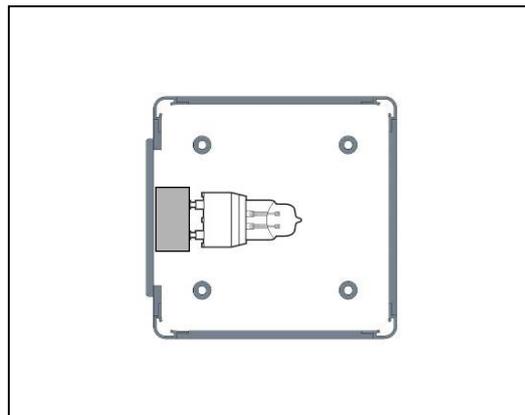


Abb. 42: Mittiger Schnitt durch den Lampenkasten mit der Position des ursprünglichen Leuchtmittels mit Stecksockel auf einer seitlich aufgeschraubten Platte in liegender Brennstellung.

Die Innenseiten der Aufsätze sind mit Pertinax⁹⁰ ausgekleidet um diese Bauteile nach außen zu isolieren, falls Überschlüge eintreten. Alle Öffnungen des Gehäuses sind seit 2003 von innen mit einem Drahtgitter als Splitterschutz abgedeckt, falls es zu einer Explosion des Glaskolbens kommt.

Zwischen der vorderen und hinteren Konstruktionsplatte des Gehäuses verlaufen vier weitere, im Durchmesser kleinere Stangen, um die innere Konstruktion zu tragen (Abb. 38). Diese Stangen sind an den Konstruktionsplatten mit Inbusschrauben von außen befestigt. Der Abstand der Stangen zueinander ist geringer als bei den äußeren. In der Mitte des Lampenkastens befindet sich das Leuchtmittel, hiervoor eine plankonvexe Sammellinse, dahinter ein Kugelspiegel (Reflektor). Linse und Spiegel sind auf zwei weitere, jedoch kleinere quadratische Platten aufgeschraubt, die auf die inneren vier Stangen montiert sind. Beim Umbau 2003 wurden rings um Spiegel und Linse zusätzlichen Belüftungslöchern gebohrt. Damit kein Licht seitlich des Strahlengangs ausfällt befinden sich seitdem in geringem Abstand vor den Belüftungslöchern vorgesetzte, abschirmende Metallringe (Abb. 40). Beim Umbau wurde die Art des Leuchtmittels und des Sockels verändert (s. Leuchtmittel). Die ursprüngliche Gasentladungslampe mit Stecksockel war auf einer Platte befestigt, die vertikal über eine Öffnung in der Seitenplatte des Lampengehäuses aufgeschraubt wurde, wodurch sich das Leuchtmittel in horizontaler Lage zwischen Spiegel und Sammellinse befand (Abb. 42). Die seit 2003 verwendete Lampe unterschied sich in den Maßen und dem nun benötigten beidseitigem Sockel. Für die Montage wurden zwei parallel verlaufende Stangen, an deren Enden je ein Aluminiumwinkel geschraubt ist, quer zwischen Kugelspiegel und Sammellinse gesetzt. Die Länge dieser Stangen entspricht der Seitenlänge der inneren quadratischen Konstruktionsplatten. Hierdurch sitzen die Aluminiumwinkel tangential am äußeren Rand der inneren Stangen und ragen über die Seiten des Gehäuses hinaus (Abb. 38). Auf den Winkeln wurde der Lampensockel befestigt, in die das Leuchtmittel beidseitig eingesetzt wird (Abb. 41). Diese überstehende Konstruktion wird von den neu angefertigten Aufsätzen (s. o.) verdeckt.

Das Kabel für die Stromzufuhr wird durch eine Bohrung in der Deckplatte geführt und außerhalb des Gehäuses von einem schwarzen Kabelmantel geschützt (Abb. 47).

Tabelle 1: Materialien Projektor

Bauteil	Material	Oberfläche
Platten Lampengehäuse, Konstruktionsplatten, bewegte Zylinder, Deckenhalterung	Aluminium	eloxiert
Gerüststangen, Zahnräder, Abschirmbleche	Stahl	brüniert
Lampensockel	Keramik	/

⁹⁰ Pertinax: Ein Schichtpressstoff nach DIN 7735. Pertinax ist ein Faserverbundwerkstoff aus Papier und einem Phenol-Formaldehyd-Kunstharz (Hartpapier). Es wird in der Elektrotechnik und in der Elektronik als Isolierstoff und isolierendes Trägermaterial für elektronische Bauteile und gedruckte Schaltungen verwendet.



Abb. 43: vordere Platte des Lampengehäuses mit Glasplatte.



Abb. 44: Blick auf die Front des Projektorkopfes mit Projektionsobjektiv.

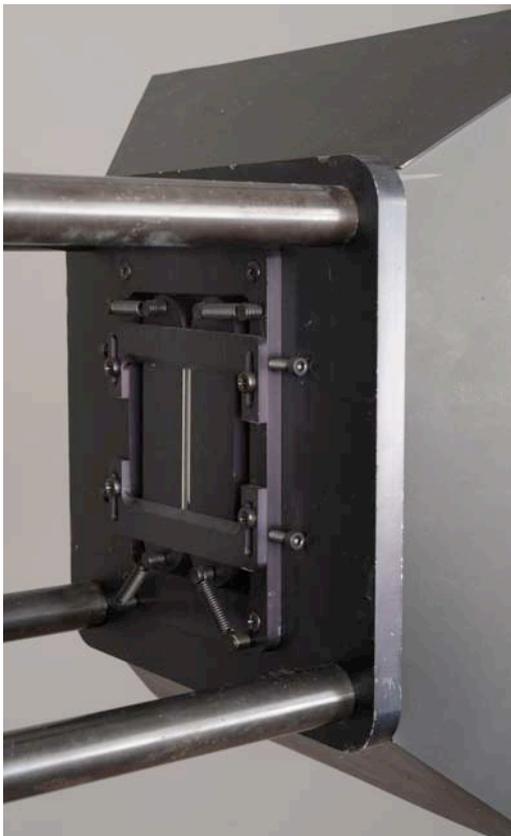


Abb. 45: Schrägansicht der Spaltblende mit Justage für die Spaltgröße und Ablendblechen.

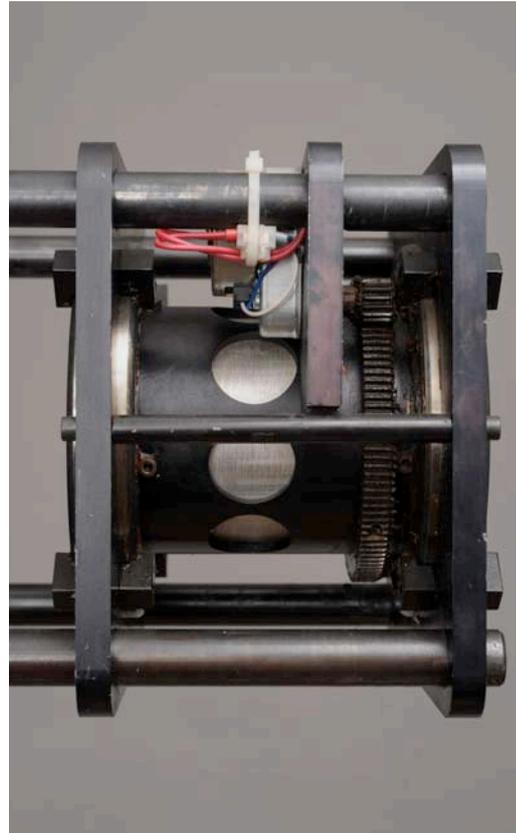


Abb. 46: Seitenansicht des Projektorkopfes mit Motor und Zahnradgetriebe.

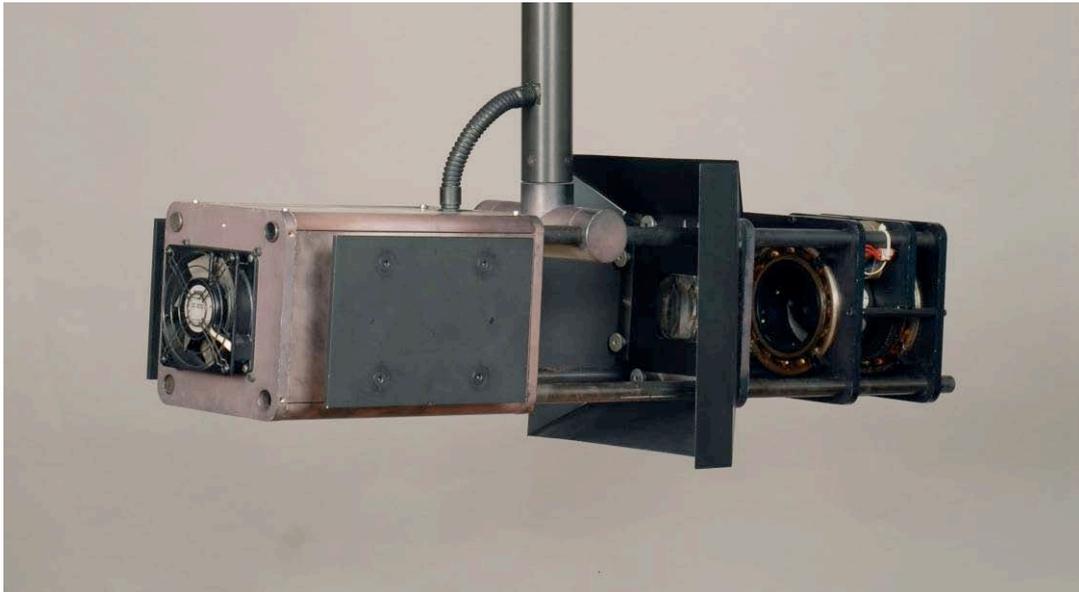


Abb. 47: Blick auf den hinteren Teil des Projektors mit aufgeschraubtem Ventilator. Das Stromkabel wird vom Lampenkasten durch einen Kabelkanal zur Deckenaufhängung geführt. Mittig die eingelassene Sammellinse der Spaltblende und die auf Stifte aufgeschraubten trapezförmigen Abschirmbleche. Rechts der Projektorkopf mit dem kinetischen Abschnitt des Gerätes. Die Kabel des Motors sind mit den stromführenden Kabeln mit einer Lüsterklemme verbunden und mit einem Kabelbinder an der linken oberen Stange befestigt.



Abb. 48: Blick in das innere des Lampengehäuses bei abgenommenen Aufsätzen. Das Leuchtmittel ist an beiden Seiten in einen Keramiksockel eingesteckt, der auf der Trägerkonstruktion verschraubt ist. Hinter dem Leuchtmittel sitzt der Kugelspiegel.



Abb. 49: Blick durch das Objektiv mit außen angeschraubtem Befestigungsring.



Abb. 50: Aufsicht auf das Objektiv mit angeschraubter Befestigung. Am Rand des Objektivrings ist die Bezeichnung des Models eingepreßt (PROJAR 1:3,5/200).

Objektiv

Die verwendete Optik ist ein Diaprojektionsobjektiv der Firma ISCO aus Göttingen. Es gehört zur Reihe der PROJAR Objektive (Abb. 49), deren Produktion vor einigen Jahren eingestellt wurde.⁹¹ Hierbei handelt es sich um ein Triplet Objektiv, auch als Cooke-Typ bezeichnet. Das Cooke-Triplet ist ein dreilinsiges Objektiv, das die chromatische Aberration für zwei Wellenlängen sowie zusätzlich den Astigmatismus korrigiert. Ein Triplet besteht aus zwei sammelnden Außengliedern und einem inneren Zerstreuungsglied. Die Kombination der beiden ersten Linsen ergibt eine sehr lange Brennweite. Diese lange Brennweite wird durch eine dritte Linse in größerem Abstand wieder verkürzt.⁹² Das hier verwendete Model hat eine Apertur von 3,5 und eine Brennweite von 200 mm.

Strahlengang

Der Strahlengang des Projektors setzt sich aus zwei miteinander verketteten Strahlengängen zusammen und entspricht dem eines Diaprojektors. Der Beleuchtungsstrahlengang hat die gleichmäßige Ausleuchtung des Objekts, der Abbildungsstrahlengang die Abbildung des Objekts auf den Schirm zur Aufgabe. Beide Strahlengänge werden miteinander verknüpft, so dass ein verketteter Strahlengang entsteht.

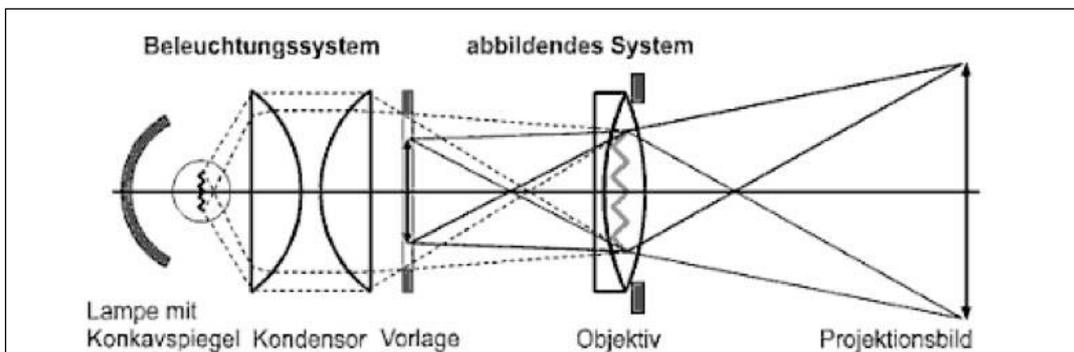


Abb. 51: Strahlengang eines Diaprojektors in vereinfachter Form. Der Beleuchtungsstrahlengang ist als gestrichelte, der Abbildungsstrahlengang mit durchgehender Linie dargestellt (Kühlke).

Bei der Verkettung nach KÖHLER legt man die Objektebene in die Nähe des Kondensors („Lichtsammlers“), wodurch eine gleichmäßige Ausleuchtung des Objektes erreicht und die Abbildung der Lichtquellenstruktur auf den Bildschirm vermieden wird. Ein Kondensator besteht aus einer oder mehreren Sammellinsen (Kondensatorlinsen) und einem Kugelspiegel, wodurch die Lichtmenge etwa verdoppelt wird. Die erste Sammellinse hinter dem Leuchtmittel ist eine asphärische Linse, sie kollimiert das divergente Licht zu einem parallelen Strahl. Die Kondensatorlinse bündelt das Licht in die Objektebene.⁹³

Im Strahlengang des Projektors von KLR wird das ausgestrahlte Licht des Leuchtmittels ebenfalls vom dahinter liegenden Kugelspiegel zurück geworfen und davor von einer plankonvexen Linse (Asphärische Linse) gebündelt. Das kollimierte Licht fällt dann durch eine weitere Sammellinse (Kondensatorlinse) und wird in die Ebene der spaltförmigen Blende (Objektebene) gebündelt. Durch das Tripletobjektiv wird der Lichtstrich spiegel- und seitenverkehrt auf der Bildfläche abgebildet (Abb. 52).

⁹¹ Telefonische Auskunft der Firma ISCO am 22. März 2012. Ein technisches Datenblatt der Objektivreihe ist nicht mehr vorhanden.

⁹² GROSS 2008, S. 293.

⁹³ KÜHLKE 2004, S. 154.

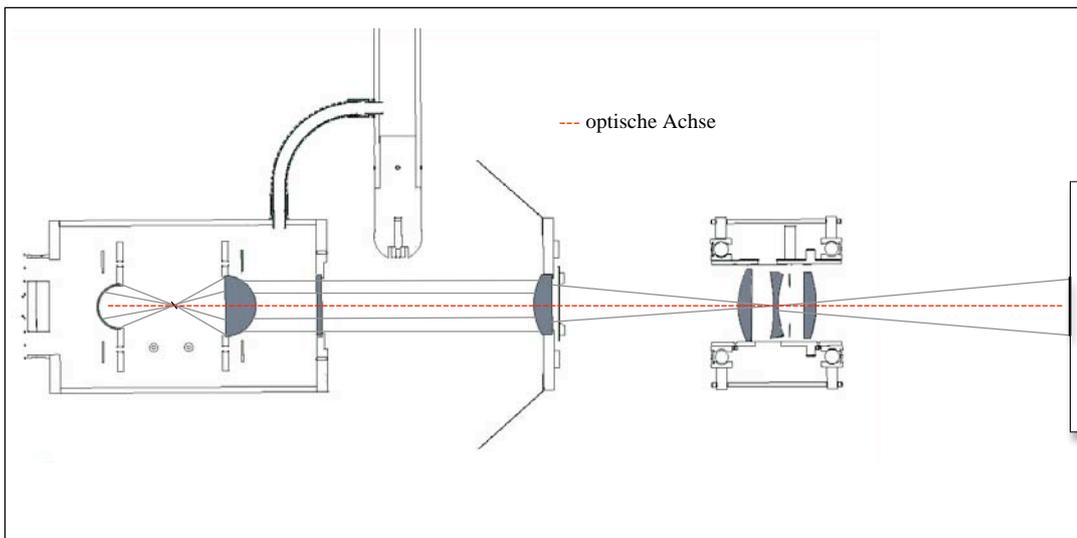


Abb. 52: Schematischer Strahlengang des Projektors von KLR. Kugelspiegel, Leuchtmittel und Sammellinsen (links der Spaltblende) bilden das Beleuchtungssystem; Spaltjustage und Objektiv (rechts) bilden das Abbildungssystem, wodurch der Lichtstrich auf der Bildfläche (Bildschirm) abgebildet werden.

Leuchtmittel

Um eine ausreichende Lichtausbeute⁹⁴ für die Projektion zu erreichen, wurde eine Gasentladungslampe für die Projektoren verwendet. Bei Gasentladungslampen werden die Atome eines Gases oder Metaldampfes durch eine angelegte Spannung ionisiert und so zum Leuchten angeregt. Der Prozess findet in einem abgeschlossenen Glaskolben (Entladungsgefäß) statt. Als Gasentladung bezeichnet man den Durchgang eines elektrischen Stromes durch ein Gas beim Anlegen einer ausreichend hohen Spannung an zwei Elektroden, die in das eingeschlossene Gas eintauchen.⁹⁵ Die emittierte Strahlung ist von den Druckverhältnissen im Glaskolben abhängig. Bei Niederdruck-Entladungslampen liegt der Betriebsdruck bei 1–100 mbar und bei Hochdruck-Entladungslampen bei 1–20 bar.⁹⁶ Hochdruck-Entladungslampen charakterisieren sich durch einen von der Umgebungstemperatur unabhängigen, hohen Lichtstrom.

Beim verwendeten Leuchtmittel handelt es sich um eine Halogen-Metaldampflampe mit hoher Lichtausbeute, welche beispielsweise in der Beleuchtung von Fußballstadien eingesetzt wird. Im Unterschied zu der Quecksilberdampf-Hochdrucklampe befinden sich im Entladungsgefäß neben Quecksilber und Argon auch Halogenverbindungen, welche eine erweiterte, spektrale Strahlungsverteilung ermöglichen. In Abhängigkeit von dem Material des Entladungsgefäßes unterteilt man Halogen-Metaldampflampen in Quarzglasbrenner und Keramikbrenner. Bei dem verbauten Leuchtmittel handelt es sich um eine Quarzglaslampe ohne äußeren Kolben. Vor der vollständigen Lichtstromwiedergabe wird eine Anlaufzeit von 3–5 min benötigt. Die Wiederzündbarkeit ist bei einem Stromausfall (10 ms) unmittelbar gegeben, ansonsten sollte eine Abkühlzeit von mindestens 15 Minuten eingehalten werden. Die Lebensdauer der Lampe ist abhängig von kurzzeitigen Spannungs-

⁹⁴ bezeichnet die Effektivität einer Lampe und gibt den erzeugten Lichtstrom im Verhältnis zu der aufgewendeten elektrischen Leistung an. Sie wird in lm/W gemessen.

⁹⁵ Sturm1992, S. 25.

⁹⁶ HERZOG 2007, S. 15 f.

schwankungen. Die Brennlage⁹⁷ beeinflusst ebenfalls die lichttechnischen Parameter, wie z.B. Lebensdauer und Lichtstrom. Bei Gasentladungslampen sind nicht alle Lagen erlaubt, da es ansonsten zu lokalen Überhitzungen der Lampe kommen kann. Da es bei Halogen-Metall dampflampen im Laufe der Lebensdauer zu Farbveränderungen kommt, empfiehlt sich der sog. Gruppenwechsel.⁹⁸

Bei der heute verwendeten Halogen-Metall dampflampe handelt es sich um den Typ HQI TS 1000 W/D/S der Firma Osram⁹⁹. Das ursprüngliche Leuchtmittel wurde durch MARTIN STEGER 2003 vor dem Umbau dokumentiert und aufbewahrt, eine Lampe aus dem Film- und Photobereich von General Electrics mit der Modellbezeichnung GE 88493 CID 1000 G22 (technische Daten im Anhang). Die neue Lampe sollte in der Lichtqualität und – ausbeute dem alten Modell entsprechen. Eine Verbesserung der Lebensdauer, der Kosten und der Verfügbarkeit des Leuchtmittels, auch über die nächsten Jahre waren das Ziel dieser Maßnahme. Vor dem Umbau wurden die wichtigsten technischen Daten (Herstellerangaben) möglicher Ersatzprodukte und des ursprünglichen Leuchtmittels miteinander verglichen:

Tabelle 2: Vergleich der lichttechnischen Daten

Leuchtmittel	GE 88493 CID 1000 (General Electrics)	HMI 1200W/SE (Osram)	HQI TS 1000 W/D/S/PRO (Osram)
	-ursprünglich-	-Ersatz-	-Ersatz-
Lichtstrom	70.000 lm	110.000 lm	90.000 lm
Nennleistung	1000 W	1200 W	1000 W
Lichtausbeute	70 lm/W	91,6 lm/W	90 lm/W
Farbtemperatur	5500 ± 400 K	6000 K	5900 K
Sockel	G22	G38	K12s-36
Lebensdauer	500 h	750 h	6000 h
Kosten pro Stück	ca. 230 €	ca. 200 €	ca. 170 €

Entscheidend für die Auswahl der Osram-Lampe HQI TS 1000 W/D/S war, trotz des benötigten Umbaus des Lampengehäuses, die lange Lebensdauer. Die neue Lampe in Soffittenform benötigt statt eines G-Sockels (Stecksockel) einen K-Sockel und sollte in der Brennstellung p15 betrieben werden. Dies sind einseitige oder zweiseitige Sockel bei welchen der Elektroanschluss getrennt von der Fassung über ein mit Kabelschuhen versehenes Kabel erfolgt. Hierdurch wird eine bessere und gesicherte elektrische Verbindung ermöglicht. Das emittierte Licht der verwendeten Osramlampe zeichnet sich durch eine sehr gleichmäßige spektrale Verteilung aus. Die leichten Abweichungen in Farbtemperatur und Lichtstrom wurden unter dem Aspekt der zwölfmal längeren Lebensdauer vernachlässigt.

⁹⁷ Man unterscheidet die folgenden Brennstellungen: die stehende Brennstellung (s) mit senkrechtem Lampenbetrieb (Sockel unten), die hängende Brennstellung (h) mit senkrechtem Lampenbetrieb (Sockel oben), die waagrechte Brennstellung (w/p) mit waagrechtem Lampenbetrieb und die beliebige Brennstellung.

⁹⁸ HERZOG 2007, S. 15.

⁹⁹ Datenblatt im Anhang.

Die Umrüstung auf ein anderes Leuchtmittel 2003 wurde mit dem Künstler nicht abgestimmt. Im Interview wurde der Künstler über den Umbau informiert. Für LIEBERKNECHT ist die Veränderung akzeptabel, eine Modernisierung des Leuchtmittels ist für ihn auch unter dem Aspekt der Stromersparnis eine legitime Maßnahme, sollte aber mit ihm abgeprochen werden. Eine Umrüstung auf eine lichtemittierende Diode (LED) wäre ebenfalls denkbar, falls eine Weiterentwicklung dieser Technik die bisherige Farbtemperatur und Lichtstromwerte erfüllt. Die Lichtfarbe sollte nach LIEBERKNECHT neutralweiß (nw) entsprechen, d. h. in der Farbtemperatur zwischen 3300–5300 K liegen.

Vorschaltgeräte

Zum Betrieb einer Entladungslampe ist die Entladungsstrecke im Entladungsgefäß zwischen den Elektroden durch eine Startschaltung zu ionisieren, anschließend muss der Entladungsstrom wegen der fallenden Strom-Spannungs-Kennlinie durch einen Vorschaltwiderstand begrenzt und die Entladung stabilisiert werden. Bei Wechselstrom wird hierzu eine Drosselspule oder eine Kombination von Drosselspule und Kondensator eingesetzt.¹⁰⁰ Für den Betrieb benötigen Halogen-Metalldampflampen demnach strombegrenzende Mittel, in Form von Vorschaltgeräten. Aufgabe dieser Geräte ist nicht nur das aus physikalischen Gründen erforderliche Begrenzen des Entladungsstroms, sondern auch das Erzeugen der zum Einleiten und Aufrechterhalten der Entladung notwendigen Spannungen.¹⁰¹ Sie verhindern, dass der Entladungsstrom, welcher durch das Zünden der Lampe zustande kommt, soweit ansteigen kann, dass eine Zerstörung der Lampe eintritt. Da die Zündspannung von Halogen Metalldampflampen höher als die Netzspannung ist, wird zusätzlich ein Zündgerät benötigt.¹⁰² Die Zündspannung ist die elektrische Spannung, die benötigt wird, um eine Gasentladung einzuleiten. Die verwendete Osram Lampe benötigt eine Zündspannung zwischen 4–5 kVs und einen Drosselnennstrom von 9,5 A.

Wegen der Umrüstung auf ein anderes Leuchtmittel und der mittlerweile veralteten Technik wurden 2003 auch die Vorschaltgerät der Projektoren entsprechend umgebaut. Das ursprüngliche Gehäuse wurde beibehalten, Zündgerät und Drossel erneuert und ein Kondensator für die Blindstromkompensation ergänzt. Ein Schaltplan des Vorschaltgerätes befindet sich im Anhang.

Tabelle 3: Ausgetauschte und ergänzte Bauteile je Vorschaltgerät

Bauteil	Typ	Hersteller	Funktion
1 Magnetisches Vorschaltgerät mit Pulser Anzapfung	Oglis 1000PC 023W 230/240/50 180A234K	Tridonic	Drossel
1 Zündgerät	ZRM 4000 C201	Tridonic	Zündung
3 Kondensatoren	Metall-Papier (MP) Kondensatoren, 100 mikroF	Keine Angaben	Blindstromkompensation

¹⁰⁰ STURM 1992, S. 19.

¹⁰¹ STURM 1992, S. 30.

¹⁰² ZIESENH 2009, S. 69.

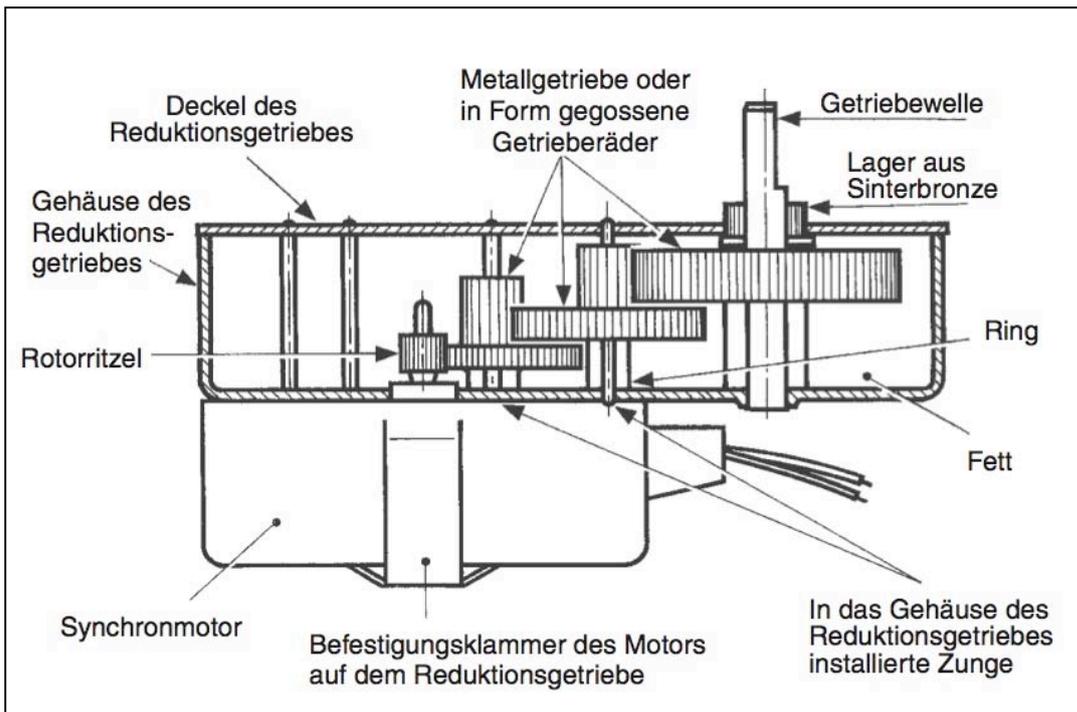


Abb. 53: Schnittzeichnung durch den Synchronmotor und das aufgesetzte Reduktionsgetriebe (Crouzet).

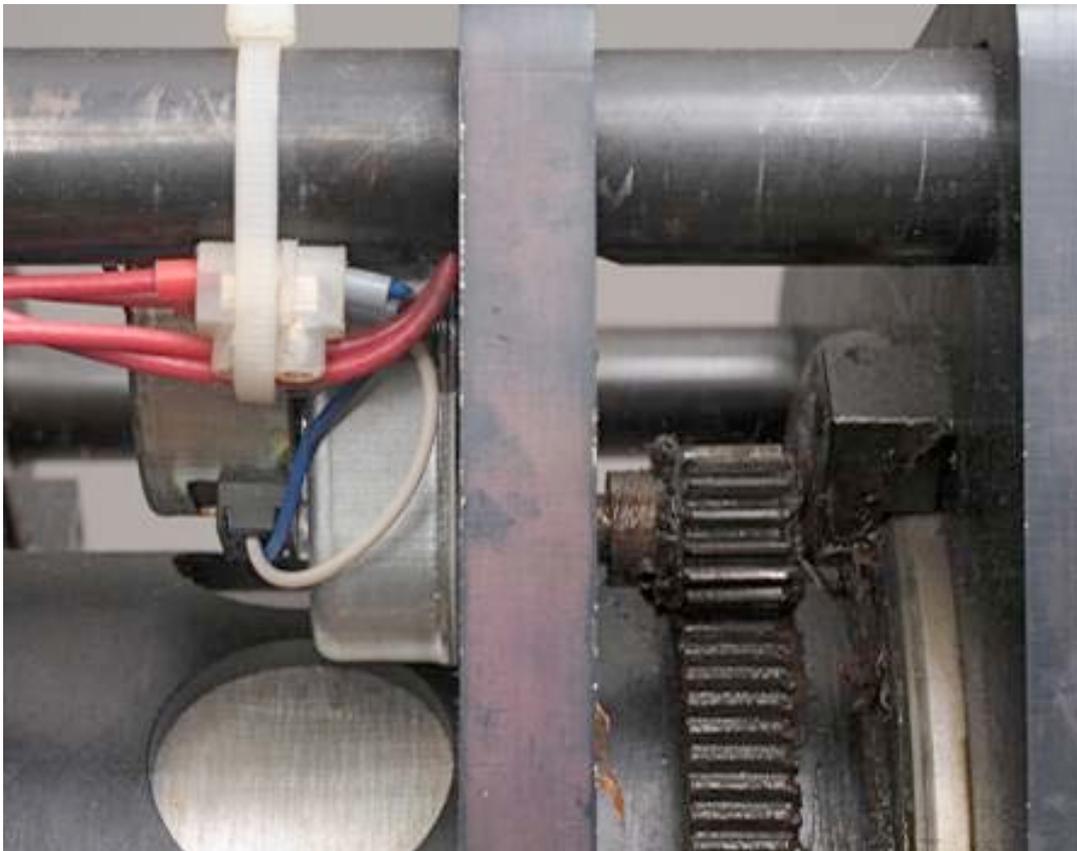


Abb. 54: In der Mitte des Projektorkopfs montierter Motor (links) mit nach vorne stehender Getriebewelle. Die Getriebewelle mit Ritzel ist rechtsläufig und treibt das Innenzahnrad nach links an.

Motor

Bei kinetischer Kunst gehören die Motoren zu den wichtigsten Bauteilen des Kunstwerkes. Die vom Künstler gewählte Technik setzt nicht nur das Werk in Bewegung, sondern bestimmt auch die Geschwindigkeit. Häufig werden an kinetischen Objekten handelsübliche Produkte verwendet. Im Interview zeigte sich dass LIEBERKNECHT, wie bei allen anderen Bauteilen, hohen Wert auf Qualität und Präzision legt. In den 90er Jahren und beim Umbau 2003 wurde der Motor ausgewechselt. Der Ausbau des ursprünglichen Motors ist nicht dokumentiert, ob vor dem ersten Wechsel ein höherwertiger Motor eingebaut war ist nicht mehr nachzuvollziehen, es finden sich jedoch keine veränderten Bohrungen oder Hinweise auf einen anderen Bautyp.

Bei dem heute verwendeten handelt es sich um einen Synchrontriebemotor der Firma Crouzet (technisches Datenblatt im Anhang). Ein Synchrontriebemotor ermöglicht eine bestimmte Anzahl von Bewegungen innerhalb eines klar umrissenen Zeitraums. Das Drehmoment des verwendeten Motors beträgt 0,5 Nm. Der Motor mit Stirnradgetriebe ermöglicht eine konstante Geschwindigkeit von 10 min⁻¹, sie bleibt jedoch abhängig von der Netzfrequenz. Auf der Vorderseite des Synchronmotors ist ein Reduktionsgetriebe in einem Gehäuse montiert (Abb. 53).

Der Motor hat eine festgelegte Drehrichtung (linksläufig), wodurch die Bewegungsrichtung der Lichtstriche auf der Bildfläche bestimmt wird. Bei einem linksläufigen Motor, wird das Stirnrad auf der Getriebewelle des Reduktionsgetriebes nach rechts angetrieben. Es überträgt die Bewegung auf das innere Zahnrad, welches dann nach links dreht (Abb. 54). Die Bewegung der Lichtstriche erfolgt demnach gegen den Uhrzeigersinn, d. h. linksläufig. Zur Funktionsweise von Motoren mit einer Drehrichtung steht im Katalog von Crouzet:

„Bei Motoren mit einer Drehrichtung handelt es sich um Versionen mit mechanischer Rücklaufsperrung (...) Der Rotor aus Ferrit besitzt auf seinem Umfang magnetische Nord- und Südpole, deren Anzahl der der Statorpole entspricht. Die über eine Wechselspannungsspule versorgten Statorpole weisen eine magnetische Unsymmetrie auf, die mit Hilfe des oszillierenden Momentes den Rotor in Schwung setzt. Diese Initialisierung würde den Motor veranlassen, sich in die eine oder andere Richtung zu drehen, wenn nicht durch eine mechanische Rücklaufsperrung die Drehrichtung festgelegt würde.“¹⁰³

¹⁰³ Crouzet, Katalog Motoren S. 96,
http://www.crouzet.com/filiales/crouzet-micromoteurs/pdf/de/NAV_Cat_moteurs_D.pdf, 30. März 2012.

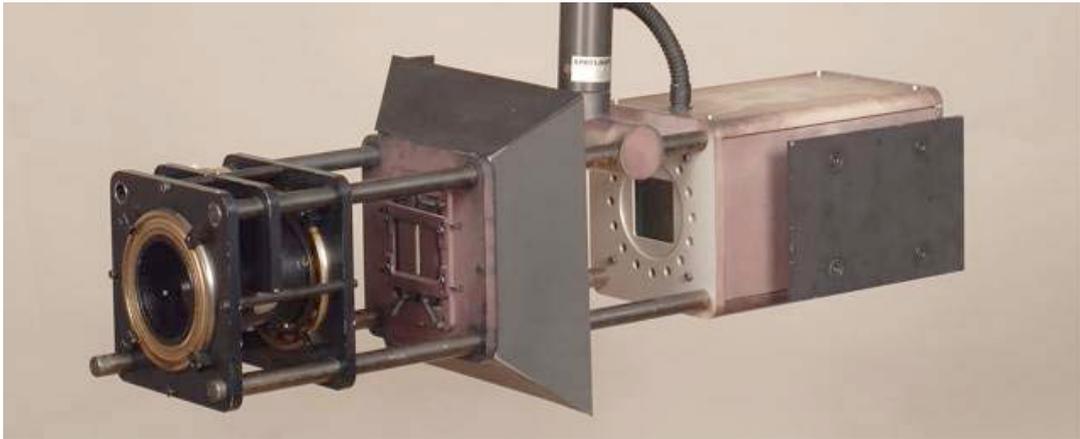


Abb. 55: Linker Projektor mit verstärkter Ausbleichung der schwarzen Eloxalschicht durch UV-Strahlung, dies ist besonders deutlich an der heute aluminiumfarbenen Frontplatte des Lampengehäuses zu sehen. Die Stahlstangen sind ungleichmäßig ausgerichtet und stehen teils über (links).



Abb. 56: Korrosionsbereiche an den Stahlstangen des linken Gerätes im Bereich zwischen Lampengehäuse und Spaltblende.

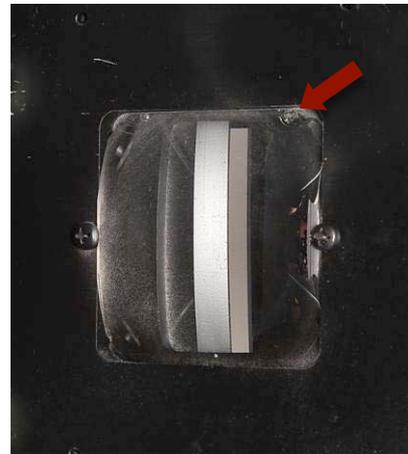


Abb. 57: Absplinterung am oberen Rand der Sammellinse des rechten Gerätes.



Abb. 58: Gerissener Kabelschlauch zwischen Lampengehäuse und Deckenaufhängung.



Abb. 59; Abb. 60: Verhartetes und verbräuntes Schmiermittel in den Kugellagern und um die Zahnräder am Projektorkopf.



Erhaltung

Die Projektoren sind durch ungeschützte Einlagerung¹⁰⁴ oberflächlich verschmutzt. Im Inneren der Lampengehäuse finden sich neben Staub auch Metallabrieb und Ausbrüche der Kunststoffisolierungen. Das Schmiermittel der Kugellager und Zahnräder ist verharzt (Abb. 59). Alle Aluminium-Bauteile zeigen Gebrauchsspuren an den Kanten und Kratzer in der Eloxalschicht. Die schwarze Eloxierung hat sich an den Lampengehäusen farblich verändert. Durch den hohen emittierten UV-Anteil des Leuchtmittels hat sich vermutlich ein organisches, schwarzes Farbmittel zersetzt.¹⁰⁵ Dieser Prozess verlief inhomogen und führte so auf der Oberfläche zu grau-, violett- und rosa-Tönen. Am stärksten ist dieses Phänomen an den Platten des Lampengehäuses, d. h. in der Nähe des Leuchtmittels sichtbar.

Das linke Gerät¹⁰⁶ zeigt eine stärkere, teils vollständige Ausbleichung, welche, über das Lampengehäuse hinaus, Querzylinder der Halterung und Spaltblende betrifft (Abb. 55). Zwischen Lampengehäuse und Spaltblende sind die brünierten Stahlstangen verkratzt und korrodiert (Abb. 56).

Die Glaslinse der Spaltblende und der Kugelspiegel des rechten Gerätes weisen Absplittierungen auf (Abb. 57). Der Kabelschlauch, welcher Projektorkasten und Halterung verbindet, ist an der oberen Kante gerissen (Abb. 58). Die schlüssige Aufpressung eines Kugellagers auf den schwarzen Zylinder war seit unbestimmter Zeit gelöst, was zu Abrieb zwischen beiden Elementen führte, da sich der innere Ring des Kugellagers nicht mehr vollständig mitdrehte. Die Sinterbronze der Getriebewelle des Motors hat sich abgenutzt und rotiert nicht mehr einwandfrei.

Die Ausrichtung der vier Außenstangen variiert an beiden Geräten und ist nicht symmetrisch. Die Stangen schließen nicht bündig mit den äußeren Platten ab (Abb. 55). Ein Großteil der 2003 erneuerten Kunststoffisolierungen und die Pertinax-Schicht im Inneren der Lampengehäuse sind durch Hitze und UV-Strahlung versprödet und erfüllen die isolierende Funktion nicht mehr.

Die Vorschaltgeräte befanden sich während der Sanierung des EPA-Gebäudes ungeschützt auf einer Stufe innerhalb der Deckenkonstruktion, wodurch Gehäuse und Innenraum mit Baustaub verschmutzt sind.

¹⁰⁴ Die Geräte waren auf einer Europalette und einer Unterlage aus Kappplatten unabgedeckt bei der Firma Hasenkamp zwischen 2008 und 2011 eingelagert.

¹⁰⁵ Auskunft von Dipl. Ing. GERWIN RIEDL (Lehrstuhl für Werkstoffkunde und Werkstoffmechanik der TU München) 27. März 2012 (Email).

¹⁰⁶ Auf den abschließenden Flanschplatten des Kopfstückes sind die Geräte durch eingeritzte Bezeichnungen markiert. Das linke Gerät wurde mit 1L, das rechte mit 2R bezeichnet. Die Raumbezeichnungen beziehen sich auf die ursprüngliche Anordnung der Projektoren bei Blickrichtung zur Bildfläche.

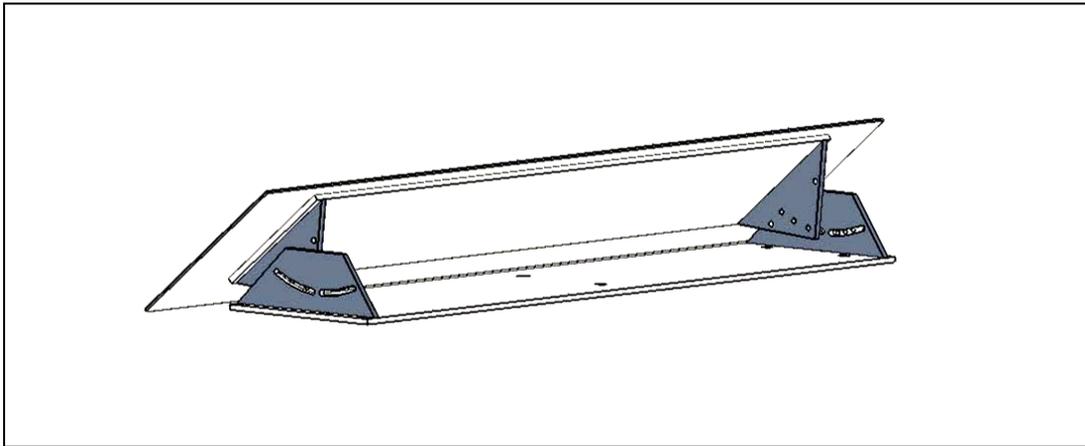


Abb. 61: Befestigung einer Prismenfläche an der Unterkonstruktion. Die dreieckigen Verbindungsteile der Prismenfläche (grau) liegen innen an den trapezförmigen Teilen der Unterkonstruktion (grau) an.

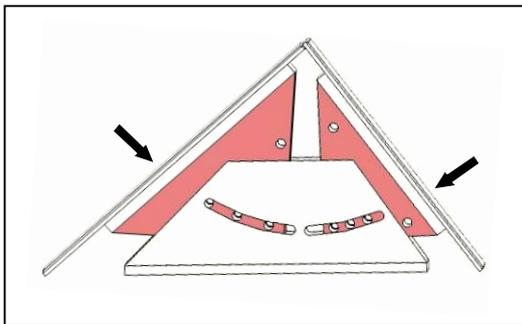


Abb. 62: Die genaue Position der Prismen lässt sich durch die Beweglichkeit der Schrauben in den Kreissegmenten der Trapezstücke im Winkel einstellen.

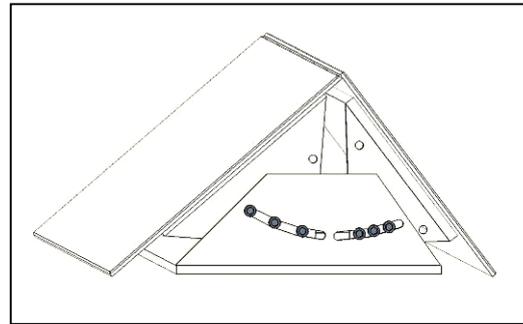


Abb. 63: Die Prismenflächen werden mit je drei Inbusschrauben (grau) von außen an der Unterkonstruktion befestigt.

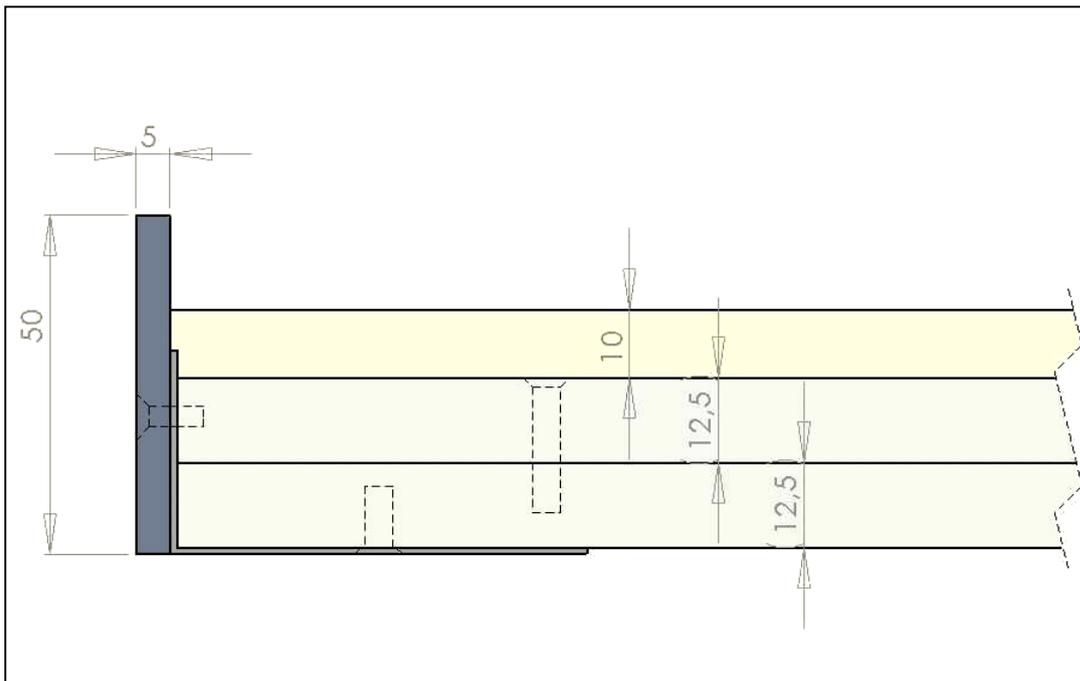


Abb. 64: Schema der Bildwandkonstruktion im Schnitt. Auf einem Profil ist die untere Lage Rigipsplatten verschraubt, hierauf wird die zweite Lage befestigt. Auf den Platten liegt die ca. 1 cm starke Putzschicht. Auf die Seitenkante der Konstruktion wird der Aluminiumrahmen (links) verschraubt (Maßangaben in mm).

5.4 Spiegelprismen

Einen weiteren Bestandteil der Installation bilden die Spiegelprismen. Durch das Auftreffen des vertikalen Lichtstriches auf die Spiegelflächen entstehen durch Reflexion zwei weitere Striche, welche als diagonale Streiflichter über die Bildfläche wandern. Die Spiegelprismen sollten ursprünglich aus verchromten Metallplatten hergestellt werden, verwendet wurde jedoch handelsübliches, verspiegeltes Glas auf einer Unterkonstruktion aus schwarz eloxiertem Aluminium (Stärke 6 mm). Die Prismen setzen sich aus je zwei orthogonalen, unterschiedlich großen Spiegelflächen zusammen, welche im Winkel zueinander (ca. 93°) auf einer Unterkonstruktion montiert werden und im Querschnitt ein Dreieck bilden. Auf die Unterseite der Spiegel ist je eine kleinere Aluminiumplatte mit aufgeschraubten dreieckigen Verbindungsstücken geklebt. Die Verbindungsstücke weisen je drei, in einer Rundung angeordnete Bohrlöcher auf, durch welche die Spiegelflächen mit Inbusschrauben an der Unterkonstruktion montiert werden. Die Unterkonstruktion bildet eine weitere Aluminiumplatte, welche mit sechs Schrauben diagonal auf der Bildfläche befestigt ist. Auf diese Aluminiumplatte sind zwei trapezförmige Verbindungsstücke mit zwei ausgefrästen Kreissegmenten geschraubt. Die Verbindungsstücke der Spiegelflächen liegen an den Innenseiten dieser Trapeze an (Abb. 61). Die Bohrlöcher der Spiegelflächen werden passend zu den ausgefrästen Kreissegmenten der Unterkonstruktion positioniert und die beiden Teile mit Inbusschrauben verbunden (Abb. 63). Durch die Kreissegmente können die Befestigungsschrauben in geringem Maße verschoben werden, wodurch sich die Spiegelebenen im Winkel zur Bildfläche einzeln justieren lassen (Abb. 62). Die Neigung der Spiegel muss dazu führen, dass der reflektierte Strich als Streiflicht über die Fläche läuft. Die Reflexionen sollen hierbei nicht über die Bildfläche hinaus strahlen, es ist aber unabdingbar, dass sie die Rahmenkante der Bildfläche erhellen. Die Winkeleinstellungen der Spiegel bestimmen demnach die Länge der reflektierten Lichtstreifen.

5.5 Bildwand

Die Bildwand¹⁰⁷ der Installation sollte in ihrer Reflexionskraft einer Film- oder Diaprojektionsfläche entsprechen. Sie bestimmt durch ihre Eigenschaften maßgeblich die Wirkung des bewegten Lichtes. Bei der vorhandenen Fläche handelt es sich um eine ebene, ortsfeste Bildwand mit einer aufgetragenen Bildwandfarbe. Zwei Aspekte waren bei der Ausführung für LIEBERKNECHT entscheidend: Die Planizität der Unterkonstruktion und die Reflexionseigenschaften der Farbe. Die Konstruktion der Fläche war nicht ersichtlich und konnte erst durch Erläuterungen des Künstlers geklärt werden. Auf Grund fehlender Informationen zu verwendeten Materialien wurde der Putz und die Beschichtung mit Hilfe naturwissenschaftlicher Methoden untersucht (Anhang B – Untersuchungsbericht).

Konstruktion der Fläche

Da eine Fläche der gewünschten Größe von 294 x 479 cm nicht ausreichend stabil war und nicht ohne größeren Aufwand in das Gebäude gebracht werden konnte, wurde sie vor Ort zweischichtig aus Rigips®-Platten zusammengefügt. Die untere Schicht ist auf festmontierten Profilen verschraubt. Die zweite Schicht ist versetzt zu den unteren Platten angeordnet und mit diesen durch Schrauben verbunden.¹⁰⁸

¹⁰⁷ Bildwand: eine für Projektionszwecke vorbereitete feste oder aufrollbare Auffangfläche für das rein optisch-lichttechnisch projizierte Bild mit festgelegten und reproduzierbaren lichttechnischen Eigenschaften; vgl. DIN 19045-2.

¹⁰⁸ Die genaue Befestigung an der Innenwandkonstruktion des Gebäudes konnte nicht ermittelt werden und ist nicht einsehbar. Die angegebene Konstruktion basiert auf Aussagen des Künstlers im Interview.

Um eine perfekte Planizität zu erzielen wurde die Oberfläche mit einer ca. 1 cm dicken Putzschicht versehen (Abb. 64). Der Putz konnte durch eine polarisationsmikroskopische Untersuchung eines Streupräparates als künstlicher Anhydrit (totgebrannter Gips) identifiziert werden. Die Montage der Wandfläche und der Putzauftrag wurden von Mitarbeitern der Firma Rigips® ausgeführt. Die Kanten der aneinandergesetzten Platten sind heute teils im Streiflicht zu erahnen.

Als äußerer Abschluss wurde auf die Seiten der Fläche ein umlaufender Aluminiumrahmen aufgeschraubt, welcher 1,5 cm vorsteht. Die Außenseite des Rahmens ist ebenfalls schwarz eloxiert, die Innenkante weiß überstrichen. Auf der Innenseite des Rahmens befindet sich in der rechten unteren Ecke die Signatur des Künstlers mit Jahreszahl „Rolf Lieberknecht 1979/80“, welche er mit einem schwarzen Permanentmarker ausführte.

Auf mittlerer Höhe befinden sich je sechs versenkte und verputzte Rigips-Spreizdübel zur Befestigung der Unterkonstruktion der Spiegelprismen.

Die retroreflektierende Beschichtung

Im ersten Drittel des 20. Jahrhunderts wurden Beschichtungen entwickelt, welche die Brillanz durch retroreflektierende¹⁰⁹ Partikel (transparente Kugeln aus Kunststoff oder Glas) wesentlich erhöhen. Durch die Lichtbrechung innerhalb der Kugeln entstehen ein höherer Kontrast und eine verstärkte Helligkeit. Ein solcher Effekt ist auch bei der Bildwand der Installation zu beobachten, bei näherer Betrachtung sind kleine Kugeln auf der Oberfläche zu erkennen. Eine der wichtigsten kennzeichnenden Größen für die Reflexionseigenschaften von Bildwänden ist der Leuchtdichtefaktor¹¹⁰.

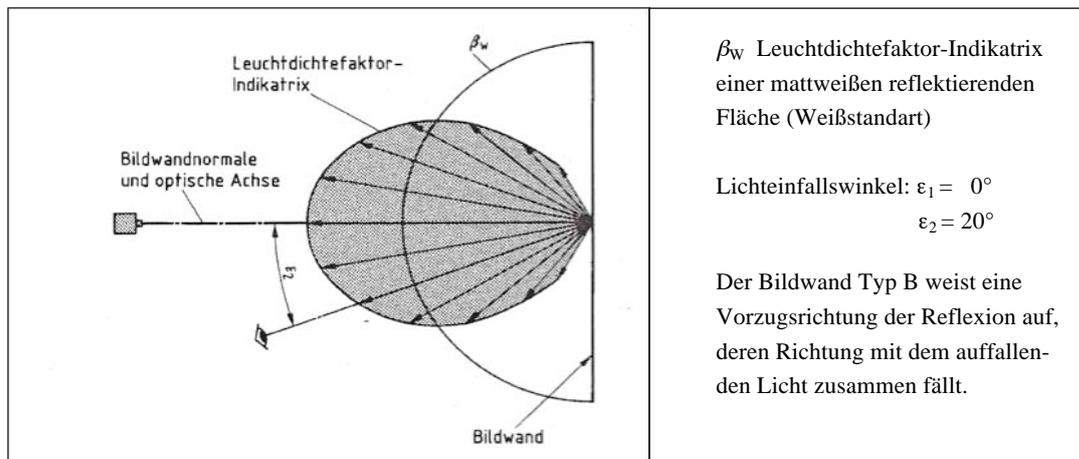


Abb. 65: Verteilungskurve bei Bildwand Typ B (Auflichtprojektion).

Nach DIN 19045-2 werden drei Bildwandtypen für die Auflichtprojektion unterschieden:

Typ D: Diffusbildwand ohne besondere Richtungswirkung; verteilt das Licht fast gleichmäßig nach allen Seiten und weist den kleinsten Leuchtdichtefaktor auf.

Typ S: Reflektiert im Spiegelwinkel und weist eine starke Richtwirkung auf.

Typ B: Reflektiert im Auftreffwinkel und weist eine sehr starke Richtwirkung auf. Lichteinfalls- und Ausfallsrichtung fallen zusammen (Abb. 65).

¹⁰⁹ Bei retroreflektiven Oberflächen erfolgt die Reflexion größtenteils in Richtung der Strahlungsquelle.

¹¹⁰ Zur Beurteilung der Reflexionseigenschaften einer Bildwand dient der winkelabhängige Leuchtdichtefaktor β . Der Leuchtdichtefaktor ist das Verhältnis der Leuchtdichte L_p einer Bildwandprobe für eine gegebene Betrachtungsrichtung zur Leuchtdichte L_w der vollkommen reflektierenden bzw. durchlassenden Fläche (Weißstandart) für eine vorgegebene Einstrahlungsrichtung; vgl. DIN 5036.

Bei der Bildwand von KLR handelt es sich um den Bildwand-Typ B, welcher an der Oberfläche eine dünne Schicht kleiner Glaskugeln aufweist. Leinwände mit dieser Beschichtung werden auch als Perl- oder Kristalleinwände bezeichnet und seit 1933 hergestellt.¹¹¹ Die Glasperlenbeschichtung auf der Bildwand von KLR wurde von einer Firma für Perlleinwände¹¹² aufgebracht, welche hierfür die Spritzvorrichtung für die Kugeln demontierte und nach München brachte. Gewöhnlich wurde die Beschichtung horizontal auf die Leinwände aufgebracht. Da die Fläche jedoch bereits montiert war, musste sie in der Senkrechten vor Ort besprüht werden. In einem ersten Schritt wurde die Farbe aufgetragen auf die nach kurzer Trocknungsphase ein Klebemittel folgte. Zuletzt wurden hierauf die Kugeln aufgeblasen.¹¹³ Zur Bestimmung der verwendeten Materialien wurden die Beschichtung und Kugeln mit Hilfe von Polarisationsmikroskopie an Querschliffen, Rasterelektronenmikroskopie (REM-EDX¹¹⁴) und Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie¹¹⁵ (FTIR) untersucht. Die Untersuchung der aufgetragenen Beschichtung bestätigte den vom Künstler beschriebenen Aufbau (Abb. 63).

Durch REM-EDX und FTIR wurde als Farbmittel Titanweiß und Bariumsulfat als Füllmittel für die weiße Farbschicht und Lithopone als Farbmittel innerhalb der Klebeschicht identifiziert. Als Bindemittel konnte durch FTIR in beiden Schichten Polyvinylacetat (PVAC) nachgewiesen werden. PVAC wird in der Industrie sowohl als Bindemittel für Dispersionsfarben als auch für Klebstoffe verwendet. Die Kugeln bestehen aus massivem Bleiglas. Die Farbschicht scheint beim Auftrag der Klebeschicht und der Kugeln noch flexibel gewesen zu sein, da die Kugeln in geringem Maße in die Oberfläche eingedrückt sind. Die Größe der Glaskugeln variiert zwischen 150–250 µm.

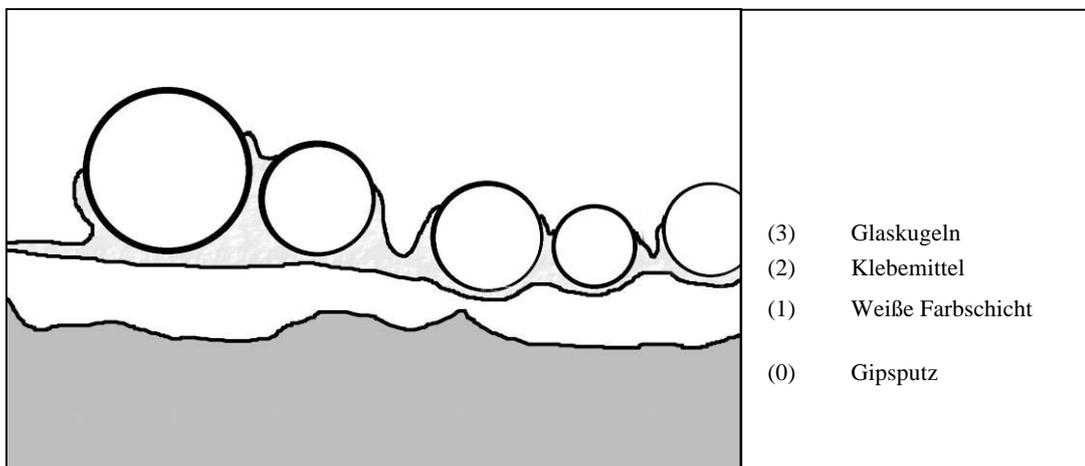


Abb. 66: Schematischer Aufbau der Wandbeschichtung auf dem Putzträger.

¹¹¹ GRAU 1994, S. 28.

¹¹² Der Name der Firma und die verwendeten Materialien sind nicht dokumentiert.

¹¹³ Angaben des Künstlers im Interview.

¹¹⁴ Als REM bezeichnet man ein Elektronenmikroskop, bei dem ein Elektronenstrahl in einem zeilenweisen Raster über das vergrößert abzubildende Objekt geführt wird und dabei die Wechselwirkungen der Elektronen mit dem Objekt (Rückstreu-, Sekundärelektronen und Röntgenstrahlung) zur Erzeugung eines hochauflösenden Bildes des Objekts mit einer großen Schärfentiefe genutzt werden. EDX ist ein Energie- und Wellenlängendispersives Detektionsprinzip. Mittels eines Elektronenstrahls einheitlicher Energie wird die Probe angeregt, die ihrerseits für das jeweilige Element charakteristische Röntgenstrahlung emittiert. Diese Strahlung gibt Aufschluss über die Elementzusammensetzung der Probe; vgl. Vorlesungsskript STEGE 2009.

¹¹⁵ Bei der Infrarot (IR)-Spektroskopie werden Moleküle durch das Einstrahlen von IR-Energie zu Schwingungen angeregt. Hierdurch kommt es zu Absorptionsspektren (Banden) die charakteristisch für chemische Verbindungen sind. Die Methode ermöglicht die Identifizierung von organischen Materialien (Bindemittel, Klebstoffe u.v.m.) sowie von organischen und anorganischen Farbmitteln.



Abb. 67: Ansicht der Bildfläche ohne direkten Lichteinfall. Der gelbe Frabeindruck resultiert aus den Nikotinablagerungen auf der Oberfläche. Mittig sind die Schmutzränder zu erkennen, welche an den Kanten der Spiegelprismen entstanden sind. Ohne direkten Lichteinfall wirkt die Fläche relativ homogen.



Abb. 68: Ansicht der Bildfläche bei direktem Lichteinfall (Aufnahme mit Blitzlicht). Durch die ungleichmäßige Reflexion des Lichtes entsteht der inhomogene Eindruck und die Wischspuren der Reinigung im unteren Bereich grenzen sich deutlich ab. Teilweise zeichnen sich dunklere Flecken ab, welche aus der Verdeckung der Glasoberfläche durch Schmutz oder dem Abtrag der Glaskugeln resultieren. Oben rechts sind dunkle Flecken sichtbar, welche durch Fingerabdrücke entstanden sind.

Erhaltung

Die Bildwand ist in ihrer Funktion als Projektionsfläche durch Verschmutzungen stark beeinträchtigt. Durch die Nutzung des Foyers als Bewirtungsbereich kam es zu dunklen Flecken auf der Fläche. Reinigungen in der unteren Hälfte führten zu einer inhomogenen Reflexion durch partiellen bis vollständigen Abtrag der Glaskugeln (Abb. 68). Die hieraus resultierende Fleckigkeit der Fläche ist besonders auffällig bei seitlicher Betrachterperspektive und Direkteinfall von Licht. Die Kanten der Wischränder zeichnen sich deutlich gegen die ungereinigten Bereiche ab. Die untere Hälfte ist hierdurch deutlich stärker beschädigt.

Während der Sanierung wurde die Fläche nicht geschützt. Auf der Oberfläche sammelte sich Baustaub und Abtropfungen von weißen Kittmassen. Im unteren Bereich sind Kratzer und Ausbrüche bis in den Putz zu verzeichnen. Da die Fläche nicht gegen Berührung gesichert wurde, finden sich zahlreiche Fingerabdrücke auf der Oberfläche (Abb. 68). Durch das natürliche Hautfett sammelte sich der Schmutz vermehrt an diesen Stellen, was zu einer Verdunklung führte.

An den Kanten der Spiegelprismen kam es zur Bildung von Schmutzrändern. Die von den Prismen verdeckten Flächen zeigen die ursprüngliche Beschaffenheit der Oberfläche. Durch den sehr geringen Tageslichteinfall ist die Vergilbung der Kunstharz-Beschichtungen gering. Der gelbe Farbeindruck resultiert vielmehr aus den Nikotinablagerungen auf der Oberfläche.



6 Konservierung und Instandsetzung

Vor der Reinstallation der Projektoren und Prismen mussten alle Geräteteile von Schmutz, Fett und Korrosionsprodukten gereinigt¹¹⁶, die elektrischen Komponenten nach DIN VDE 0701-0702¹¹⁷ geprüft werden. Hierfür wurden die Projektoren so weit wie nötig demontiert. Die Lampengehäuse wurden geöffnet, der Projektorkopf vollständig zerlegt. Bereits zuvor ausgetauschte Verschleißteile, wie Leuchtmittel, Motor und Lüfter wurden im Zuge der Prüfung ausgewechselt. Obwohl in Verbindung mit Stahlbauteilen Kontaktkorrosion an den Aluminiumbauteilen entstehen kann, wurde aus restauratorischen Gründen von einer schwarzen Neuoxidierung¹¹⁸ der Aluminiumbauteile abgesehen.

Eine Reinigung der stark verschmutzten Wandfläche erschien nach der Untersuchung des Aufbaus der Beschichtung nicht sinnvoll, da die Verschmutzungen teils unter den Glaskugeln liegen und jede mechanische Einwirkung zu Verlusten in der Schicht führt. Für eine Rekonstruktion der Fläche wurde auf Basis der Untersuchungsergebnisse ein Konzept erarbeitet.

Als präventive Maßnahme wurde für die Installation in Zusammenarbeit mit MARTIN STEGER ein Wartungsplan (Kapitel 9) entwickelt.

6.1 Reinigung der Projektoren

Zu Beginn der Maßnahmen wurde aufliegender Schmutz mit einem weichem Pinsel und Staubsauger entfernt. Um den Verlust von losen Bauteilen (Schrauben, Unterlegscheiben etc.) zu verhindern, wurde die Saugöffnung mit einem dünnen Stoff abgedeckt. Während der Einlagerung waren die Starkstromkabel der Projektoren durch einen Kunststoffschaum geschützt und mit Klebebändern an der Stange der Deckenaufhängung befestigt. Auf weiteren Klebebandstücken war die Position der Projektoren und Anmerkungen (Achtung: Bügel nicht nach hinten legen) notiert. Auf jedem Bauteil der Geräte waren Aufkleber der Firma „Spotlight“ angebracht. Alle Klebebänder und Aufkleber wurden abgenommen und Klebereste mit Aceton entfernt¹¹⁹.

Schmiermittel an Kugellagern und Zahnräder

Nach der Demontage des Projektorkopfs konnte an Zahnrädern und Kugellagern das verharzte Schmiermittel entfernt werden. Die Reinigungsarbeiten wurden in der Restaurierungswerkstatt für Kraftfahrzeuge und Maschinen des Deutschen Museums, München durchgeführt. Alle Teile wurden im Kleinteilereiniger mit Borstenpinsel und Kaltreiniger (KATO 2000, Tonaco) vorgereinigt. Die Kugellager wurden hiernach in einem Bad aus alkalischem Reinigungskonzentrat (SIWACON 109) über Nacht eingeweicht.

Wegen der empfindlichen Brünierung der Zahnräder wurde hier das verbleibende Fett und kleine Korrosionsinseln am Zahngrund durch Strahlen mit Walnussgranulat (Druck 3 bar, Düsendurchmesser 1,8 mm, Abstand ca. 1 cm) entfernt.

¹¹⁶ Liste der verwendeten Materialien: Anhang.

¹¹⁷ DIN VDE 0701-0702: Prüfung nach Instandsetzung, Änderung elektrischer Geräte – Wiederholungsprüfung elektrischer Geräte. Allgemeine Anforderungen für die elektrische Sicherheit. Prüfungen der elektrischen Sicherheit von elektrischen Geräten mit Bemessungsspannungen bis Wechselspannung 1000 V/ Gleichspannung 1 500 V (nach Instandsetzung, Änderung und bei Wiederholungsprüfung).

¹¹⁸ Eine Eloxierung verändert die Originalsubstanz, da die Hälfte bis zwei Drittel der Schicht in den Werkstoff hinein, der Rest nach außen aufgebaut wird; vgl. SIMON 1989, S. 34.

¹¹⁹ Ein Aufkleber der Firma Spotlight wurde als Dokument an einer auffälligen Stelle belassen.

Ein Strahlen der Kugellager ist, aufgrund von eventuell verbleibenden Strahlgutresten innerhalb des Lagers, nicht zu empfehlen. Nach dem Bad im Reinigungskonzentrat waren die Schmiermittelreste soweit aufgeweicht, dass sie aus der verdeckten Seite der Lager mit Druckluft gelöst werden konnten. Dieser Prozess wurde im Wechsel mit weiteren Waschungen im Kleinteilereiniger solange wiederholt bis keine Fettreste mehr aus dem Innern des Lagers austraten. Durch ein Durchspülen mit Sprühreiniger (T20, Tonaco) konnte anhand der austropfenden Flüssigkeit sichergestellt werden, dass kein verharztes Fett oder anderer Schmutz im Innern des Lagers festsaß. Rückstände des Reinigers wurden mit Druckluft entfernt und die sauberen Lager mit einem Hochleistungs-Mehrzweckfett (Gadus S2/ V 100 2, Shell) gefüllt. Schmierfette fließen im Gegensatz zu Schmierölen nur bei Kraftereinwirkung. Sie haften besser an den Flächen der Reibpartner und bewirken dabei niedrigere Reibzahlen. Außerdem besitzen sie ein besseres Viskosität-Temperaturverhalten und können den Ort der Reibung gegen die Aufnahme von Schmutz abdichten.¹²⁰

Abnahme von Korrosionsprodukten

Die korrodierten Stahlstangen des linken Gerätes konnten nicht ohne Belastung anderer Bauteile demontiert werden. Ein Strahlen mit Walnussgranulat kam demnach aus logistischen Gründen nicht in Frage. Die Korrosionsinseln konnten mechanisch mit einem abgestumpften Skalpell mit Hilfe einer Stirnlupe abgetragen werden ohne die empfindliche Brünierung zu beschädigen. Abgesprengte Korrosionsprodukte wurden parallel mit einem Wattestäbchen und Aceton entfernt und die Stahlstangen entfettet.

Hohe Luftfeuchtigkeit kann die Korrosion von Stahlbauteile fördern. Eine Verbesserung des Korrosionsschutzes durch Wachsen mit Cosmoloid (Tropfpunkt 80–86 °C) kam aufgrund der entstehenden Temperaturen um die 80 °C nicht in Frage. Brünierschichten sind jedoch porös und besitzen nur einen geringen Korrosionsschutz, welcher sich durch Ölen oder Fetten deutlich verbessern lässt. Alle Stangen wurden nach der Reinigung mit einem speziellen Korrosionsschutzöl für Brünierungen (KBS 4000, GIMA) versehen.

6.2 Instandsetzung der Projektoren

Vor der Reinstallation und der hiermit einhergehenden Inbetriebnahme der Projektoren und Vorschaltgeräte mussten die Geräte durch eine Elektrofachkraft¹²¹ überprüft werden. Die Prüfung und Instandsetzung wurde von MARTIN STEGER der Firma „Licht und Technik“ durchgeführt. Im Zuge dieser Überprüfung und Teildemontage wurden die bereits in vergangenen Jahren ausgetauschten Verschleißteile ausgewechselt.

Der bisherige Motor wurde durch ein identisches Model derselben Firma ersetzt. Der Wunsch des Künstlers nach einem höherwertigen Motor wurde unter dem Aspekt der nachträglichen Verbesserung nicht berücksichtigt. Da keine Zeichen einer Veränderung des Motortyps, wie veränderte Bohrungen zur Befestigung erkennbar sind, muss davon ausgegangen werden, dass es sich bei dem vorhandenen Motor zumindest um den ursprünglichen Bautyp handelt.

¹²⁰ SEIDEL 2000, S. 77.

¹²¹ Eine Elektrofachkraft ist eine elektrotechnisch unterwiesene Person, die durch Elektrofachkräfte ausreichend informiert oder beaufsichtigt ist und damit befähigt wird, Risiken zu erkennen und Gefährdungen durch Elektrizität zu vermeiden; vgl. DIN VDE 0100-200.

Prüfung nach DIN VDE 0701-0702

Nach DIN VDE 0701-0702 sind elektrische Anlagen und Betriebsmittel auf ihren ordnungsgemäßen Zustand zu prüfen. Dies gilt vor der ersten Inbetriebnahme und nach einer Änderung oder Instandsetzung, vor der Wiederinbetriebnahme. Die Prüfung ist durch eine Elektrofachkraft oder unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft durchzuführen. Die Prüfungen unterscheiden sich je nach Schutzklasse der Geräte, bei den Projektoren mit Vorschaltgerät handelt es sich um die Schutzklasse SKL I (Geräte mit Schutzleiter).

Durch eine Sichtprüfung (äußerlich erkennbare Mängel) wurden an den Projektoren und Vorschaltgeräten von KLR folgende Aspekte geprüft:

- Schäden an den Anschlussleitungen
- Schäden an Isolierungen
- Bestimmungsgemäße Auswahl und Anwendung von Leitungen und Steckern
- Zustand des Netzsteckers, der Anschlussklemmen und -adern
- Schäden am Gehäuse und den Schutzabdeckungen
- Anzeichen einer Überlastung oder einer unsachgemäßen Anwendung
- Anzeichen unzulässiger Eingriffe oder Veränderungen
- Die Sicherheit beeinträchtigende Verschmutzung, Korrosion oder Alterung
- Verschmutzungen, Verstopfungen von Öffnungen der Kühlung

Nach der Sichtprüfung wurden die elektrischen Einheiten mit entsprechenden Prüfgeräten kontrolliert:

- Prüfung des Schutzleiters durch Widerstandsmessung des Schutzleiters
- Messung des Isolationswiderstandes

Austausch von Verschleißteilen

Um einen zeitnahen Austausch von Komponenten und das hiermit verbundene Risiko einer Veränderung der Feinjustage zu vermeiden, wurden Leuchtmittel, Motoren¹²² und Belüftungsventilatoren im Zuge der Instandsetzung ausgewechselt. Alle Verschleißteile sind in der momentanen Form noch auf dem Markt erhältlich und wurden durch identische Elemente ersetzt.

Im Lampengehäuse wurden die Kabelummantelungen gegen Glasseide ausgewechselt. Das versprödete Pertinax in den Aufsätzen des Lampengehäuses wurde gegen Teflon ausgetauscht.

Nach der Instandsetzung wurde eine Funktionsprüfung der Geräte durchgeführt, welche auch eine Messung der Oberflächentemperaturen beinhaltet¹²³.

¹²² Bei einem Austausch der Crouzet-Synchronmotoren sollten im allgemeinen folgende Motoren-Kennwerte beachtet werden: das Fehlen der Erdung, die sog. "Haupt-Isolierungsmotoren" (Einfach-Isolierung), der Schutzgrad: IP40, die Isolationsklasse: B; vgl. Crouzet Katalog – Motoren, S. 98, http://www.crouzet.com/filiales/crouzet-micromoteurs/pdf/de/NAV_Cat_moteurs_D.pdf, 30. März 2012.

¹²³ An der wärmsten Stelle des Gerätes (Oberplatte des Lampengehäuses) entstehen Temperaturen um 85 °C. Durch den Einbau eines leistungsstärkeren Lüfters könnten die Temperaturen weiter gesenkt werden. Aufgrund der höheren Lautstärke wurde auf Wunsch des Künstlers hiervon abgesehen.

6.3 Verschmutzung der Bildwand

Die Beschichtung der Bildwand ist aktuell in ihrer Reflexion beschädigt. Flecken auf der Fläche, Nikotinablagerungen, Staub, Reste von Kittmassen und der partielle Abtrag der Glaskugeln führt zu einem ungleichmäßigen Reflexionsverhalten der Oberfläche. Unberührte Bereiche bewirken weiterhin die intendierte Retroreflexion. Andere Stellen wurden hingegen während der Reinigung so stark mechanisch bearbeitet, dass es zum Totalverlust der Kugelschicht kam. Hierdurch erscheinen diese Bereiche im Vergleich zur intakten Fläche dunkel. Die hieraus resultierende Fleckigkeit ist besonders auffällig bei seitlicher Betrachterperspektive.

Durch das Abkehren der Fläche mit einem weichen Besen konnte lose aufsitzender Schmutz entfernt werden. Auf den Kugeln liegende Reste von Kittmassen wurden mechanisch mit dem Skalpell abgetragen. Das Material ließ sich jedoch nur bis zu einem gewissen Grad entfernen, Reste der Masse blieben auf der Glasoberfläche zurück. Der im Streiflicht der reflektierten Striche sichtbare, reliefartige Eindruck wurde hierdurch verbessert, die Retroreflexion durch die Glaskugeln jedoch nicht wieder hergestellt.

Eine weitere Reinigung der Fläche würde zwangsläufig zu einem zunehmenden Verlust der Kugelschicht führen und die inhomogene Reflexion der Fläche verstärken. Eine Retusche der dunkleren Flecken würde die Glaskugeln verdecken und an diesen Stellen bei Lichteinfall ebenfalls zu einer veränderten Reflexion, d. h. zu einer weiteren Verdunkelung dieser Bereiche führen. Die Funktion der Beschichtung als Projektionsfläche ist demnach nicht mehr im vollen Maße herzustellen. Eine einfache Überfassung der Bildwand würde zwar zu einem homogenen Farbeindruck und gleichmäßigen Reflexionseigenschaften führen, die intendierte Retroreflexion jedoch zerstört. Ein weiteres Problem bei einem direkten Auftrag von Farbe/ Putz auf das Original ist die Frage nach einer geeigneten Trennschicht. Eine sinnvolle Trennung von Original und Überfassung durch Zwischenschichten ist ein viel diskutiertes Thema in der Restaurierung und noch nicht zufriedenstellend gelöst.

Um eine vollkommen retroreflektierende Fläche zu erzielen, bleibt nur die Rekonstruktion des originalen Aufbaus auf einem neuen Rigidträger. Ein Austausch gegen diese Rekonstruktion würde das Original beim Ausbau zerstören. Es muss also ein Weg gefunden werden, die rekonstruierte Fläche vor dem Original zu befestigen. Die Verblendung des Originals durch einen neuen Aufbau schützt zudem die ursprüngliche Fläche vor weiterer Beschädigung. Der Überstand des Aluminiumrahmens, welcher als Abschluss der reflektierten Streifen dient, darf hierbei nicht verändert werden. Der Rahmen ist jedoch nach einer Öffnung der seitlichen Wandvertäfelung ohne Schäden abzunehmen und kann versetzt werden. Für die Herstellung der Rekonstruktion wurde folgendes Konzept entwickelt.

Vorschlag zur Rekonstruktion der Bildwand

Um eine neue, retroreflektierende Fläche mit Glasperlenbeschichtung zu rekonstruieren, sollte auf Basis der Untersuchungsergebnisse der originale Aufbau der Bildwand von 1980 wiederholt werden. Alle Materialien (Gipsputz, PVAC Dispersionsfarbe, PVAC Kleber, Glaskugeln) sind auf dem Markt erhältlich. Für die folgenden Arbeitsschritte muss die Wandvertäfelung an den Seiten der Fläche und die Deckenverkleidung oberhalb der Bildwand geöffnet werden, um den Aluminiumrahmen abnehmen zu können. Da eine fertig präparierte Fläche der benötigten Größe nicht ohne erheblichen logistischen Aufwand in die erste Etage des Gebäudes zu bringen ist, sollte die Ausführung der Rekonstruktion vor Ort vorgenommen werden.

Als Träger dienen Rigipsplatten, welche mit der Originalfläche verschraubt werden. Nach der Befestigung der Platten folgt der Auftrag einer Gipsputzschicht, welcher so dünn wie möglich bei maximaler Planizität ausgeführt werden sollte. Nach der Durchtrocknung des Putzes wird die Wandfarbe (PVAC Dispersionsfarbe mit Titanweißpigmentierung) aufgebracht. Für die Klebeschicht sollte ein PVAC Kleber (mit Lithoponepigmentierung) mit einer langen offenen Zeit und guten Alterungseigenschaften gewählt werden. Der Auftrag der Glaskugeln muss dann zügig und gleichmäßig innerhalb der offenen Zeit des Klebmittels erfolgen.

Keiner der angefragten europäischen Leinwandhersteller¹²⁴ führt aktuell noch die Produktion von Perleinwänden aus und könnte die Arbeiten durchführen. Der Leinwandtyp B ist veraltet und wird nicht mehr vertrieben, weshalb eine Rekonstruktion mit aufgeklebter Perleinwand als Option entfällt. Die Glasperlen müssen, wie schon 1980, vor Ort auf die präparierte Fläche aufgebracht werden. Eine Möglichkeit ist der gesprühte Auftrag mit einem Druckluftkompressor. Das ausgewählte Gerät muss die Kugeln gleichmäßig und mit niedrigem Druck verblasen, um einen Auftragsrapport zu vermeiden. Eine weitere Möglichkeit ist das Aufbringen der Kugeln mit einer Übertragungsfolie. Diese könnte in der Horizontalen mit den Glaskugeln beschichtet und dann an das Klebemittel angedrückt werden. Hierdurch ist es möglich, einen Kleber mit geringerer offener Zeit zu wählen. Bei dieser Möglichkeit ist darauf zu achten, dass keine Klebereste an der Oberfläche der Kugeln verbleiben, welche die Reflexion beeinträchtigen könnten. Um die geeigneten Materialien und die optimale Auftragstechnik zu ermitteln, müssen zuvor Testflächen angelegt werden.¹²⁵

In einem letzten Schritt muss der Aluminiumrahmen um die Stärke der rekonstruierten Fläche nach vorne versetzt werden. Durch die Wandvertäfelung wird die entstehende Lücke an der hinteren Seite der ursprünglichen Rigipsfläche durch das Versetzen des Rahmens verdeckt. Entsprechend zur originalen Position werden neue Dübel für die Prismenbefestigung gesetzt.

Da die Bildwand-Rekonstruktion eine geringere Entfernung zu den Projektoren aufweist, sollte hiernach die Schärfereinstellung gegebenenfalls korrigiert werden.

¹²⁴ Projecta Screens; Reprulux Screens; HKS Systemtechnik GmbH; AVERS Screens; dnp denmark as.

¹²⁵ Der Künstler hat seine Unterstützung für die Durchführung der Rekonstruktion angeboten.

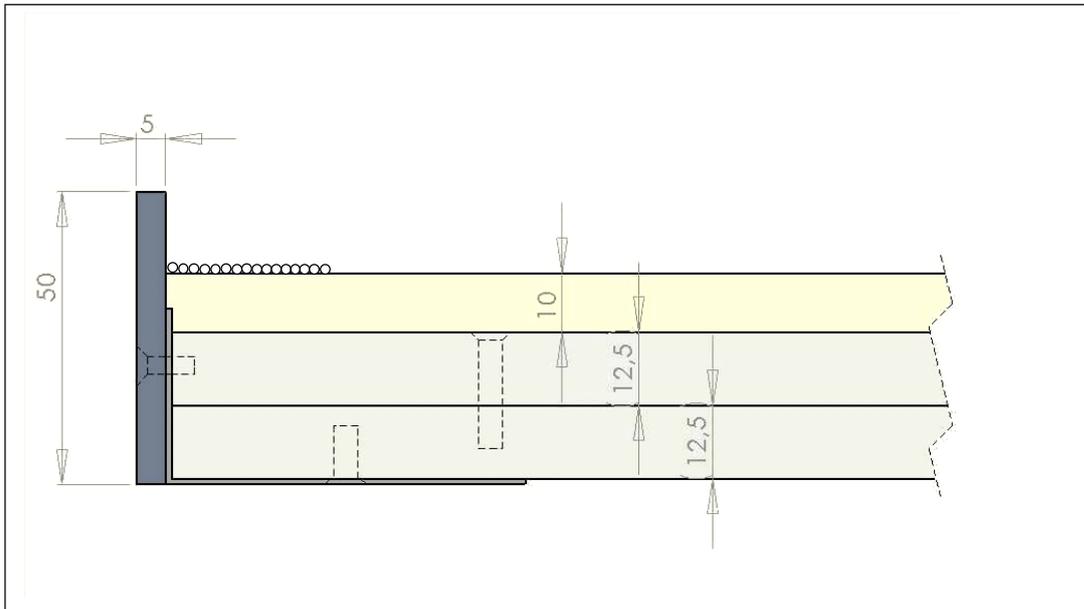


Abb. 69: Schema der Bildwandkonstruktion im Schnitt. Auf einem Profil ist die untere Lage Rigipsplatten verschraubt, hierauf wird die zweite Lage befestigt. Auf den Platten liegt die ca. 1 cm starke Putzschicht. Auf die Seitenkante der Konstruktion wird der Aluminiumrahmen (links) verschraubt (Maßangaben in mm).

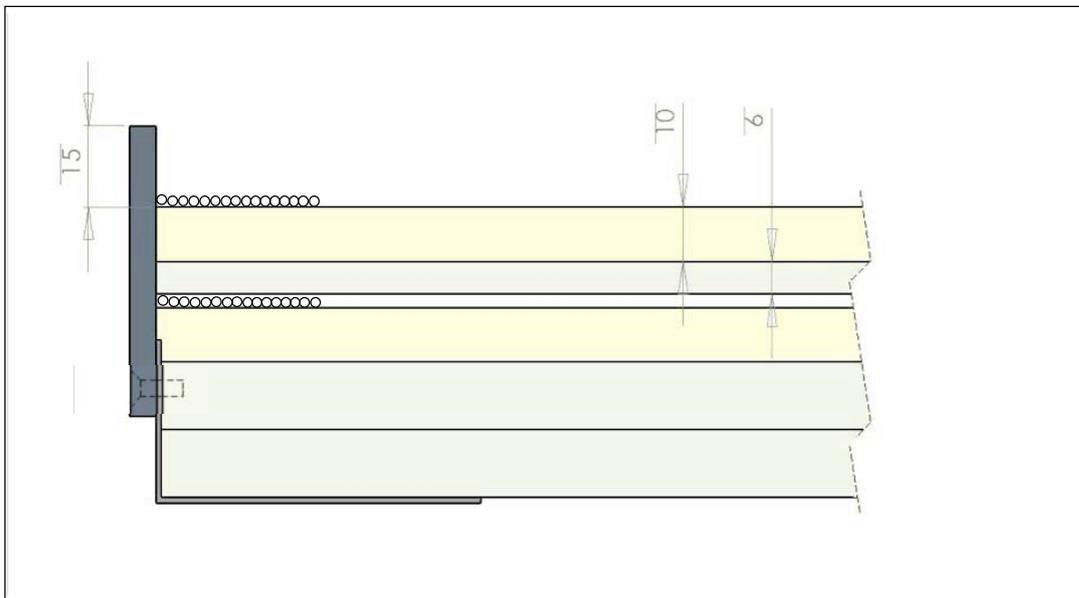


Abb. 70: zeichnerische Darstellung des Rekonstruktionsvorschlags im Querschnitt. Über der bestehenden Fläche wird der ursprüngliche Aufbau rekonstruiert. Hierfür wird die bestehende Fläche mit Gipskartonplatten verdeckt, welche durch Schrauben an dieser montiert werden. Die dünnsten Platten der Firma Rigips weisen eine Stärke von 6 mm auf. Hierauf wird ein Gipsputz aufgebracht. Nach der Trocknung können dann nacheinander die Farbschicht und die Klebeschicht aufgebracht werden, auf welche dann der Auftrag der Glaskugeln erfolgt.

7 Reinstallation

Die Reinstallation der gewarteten und gereinigten Projektoren und der Spiegelprismen erfolgte am 3. April 2012. Vor Ort waren der Künstler ROLF LIEBERKNECHT, MARTIN STEGER für die Inbetriebnahme der Projektoren und die Autorin für die restauratorische Betreuung. Die Anwesenheit des Künstlers war wichtig, um die intendierte Wirkung des Werkes zu rekonstruieren. In den letzten 28 Jahren vor der Sanierung kam es zu diversen Veränderungen aller Feineinstellungen der Projektion und Prismen. Die Reinstallation im Zuge des Umbaus 2003 erfolgte ohne die Legitimation des Künstlers. Es kam unter anderem zu Unschärfen bei der Abbildung, unterschiedlichen Strichbreiten und einem veränderten Ausmaß der Rotationsbahn. Die durch den Künstler vorgenommenen Einstellungen wurden schriftlich und zeichnerisch fixiert. Hierdurch entstand eine Anleitung für zukünftige Reinstallationen und die Wartung der Installation.

Der Installationsprozess im April 2012 wurde von den Haustechnikern des EPA unterstützt. Zu Beginn der Arbeiten musste die Pagolux® Deckenverkleidung geöffnet werden, um die Vorschaltgeräte auf der Deckenstufe zu positionieren und die Projektoren mit der ursprünglichen Aufhängung verbinden zu können. Die Position der Projektoren wird durch die Aufhängung bestimmt, welche während der Sanierung nicht verändert wurde, also ursprünglich ist. Die Befestigung der Projektoren erfolgt über je vier Schlossschrauben an einer weiteren Flanschplatte an der Deckenaufhängung. Durch die eingeritzte Markierung auf den Flanschplatten der Projektoren (L1, R2) konnte die ursprüngliche Anordnung rekonstruiert werden.

Die Vorschaltgeräte wurden wieder mit einem eigenen Stromkreis verbunden. Nach der Reinstallation wurden die Laufzeiten in Absprache mit MARTIN STEGER und dem EPA festgelegt und eine entsprechende Schaltung programmiert. So ist ein willkürliches Ein- und Ausschalten und eine damit verbundene Belastung der Leuchtmittel und Vorschaltgeräte verhindert. Durch eine Einschränkung der Laufzeiten könnte die Lebensdauer aller Verschleißteile erhöht und der Stromverbrauch gesenkt werden.

Zu Beginn waren die Spots an der Deckenkante auf die Bildfläche ausgerichtet, wodurch es zu einem störenden Lichteinfall auf der Bildwand kam. Nach der Ausrichtung der Spots von der Bildfläche weg konnte das ursprüngliche Umgebungslicht wieder hergestellt werden.

Montage der Spiegelprismen

Bevor eine genaue Ausrichtung der Projektoren vorgenommen werden konnte, erfolgte die Montage der Spiegelprismen. Alle Einzelteile der Prismen (Unterkonstruktion und Spiegelebenen) waren markiert und konnten der entsprechenden Position zugeordnet werden.

Die diagonale Befestigung der Unterkonstruktion (je eine Aluminiumplatte mit Trapezstücken) wurde mit den ursprünglichen Schrauben in den verputzten Rigipsdübeln der Bildwand vorgenommen. Die Spiegelebenen wurden dann an der Unterkonstruktion durch die Verbindung mit Inbusschrauben beidseitig montiert. Hierbei ist darauf zu achten, dass alle Bohrlöcher der Verbindungsteile (je drei) der Spiegelebenen innerhalb der Kreissegmente der Verbindungsteile der Unterkonstruktion positioniert sind.

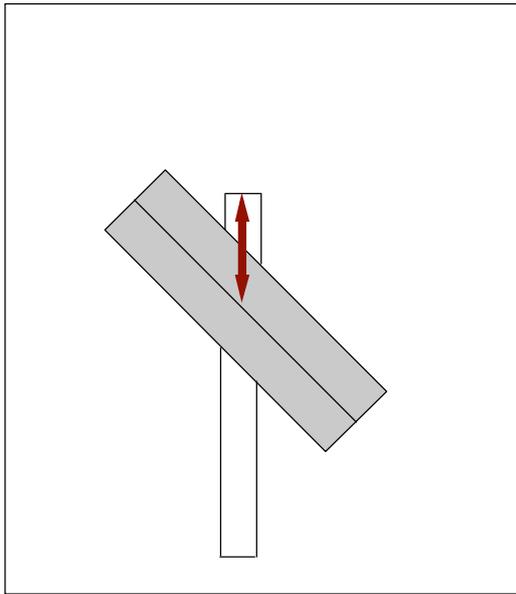


Abb. 71: Niedrigste Position des Lichtstriches während der Rotation. Die Entfernung der Oberkante des Striches zur Prismenmitte (roter Pfeil) sollte das gleiche Maß aufweisen, wie die Entfernung der Unterkante zur Prismenmitte bei der höchsten Position.

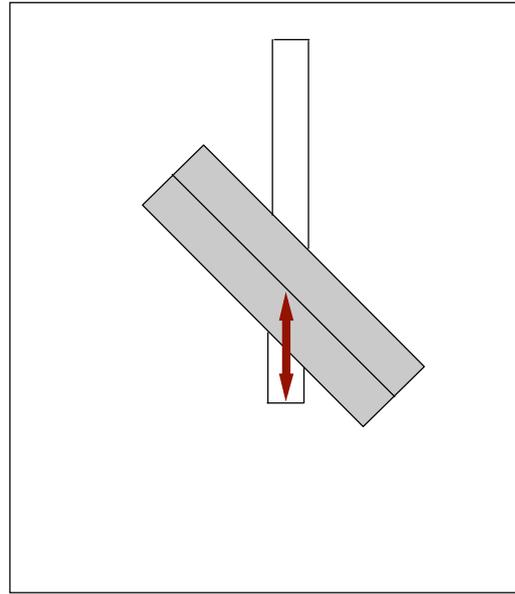


Abb. 72: Höchste Position des Lichtstriches während der Rotation. Die Entfernung der Unterkante des Striches zur Prismenmitte (roter Pfeil) sollte das gleiche Maß aufweisen, wie die Entfernung der Oberkante zur Prismenmitte bei der niedrigsten Position.

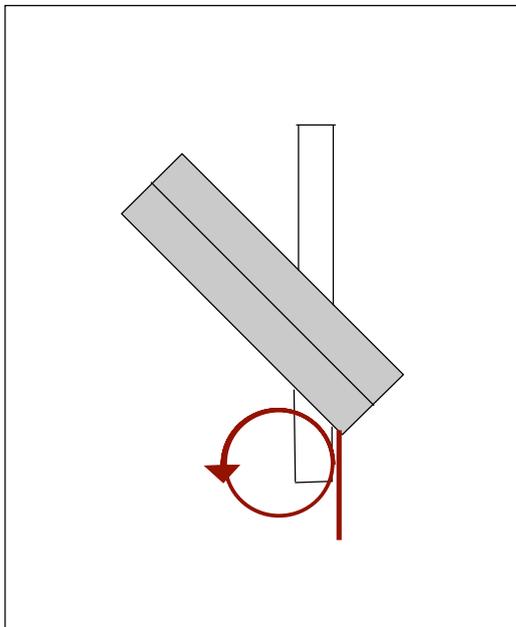


Abb. 73: Äußerste rechte Position des Lichtstriches. Die rechte Seitenkante des Striches darf während der Rotation nicht über die untere rechte Ecke des Prismas hinaus wandern.

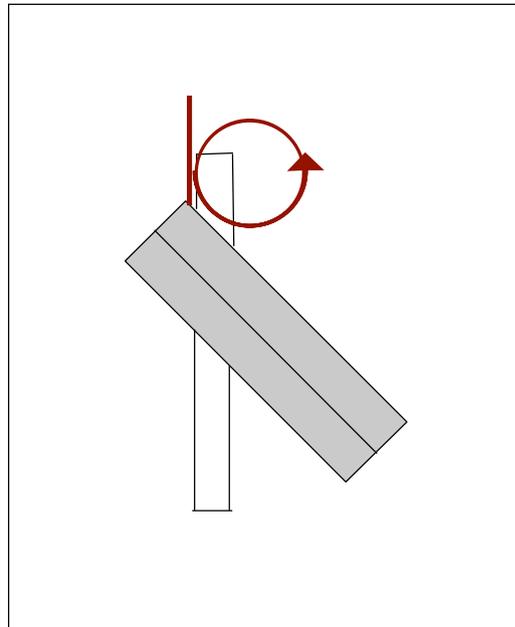


Abb. 74: Äußerste linke Position des Lichtstriches. Die linke Seitenkante des Striches darf während der Rotation nicht über die obere linke Ecke des Prismas hinaus wandern.

Einstellung der Projektoren

Durch die Montage der Prismen wird die Position für die projizierten Lichtstriche bestimmt. Die Anpassung der Einstellungen muss bei Betrieb der Geräte vorgenommen werden, da ein Ein- und Ausschalten zur Kontrolle nur mit einer Pause von mindestens 30 Minuten möglich ist. Die richtigen Einstellungen werden jeweils durch das Festziehen der Befestigungsschrauben fixiert.

Drehung und Neigung der Projektoren zur Bildfläche können variiert werden. Beide Einstellungen orientieren sich an der Vorgabe, dass die Lichtstriche mittig über die Prismen wandern sollen, ohne diese während der Rotation zu verlassen. Die Neigung der Projektoren muss so justiert werden, dass der Abstand der näheren, kurzen Seite des Striches zur Prismenmitte bei höchster und niedrigster Position gleich ist (Abb. 71; Abb. 72).

Durch die Feinjustage der Geräte werden die Schärfe, das Ausmaß der Rotationsbahn und die Strichgröße festgelegt. Die Schärfe der Abbildung wird durch den Abstand der Spaltblende zum Projektorkopf (Projektionsobjektiv) eingestellt. Die Position der Konstruktionsplatte der Spaltblende kann nach Lösen der Befestigungsschrauben durch sanfte Schläge mit einem Gummihammer verändert werden.

Die Breite und Höhe der projizierten Lichtstriche wird durch die Justierung auf der Vorderseite der Spaltblende reguliert. Durch den Abstand der aufgeschraubten Querriegel zueinander wird hierbei die Länge des Striches bestimmt, durch den Abstand der hochrechteckigen Platten die Breite. Die Größe der projizierten Lichtstriche beträgt ca. 9 x 100 cm.¹²⁶

Durch die Exzentrizität des Objektivbrennpunkts zum Mittelpunkt der Kugellager kann das Rotationsausmaß eingestellt werden. Hierfür müssen die Schrauben in den Langlöchern des Objektivrings gelöst und die Position des Objektivs angepasst werden, während sich das Objektiv dreht. Um die veränderte Einstellung beurteilen zu können, muss ein vollständiger Rotationszyklus abgewartet werden.

Tabelle 4: Zusammenfassung der Einstellungen

Einstellung	Veränderung Bauteil	Position/Maße
Lichtstrich	Neigung/Drehung Projektor	Mittig zum Prisma (Abb. 71; 72)
Lichtstrich – Breite	Abstand zwischen den Innenkanten der hochrechteckigen Platten	Rechts: 4,5 mm Links: 5 mm
Lichtstrich - Höhe	Abstand zwischen den Innenkanten der Querriegel	Rechts: 49,5 mm Links: 49 mm
Schärfe	Abstand der Spaltblende zum Projektionsobjektiv	Rechts: 153 mm Links: 154 mm
Rotationsausmaß	Exzentrizität des Objektivbrennpunkts zum Mittelpunkt der Kugellager	Außenkanten der Striche dürfen nicht über das Prisma hinaus wandern (Abb.73; 74)

¹²⁶ Die genaue Größe der projizierten Striche ist schwer zu ermitteln, da sie nur während der Rotation gemessen werden kann.

Justage der Spiegelprismen

Die Feineinstellung der Spiegelprismen bestimmt die Länge der diagonalen Streiflichter. Diese sollten nicht über die Fläche hinaus strahlen, aber die Kante des Aluminiumrahmens erhellen. Hierfür kann der Winkel der oberen und unteren Spiegelebene zur Fläche verändert werden.¹²⁷ Wenn die richtige Einstellung gefunden ist, muss die Position über das Festziehen der Befestigungsschrauben fixiert werden.

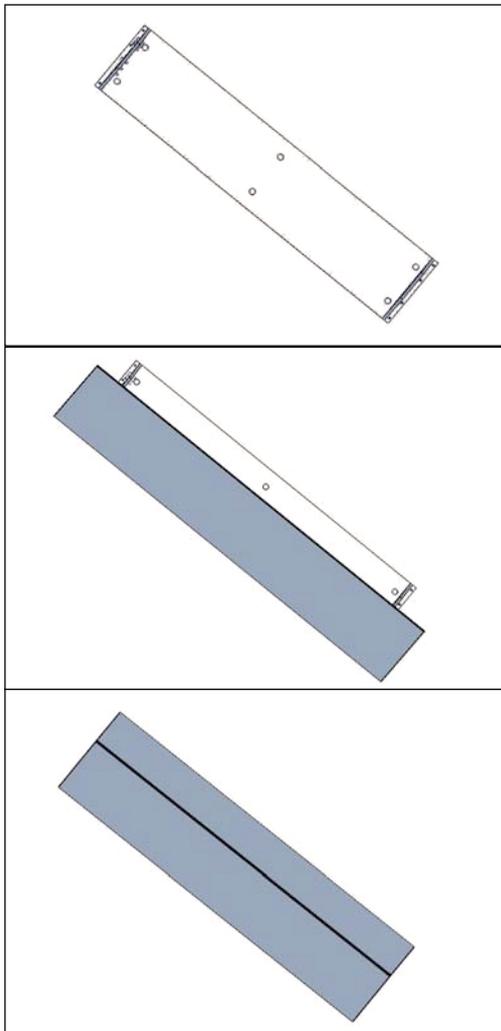


Abb. 75: Montage der Unterkonstruktion an der Wand erfolgt durch 6 schrauben. Die Spiegelebenen werden nacheinander aufgesetzt und montiert.

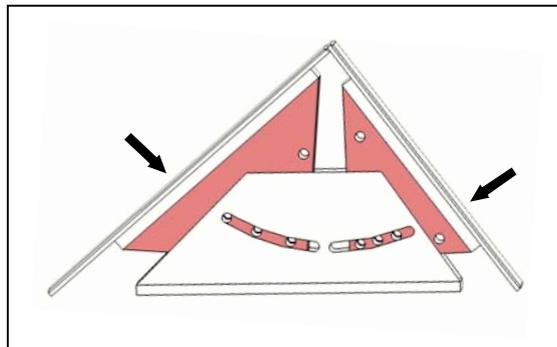


Abb. 76: Die Einstellung des Winkels der Spiegelebenen erfolgt durch das verschieben von Inbusschrauben in den ausgefrästen Kreissegmenten. Nachdem die richtige Position gefunden ist werden die Inbusschrauben festgezogen. Durch den Winkel der Spiegel zur Bildwand wird die Länge der Streiflichter bestimmt.

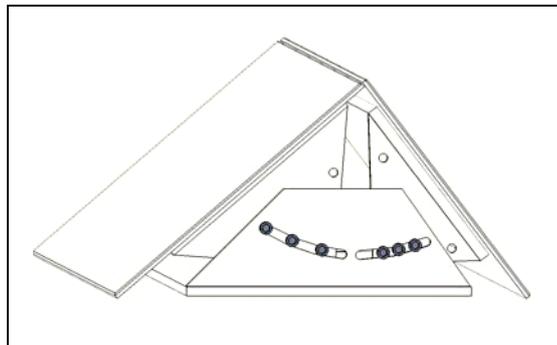


Abb. 77: Die Spiegelebenen werden mit der Unterkonstruktion verschraubt. Jedes dreieckige Verbindungsstück wird mit drei Schrauben am trapezförmigen Verbindungsstück der Unterkonstruktion befestigt.

¹²⁷ Der Winkel der Spiegelebenen zueinander beträgt im Mittel 93°.

8 Dokumentation von Licht und Bewegung

Die Medien Bewegung und Licht in der Kunst erfordern aufgrund ihres immateriellen Charakters besondere Dokumentationstechniken. Mit den zur Verfügung stehenden Möglichkeiten hat man sich bereits innerhalb des Projekts „Inside Installtions“ (2004–2007)“ auseinander gesetzt und Leitfäden entwickelt. ULRIKE BAUMGART gibt in ihrem Text „*Light as an artist's medium. Documentation strategies, capturing the ‚immaterial‘ intentions of the artist*“ einen Überblick über die verschiedenen zu dokumentierenden Aspekte des Mediums Licht. Am Museum Tinguely (Basel) wurde durch REINHARD BEK ein Projekt zur Dokumentation kinetischer Objekte anhand von Filmaufnahmen durchgeführt. BEK entwickelte im Rahmen des Projektes eine „*Einführung in die Dokumentation kinetischer Kunst*“. Die Dokumentation von lichtkinetischen Werken kann auf unterschiedliche Weise geschehen und unterliegt immer den individuellen Anforderungen jedes einzelnen Werkes.

8.1 Bewegungsdokumentation

Bei bewegten Kunstwerken kommt als zusätzlicher Parameter die Zeit in Form von Ausmaß und Richtung der Bewegung hinzu. Das dominierende Mittel der kinetischen Kunst ist die Bewegung. Erst durch sie entfaltet sich ein solches Werk in seiner Gesamtheit. Der Architekt PAUL KLOPFER hat 1924 in Bezug auf seine kinetische Baukunst geschrieben: „*Der Kern ist die Maschine, der Sinn die Bewegung.*“

Diese beiden Komponenten, Maschine und Bewegung, bieten sich als Basis für die Dokumentation eines kinetischen Werkes an.¹²⁸

Die Projektoren von „Kinetic Light Refractions“ wurden bereits zeichnerisch und schriftlich dokumentiert. In einem zweiten Schritt soll nun die Bewegung nachvollziehbar dargestellt werden. Der Einsatz fotografischer Methoden zur Analyse und Dokumentation von Bewegung an kinetischen Objekten stützt sich im Wesentlichen auf zwei historische Verfahren: die Cyclographie¹²⁹, eine einzelne langzeitbelichteten Fotografie, und die Chronophotographie¹³⁰ mit mehreren Aufnahmen. Durch Filmaufnahmen kann Bewegung ebenfalls aufgenommen und durch das Mittel der Videografie objektive Daten ermittelt werden.¹³¹ Durch die ausgewählten Methoden sollen Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung, Ausmaß der Rotation, und die Wirkung der Bewegungen zueinander nachvollziehbar gemacht werden. Die Dokumentation dient als Orientierung für zukünftige Reinstallationen.

Fotografische Aufnahmen der Extrempositionen

Fotos sind im Gegensatz zum Film einfacher archivierbar und können eine Vielzahl an entscheidenden Informationen beinhalten. Den einfachsten Fall stellen zwei oder mehrere Fotografien der Extrempositionen der Bewegung dar. Hierdurch kann das Ausmaß der Bewegung verdeutlicht werden. Beliebig viele Fotos zwischen den Extremen verfeinern die Nachvollziehbarkeit des Bewegungsablaufes.

¹²⁸ BEK 2007, S. 3. http://www.inside-installations.org/research/detail.php?r_id=481&ct=motion_sound.
¹²⁹ Abbildung räumlicher Gegenstände auf die Ebene; während der Zeit des geöffneten Kameraverschlusses werden alle Bewegungsbahnen von Körpern ununterbrochen aufgezeichnet. So kann die Form einer Bewegung im Raum beschrieben und auf der ausgegebenen Fotografie vermessen bzw. geometrisch bestimmt werden. Mit dem Wissen um die Belichtungszeit kann so die durchschnittliche Geschwindigkeit eines Objektes ermittelt werden.

¹³⁰ Hochgeschwindigkeitsfotografie. Durch die Kombination aus Belichtungsabstand und Zeit mit einer Vermessung im Bild können hiermit konkrete Aussagen zu Geschwindigkeiten getroffen werden.

¹³¹ BEK 2007, S. 12f. http://www.inside-installations.org/research/detail.php?r_id=481&ct=motion_sound.

Für die Bewegung bei „Kinetic Light Refractions“ sind die vier Extrempositionen der rotierenden, vertikalen Lichtstriche im Verhältnis zu den Kanten der Spiegelprismen entscheidend (Abb. 69–72). Die Striche sollen in ihrer Bahn die Prismen nie verlassen. Durch die Markierung der vier äußersten Positionen sind die Bewegungsbahn und das Ausmaß der Rotation nachvollziehbar.

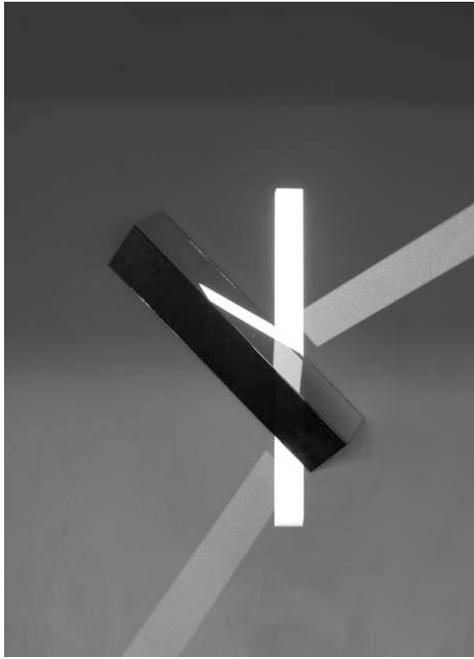


Abb. 69: Extremposition rechts; der Lichtstrich darf nicht über die rechte untere Ecke des Prismas hinauswandern.

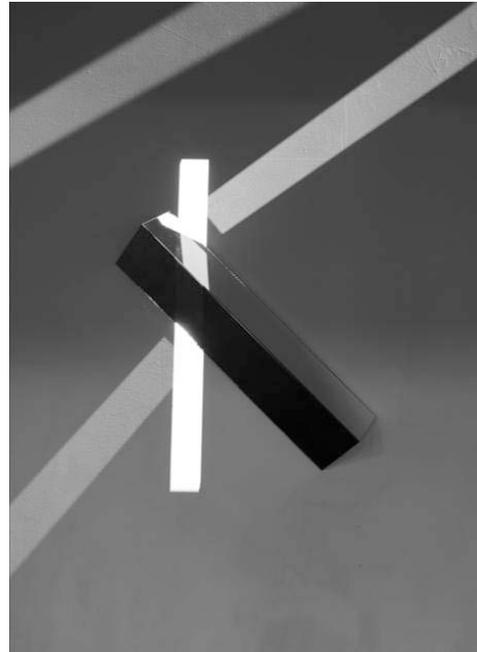


Abb. 70: Extremposition links; der Lichtstrich darf nicht über die linke obere Ecke des Prismas hinauswandern.

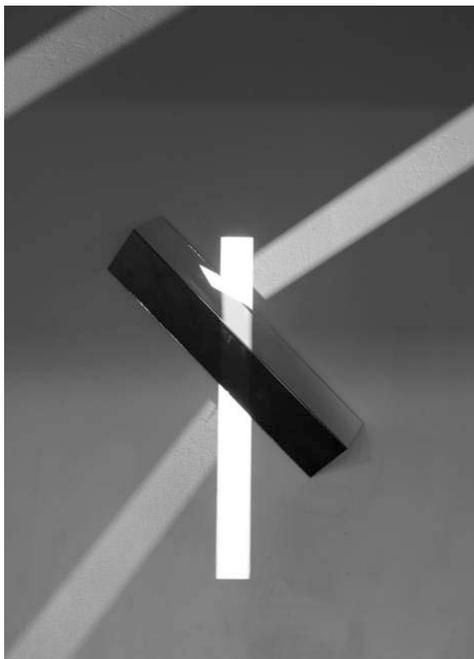


Abb. 71: Extremposition unten; der Lichtstrich sollte nicht tiefer rotieren.

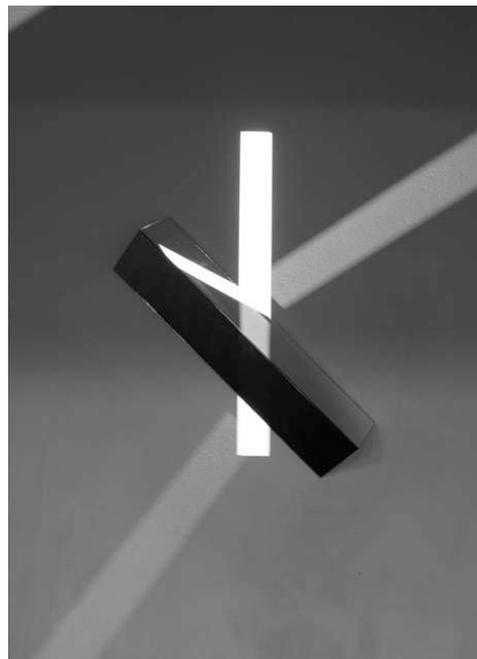


Abb. 72: Extremposition oben; der Lichtstrich sollte nicht höher rotieren.

Filmaufnahmen (Totale und Detail)

Für den Dokumentationsfilm von „Kinetic Light Refractions“ wurde in Festeinstellung eine Totale von der Bildfläche und beiden Prismen und eine Detailaufnahme der Bewegung des vertikalen Lichtstriches über einem Prisma aufgenommen (Anhang D – DVD Bewegungsdokumentation).

Die Totale dient der Darstellung des Gesamteindrucks, speziell der Bewegung der reflektierten Lichtstriche zueinander, sowie ihrer Ausdehnung. Im Interview beschrieb der Künstler die Wichtigkeit des „Dazwischen“:

„Gleichzeitig bewegen sich natürlich auch die diagonalen Linien senkrecht über die Fläche, mal näher zusammen und mal weiter voneinander weg. Der eine ist mal oben, während der andere unten ist. Sie bewegen sich in leicht unterschiedlichen Tempi, nicht parallel, treffen sich nie. Darauf kommt es mir besonders an, dass die Zwischenräume zwischen Licht und Nicht-Licht, dass die Flächen auf dem Bild immer andere Formen haben. Es geht nicht nur um das was das Licht sichtbar macht, sondern auch darum was auf der Fläche als ganzes passiert.“¹³²

Durch die gleichzeitige Darstellung der projizierten und reflektierten Lichtstreifen wird zudem die unterschiedliche Lichtstärke der Projektion und des Streiflichtes verdeutlicht. Auffällig ist, dass die rechte untere Reflexion eine geringere Lichtstärke aufweist. Die Kantenüberstrahlung in der oberen Hälfte des linken Striches (s. Reinstallation) tritt in der Videoaufnahme deutlicher hervor. Auch die Schattenkante der Deckenstufe ist verstärkt sichtbar.

Das Detail entspricht der einzelnen Bewegungseinheit eines vertikalen, projizierten Lichtstriches. Die Detailaufnahme der Bewegung erfolgte so lange, bis ein Bewegungszyklus, d. h. eine vollständige Rotation (48 s), abgeschlossen war. Aus diesen Detailaufnahmen lassen sich Form- und Farbbeschaffenheit der vertikalen Striche, ihre Geschwindigkeit und Rotationsbahn nachvollziehen. Da die Bewegung der Streiflichter unmittelbar von der Bewegung der projizierten Striche abhängt, reicht dieses Detail aus, um die Gesamtbewegung rekonstruieren zu können.

Tabelle 5: Zusammenfassung der Bewegungsparameter

Parameter	Ergebnis	Messmethode
Drehrichtung	Links, gegen den Uhrzeigersinn	Video/Auge
Rotationsbewegung – Dauer	48 s	Video
Rotationsbewegung – Ausmaß	Nicht erfolgt	Video/ Software
Geschwindigkeit	Nicht erfolgt	Video/ Software

Möglichkeiten der Dokumentation mit Videographie

Mit Hilfe der Software „measure Dynamics“ zur automatischen Analyse von Bewegungsaufnahmen sind zahlreiche Parameter aus Videoaufnahmen auszuwerten und in Diagrammen darzustellen. Bereits seit vielen Jahren wird „measure Dynamics“ am Lehrstuhl Physik und ihre Didaktik an der Universität Würzburg erfolgreich eingesetzt. Dr. THOMAS WILHELM, der die Software gemeinsam mit PHYWE weiterentwickelt hat, ist ein Spezialist für neue Medien im Physikunterricht.

¹³² Vgl. Anhang A – Interview, S. 4.

Durch die didaktische Funktion der Software wird die Rekonstruktion der Bewegung zusätzlich erleichtert. Die Software zeichnet sich durch folgende Merkmale aus:

- automatische Objekterkennung und Objektverfolgung auch mehrerer Objekte gleichzeitig
- dialog-gestützte Erstellung von Trajektorien sowie Bewegungs-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungs-Diagrammen
- Stroboskop-Effekt für Bewegungsabläufe
- einfacher Datentransfer aller Messwerte nach MS Excel®, etc.
- Video-Bearbeitung inkl. Schnitt, Komprimierung etc.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte aufgrund von Computerkapazitäten keine Analyse der Rotationsbewegung von KLR durchgeführt werden. Durch die Videoaufnahme ist dies jedoch jederzeit möglich.

8.2 Lichtmessung

Die Dokumentation des Mediums Licht kann durch die Messung von Lichtintensität, Farbtemperatur und anderen technischen Komponenten vorgenommen werden. Die Lichtqualität eines Leuchtmittels wird vom Hersteller angegeben, kann aber je nach Charge und Alterung variieren. Lichtkinetische Kunstwerke nutzen auch den Raum selbst, wie auch den Betrachter mit seinen verschiedenen Standpunkten. Die Lichtqualität und die Wirkung des Lichtes ist demnach immer abhängig vom Raum und weiteren Lichtquellen. Die umgebende Architektur wird somit zum Teil der Gestaltung und der Wirkung. Die Dimensionen des Raumes und seine Oberflächenbeschaffenheit, wie Farbe, Struktur und Reflexionseigenschaften (5.2 Die Installation im Raum; 5.4 Bildwand), beeinflussen die Absorption und Reflexion des Lichts und können einen starken Einfluss auf die Wirkung von Projektionen ausüben. Neben der Aufnahme der rein technischen Parameter sollte auch die Dokumentation des komplexen Zusammenhangs von Licht und Raum erfolgen. Aus diesem Grund wurden die lichttechnischen Daten des Leuchtmittels, aber auch das Umgebungslicht und die Überlagerung von beiden gemessen. Hierbei ist das projizierte Licht der Installation und die Raumbeleuchtung statisch, das einfallende Tageslicht wechselnd nach Wetter und Tageszeit. Die Messung entspricht also einer temporären Lichtsituation. Durch die Alterung der Halogen-Metaldampflampe wird sich die Lichtfarbe und –intensität im Laufe der Zeit verändern.

Tabelle 6: Ergebnisse der Lichtmessung nach der Reinstallation (3. April 2012)

Element	Messstelle	Beleuchtungsstärke (lx)
Projizierter Lichtstrich (rechts)	Mitte des Strichs	650 lx
Projizierter Lichtstrich (links)	Mitte des Strichs	550 lx
Reflektierter Lichtstrich	Mitte des Strichs, Luxometer in Richtung Prisma; Messung der Reflexion nicht des Streiflichtes	550 lx
Umgebungslicht (obere Hälfte der Bildfläche)	Dunkle Fläche links oberhalb des Prismas	5 lx

9 **Wartung und Pflege**

Kinetische Lichtkunstwerke erfordern in der Regel nach der Restaurierung und Reinstallation einen Wartungsplan, um sie im Sinn der künstlerischen Intention zu erhalten. Der Wartungsplan umfasst auch die Planung und gegebenenfalls Beschaffung von Reserven der Verschleißteile. Die Fristen sind so zu bemessen, dass entstehende Mängel, mit denen gerechnet werden muss, rechtzeitig festgestellt werden. Da es bei Halogen-Metall dampflampen im Laufe der Lebensdauer zu Farbveränderungen kommt, empfiehlt sich ein Gruppenwechsel.

Die Wartungsintervalle für den Austausch richten sich nach der vom Hersteller angegebenen Lebenszeit der Produkte, wobei ein Austausch bereits vor Ablauf der maximal angegebenen Lebensdauer erfolgen sollte. Dies ist insbesondere beim Leuchtmittel relevant. Der Austausch des Ventilators garantiert die Funktionsfähigkeit der Belüftung, um Schäden durch eine starke Hitzeentwicklung zu vermeiden. Da der Austausch von Bauteilen mit einem relativ hohen Arbeitsaufwand (Gerüst, Öffnen des Projektors, Feinjustage) verbunden ist, erscheint eine regelmäßige Durchführung hier sinnvoller und kostensparender als der spontane Austausch einzelner, defekter Teile. Neben der Wartung der elektrischen Komponenten und Verschleißteile sollte auch eine Reinigung der Projektoren und der Bildwand durchgeführt werden. Die vorgeschlagenen Wartungsintervalle orientieren sich an einer Laufzeit von ca. 2600 Stunden im Jahr.¹³³

Im Rahmen der Wartung ist es sinnvoll, die Einstellungen der Installation zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Als Reserve sollten 21 Motoren, ausreichend für 20 Jahre, angelegt werden, da ein Umbau auf einen anderen Bautyp unverhältnismäßig zu den Kosten der Reserve erscheint. Da es sich bei dem verbauten Leuchtmittel um einen häufig verwendeten Standardtyp handelt, ist nicht zu erwarten, dass es zu einer Verschlechterung der Verfügbarkeit in den nächsten Jahren kommt.

Die aufgeführten Arbeiten sollten von einer Elektrofachkraft in Zusammenarbeit mit einem Restaurator erfolgen. Da MARTIN STEGER während der Reinstallation anwesend war und den Umbau der Geräte ausführte, ist die Wartung durch ihn zu empfehlen. Er wurde zudem bereits vom Künstler in die Feineinstellungen des Gerätes eingewiesen.

Um die Lebensdauer der Leuchtmittel nicht zu verkürzen und die thermische Belastung zu minimieren, sollte ein häufiges Ein- und Ausschalten der Lampe vermieden werden. Das Leuchtmittel ist zudem nicht heißwiederzündbar. Vor einer Neuzündung sollte eine Pause von 60 Minuten eingehalten werden.

¹³³ Bei der angegebenen Stundenzahl wurde von einem Betrieb der Geräte von Montags bis Freitags, 8:00 - 18:00 Uhr bei 52 Kalenderwochen ausgegangen.



10 Schlusswort

Der Umgang mit kinetischer Kunst bildet ein besonderes Aufgabenfeld innerhalb der Restaurierung moderner Kunst. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Elektroingenieuren und Elektrofachkräften ist unabdingbar, um diese meist sehr technischen Werke zu erhalten. Der Restaurator steht zwischen Sicherheitsanforderungen, den Wünschen des Künstlers, den Vorstellungen der Besitzer und nicht zuletzt der restauratorischen Ethik und hat zwischen den verschiedenen Positionen im Sinne der künstlerischen Intention zu vermitteln.

Ein Künstlerinterview kann helfen, die Intention und den Schaffensprozess des Werkes besser zu durchdringen. Die Gefahr einer nachträglichen Verbesserung durch den Künstler und der damit verbundene Verlust älterer Technologien sollte jedoch nicht unterschätzt werden. Im Fall von „Kinetic Light Refractions“ lieferte der Austausch mit dem Künstler wichtige Informationen für die Reinstallation und den künftigen Umgang. ROLF LIEBERKNECHT zeigt ein großes Interesse an der Restaurierung und Dokumentation seiner früheren Werke, da bereits einige seiner kinetischen Installation wegen mangelnder Kenntnis beschädigt wurden. Die Problematik der Erhaltung von lichtkinetischer Kunst im öffentlichen Raum ist bekannt. Die Wartung wird meist von Hauspersonal ausgeführt und wichtige Bauteile werden ausgetauscht, ohne Rücksprache mit Künstler oder Restaurator zu halten. Dieser Prozess führt nicht selten zur Zerstörung der Werke oder zur Einlagerung in Depots. Ein kinetisches Kunstwerk ohne das Element der Bewegung ist jedoch nur ein Rudiment des künstlerischen Produkts.

Die Beratung von Institutionen zum Umgang mit dieser Kunstform und die Entwicklung von sinnvollen Konzepten und Wartungsplänen ist eine wichtige Aufgabe für Restauratoren, um den zunehmenden Verlust von lichtkinetischer Kunst zu stoppen. Während der Bearbeitung von „Kinetic Light Refractions“ zeigte sich eine Sensibilisierung und ein wachsendes Verständnis und Interesse für das Kunstwerk bei allen Beteiligten. Diese Veränderung in der Wahrnehmung durch die Beteiligten ist ein wichtiger Schritt für den adäquaten Umgang und die Erhaltung von lichtkinetischen Werken im öffentlichen Raum.

Quellen

ADOLPHS, VOLKER: *Olafur Eliasson, remagine*, Bonn 2006

AHRENS, CARSTEN: *Im Licht des Lichts. Spektren des Mediums in der zeitgenössischen Kunst*, in: *Licht und Raum: elektrisches Licht in der Kunst des 20. Jahrhunderts*. Hrsg. v. Michael Schwarz, Köln 1998, S. 198–119

ARMBRUSTER, KLAUS: *Zu den Arbeiten von Rolf Lieberknecht*, in: *Die Zeit und die Zeit danach*, Hrsg. v. FZK Fördergesellschaft zeitgenössischer Kunst mbH, Essen 2009, S. 8–11

BÖHME, GERNOT: *Phänomenologie des Lichts*, in: James Turrell: *Geometrie des Lichts*, Unna 2009

BUDERER, HANS JÜRGEN: *Kinetische Kunst. Konzeptionen von Bewegung und Raum*, Worms 1992

BUDERER, HANS JÜRGEN: *Bewegung als Gegenstand der Darstellung*, in: *Kinetische Kunst. Die Sammlung des städtischen Museums Gelsenkirchen*, Hrsg. v. Doris Edler, Heidelberg 1998, S. 7–15

EDLER, DORIS: *Kinetische Kunst. Die Sammlung des städtischen Museums Gelsenkirchen*, Heidelberg 1998

EUROPÄISCHES PATENTAMT: *Kunst im Europäischen Patentamt München. Eine Auswahl der Kunstwerke in den zwei Gebäuden des europäischen Patentamts in München*, München 1993

FERBER, DANIEL: *Schwarze Lamellen auf Weiß – Untersuchung und Erhaltung eines kinetischen Objektes von Gerhard von Graevenitz*, Diplomarbeit FH Köln 2003 (MS)

GRABES, HERBERT: *Einführung in die Literatur und Kunst der Moderne und Postmoderne: Die Ästhetik des Fremden*, Stuttgart 2004

GRAU, WOLFGANG: *Die Bildwand – ein wesentlicher Bestandteil der Projektionstechnik*, in: *MFM-Fototechnik*, B. 42, H. 5, Ludwigsburg 1994, S. 25–29

GRAEVENITZ VON, ANTJE: *Gedanken zu kinetischer Kunst*, in: *Restaura* 4/2005, Themenheft zur Erhaltung kinetischer Kunst, München

GROSS, HERBERT/ BLECHINGER, FRITZ/ ACHTNER, BERTRAM: *Handbook of Optical Systems, Survey of Optical Instruments*, Berlin 2008

HAMMER, BRIGITTE: *Die Kräfte der Welt suchen oder wie ein Künstler seine Aufgaben findet – Gedanken zu den raumplastischen Projekten von Rolf Lieberknecht*, in: *Rolf Lieberknecht*, Hrsg. v. Rolf Lieberknecht, Essen 1998

HEIMKE, WILFRIED/ KRAWIETZ, RHENA: *Physik im Bauwesen: Grundwissen und Bauphysik*, München 2008

HERZOG, FRANZISKA: *Glossar der Lichttechnik*, Karlsruhe 2007

HOFMANN, HANSGEORG/ SPINDLER, JÜRGEN: *Verfahren der Oberflächentechnik. Grundlagen – Vorbehandlung – Oberflächen-Reaktionen – Prüfung*, Leipzig 2004

HOHMANN, KATHARINA: *Wackelkontakt. Den öffentlichen Raum beleuchten*, Jena 2007

JÄGER, GOTTFRIED: *Lichtstücke – Vergegenwärtigung des Lichts*, anlässlich der Ausstellung Lichtstücke - Vergegenwärtigung des Lichts im Historischen Museum der Stadt Bielefeld, 31.10.1993 bis 20.11.1993, Bielefeld 1993

JENSEN, CHRISTIAN/ LIEBERKNECHT, ROLF: *Rolf Lieberknecht. Raum, Bewegung, Aktion*, Kiel 1976

- KNAPPSTEIN, GERHARD: *Kinematik und Kinetik. Arbeitsbuch mit ausführlichen Aufgabenlösungen, Grundbegriffen, Formeln, Fragen, Antworten*, Frankfurt am Main 2004
- KÜHLKE, DIETRICH: *Optik. Grundlagen und Anwendungen*, Frankfurt am Main 2004
- LICHTIN, CHRISTOPH: *Das Künstlerinterview. Analyse eines Kunstprodukts*, Zürich 2004
- LINDHORST, CHRISTIAN H.: *Bewegung an der Skulptur „Pershing“ von Ferdinand Böttgen, sprachliche und bildliche Dokumentation, Erhaltung im musealen Kontext*, Diplomarbeit HTW Berlin 2001 (MS)
- LANG, ULRICH: *Bewegung erhalten?! Die kinetische Kunst von Gerhard v. Graevenitz*, Diplomarbeit HTW Berlin 2001 (MS)
- LEISING, GÜNTHER: *Licht und Ordnung*, in: *Lichtkunst aus Kunstlicht. Licht als Medium der Kunst im 20. und 21. Jahrhundert*, Hrsg. v. Peter Weibel, Ostfildern 2006, S. 56–67
- MACK, HEINZ/ PIENE, OTTO: *ZERO, Vol. 1,2,3, Reprint*, Köln 1973
- POPPER, FRANK: *Die kinetische Kunst. Licht und Bewegung. Umweltkunst und Aktion*, Köln 1975
- POPPER, FRANK: *Die Lichtkinetik*, in: *Lichtkunst aus Kunstlicht. Licht als Medium der Kunst im 20. und 21. Jahrhundert*, Hrsg. v. Peter Weibel, Ostfildern 2006, S. 424–447
- SCHIVELBUSCH, WOLFGANG: „Aufbruch“ – *Die Pariser Weltausstellung 1900 – Die Lichtreklame – Der Lichtstrahl*, in: *Licht und Raum: elektrisches Licht in der Kunst des 20. Jahrhunderts*. Hrsg. v. Michael Schwarz, Köln 1998, S. 14–31
- SCHWARZ, MICHAEL: *Licht und Raum: elektrisches Licht in der Kunst des 20. Jahrhunderts*, Köln 1998
- SEIDEL, STEFFEN: *Schmierstoffe in der Restaurierung von technischem Kulturgut. Am Beispiel eines Personenkraftwagens des Typs Wanderer W10/II von 1928*, Diplomarbeit HTW Berlin 2000 (MS)
- SINNREICH, URSULA: *James Turrell – Geometrie des Lichts*, Ostfildern 2009
- SIMON, HARALD/ THOMA, MARTIN: *Angewandte Oberflächentechnik für metallische Werkstoffe. Eignung – Verfahren – Prüfung*, Wien 1989
- STURM, CARL HEINZ/ KLEIN, ERWIN: *Betriebsgeräte und Schaltungen für elektrische Lampen. Vorschaltgeräte, Transformatoren, Starter, Lampen und Leuchten, Normen*, Berlin, München 1992
- VIRGIN, ANNA MARIA: *Die kinetische Installation „Le concierge est parti dîner“ (1998–2002) von Jean-Pierre Gauthier. Dokumentation, Konservierung und Erhaltungsstrategie*, Diplomarbeit FH Köln 2010 (MS)
- WEIBEL, PETER: *Lichtkunst aus Kunstlicht. Licht als Medium der Kunst im 20. und 21. Jahrhundert*, Ostfildern 2006
- WEITEMEIER, HANNAH: *Lichtchoreographien. Elektrisches Licht in der kinetischen Kunst nach 1945*, in: *Licht und Raum: elektrisches Licht in der Kunst des 20. Jahrhunderts*. Hrsg. v. Michael Schwarz, Köln 1998, S. 46–61
- ZIESENISS, KARL-HEINZ/ LINDEMUTH, FRANK/ SCHMITS, PAUL W.: *Beleuchtungstechnik für den Elektrofachmann. Lampen, Leuchten und ihre Anwendung*, München 2009

Internet

http://www.bbr.bund.de/nn_21464/DE/KunstAmBau
http://www.tmh-at.de/downloads/files/nsk/Waelzlagerhandbuch_PDF_Teil_2.pdf
<http://www.inside-installations.org>
<http://www.rolf-lieberknecht.de/>
http://www.crouzet.com/filiales/crouzet-micromoteurs/pdf/de/NAV_Cat_moteurs_D.pdf
http://www.osram.de/osram_de/produkte/lampen/hochdruck-entladungslampen/index.jsp

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Foto Hallula Moholy-Nagy
Abb. 2: Foto Ingo Petzke
Abb. 3: Foto: Heinz Mack
Abb. 4: Entwurf von Nicolas Schöffer
Abb. 5: Foto Greg Allen
Abb. 6: Foto Eléonore de Lavandeyra Schöffer
Abb. 7: Foto Ulrich Schiller
Abb. 8: Foto Jürgen Hohmuth
Abb. 9: Foto Hans Wischut
Abb. 10: Foto Brigitte Hammer
Abb. 11: Schnittzeichnung von Rolf Lieberknecht 1972/73
Abb. 12: Foto Rolf Lieberknecht
Abb. 13: Foto Seiji Kakizaki
Abb. 14–17: Fotos Rolf Lieberknecht
Abb. 18: Foto Julia Steves
Abb. 19–21: Zeichnungen Julia Steves
Abb. 22: Europäisches Patentamt
Abb. 23: Zeichnung von Rolf Lieberknecht
Abb. 24–42: Zeichnungen Julia Steves
Abb. 43–50: Fotos Julia Steves
Abb. 51: Abbildung aus Kühlke 2004
Abb. 52: Zeichnung Julia Steves
Abb. 53: Abbildung Crouzet
Abb. 54–60: Fotos Julia Steves
Abb. 61–64: Zeichnungen Julia Steves
Abb. 65: aus DIN 19045-2
Abb. 66: Zeichnung Julia Steves
Abb. 67; 68: Fotos Julia Steves
Abb. 69–77: Zeichnungen Julia Steves
Abb. 78: Foto Julia Steves
Abb. 79–81: Fotos Julia Steves

Danksagung

Für die Unterstützung bei meiner Diplomarbeit möchte ich mich bei folgenden Personen und Institutionen herzlich bedanken:

Meinem Betreuer Professor ERWIN EMMERLING (Technische Universität München) für die hilfreichen Anregungen und konstruktive Kritik bei der Erstellung dieser Arbeit.

Dem Künstler ROLF LIEBERKNECHT für seine offene und herzliche Art und die Begeisterung die er vermittelt.

Dem Europäischen Patentamt, besonders MICHAEL JAUMANN und CLAUDIA KALTENHOFER für die logistische Unterstützung und Betreuung.

Bei MARTIN STEGER (Licht und Technik) für die Zusammenarbeit und Betreuung der elektrischen Arbeiten.

Bei AXEL HAHNEMANN für die Hilfe und Anregungen zur Rekonstruktion der Wandfläche und bereitwillige Weitergabe von Informationen.

CHRISTIAN GRUBER (Zentrallabor, Bayrisches Landesamt für Denkmalpflege), URSULA BAUMER und Doktor PATRICK DIETEMANN (Doerner Institut) für die Durchführung und Hilfe bei der Auswertung der naturwissenschaftlichen Untersuchungen.

Dem Deutschen Museum, besonders NORA EIBISCH und THOMAS REBÉNYI für die fachliche Unterstützung bei der Konservierung der technischen Bauteile und die Einführung in das CAD Programm SolidWorks.

BÜLENT NACAŞIZ für die Videoaufnahmen zur Bewegungsdokumentation und die geduldige Unterstützung während der gesamten Diplomzeit.

CHRISTIAN KOPP für die Anfertigung des DVD Menüs der Bewegungsdokumentation.

Meinen Kommilitoninnen Christiane Pietzner, Elisa Hartmann und Sophie Kubitz innigen Dank für die alltägliche Unterstützung, und Hilfe während der gesamten Studienzeit, besonders aber in der Diplomphase.

Abschließend möchte ich bei meinen Eltern für die moralische und finanzielle Unterstützung während des Studiums und bei der Anfertigung der Diplomarbeit bedanken.



Anhang



Fotodokumentation Projektoren



Abb: 1: Einlagerung im Depot auf einer Palette mit Kappaplatten. Die Projektoren waren nicht durch eine Abdeckung geschützt und hierdurch stark verstaubt. Die Deckenaufhängung des vorderen Gerätes war nicht arretiert, wodurch es zu einem Riss im Kabelkanal kam.

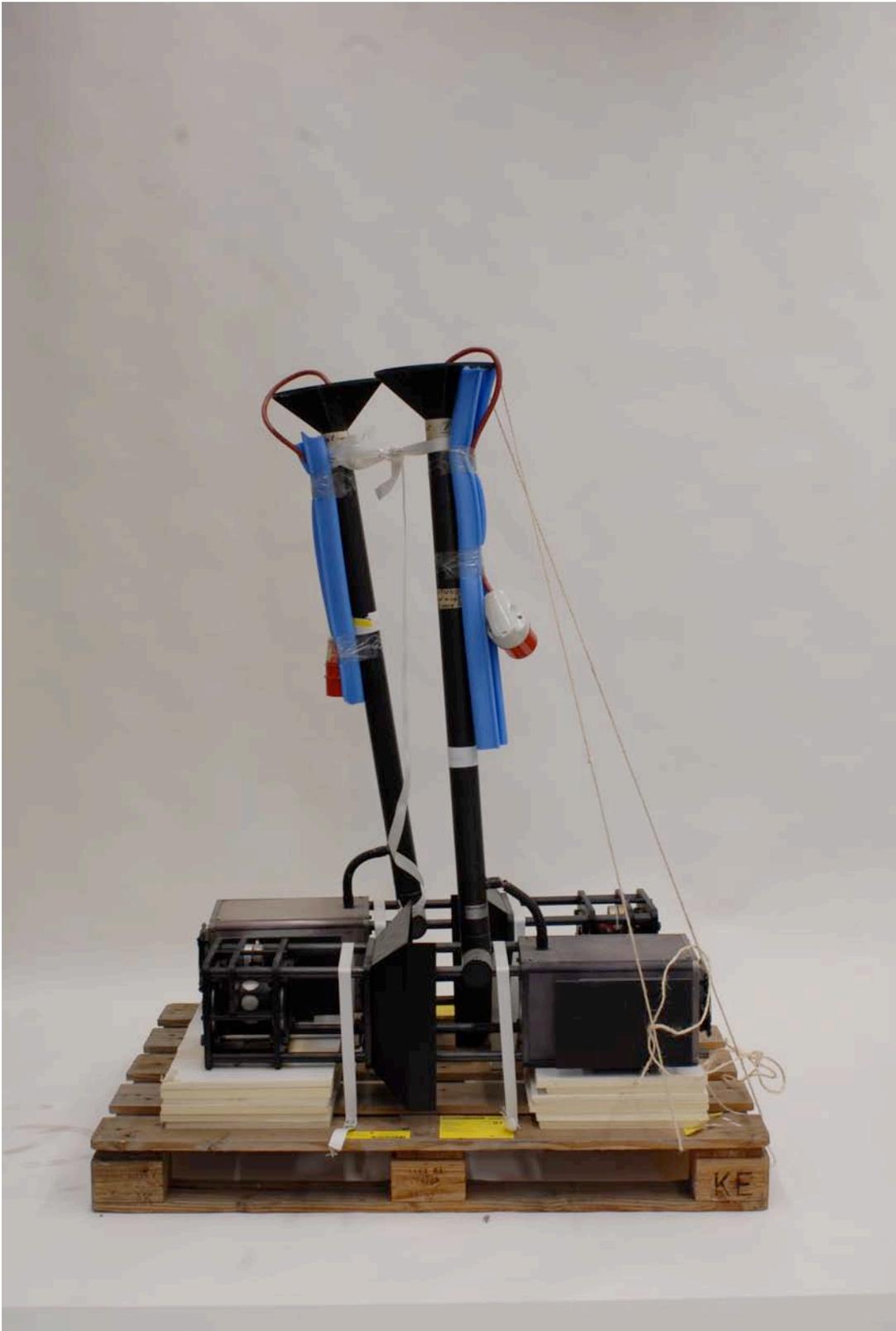


Abb. 2: Projektoren auf der Palette nach der Anlieferung. Die Deckenaufhängung des vorderen Gerätes wurde während des Transportes durch eine Kordel gesichert.



Abb. 3: Seitenansicht Projektor (Vorzustand).



Abb. 4: Ansicht von hinten auf den Lüfter.



Abb. 5: Ansicht von vorne auf das Projektionsobjektiv.



Abb. 6: Schrägansicht des Projektors.

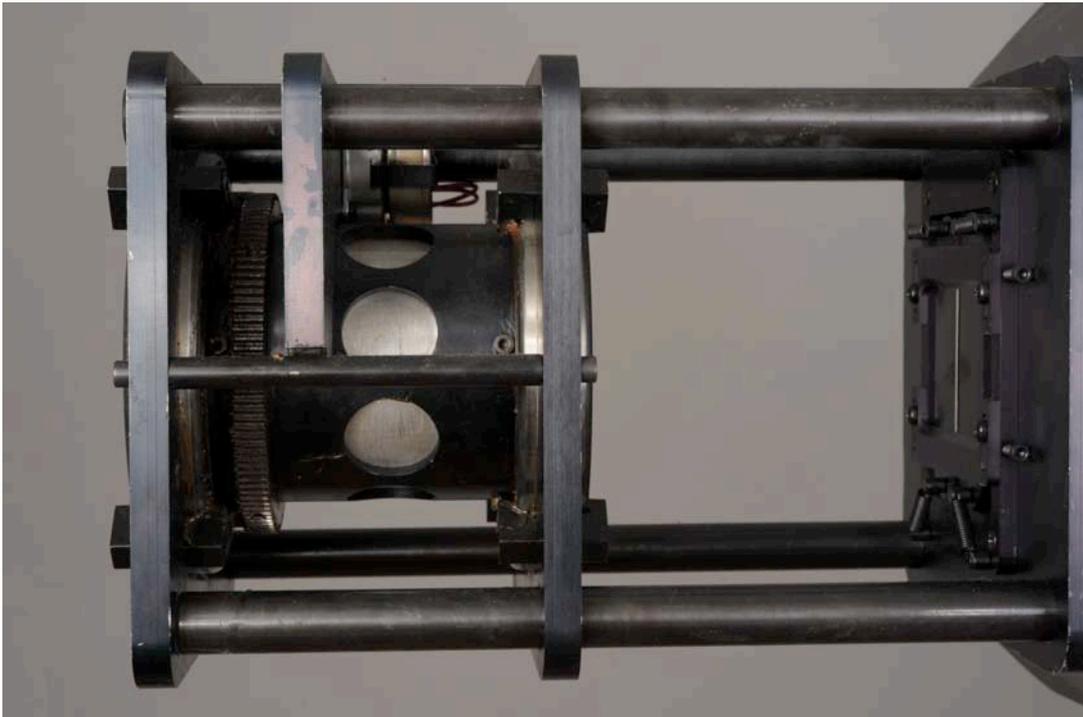


Abb. 7: Links: Projektorkopf mit rotierendem Projektionsobjektiv. Rechts: Spaltblende.

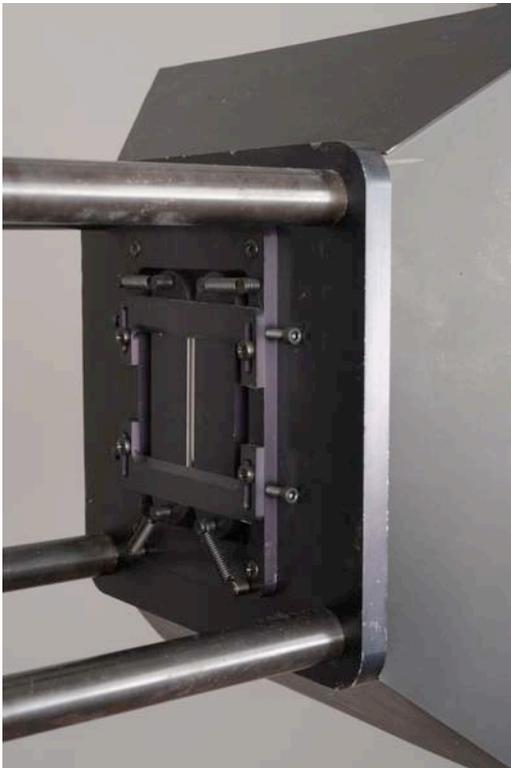


Abb. 8: Spaltblende mit Abschirmblechen.



Abb. 9: Vordere Platte des Lampengehäuses mit Glasscheibe und Belüftungslöchern.

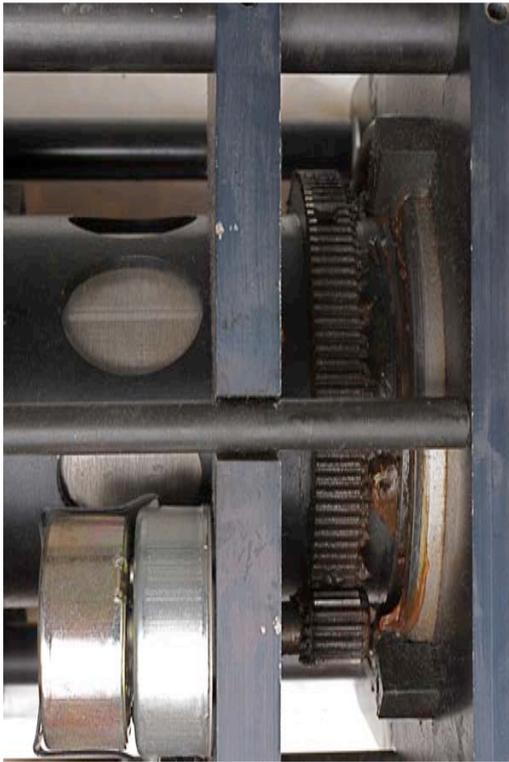


Abb. 10: Motor mit Ritzel.



Abb. 12: Blick in das Projektionsobjektiv.

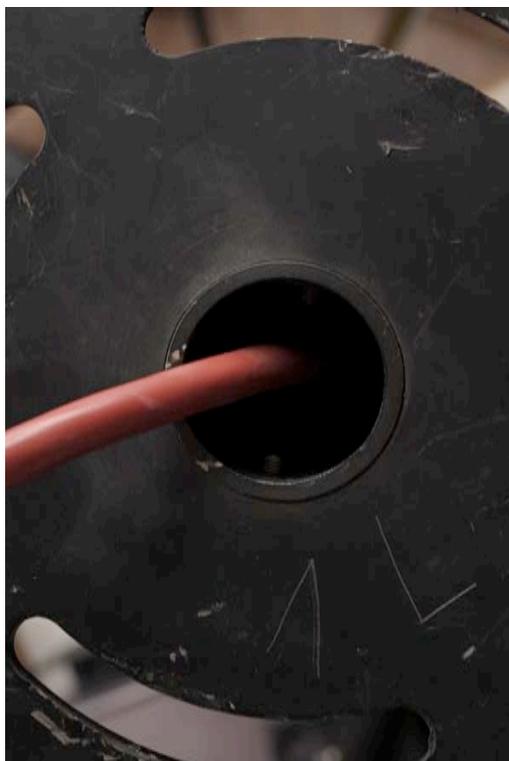


Abb. 11: Oberseite Abschlussplatte Deckenhalterung mit Starkstromkabel und Markierung (1L)



Abb. 13: Deckenhalterung mit Starkstromkabel.

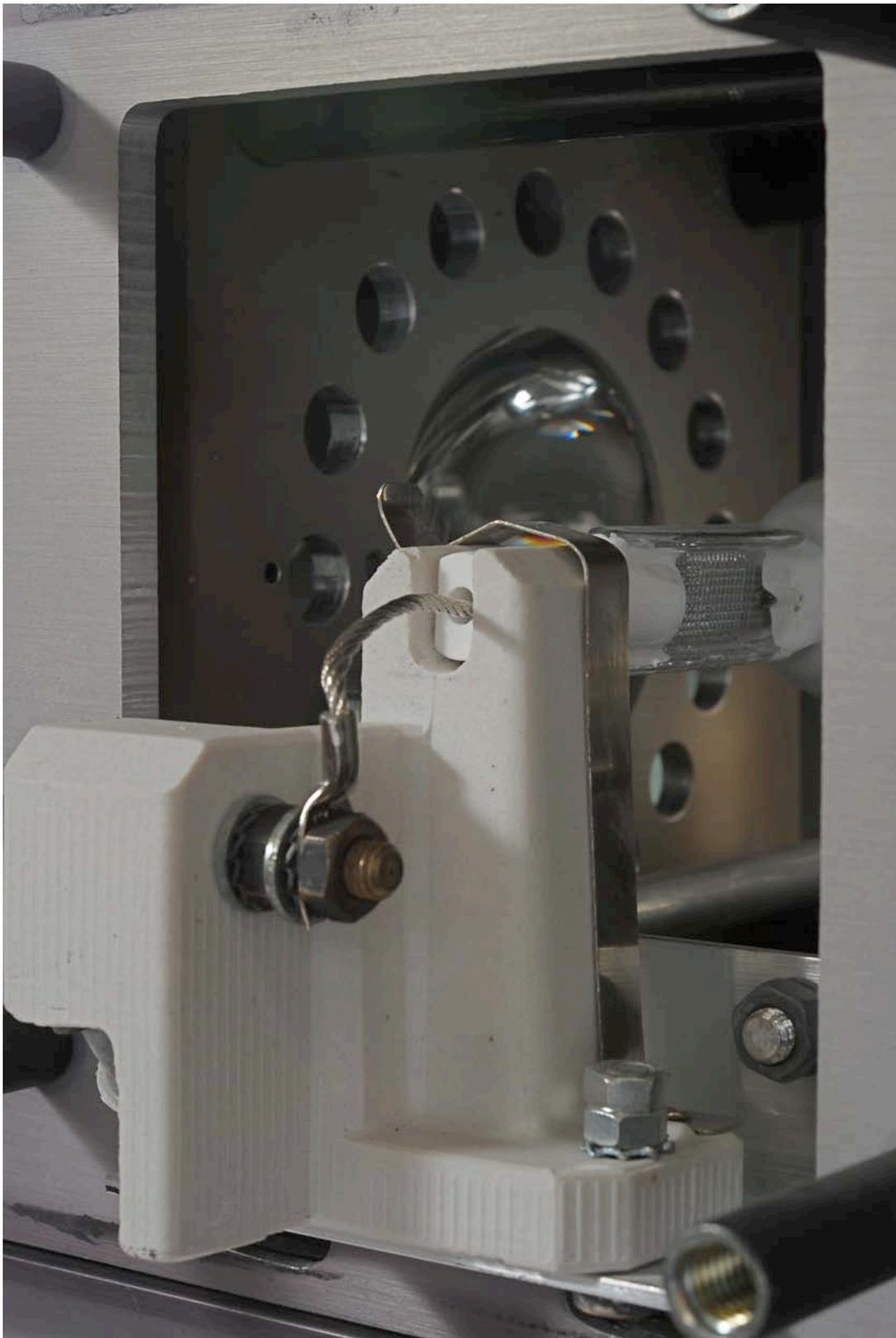


Abb. 14: Lampensockel mit eingestecktem Leuchtmittel. Davor liegt die asphärische Linse des Kondensors.



Abb.: 15: Projektionsobjektiv mit Aufschrift der Firma ISCO Göttingen.



Abb.: 16: Typbeschriftung des Projektionsobjektivs PROJAR mit einer Apertur von 3,5 und einer 200er Brennweite.

Fotodokumentation Bildwand



Abb. 17: Aufnahme der Bildwand ohne direkten Lichteinfall.



Abb. 18: Aufnahme der Bildwand mit Blitzlicht.

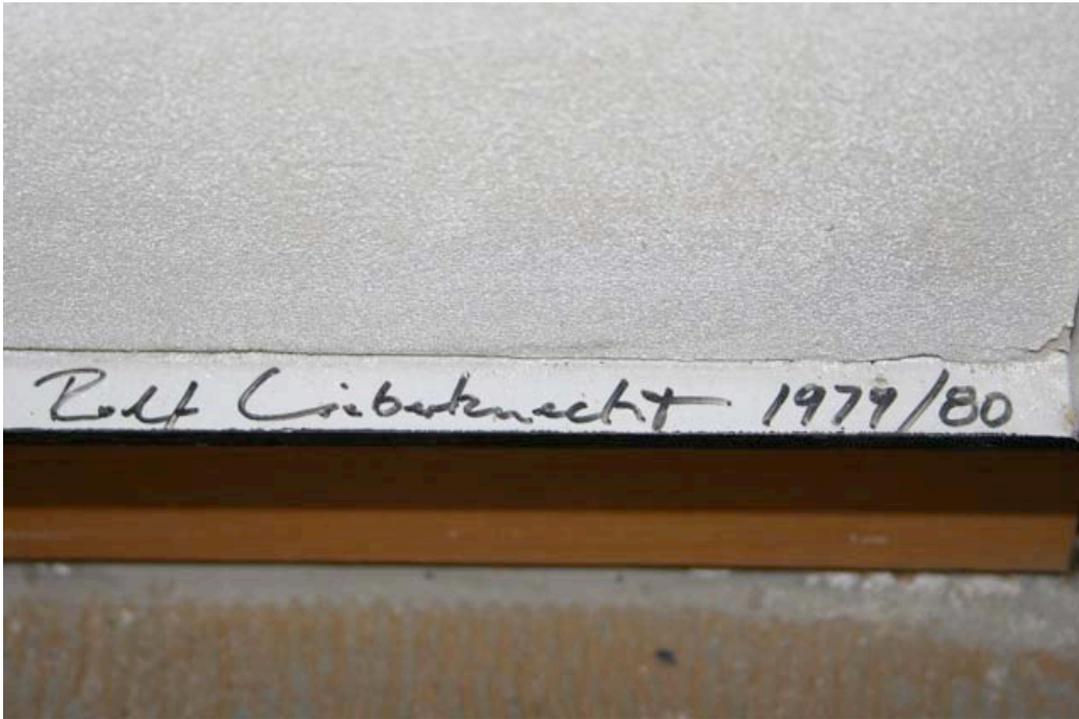


Abb. 19.: Signatur mit Permanent Marker „Rolf Lieberknecht 1979/80“ in der rechten unteren Ecke.



Abb. 20: Signatur auf der weißen Innenseite des schwarzen Aluminiumrahmens.



Abb. 21: 6 Befestigungsdübel für die Unterkonstruktion der Spiegelprismen. Um die ursprüngliche Position haben sich starke Schmutzränder gebildet.

Fotodokumentation Spiegelprismen



Abb. 22: Ansicht von hinten einer Spiegelebene mit aufgeklebter Aluminiumplatte und Befestigungsteilen links und rechts.



Abb. 23: Ansicht der Spiegelebene von vorne.



Abb. 24: Unterseite der Aluminiumplatte mit Markierung „Oben links“.

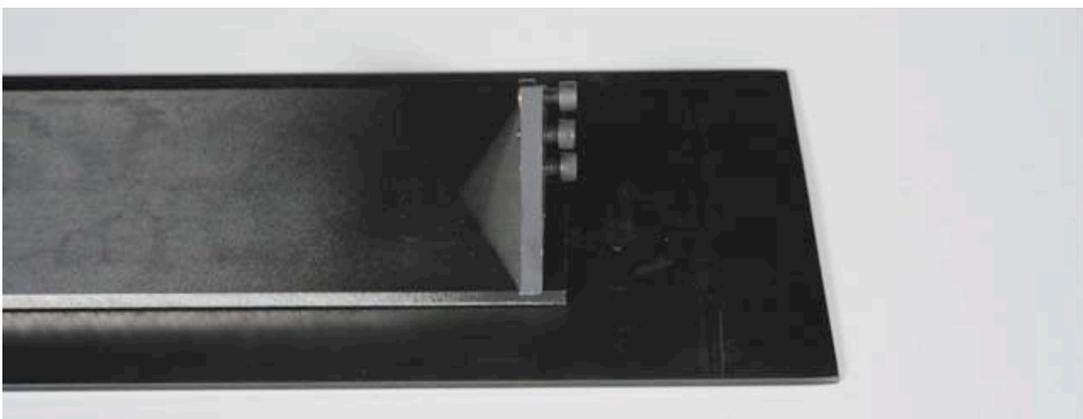


Abb. 25: Seitenansicht des dreieckigen Befestigungsteils mit Inbusschrauben.



Abb. 26: Ansicht des linken Befestigungsteils mit angerissener Position des Trapezstückes der Unterkonstruktion.



Abb. 27: Ansicht des rechten Befestigungsteils mit angerissener Position des Trapezstückes der Unterkonstruktion.



Abb. 28: Ansicht innen des linken Befestigungsteils.



Abb. 29: Ansicht innen des rechten Befestigungsteils.

Fotodokumentation des Raums



Abb. 30: Blick nach Südosten in den Foyerbereich vor dem Plenarsaal (Tür rechts der Mitte). Die Installation befindet sich rechts im Durchgangsbereich.

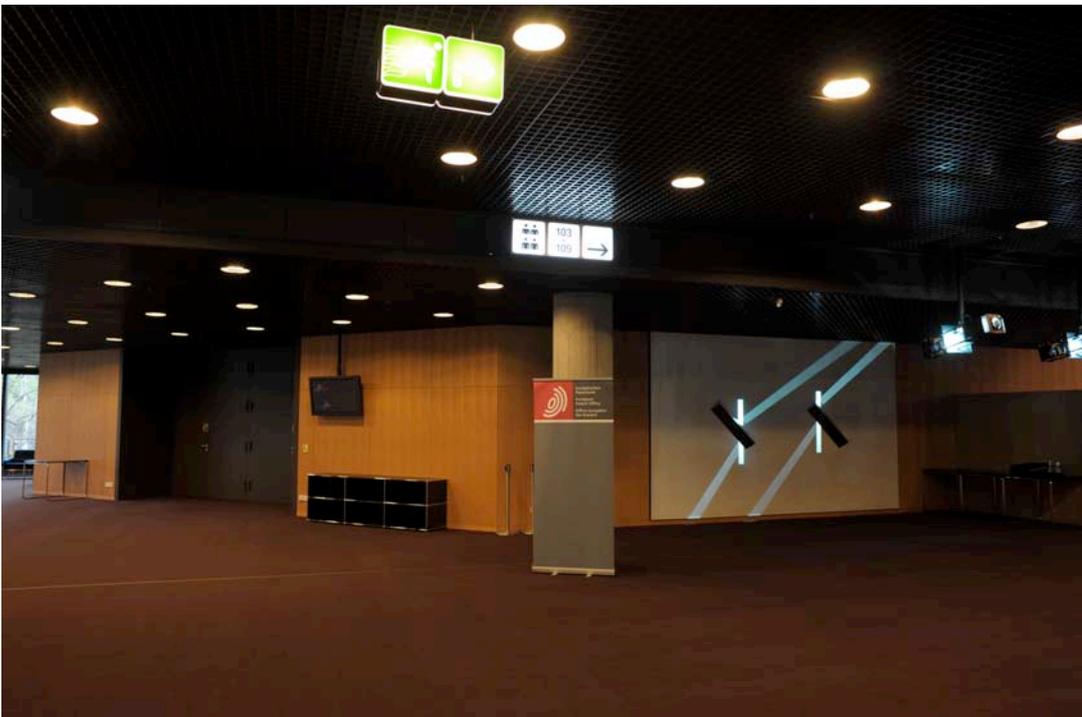


Abb. 31: Blick auf den Installationsbereich und die Deckenstufe, hinter der die Projektoren angebracht sind.



Abb. 32: Blick in den Durchgangsbereich.

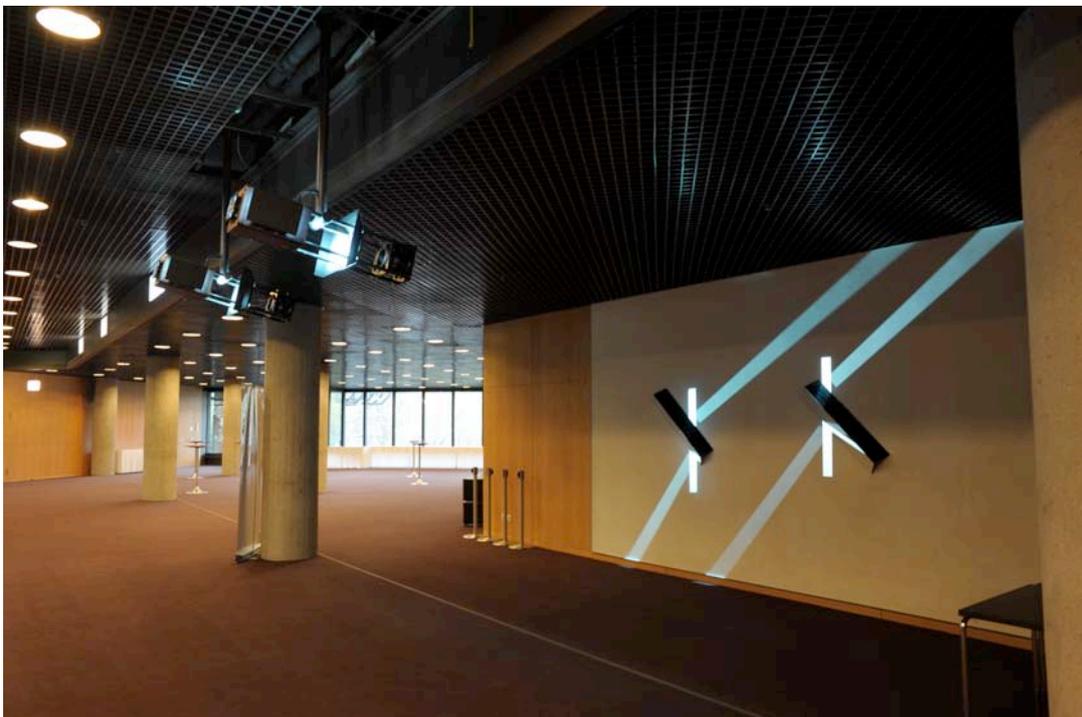


Abb. 33: Blick nach Osten.

Fotodokumentation Restaurierung



Abb. 34: Aufkleber der Firma „Spotlight“ auf der Frontplatte des Projektorkopfes. Die Aufkleber wurden entfernt. Als Dokument wurde ein Exemplar an einer unauffälligen Stelle belassen.

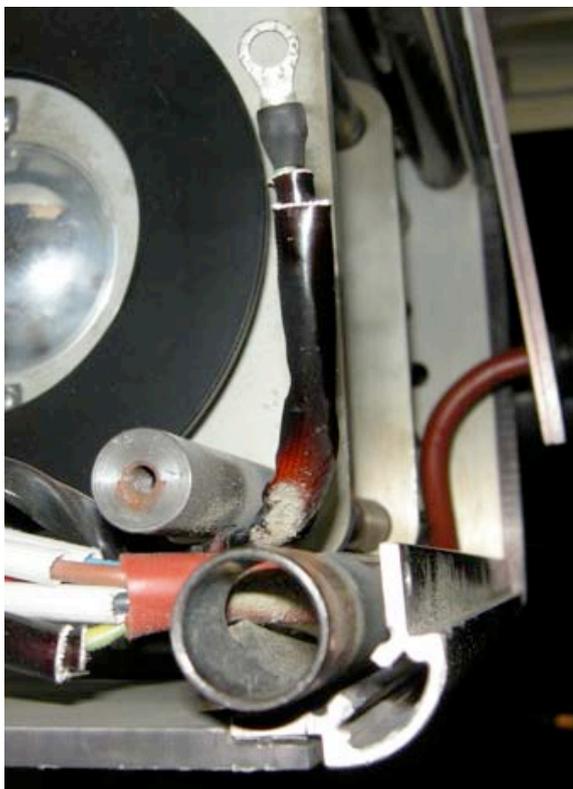


Abb. 35: Durch Hitze versprödete und verschmutzte Kabelummantelung. Im Zuge der Prüfung wurden alle Kabelummantelungen gegen neue Ummantelungen aus Glasseide ausgetauscht.



Abb. 36: Ausgebauter Synchrontriebmotor der Firma Crouzet.



Abb. 37: Nach der Demontage der Geräte wurden die Kugellager und Zahnräder gereinigt. Das Schmierfett der Kugellager wurde nach einer ersten Vorwäsche in einem Bad über Nacht eingeweicht und am nächsten Tag vollständig gereinigt. Die Arbeiten wurden in der Restaurierungswerkstatt für Kraftfahrzeuge und Maschinen im Deutschen Museum (München) durchgeführt.



Abb. 38: Nach dem Einweichen wurde das aufsitzende Schmiermittel im Kaltreiniger abgewaschen.



Abb. 39: Die Schmiermittelreste, die zwischen Abdeckung und Rille festsaßen konnten nach dem Aufweichen mit Druckluft entfernt werden.



Abb. 40: Um zu prüfen, ob die Reste in den Zwischenräumen vollständig entfernt waren, wurden die Lager mit einem Sprühreiniger ausgespült.



Abb. 41: Fertig gereinigtes Kugellager.



Abb. 42: Nach der Reinigung wurde neues Schmierfett bis in die Tiefen des Lagers mit dem Finger eingebracht. Das Fett dient neben den Schmierung, auch dem Staub- und Korrosionsschutz.

Fotodokumentation Reinstallation



Abb. 43: Zu Beginn der Reinstallation wurden die Spiegelprismen an ihrer ursprünglichen Position montiert. Hierfür wurde zuerst die Unterkonstruktion auf die Bildwand geschraubt.

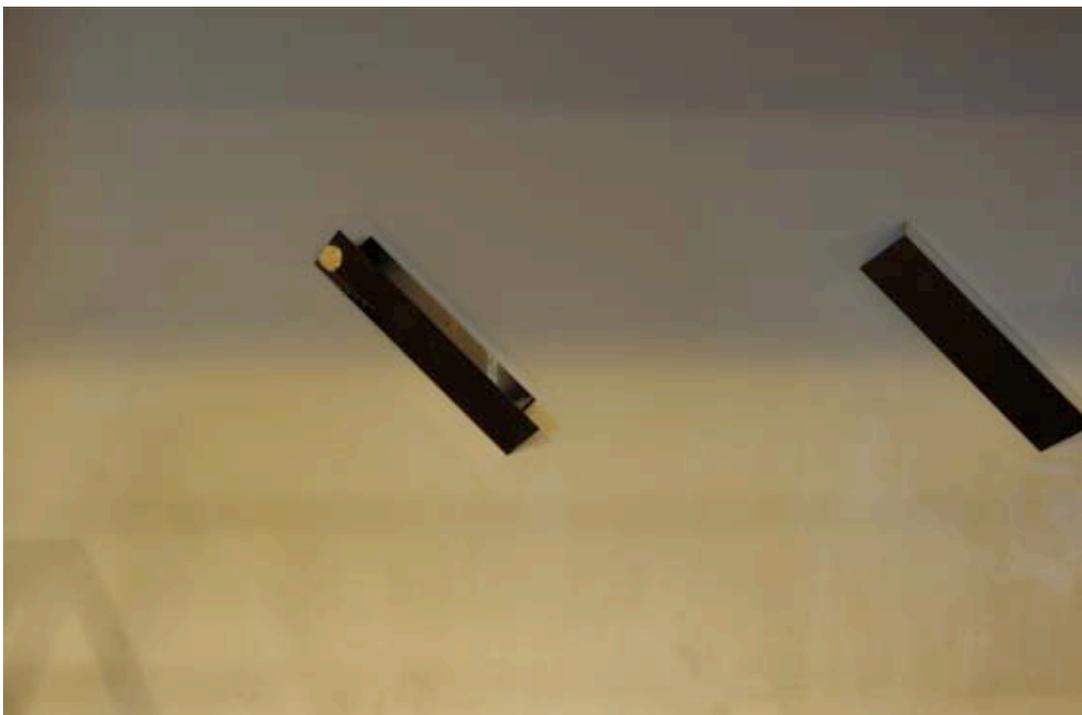


Abb. 44: An den Trapezstücken der Unterkonstruktion wurden die Spiegelebenen mit Inbusschrauben befestigt.



Abb. 45: Um die Projektoren an den Stromkreis anschliessen zu können mussten zuerst die Vorschaltgeräte (weiße Box) in Betrieb genommen werden.



Abb. 46: Martin Steger beim Lösen der Schlossschrauben an der oberen Flanschplatte der Deckenaufhängung,



Abb. 47: Blick in die geöffnete Decke mit an den Stromkreis angeschlossenem und aufgehängtem Projektor.



Abb. 48: ROLF LIEBERKNECHT bei der Einstellung des Neigungswinkels des Projektors. Durch die Neigung wird die Position des Lichtstrichs zum Prima bestimmt.



Abb. 49: ROLF LIEBERKNECHT in Aktion (Langzeitbelichtung).

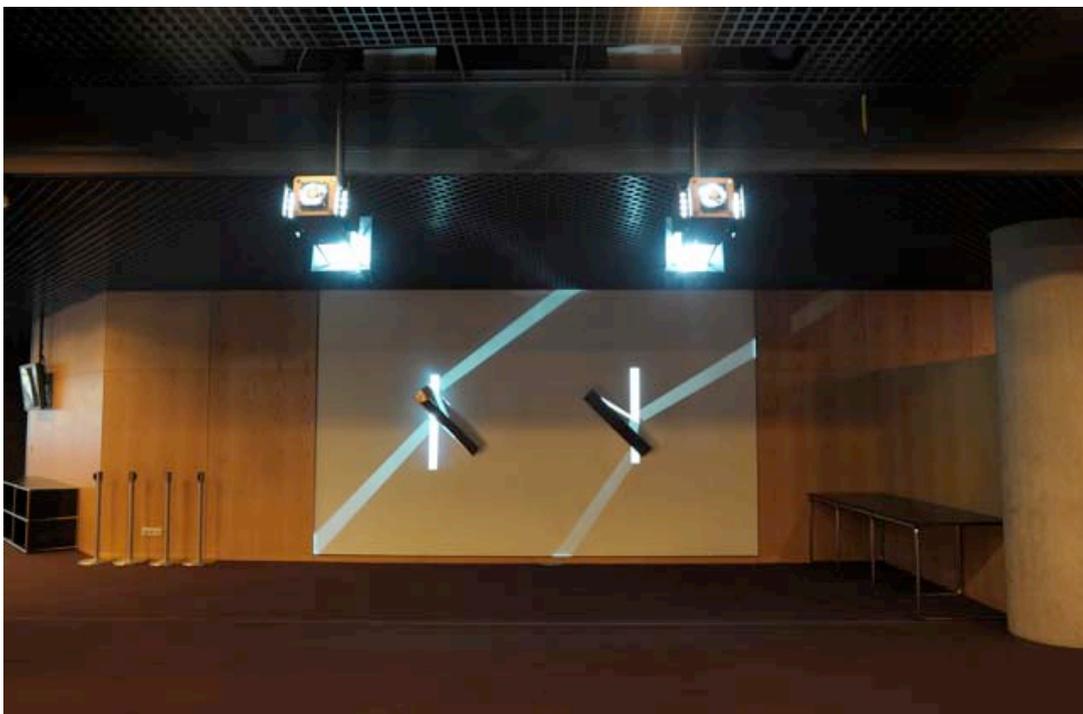


Abb. 50: „Kinetic Light Refractions“ nach der Reinstallation.

Fotodokumentation Umbau (MARTIN STEGER)



Abb. 51: Ursprüngliches Leuchtmittel von GE mit der originalen Montage auf einer Seitenplatte und horizontaler Brennlage.

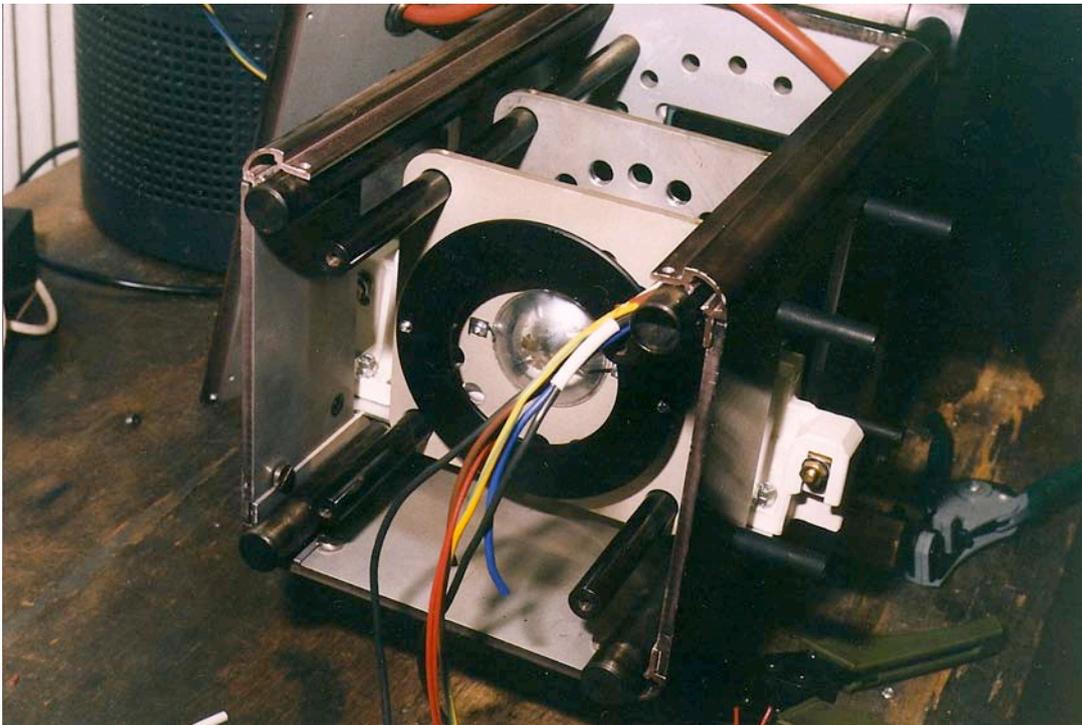


Abb.: 52 Projektor nach dem Umbau.

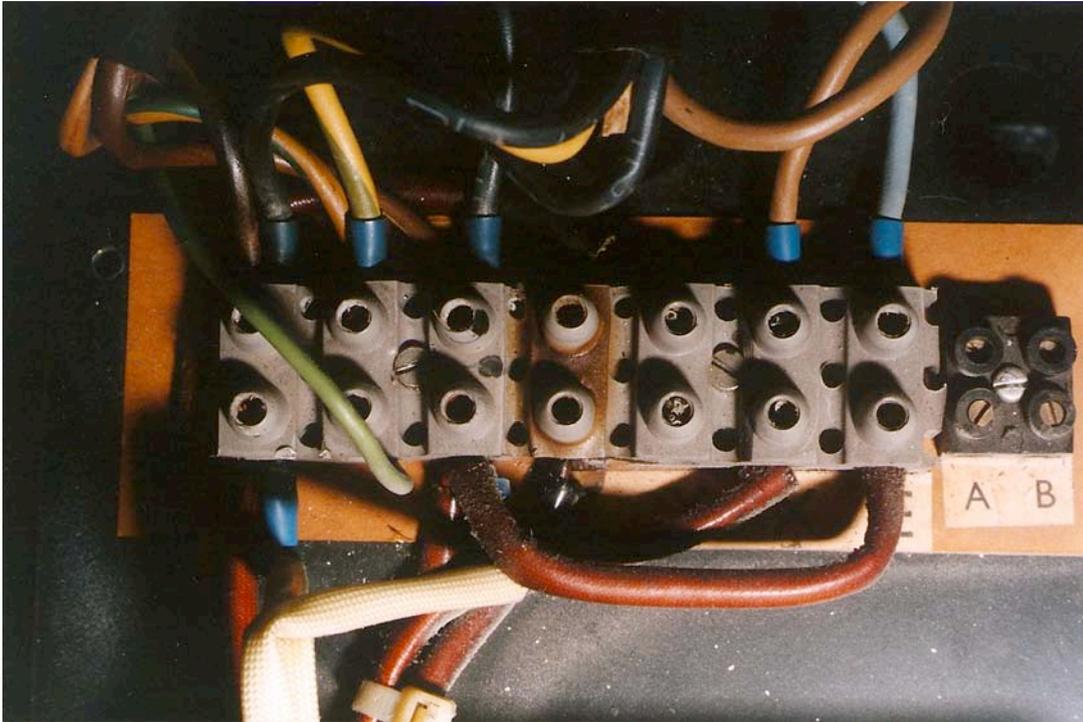


Abb. 53: Kabelverbindung des alten Vorschaltgerätes.

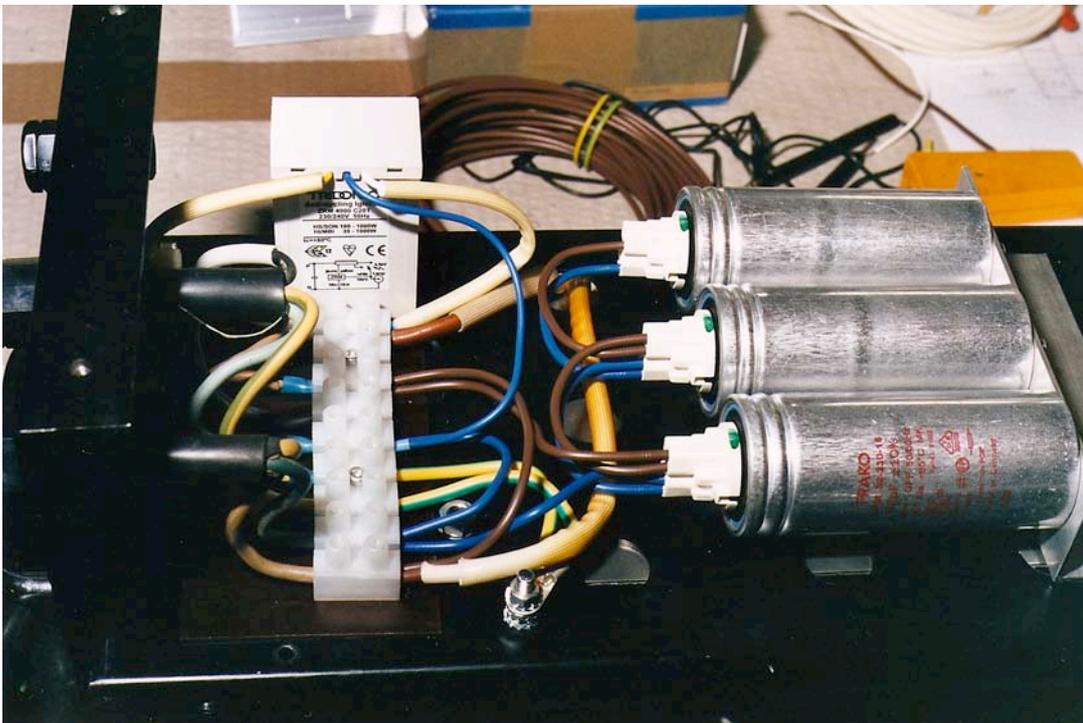


Abb. 54: Aufnahme des neuen Vorschaltgerätes in der ursprünglichen Box.



Interview

Das Interview fand am 7. März 2012 in Einsiedel bei Chemnitz im Haus des Künstlers statt. Die Fragen stellte Julia Steves. Um eine bessere Lesbarkeit zu erreichen wurden in geringem Maße Worte eingefügt oder weggelassen. Im Interview diskutierte Themen:

1. Intention und Bedeutung
2. Entwurf und Umsetzung
3. Umbau der Geräte im Jahr 2003
4. Restaurierung und Reinstallation

I. Intention und Bedeutung; Entwurf und Umsetzung

Julia Steves (JS): Herr Lieberknecht, Anlass des Interviews ist die Bearbeitung ihres Lichtspiels „Kinetic Light Refractions“ von 1979/80. Da es kaum Informationen zu diesem Werk gibt, hoffe ich durch Ihre Hilfe die Intention und Aussage des Werkes besser erfassen zu können. Nach über dreißig Jahren Laufzeit und der Deinstallation vor der Sanierung des Isargebäudes soll es nun restauriert und reinstalled werden.

Ihre Arbeit entstand im Rahmen des Bildhauerwettbewerbs des Europäischen Patentamts. Wie kam es damals zu Ihrer Teilnahme und ihrem Entwurf?

Rolf Lieberknecht (RL): Aus jedem Signatarstaat wurden zwei Künstler eingeladen, ich weiß nicht mehr wer mein Kollege war. Ich war damals ein ganz junger Künstler, ein Nachwuchskünstler, dem man eine Chance geben wollte. Zunächst mal mit einer Außenseiterchance. Ich habe zwei Entwürfe eingereicht. Der eine wurde Preisträger und ausgeführt. Der andere Entwurf war eine Arbeit, die für den Standort des Nicolas Schöffers gedacht war

JS: Ah, der Eistetraeder.

RL: Den kennen sie auch?

JS: Ich wollte sie ohnehin danach fragen, da mir eine gewisse Ähnlichkeit zwischen den Werken aufgefallen ist.

RL: Diese Eisskulptur hat die Grundform eines Tetraeders – es ist kein präziser Tetraeder, sondern besteht aus den Elementen – Kanten – die an einem Tetraeder vorkommen: Doppelkanten, Winkelstücke. Drei Stück davon machen die sechs Kanten eines Tetraeders aus. Das eine Teil liegt, das andere Teil steht auf den Spitzen, das dritte Teil liegt auf einer Kante und ein weiterer Schenkel des Winkels steht nach oben. Das sind drei Raumlagen, die zusammen das Volumen eines Tetraeders bilden. Diese Schenkel werden einzeln, abwechselnd gekühlt, dann schlägt sich hierauf die Luftfeuchtigkeit nieder, zunächst als Tau. Dann friert der Tau, wird Raureif. Diese Vereisung wächst dann langsam zu einem Maximum an und verändert die Form. Die Scharfkantigkeit geht verloren, es wird rund, pelzig und ein bisschen größer, ähnlich wie in einer Tiefkühltruhe. Wenn das Maximum erreicht ist, geht es nicht mehr weiter, da nicht genug Energie nach außen dringt, da das Eis auch isoliert. Dann schaltet das erste Teil ab und taut wieder und gleichzeitig geht es beim nächsten weiter. So sind bei den drei Elementen immer die drei Aggregatzustände von Wasser dargestellt – das Feste, das Flüssige und das Gasförmige. Dieses Werk sollte in sehr großem Maßstab, drei–vier Meter, fünf Meter hoch vor dem Gebäude stehen. Wie ein Gebirge, man kann ja in München auch oft die Alpen sehen. Dieses Vereisen, der Schnee und die Kälte und die Kühle im Sommer, ich fand, dass es ganz gut zu dem Ort passt. Man sollte auch in

das Innere des Volumens hineingehen können. Das war der zweite Entwurf. Beide Entwürfe haben eine physikalische Dimension, welche ich aber eher als Darstellung der Natur ansehe. Gegenüber liegt das deutsche Museum, wo viele naturwissenschaftliche Exponate zu sehen sind, das Europäische Patentamt hat was mit Erfindungen zu tun, das Deutsche Museum mit Entdeckungen aus der Vergangenheit. Auf diesen Kontext wollte ich mit beiden Arbeiten anspielen. Das war der Gedanke. Als Wettbewerbsteilnehmer überlegt man: was macht man für das Europäische Patentamt, wo liegt es, wie ist die Umgebung und die Schwingung am Ort, was ist in der Nähe für ein Landschaft und was für ein Klima. Da kann man ja nicht mit irgendwas X-beliebigen kommen, sondern muss das auf den Zusammenhang abstimmen.

Die eigentliche Arbeit ist eine Lichtinstallation, eine kinetische Lichtinstallation. Dafür hatte ich ein Modell gebaut. Das gibt es noch, es ist heute in meinem Atelier in Berlin und hängt dort an der Decke. Damals hab ich mir das Wissen, das optisch physikalische Wissen, am optischen Institut am Fachbereich für Lichttechnik an der TU Berlin geholt. Ich habe mir erklären lassen, wie man einen scharfen Lichtstrich auf ein schräges Spiegelprisma bringt und wie man es schafft, dass er sich bewegt. Dieser Lichtspalt, das ist in der Lichttechnik in der Optik ein Grundprinzip für bestimmte Messungen, welche, das weiß ich heute nicht mehr, damals wusste ich das. Ich weiß nur, dass der Spalt, bzw. das Licht, was durch den Spalt fällt, dass man daran etwas Entscheidendes entdeckt hat.

JS: Das Doppelspaltexperiment.

RL: Aha. Ich wollte also ein Element verwenden was in der optischen Physik eine Bedeutung hat, daher sind das senkrechte Lichtstriche. Haben sie die Arbeit mal in Aktion gesehen?

JS: Leider noch nicht.

RL: Also, das funktioniert so: In der Decke sind die beiden speziell gebauten Projektionsgeräte, und die projizieren auf die Wand – auf dieses weiße Feld – zwei senkrechte Lichtstriche. Die Striche sind etwa einen Meter hoch und 15 Zentimeter breit, so aus der Erinnerung. Und die fallen – bisher bewegt sich noch nichts – erstmal auf die schräg auf die Wand montierten Spiegelprismen. Diese Spiegel haben eine Neigung, damit sie das Stück des senkrechten Lichtstrichs was auf den Spiegel fällt, so reflektieren, dass ein Streiflicht auf der Wand entlang läuft, bzw. ein heller Strich auf der horizontalen Wand nach außen geht. Der Winkel ist für den oberen Spiegel ein anderer als für den unteren. Die Prismen kann man von unten fein justieren. Eine ganz delikate Justierung. Ein bisschen zu viel, dann geht das reflektierte Licht irgendwo hin, oder ein bisschen zu wenig, dann kommt der Strich nicht bis ans Ende, dann hört er vorher auf, fällt zu steil auf die Fläche. Und jetzt werden die Lichtstriche in Bewegung gesetzt und dabei bleiben sie immer senkrecht und wandern über die Prismen. Nach links, nach oben, bis zum Rand der Prismen, nach unten, rüber auf die andere Seite, unten rum und wieder hoch. Gleichzeitig bewegen sich natürlich auch die diagonalen Linien senkrecht über die Fläche, mal näher zusammen und mal weiter voneinander weg. Der eine ist mal oben, während der andere unten ist. Sie bewegen sich in leicht unterschiedlichen Tempi, nicht parallel, treffen sich nie. Darauf kommt es mir besonders an, dass die Zwischenräume zwischen Licht und Nicht-Licht, dass die Flächen auf dem Bild, immer andere Formen haben. Es geht nicht nur um das, was das Licht sichtbar macht, sondern auch darum, was auf der Fläche als ganzes passiert.

JS: Also, was die Lichtstreifen begrenzen?

RL: Genau. Das ist noch was, wo mir wichtig ist, das es beachtet wird. Das letzte Ende der großen Fläche, da ist so eine leichte Aufkantung, ein Rand, der nach vorne tritt, ein Zentimeter ungefähr.

JS: Sie meinen, dass die Fläche nach hinten versetzt ist?

RL: Also die Fläche (...) Haben sie Bleistift und Papier (zeichnet Versatz der Fläche zum Rahmen auf und skizziert die Bildfläche mit den Reflektionen). Das diagonale Reflektionsstück trifft auf diesen Rand und erhellt ihn noch mal als Schluss, weil es dort senkrecht auftrifft. Es macht hier hinten (Rand der Bildfläche) eine Kantenbetonung an der Grenze der Fläche, es ist noch mal ein kleinerer Höhepunkt.

Also, wie wurde das Ganze jetzt gemacht? Das war ja erstmal nur eine Idee. Zu Anfang hatten wir verspiegelte Plexiglasflächen für die Prismen, die haben sich mit den Raumtemperaturen ganz minimal verzogen. Und plötzlich endete der Streifen hier und am nächsten Tag wieder da (zeigt auf unterschiedliche Positionen auf der Bildfläche). Das darf man auf keinem Fall mit einem anderen Material machen, als mit von oben verspiegeltem Glas, auch nicht mit einem normalen Spiegel, sondern mit einem Spiegel der von der Vorderseite verspiegelt ist, weil man sonst eine doppelte Reflektion bekommt. Es wurde dann mit diesem speziellen Glas gemacht, das man mit einer Oberflächenverspiegelung herstellen kann. Dieses Material wird z. B. für optische Versuche in der Physik gemacht. Aber es gibt auch das so genannte Spionglas, das ist ein Glas, was von der einen Seite spiegelt und von der anderen Seite kann man durch kucken. Das funktioniert auch, wenn man die Rückseite dunkel hält.

Dann wurde die Fläche mit einem damals noch üblichen Kinoleinwandmaterial, mit einer Glasperlenoberfläche, präpariert. Die hat den Vorteil, dass das Licht die Perlen erhellt, dann wird es umgelenkt und in den Kugeln reflektiert. Das macht einen schönen brillanten Effekt. Wir haben damals allerdings keine Kinoleinwand gekauft und aufgeklebt, sondern haben die Firma, welche die Leinwände herstellt ins Patentamt bestellt. Diese Firma hat das also vor Ort gemacht. Erst wurde die Fläche mit einer weißen Farbe, dann mit einem Kleber beschichtet und dann mit der Maschine – von jemandem der das gut kann – in der senkrechten Lage – das war ja schon alles an der Wand – die Kugeln aufgesprüht. Die Leinwände wurden sonst horizontal besprüht. Das war ein aufregender Akt, die Fläche strahlte schon an sich wie aus dem Märchen, wie Sterntaler.

JS: Ein ganz besonderer Effekt.

RL: Die ist noch da, aber durch Verschmutzung werden die Glasperlen vermutlich das Licht nicht mehr reinlassen, wie es optimal wäre, durch Überstreichen wäre der Effekt dann weg, aber man kann das ja sicher reinigen.

So aber jetzt erst mal dazu wie das Licht überhaupt in Bewegung kommt. Bei meinem Modell habe ich es dargestellt wie einen Physik-Versuch: Eine Lichtquelle auf einer Platte, davor ist ein Spalt, dann kommt eine Art Linse, die das Licht bündelt, parallel ausrichtet, damit es sich scharf abbildet. Dann kommt eine weitere Linse, ich kann die jetzt nicht benennen, dann ein Spiegel, das war ein alter Autospiegel von einem Mini den ich damals als Ersatzteil hatte, der ist ein bisschen gewölbt. Darauf fällt jetzt hier das Licht (zeichnet parallel die Anordnung auf). Dieser Spiegel hat einen Motor, ein Getriebe angebaut, damit er sich dreht. Wenn er rotiert, macht er die Bahnen auf einem Schirm, der der Wand entspricht, auf der zwei Spiegel montiert sind. In München im Patentamt ist das Prinzip genauso, es gibt allerdings keinen Spiegel, sondern eine Optik, ein Objektiv das exzentrisch rotiert. So wird der Lichtspalt bewegt. Diese Technik hat ein Betrieb in Nord-Hardenberg

gebaut. Das ist also kein handelsüblicher Projektor. Ich weiß noch wie der Geschäftsführer hieß, der hatte so einen ganz merkwürdigen Namen, der hieß Stechemesser, Herr Stechemesser. Wie der Betrieb heißt, das weiß ich nicht mehr, aber das findet man raus. Die haben damals die Fernsehshow von Wim Thoelke gemacht. Da gab es Wände mit vielen Monitoren, die gesteuert wurden – das war damals eine Mediensensation – die hat diese Firma gebaut. Darüber bin ich auf die aufmerksam geworden. Über die Sendeanstalt habe ich die Firma gefunden und bin hingefahren. Ich war ja ein junger Künstler, ich glaube ich hatte noch ziemlich lange Haare, und ich kam gar nicht bis zum Geschäftsführer, die wollten schon vorher absagen. Dann kam der aber zufällig rein und sah mein Model mit dieser Apparatur, die anderen hatten das nur belächelt. Aber er sagte: „das ist ja interessant, das machen wir“. Dann haben wir besprochen, wie es gehen soll und er sagte: „sie kommen jede Woche oder alle 14 Tage her und dann haben wir einen neuen Stand, und besprechen das, bis es fertig ist“. Beim nächsten Mal hat die Firma mir schon eine Lösung vorgeführt mit einer rotierenden Optik. Dann ging es darum, das Ganze möglichst kompakt zu bauen, und um die Helligkeit und die Schärfe musste man sich Gedanken machen. Es ging auch um die Geometrie am Ort, die Projektoren sind ja geneigt, und der Strich muss parallel sein und soll nicht trapezförmig auslaufen. Ich hab das dann alles vor Ort vermessen, und die Firma hat das dann nachgestellt – die Geometrie und den Winkel – bis es funktioniert hat. Dann kam Herr Stechemesser mit den beiden fertigen Geräten nach München. Ich glaube eine Nacht vor Eröffnung des Europäischen Patentamts haben wir dann die halbe Nacht die Projektoren eingestellt und justiert. Und morgens um fünf war es fertig. Deshalb kann ich mich an den Mann gut erinnern, der war ein guter Typ. Der war damals vielleicht 10 Jahre älter als ich und erfolgreicher Unternehmer, und hat all seine Leute zurück gepfiffen und gesagt, das interessiert uns.

JS: Toll.

RL: So ist das gewesen. Und die haben auch die Prismen gebaut.

JS: Man sieht, dass es eine Handschrift hat.

RL: Konstruiert habe ich die Prismen mit der Justage, und diese Firma hat es dann hergestellt. Die Firma wird man sicher noch finden. Ich haben gekuckt, ob ich alte Unterlagen habe, aber ich habe keine gefunden, ich habe aber noch eine Idee, wo es sein könnte, das kann ich nur nicht heute machen, weil das nicht hier in Einsiedel ist. Aber wenn ich was finde, können sie da natürlich auch noch von profitieren.

JS: Das wäre schön. Ich habe nur ganz wenig Archivmaterial vom Patentamt. Der Vertrag, indem sie auch den Entwurf beschrieben haben, war sehr hilfreich.

RL: Was hab ich denn da geschrieben?

JS: Sie können ihn gerne mal sehen (RL sieht sich den Vertrag an). Für mich war vor allem interessant, wie die Entwurfsbeschreibung von der letztendlich durchgeführten Version abweicht.

RL: Ja? Was hab ich denn gekriegt für die Arbeit? (schaut durch den Vertrag)

JS: Das habe ich bis jetzt immer übersehen, da müssen sie selbst nach schauen.

RL: (Nennt die Zahl) aha, das war auch ziemlich viel Entwicklungsarbeit. So ein Gerät hat damals glaube ich auch schon 25.000 DM gekostet pro Stück. Also das war teuer. Aber was soll es, ich mochte dieses Fachwissen von einem optischen Spezialgerätehersteller. Ich war auch bei Leitz in Wetzlar, die die Leica Fotoapparate herstellen. All diesen Firmen, die optische Geräte herstellen, habe ich abgefahren und bin überall weggeschickt worden, nur bei denen nicht, aber um ein Haar. Aber ich hätte schon einen gefunden. (Liest noch mal im Vertrag.) Was unterscheidet sich denn?

JS: Eins haben sie eben eigentlich schon beantwortet, weil sie im Vertrag immer von polierten verchromten Metallplatten für die Prismen sprechen.

RL: Ah ja.

JS: Da habe ich mich natürlich gefragt, warum dann Spiegel verwendet wurden.

RL: In meinem Modell sind die kleinen Prismen poliertes Aluminium, daher kommt vielleicht das Metall. Man muss bedenken so eine Entwurfsbeschreibung wird gemacht in der Phase des Wettbewerbs und dann wird der Wettbewerbsentwurf einschließlich Beschreibung die Grundlage des Vertrages. Beim Vertragsabschluss ist ja noch nichts anderes da als Entwurf und Modell. In der Phase der Realisierung geht natürlich noch mal ein Durchdringungsprozess los. Und auch oft, nicht bei dieser Arbeit, aber bei anderen, eine Vertiefung und eine weiterführende Reflektion über den künstlerischen Inhalt und die technische Realisierung. Das muss man dem Künstler dann auch zugestehen, dass er da nicht einfach einen Plan erfüllt, sondern einen künstlerischen Prozess durchlebt und dann auch modifizieren kann.

JS: Okay. Das zweite das mir aufgefallen war, sie sprechen von versteckten Projektoren. Da hab ich mich gefragt wann und auch warum es zu dem Moment kam, dass die Projektoren letztendlich sichtbarer Bestandteil vom Werk sind und, so hab ich es jetzt mal gedeutet, auch irgendwie zum Werk dazu gehören also auch ästhetischer Bestandteil geworden sind?

RL: Da muss ich wieder zum Modell kommen. Ich wollte natürlich das nicht missverstehen wissen, dass vor der Wand lauter Sachen stehen wie im Versuchsaufbau. Ich wollte das schon so machen, dass die Wand die Hauptsache ist und das was sich darauf abspielt 90 % des Ereignisses, des Kunstwerkes ist. Aber dass das Licht irgendwo herkommt ist auch klar. Es kann natürlich aus einem Loch aus der Decke kommen. Das habe ich sicher auch überlegt. Aber ich fand dann wahrscheinlich den Apparat auch interessant der da entstand. Es ist ja kein handelsüblicher umgebauter Diaprojektor, sondern ein speziell dafür entwickeltes optisches Gerät von einem sehr hohen Präzisionsgrad und mit einem gestalterischen Rang, es ist auch ein schönes Stück. Das hängt da glaube ich an Stäben von der Decke und es wurde mir immer klarer, dass es dazu gehören muss und auch da sein darf. Wenn dann hier steht „versteckt“, dann ist das ein Punkt, wo man sagt, das hat mit der weiteren Verfeinerung des Entwurfsgedankens zu tun, dass man das Gerät aus dem Verborgenen ins Sichtbare rückt. Man muss sich ja immer vorstellen, so ein Modell, so ein Versuchsaufbau, Demonstrationsmodell ist eine Hilfe für das ansonsten nur in der Vorstellung und der Imagination befindlichen Kunstwerk. Und wenn sich dann das ganze immer weiter konkretisiert, immer mehr sichtbar wird, dann hat man auch über das ganze immer wieder einen neuen Wissensstand. Man entwickelt es und weiß mehr darüber, hat mehr geklärt und weitere Entscheidungen getroffen und hat dann ein anderes Level erreicht, um wieder den nächsten Schritt zu beurteilen. Bis es dann mal komplett da ist und man sagt: so jetzt erkläre ich es

für fertig, weiter muss man nicht drüber nachdenken.

JS: Gut, da haben sie mir ja schon den ganzen Schaffensprozess erzählt oder gibt es noch was Wesentliches.

RL: Was könnte man noch dazu sagen, man könnte vielleicht noch sagen, wie ich zu dem Wettbewerb gekommen bin. Das ist klar, in welcher Phase meiner künstlerischen Entwicklung das war, ziemlich zu Anfang, nicht ganz zu Anfang, ich hatte schon mal einen Wettbewerb gewonnen, auch mit einer Lichtplastik. Das Medium Licht war damals etwas, das mich sehr interessiert hat, wie überhaupt in meinem ganzen künstlerischen Werk immer das Immaterielle, Flüchtige mir wichtiger ist als die materialhafte Präsenz eines Objektes. Das ist auch bei der Bewegung der Hauptaspekt den ich untersuche, die Gestaltung einer Bewegungschoreografie und nicht das Zusammenfügen von Stahlstücken. Das war also am Anfang meines beruflichen Werdegangs, relativ am Anfang. Ich hab dann am Wettbewerb teilgenommen, das dauert ja monatelang, und als ich abgegeben hatte, begann für mich ein Stipendium in London, wo ich so eine Art Post Graduate Studies gemacht am Royal Collage of Art. Und dort erreichte mich auch die Nachricht, dass ich einen Preis bei dem Wettbewerb gewonnen habe und ich habe natürlich gehört, wer sonst noch gewonnen hat. Unter anderem Eduardo Paolozzi und Philip King, beides Leute, die am Royal Collage of Art unterrichteten. Eduardo Paolozzi, den traf ich da und der saß in dem, ich glaube im Ceramics Department, und machte lauter so – aus Ton – lauter so kleine Krokodile. Der hatte hundert so kleine Krokodile vor sich liegen, alle aus weichem Ton geschnitzt, vielleicht auch gegossen und der bearbeitete die irgendwie nach, was er damit machen wollte weiß ich nicht. Auf jeden Fall war er mit lauter Krokodilen umgeben (lacht).

JS: Super.

RL: Dann bin ich dahin und habe gesagt: „Hi Eduardo, we both won something in Munich“, da sagt er „oh yes, I know, you are that german Guy“ (Lachen) und dann gab er mir seine Hand. Geben sie mir mal ihre Hand (reicht mir seine Hand) „Congratulations“ (schüttelt ohne die Hand zu drücken meine Hand) und dann gibt er mir seine Pranke, ein solcher Bildhauer, aber überhaupt keinen Griff. Und dieser schlaffe Händedruck aus dieser Riesenhand mit den hundert Krokodilen in diesem Glücksaugenblick dieses Wettbewerbsgewinns ist mir unvergesslich.

JS: Das glaube ich.

RL: Ja. Und dann. Das dauert ja immer monatelang, wann hab ich den Vertrag unterschrieben, ist doch datiert?

JS: Ich glaube 1978.

RL: `78, und wann ist der Auftrag?

JS: Als Entstehungsjahr hab ich hier stehen `79/^80.

RL: Ja, das ist wo es gebaut wurde, aber wann war der Wettbewerb?

JS: Der war `78.

RL: Und laut Vertrag, wann ist der unterschrieben? (suchen)

JS: 13.11.1979.

RL: Also Ende `79. Und ich war bis Oktober `79 in London, und dann begann gleich die Ausführung, das passte irgendwie ganz gut. Die Arbeit hab ich von Berlin aus gemacht, zu der Zeit habe ich glaube ich zwei solcher Projekte gehabt. Was war denn das andere? Das war viel Arbeit, da hab ich mir eine Assistentin besorgt. Eine ganz fitte junge Frau aus dem „Betanien“. In Berlin gibt es so ein Künstlerhaus „Betanien“. Sie war dort für die Ausstellungstechnik zuständig. Ich habe sie für einen Part-time-Job engagiert und bin mit ihr durch ganz Deutschland gefahren und wir haben verschiedene Firmen besucht. Also, sie hat die ganzen Termine gemacht, wir haben ein bisschen hoch gepokert (lacht). Die konnte das auch gut, die sah gut aus, war ziemlich attraktiv, und hat wie eine Art Türöffner funktioniert. Ihr Auftritt hat letztlich bewirkt, dass diese Glasperlenfirma bereit war ihre Maschine in der Fabrik abzubauen und damit nach München zu fahren und an der Wand die Glasperlen zu verpusten. Da hat die Bettina Maas, so hieß sie, den Chef davon überzeugt, dass das die beste Möglichkeit war. Hätte ich den gefragt, hätte der das nie gemacht (lacht).

JS: Da haben sie sich ja gute Helfer gesucht.

RL: Das sind ja Anekdoten. Kunst, ein solcher Prozess, so ein Entstehungsweg eines Kunstwerks ist auch immer ein Stück Leben. Das ist ja nicht nur arbeiten, das ist auch irgendwie Teil meines Lebens, mit all dem was dazu gehört und was drum herum auch passiert. Das ist auch das Schöne daran. Unwiederholbar.

JS: Auf so Geschichten hab ich doch gehofft.

RL: Ich will das jetzt ja nicht so anekdotenhaft machen, aber es gehört ja auch einfach dazu.

JS: Für mich ist das auch wichtig. Was hat sie inspiriert, beeinflusst in der Zeit? Um ein Kunstwerk zu verstehen, muss man ja auch einmal in den Künstler eintauchen und versuchen zu verstehen was ihm wichtig ist, aber auch, was ihn prägt in dem Moment und was auch mit dazu geführt hat. Und wenn es eine junge Dame ist, die bewirkt, dass da Kügelchen auf eine Wand geschossen werden.

RL: Das ist ja ein Seiteneffekt davon. Ich hatte damals eine Art Grundhaltung in meinen Entwürfen, die, wie soll ich sie beschreiben, es war mir wichtig, dass ein Entwurf eine bestimmte Klarheit hat, dass es eine nachvollziehbare Klarheit gibt. Dass man bei so einem Entwurf keine emotionale Entscheidungsfindung vermutet, eher dass man sagt, das ist hier konkret vorhanden. Es ist ja auch konkrete Kunst. Es ist was es ist und es muss so wie es sich darstellt aus sich selber heraus plausibel sein. Das ist heute ganz anders. Diese vom Wind bewegten Arbeiten sind immer noch sehr sachlich, wenn man sie so ankuckt – absolut trocken. Wenn man sie fotografiert, ist das was man sieht eher langweilig, kaum was zu erkennen, aber in der Bewegung ist ganz viel Zufälligkeit. In der gestalteten Bewegung ist auch sehr viel Empfindung enthalten. Dieser Gegensatz ist mir heute wichtig. Auf der einen Seite das Geistige, und das klare Rationale und dann auf der anderen Seite in der Bewegung das Empfindungsmäßige und das Zufällige. Also dieser Gegensatz spielt eine Rolle, aber der spielt hier (zeigt auf seine Skizzen vom Modell) keine Rolle, hier ist der Ablauf der Bewegung völlig stur, das geht immer rauf und runter, das pulsiert so ein biss-

chen. Das Licht, die Wege die das Licht macht, lassen die Fläche pulsieren. Mir war wichtig damals, beim Eis war das genauso, wenn man einmal entdeckt hat wie sich die Aggregatzustände von Wasser auf die Elemente beziehen und wie dann aus diesen drei Elementen ein Raum wird, das ist so selbsterklärend. Da bin ich als Künstler...da spiele ich keine Rolle mehr, wenn das geklärt ist. Das Kunstwerk an sich erklärt sich. Das war mir damals so wichtig, dass ich mich da raushalte, mich als Person, und auch von dem was meine Empfindungen sind. Ich hatte natürlich eine emotionale Bindung, hatte ich schon immer, zu den Arbeiten, aber sie spielten bei dem was ich da entwickelt habe, spielten die keine Rolle. Und da war ich damals. Und bei meinen damaligen Bewegungsarbeiten, das ist ja wie bei dem Eis auch, ein ereignishafter Prozess, ein Vorgang, das war eben damals schon ein Thema von mir. Die Bewegung von etwas. Vielleicht ist es auch so, dass ein jüngerer Mensch sich auch nicht so viel zutraut, vielleicht eher eine kluge und wohlüberlegte Sache entwickelt, anstatt das ich gesagt habe: so fühl ich und so ist es. Und heute ist mir das sehr viel wichtiger, dass das Rationale überwunden wird.

JS: Vielleicht auch dass etwas Persönliches dazu kommt.

RL: Ja. Das Persönliche ist es nicht, sondern wie es wahrgenommen wird, das es auch von der Empfindung wahrgenommen wird und nicht nur über den Erkenntnisprozess des Geistes.

JS: Aha. Okay. Ich hätte noch eine Frage. Sie haben jetzt schon so viel gesagt. Aber es gab da noch die Geschichte mit der Symbolik der Geometrie. Ich habe im Ausstellungskatalog von 1976 einen Text von ihnen gelesen, indem sie von ihrem Verhältnis zur Geometrie sprechen.

RL: Ausstellungskatalog von '76?

JS: Raum – Bewegung – Aktion.

RL: Ach dieses uralte Ding. Wo haben sie das denn her?

JS: Das gibt es in der Staatsbibliothek.

RL: Ist das wahr? Das ist ja interessant.

JS: Ich würde ihnen gerne eine Aussage von ihnen vorlesen. ich habe mich gefragt, ob es übertragbar ist auf dieses Werk. Und zwar schreiben sie: *„In der Natur ist die Vertikale ein Grundprinzip aller Wachstumsvorgänge, an denen auch der Mensch teilnimmt. Sie ist in ihrem Wesen dynamisch. Liegen und Schlafen als Zustand der Ruhe ist verbunden mit der horizontalen Lage im Raum. Die Horizontale hat ruhenden Charakter.“*

Es gibt ja im Münchener Werk einen Wechsel von Diagonale, Vertikale und Horizontale, und ich habe mich gefragt, ob das überhaupt eine Rolle spielte? Sie haben mir ja jetzt den Spalt von einem ganz anderen Ausgangspunkt erklärt.

RL: Also, ich glaube, wenn ich mich da jetzt richtig erinnere, steht dieser Text im Zusammenhang mit kinetischen Konstruktionen, wo ein Wechsel der sich bewegenden Elemente zwischen einer vertikalen Richtung und einer horizontalen Richtung passiert. Und die Wirkung oder die Bedeutung von diesen beiden Raumrichtungen soll das wahrscheinlich beschreiben. Das ist gar nicht so schlecht was ich da geschrieben habe, denn es stimmt eigent-

lich, dass die Horizontale eine ganz ruhende Linie ist, die sich immer dann einstellt, wenn etwas zur Ruhe kommt. Na gut, man könnte auch sagen, ein Pendel, wenn es ganz ruhig ist, ist in der Senkrechten. Es ist vielleicht nicht ganz so eindeutig wie ich es da behauptet habe, aber man kann auch sagen, wenn jetzt, in unendlichen Zeiträumen von jetzt alle Berge durch Erosion abgetragen sind, dann ist das, von der Erde aus betrachtet, eine Horizontale. Und auch eine Wasserfläche, wenn kein Wind ist und alles ohne Krafteinwirkung seine natürliche Lage einnimmt, ist auch eine Horizontale. Auch ein Mensch, wenn er stirbt, hinterlässt auf dem EKG Monitor eine horizontale Linie, dann geht es nicht mehr rauf und runter. Aber auch, wenn ich das aus meiner jetzigen Sicht beschreiben würde, ist die Senkrechte eine Linie, wo etwas ausbalanciert wird. Man trägt sie ja in sich die Senkrechte, die verbindet einen über die Schwerkraft zum Erdmittelpunkt. Ich habe das gerade für ein Buch beschrieben, wenn man sich in Bewegung versetzt, wenn man einen Schritt macht, dann lässt man sich leicht aus dieser ausbalancierten Senkrechten nach vorne fallen und dann fängt man das mit einem Schritt ab. Man macht immer so was wie eine ausbalancierte Senkrechte und das nach vorne Fallen und dann wird es wieder in eine Ruhelage gebracht und dann kommt wieder ein Schritt. Da gibt es einen sehr schönen Song von Laurie Anderson aus den 80ern der heißt „Walking and Falling“ und da beschreibt sie, dass das Gehen ein ständiger Wechsel zwischen Fallen und nicht Fallen ist. Also die Raumrichtungen haben alle etwas zu tun mit einer Nachvollziehbarkeit über die eigene Körperwahrnehmung. Ich würde mal sagen der Anfang einer Nachempfindung von dieser Geometrischen Welt die ja an sich gefühllos daher kommt ist da angedeutet und hat nicht unmittelbar etwas mit dieser Arbeit in München zu tun. Aber da das alles ein Kontext ist, gehört die Arbeit in diese Zeit und ist auch in diesem Gedankengang vielleicht irgendwo verknüpft.

JS: Ja, okay.

RL: Und wenn man das mit meinen späteren Arbeiten vergleicht, ist das so die Richtung.

JS: Gut. So habe ich es auch gedacht, dass es nicht eine konkrete Symbolik gibt, aber dass das vielleicht mitschwingt. Aber man will ja auch nichts einfach behaupten, es kann ja auch sein, das es gar nichts damit zu tun hat. Dann hab ich auch noch eine etwas abstrakte Frage. Sie haben ja auch zwei Arbeiten gemacht, die mit historischen bzw. mythologischen Zwillingspaaren zu tun haben.

RL: Ach so „Castor und Pollux“.

JS: „Castor und Pollux“ und die „Pögwanghoya Twins“ (PT). Und da dachte ich, dass vielleicht auch die Zahl zwei eine besondere Rolle für Sie spielt.

RL: Ach so, weil es ja zwei sind. Also erst mal bin ich Zwilling in meinem Sternbild.

JS: Interessant.

RL: Das mal vorab. Das Doppelte hab ich irgendwie in mir. Auch in meiner Art hab ich so was. Und bei den Arbeiten die sie da ansprechen, die eine ist eine Laserarbeit in Berlin, ich glaube zur 750 Jahr Feier, da habe ich einen bestimmten städtebaulichen Zusammenhang mit diesen Lichtlinien über der Stadt dargestellt. Wie überhaupt die ganzen Laserarbeiten in ihrer Größe, das sind ja riesige Wege, die die Lichtlinien da zurücklegen, das hab ich immer in einem historischen Kontext, meistens einen städtebaulichen historischen Kontext gesetzt. Was dann später viele andere gemacht haben, wie Werbeagenturen, Veranstalter

und so weiter, die fuchteln mit Licht in der Gegend rum, völlig ohne jeden Inhalt, nur aus Sensationslust, das hat mich nie interessiert. Und bei den PT wird eine heute kaum noch zu erkennende städtebauliche Achse gezeigt. Wilmersdorf war ja im 19. Jh. ein Vorort, und dahinter war gleich Jagdgebiet, und dann wurde das immer mehr Stadt, und dann wurde die Strasse, die aus der Stadt herausführte, rundherum bebaut, und um die Achse herum wurden wie Planeten Plätze angelegt, fünf waren das glaube ich. Und dieses städtebauliche Bild, das durch Verkehrsplanung nach dem 2. WK verschliffen wurde und gar nicht mehr richtig erkennbar war, sollte wieder herausgearbeitet werden. Das war das Ziel der Stadtplanung damals. Und diese Achse dadurch ist natürlich eine wichtige Haltelinie für das System der Plätze. In diesem Kontext habe ich die PT gemacht. Also von einem Hochhaus am Kudamm, was da genau perfekt stand, sind zwei parallele Lichtlinien in zwei Tunnelöffnungen geführt wurden. Die Tunnel wurden dafür gesperrt, das muss man erst mal hinkriegen. Es war ja ein Stadttunnel wo tausende Autos durchfahren, den konnte ich immer Freitag- bis Sonntagabend sperren lassen, und dann wurde der Verkehr drum herum geführt, ein paar Monate lang. Es entstand dabei ein Phänomen durch zwei parallele Lichtlinien. Oben auf dem Dach des Hochhauses waren die Laser zehn oder zwölf Meter voneinander entfernt und unten im Tunnel genauso weit. Jetzt standen sie aber darunter in der Mitte und kuckten in die eine Richtung, da liefen die zusammen und in der anderen Richtung liefen die auch so zusammen. Und sie hatten das Gefühl das sie zwei gebogene Lichtlinien sehen. Deswegen waren das zwei, weil ich diese perspektivische Wirkung aus der Maßstäblichkeit des Ganzen heraus kriegen wollte. Sie wissen ja nicht wie weit das entfernt ist vor dem Himmel, das könnte ja ganz nah sein oder ganz weit weg, bei den Sternen. Und plötzlich über die optische Täuschung werden zwei grade Linien zu zwei Kurven, das fand ich wahnsinnig spannend. Und das können sie kaum irgendwo in der Natur sehen. Deswegen waren das zwei, einen anderen Grund gab es gar nicht.

JS: Es ist ja auch relativ weit hergeholt. Aber es fiel mir auf und ich dachte ich frage sie mal.

RL: Ja, es ist auch so, dass wenn man ein singuläres Gebilde macht, ein Einzelnes, da können sie nur drum herum gehen. Das breitet sich von der Mitte aus. Das ist von der Zugänglichkeit für den Betrachter immer nur ein Gegenüber. Bei Zweien können sie sich dazwischen stellen und es bildet sich dort ein Raum. Ich empfinde das als ein Environment, das es einen Zwischenraum hat und man mit dieser Räumlichkeit was macht. Das interessiert mich oft, nicht immer, aber oft. Ich finde es auch irgendwie freundlicher, demokratischer.

JS: Nicht so diktatorisch?

RL: Ja es ist so eine andere Art des Angebots vom Künstler und auch eine andere Art der Aneignung vom Betrachter, der kann anders Kontakt nehmen.

JS: Es entsteht vielleicht auch ein Wechselspiel zwischen beiden.

RL: Ja, es ist eine andere Ansprache die der Künstler macht, bietet was anderes an, der Betrachter fühlt sich irgendwie einbezogener, als wenn man einer Sache einfach nur gegenüber steht. Das hab ich oft gemacht, dass ich, also nicht gleiche Teile, das müssen nicht immer gleiche Teile sein, aber dass sich eine Beziehung zwischen zwei Dingen bildet und dass man sich einmischen kann in diese Beziehung.

JS: Das klingt spannend.

RL: Ich überlege das aber nicht unbedingt so, sondern das stellt sich so ein.

JS: Das denke ich auch. Gut, ich glaube dann habe ich den ersten Abschnitt der Fragen gut abgeschlossen.

RL: Dann, machen wir jetzt Mittag?

II. Umbau; Restaurierung und Reinstallation

JS: Während eines Umbaus 2003 wurde das Leuchtmittel ausgetauscht. Es ist immer noch eine Gasentladungslampe und der Elektrotechniker, der das gemacht hat, hat die selbe Lichtqualität genommen, Wattzahl, Lichtfarbe etc. (Begutachtung der Fotos vom Gerät nach dem Umbau).

RL: Aber die Baugröße war eine andere. Und deshalb musste er hier einen größeren Abstand machen.

JS: Deswegen wurde an beiden Seiten das Lampengehäuse geöffnet und Aufsätze darauf gesetzt, die aber auch einen anderen Zweck erfüllen. Ein weiteres Problem war die Hitze die entstanden ist.

RL: Dafür ist ja dahinten ein Lüfter.

JS: Der ist angeblich neu.

RL: Der ist neu?

JS: Vorher waren es nur die Löcher an der Vorderplatte des Gehäuses wo die Wärme entweichen konnte. Deswegen ist auch die schwarze Eloxierung teilweise verschwunden. Deswegen wurde der Lüfter eingebaut und in den Aufsätzen auch noch mal Lüftungslöcher eingefügt. Das sind auch schon alle Veränderungen, aber ich fand die relativ gravierend.

RL: Ja aber es geht. Das kann man machen.

JS: Ich finde die Aufsätze fallen nicht so auf. Ich fand die Ablendungen irgendwie störend und ich bin am unsichersten, ob die nicht einen Effekt stören den sie haben wollten. Man hat die gemacht, weil sich die beiden Projektoren überstrahlt haben. Also, es ist so viel Licht da raus gefallen, das sich das überstrahlt hat, so wurde mir das erklärt.

RL: Dass das Licht an der Seite vorbei ging?

JS: Genau. Das ging an der Seite vorbei, dadurch war die Abbildung unschärfer.

RL: Ist denn das Leuchtmittel jetzt heller als es vorher war?

JS: Eigentlich nicht, nach der Aussage des Elektrotechnikers. Die Überstrahlung wurde ja vor dem Umbau festgestellt. Deswegen hat man eben diese Ablendungen gemacht, um das gegeneinander abzuschirmen.

RL: Ich glaube, das ist eher ein Problem, das im Gehäuse liegt. Diese Bleche sind ja nicht die Schönsten.

JS: Die sind sehr leicht rückzubauen, sie sind einfach nur auf Stifte aufgeschraubt und innerhalb von zwei Minuten zu entfernen.

RL: Wo ist denn der Motor der das Objektiv dreht? (suchen auf Fotos) Man könnte das auch neu schwarz eloxieren lassen.

JS: Darüber haben wir diskutiert, interessant, dass sie es ansprechen. Wir haben uns wegen dem Alterswerts und der Irreversibilität dagegen entschieden. Es ist schon eine ästhetische Beeinträchtigung, widerspricht aber der restauratorischen Ethik.

RL: Und wenn der Künstler das empfiehlt, eine erneute schwarze Eloxierung des Gehäuses, auf Grund der physikalischen, optischen Eigenschaften, damit Streulicht und Reflexionen außerhalb des Strahlengangs gemindert werden? Weil ja dadurch auch das Seitenlicht entsteht.

JS: Durch die Reflexionen?

RL: Das kommt hier raus und wird auf die nun silbernen Platte geworfen, reflektiert und fällt dann daneben. Wäre es schwarz, könnten diese Ablendungen entfallen.

JS: Ja stimmt. Aber die Eloxierung hält ja dann auch nur eine bestimmte Zeit

RL: Nicht unbedingt. Vielleicht mit einer anderen Art von Schwarz. Das ist ja Aluminium. Mir war immer wichtig, dass es eine Anmutung hat wie ein optisches Gerät, ein Fotoapparat, aber auch wie eine Versuchsanordnung, dass man sieht was passiert.

JS: Es sind ja auch ganz klar drei Gruppen, es fällt direkt auf, dass es nach Funktionen strukturiert ist.

RL: Auch bei der Aufhängung ist ganz klar, wie das gemeint ist. Es ist erstmal schön, dass ich das mal wieder sehe. Hat das was gebracht mit der Verlängerung der Lebensdauer der Leuchtmittel?

JS: Ja. Ein wichtiger Grund waren aber auch die Kosten für das Leuchtmittel. Das Neue ist ein gängigeres Leuchtmittel. Die andere Lampe hat zum Schluss 700 € pro Stück gekostet.

RL: Also diese Stäbe müssen natürlich auch eigentlich gleichmäßig hieraus kommen. (Zeigt auf einem Foto auf die vier Querstäbe).

JS: Ja das wird auch gemacht. Es wird jetzt sowieso demontiert für die Reinigung und um die Elektrik zu kontrollieren.

RL: Und was ist das für ein Motor?

JS: Ja, der wurde auch ausgetauscht.

RL: Ja das sieht man, das ist ja das Billigste vom Billigen

JS: Da war vorher ein anderer?

RL: Bestimmt. Also mit einem Produkt aus dem Baumarkt sollte man das nicht machen. Da gibt es die Firma Faulhaber, die sehr gute Motoren baut, Getriebemotoren, die eine absolut lange Lebensdauer haben und sehr präzise und genau einstellbar sind, mit einem entsprechend programmierbaren Modul kann man die Geschwindigkeiten regeln. Das ist ja bei meinen Kunstwerken sehr wichtig.

JS: Das ist mit diesem jetzt nicht möglich.

RL: Deswegen soll man ja auch nicht jeden Motor nehmen. Man kann auch einen ohne Steuerungsmodul nehmen, wenn man die Geschwindigkeit kennt die man haben will, das ist im Getriebe so durch die Anzahl und Folge der Zahnräder geregelt. So etwas (zeigt auf den Motor) ist das ursprünglich garantiert nicht gewesen.

JS: Und die Elektrokabel die jetzt sichtbar sind?

RL: Ja, irgendwo müssen die ja aus dem Stab kommen. Das eine ist ja ein Rohr, damit die Stromzufuhr da durch läuft. Irgendwo muss das ja dann austreten und an den Motor geführt werden. Das sind dann natürlich nicht 220 V, sondern Niedervolt. Das ist nicht ganz schlecht, würde ich auch so machen. Aus dem Motor kommen nun mal zwei Kabel, die irgendwo angeschlossen werden müssen. Dass man das mit einer Lüsterklemme macht, man könnte das schon etwas eleganter machen, die muss man auch nicht mit einem Kabelbinder befestigen. Dann auch nicht unbedingt rote Kabel, sondern vielleicht ein graues und ein schwarzes. Ansonsten sehe ich hier, dass die Stäbe leicht angerostet sind, das ist durch Handschweiß passiert.

JS: Es ist aber auch auffällig, dass es im stärksten Hitzebereich passiert ist.

RL: Nein, das ist vom Anfassen, wenn man das transportiert, weil da auch der Schwerpunkt ist. Die Stäbe sind brüniert, das ist offensichtlich kein Edelstahl, sondern normaler Stahl und der ist brüniert. Das könnte man auch alles noch mal machen. Also – ich würde das empfehlen. Wenn man das überarbeitet, sollte man beim Gerät den Originalzustand wieder herstellen und nicht die Zeitspuren und die natürlichen Verwitterungsspuren lassen.

JS: Die Korrosionsprodukte werde ich abtragen, das strahlen wir mir Walnussgranulat.

RL: Ach ja. Macht man das so?

JS: Ja und dann kann man das mit einem mikrokristallinen Wachs überziehen. Das könnte bei der Hitze allerdings ein Problem sein. Da muss ich noch was finden, damit das nicht weiter korrodiert.

RL: Die Frage ist jetzt ob das veränderte Leuchtmittel tatsächlich erforderlich war und aus welchen Gründen das gemacht wurde. Aufgrund der Kosten oder ob es da nicht genug Recherche gab, ob es nicht doch ein baugleiches billigeres Produkt gegeben hätte. Offensichtlich haben sie eins genommen was nicht baugleich ist und mussten das dann anders im Gehäuse platzieren.

JS: Was für mich wichtig war, aber das hat sich jetzt eigentlich schon geklärt, in der Art und Weise, wie sie die Veränderungen jetzt reflektiert haben, in wie fern für sie der Projektor ästhetischer Bestandteil ist, also auch Bestandteil des Kunstwerks ist. Aber das kann man ja schon sagen und das haben sie ja auch so formuliert, dass die Geräte dazu gehören und dass daran nicht beliebig verändert werden darf und die Einzelteile nicht beliebig austauschbar sind.

RL: Ja. Wobei ich allerdings die Einschränkung machen würde, dass eine Aktualisierung der Leuchtmitteltechnik eine denkbare Erweiterung der Konstruktion sein kann. Aber natürlich nicht von jedem X-beliebigen Elektriker ohne die urheberrechtliche Seite. Das muss man immer mit dem Autor oder Verfasser in Abstimmung machen.

JS: Es ist jetzt geplant, dass das Werk Anfang April reinstalliert wird. Jetzt ist die Frage, ob sie die Zeit hätten dabei anwesend zu sein, oder ob sie danach die Zeit finden könnten in München vorbei zu schauen, um die ganze Feinjustierung mit einzustellen. Dass man dies dann auch dokumentiert, damit es irgendwie nachvollziehbar bleibt. Im Moment gibt es ja keinerlei Informationen zu Schraubenpositionen o.ä., die Größe des Streifens ist nicht definiert, es sind sehr viele X-Faktoren. Im Moment ist es auch der Fall, oder so wie es zuletzt installiert war, dass der reflektierte Lichtstreifen über die Bildfläche hinaus geht, was sie eben beschrieben haben.

RL: Ja das geht nicht. Das ist eine Frage der Feinjustierung.

JS: Ja genau. Also ich glaube, dafür müssten sie schon anwesend sein.

RL: Anwesend heißt: ich muss es nicht machen, nur daneben stehen und sagen was gemacht werden soll?

JS: Wie sie möchten, sie können auch gerne selber auf die Leiter steigen.

RL: Wer macht das denn, machen sie das?

JS: Also ich wäre dabei, der Herr Hahnemann vom Haus.

RL: Der ist gut?

JS: Der ist gut!

RL: Also es dürfen nur gute Leute dabei sein. Nicht solche die das alles blöd finden.

JS: Nein.

RL: Dann komm ich. Wann soll das sein? Im April?

(Terminabsprache)

RL: Und die Fläche, wie ist denn die Fläche?

JS: Da haben wir das nächste Problem. Die ist leider in einem desolaten Zustand.

RL: Wie denn, verkratzt?

JS: Verschmutzt und verputzt. Es hat jemand versucht die Flecken zu entfernen.

RL: Und den Dreck dann immer weiter reingerieben?

JS: Teilweise sogar entfernt, aber dabei teilweise und manchmal auch ganz die Perlschicht abgetragen. Das war auch der Grund, weshalb man sich an mich gewendet hat. Das war der Hauptauslöser für die Restaurierung, weil es einfach als erstes auffällt, dass da was nicht stimmt.

RL: (Sieht das Foto und lacht)

JS: Schön, dass sie darüber noch lachen können.

RL: Das ist ja ein neues Kunstwerk. Das ist natürlich eine schwierige Sache. Drumherum ist ja noch mal ein fünf mm starker Aluminiumrahmen aufgeschraubt, den müsste man erst mal abschrauben. Dann müsste man überlegen, was es für einen Anstrich gibt der eine solche Struktur hat.

JS: Es gibt solche Perlfarben.

RL: Ja?

JS: Wir haben jetzt schon viel diskutiert wie wir da vorgehen. Reinigen funktioniert nicht.

RL: Ja offensichtlich nicht.

JS: Alles was mit Überstreichen zu tun hat.

RL: Die Fläche ist eine überspachtelte Rigipsfläche.

JS: Das war eine wichtige Information. Ich habe über Proben schon den Gips analysiert, es fehlt allerdings der Karton, oder ist die Platte nur einseitig kaschiert?

RL: Der ist darunter. Die Spachtelarbeiten hat die Firma Rigips gemacht. Die haben jemanden geschickt, weil das keiner hingekriegt hat, die Fläche so plan zu spachteln und zu schleifen, dass man da im Streiflicht – das ist ja fast wie ein Messinstrument, das alle Unebenheiten an einer Wand zeigt – nichts sieht. Ich würde sagen, keiner darf daran herumspachteln, weil das was ganz Schwieriges ist. Da haben sich etliche Mitarbeiter der Firma Rigips probiert, die ja diese Platten herstellen und auch das größte Knowhow in der Verwendung und Verarbeitung der Platten haben. Die sind angereist und haben das ausgeführt. Da ist eine richtige Schicht Spachtelmasse drüber und darunter kommen erst die zwei Lagen Rigips.

JS: Das sind also zwei versetzte Rigipsplatten-Schichten übereinander?

RL: Ja, so und so (zeigt mit den Händen ein verschränktes übereinander liegen).

JS: Das würde bedeuten, dass die so stabil sind, dass man die Fläche bewegen kann?



RL: Die ganze Platte runter?

JS: Naja, man kann es ja nicht einfach überspachteln, dann ist die Originalfläche kaputt. Das kann ich nicht empfehlen. Das geht nicht.

RL: Spachteln kann man da gar nichts dran.

JS: Die Fläche ist auch sehr inhomogen. Die Frage ist, tauscht man die Fläche einfach aus. Wenn man sie aber ausbaut und baut eine Neue ein, müsste man theoretisch das Original einlagern, was es zwangsläufig irgendwann zerstört, deswegen kam die Idee auf das Ganze umzudrehen.

RL: Auf die andere Seite? Nein, das ist ja glaube ich sogar auf den Untergrund der dahinter liegenden Wand montiert, das ist ja nicht aufgehängt wie ein Bild. Ich bin mir nicht ganz sicher, vielleicht auch nicht. Ich glaube es ist so eine Profilkonstruktion auf die das Rigips gebaut ist. Aber wenn man die abnimmt. Die kriegt man aber nicht ab, unter der gespachtelten Rigips Schicht ist das ja angeschraubt.

JS: Okay. Das heißt, die Oberfläche würde zwangsläufig zerstört, wenn man versucht sie auszubauen.

RL: Ja, man würde sie zerstören, und dann eine Neue machen. Das braucht man ja nicht. Man müsste die Fläche einfach nur schleifen. Also mit großen planen Schleifmaschinen mit dem richtigen Gefühl, langsam herunter arbeiten, bis man wieder auf dem Grund ist. Aber um das machen zu können, muss man erstmal die Kanten abnehmen, sonst kommt man ja gar nicht an die Ecken ran. Und die sind von der Seite angeschraubt.

JS: Das habe ich gesehen.

RL: Wie lang ist das her? 30 Jahre, oder? Da kann ich mich aber noch ganz schön gut erinnern.

JS: Ja, ich bin auch überrascht.

RL: Und dann muss man eine geeignete Farbe finden. Da sagten sie es gibt so etwas.

JS: Ja es gibt so was. Ich habe ja auch einen Querschliff genommen, das heißt, ich habe die Größe der Kugeln gemessen, und habe genau das gesehen, was sie beschrieben haben – zuunterst den Gipsputz, dann die weiße Wandfarbe, die vermutlich noch leicht feucht war, als die zweite Schicht darauf kam – die Kugeln sinken so ganz leicht ein – und dann sieht man schön in der UV Fluoreszenz die Klebeschicht und die darauf liegenden Kugeln.

RL: Und was ist das jetzt für ein Verfahren, womit sie das festgestellt haben?

JS: (erkläre kurz die Querschliff Herstellung) Wozu ich noch keine Informationen habe, ist das Bindemittel.

RL: Bindemittel in der Farbe oder dem Kleber?

JS: Beidem. Aber das Pigment haben wir bestimmt. Titanweiß. Damit man möglichst nah dran bleibt, wenn man rekonstruiert. Was würden sie grundsätzlich dazu sagen, wenn man eine Leinwand davor spannt, die denselben Effekt zeigt. Es gibt ja Leinwände mit Perlschichten.

RL: Gibt es die noch?

JS: Die gibt es. Es gibt in Holland eine Firma die solche Leinwände herstellt.

RL: Auch in der Größe?

JS: Auch in der Größe, die machen auch Spezialanfertigung. Mir kam vor allem deswegen die Idee, weil ich die Originalfläche schützen muss. Also, das was sie beschreiben, mit dem Abschleifen, das darf ich nicht machen. Das ist ganz heikel. Originalflächen dürfen nicht zerstört werden.

RL: Beim toten Künstler würde ich sagen haben sie recht, aber bei einem lebendigen Künstler, einem quick lebendigen Künstler, dessen Beitrag zur Erhaltung des Originals, dem ist natürlich irgendwie Folge zu leisten, oder? Es ist ja dann keine Restaurierung, sondern eine Weiterbearbeitung des Künstlers.

JS: So muss man es dann aber auch bezeichnen. Es ist dann quasi eine 2. Version.

RL: Aber nicht von irgendwem, sondern von dem Verfasser selbst.

JS: Man müsste das dann zum Beispiel in dem Zug auch noch einmal signieren.

RL: Ja mit einer zweiten Jahreszahl auch.

JS: Und auch als Reinstallation oder zweite Version 2012 bezeichnen.

RL: Das kann man ja korrekt machen. Das muss ja keine grundsätzliche Entscheidung sein, aber so etwas halb dazwischen was dann auch nicht funktioniert. Diese Kinoleinwand darüber kriegen sie ja nicht fest, die können sie ja nicht aufkleben, dann ist ja das Original auch weg, gespannt darüber kriegt man die auch nicht.

JS: Wir hatten verschiedene Ideen. Wenn man das Rahmenprofil entfernen kann, z. B. die Leinwand mit einem Klettband zu befestigen.

RL: Bei dieser Fläche kriegen sie das niemals hin, das müssen sie so straff spannen. Wäre es denn danach dann auch eine andere Variante, oder was wäre es?

JS: Ja das müsste auch eine neue Signatur bekommen, das wäre am Schönsten.

RL: Das fände ich nicht so gut, so eine Doppelnummer, wo das eine unter dem anderen verborgen ist. Wir haben damals natürlich auch überlegt, nehmen wir eine Kinoleinwand und kleben die auf, aber das war aufgrund dieser Planizität, die man braucht, nicht möglich. So eine Glasperlenkinoleinwand ist ja eine ziemlich sperrige Nummer, das ist nicht so ein dünner Leinenstoff. Wenn sie den um die Ecke ziehen, dann bricht die Farbschicht, das ist nichts Geschmeidiges. Bei dem kleinen Modell, da hab ich aus einer kleinen Projektions-



fläche ein Stück ausgeschnitten und habe es vollflächig aufgeklebt. Das hat sich mit den Jahren am Rand leicht abgelöst und kommt hoch. Ich hab es aber nicht um die Ecke gespannt, weil es nicht geht. Also das würde ich nicht machen. Wenn es so eine Firma gibt in Holland, dann muss man mit denen wieder sprechen, da müssen sie sich entsprechend vorbereiten und dann zu dem Chef gehen. Können sie Holländisch?

JS: Nein, aber Englisch.

RL: Ja gut, und dann müssen die das machen.

JS: Es gab noch eine weitere Idee. Und zwar einfach eine neue Fläche zu machen und sie in den Rahmen einzustellen, die jetzt vollkommen hinfällig ist, nachdem sie mir erklärt haben, welche Funktion der Versatz hat. Für den ich schon die ganze Zeit gekämpft und gesagt habe, der ist nicht ohne Grund da, der wird seinen Sinn haben und ich möchte den nicht verlieren. Deswegen hatte ich die Idee einen Rahmen mit einer Leinwand zu bespannen, also innen, und ihn dann einzustellen. Dann hätte ich weiterhin den Versatz, aber der Rahmen wäre dicker.

RL: Sie müssten dann aber um eine scharfe Kante, das geht nicht. Und vor allen Dingen mit Spannung. Das ist ja so, wenn ein Maler eine Leinwand aufzieht, muss der mit Zangen wahnsinnig ziehen und dann auf der anderen Seite antackern. Und das dann hinzukriegen, das da keine Welle drin ist, das ist ganz schön schwierig. Sie müssen dann auch eigentlich zweimal um die Ecke. Das geht nicht.

JS: Dann bleibt eigentlich nur eine ganz neue Fläche, aber das ist natürlich ein Riesenaufwand.

RL: Naja, die Fläche ist ja da, die ist nur abzuschleifen, oder vielleicht muss man sie auch nicht abschleifen, nur die alten Glasperlen runter nehmen, ohne die Planizität zu verändern. Ein Fleck ist dann gar nicht so schlimm. Und dann wird der Aufbau den sie da ermittelt haben von einem Fachbetrieb gemacht. Das ist glaube ich das Einfachste.

JS: Dann wurde in dem Gebäude auch geraucht, da ist jede Menge Nikotin auf der Fläche.

RL: Hat das EPA einen bestimmten Etat dafür vorgesehen, oder lassen die das einfach auf sich zu kommen.

JS: Ich glaube die lassen das auf sich zu kommen. Also es gab 2003 auch schon mal einen Ansatz die Fläche zu überstreichen. Da hat eine Firma eine Probe geschickt, die ich aber noch nicht gefunden habe. Das ist dann aber nicht gemacht wurden. Und es ging nur um ein Überstreichen.

RL: Das kann ja auch ganz absurde Gründe haben, wie dass der Mitarbeiter, der sich darum gekümmert hat versetzt worden ist. Und dann hat es keiner weiter bearbeitet. Also was ich unter keinen Umständen mache würde, wäre die ganze Fläche abnehmen und umdrehen das finde ich irgendwie, das geht gar nicht.

JS: Dann würde die Fläche wahrscheinlich auch zerbrechen.

RL: Ja erst mal kommt man nicht an die Schrauben dran, die liegen ja unter der Spachtelschicht. Diese Bespannung das geht auch nicht, man kriegt die Perlleinwand nicht um die Ecke gespannt.

JS: Und hängend, das die sich aushängt, das wird wahrscheinlich nicht plan genug werden?

RL: Nein das wird nichts. Wie könnte man das machen? Das sind ja zwei Schichten Rigips auf einem L-Profil, Spachtelschicht und dann Farbe. Dann ist hierauf (meint das L-Profil) ein zweiter Rahmen, der ist dann innen weiß gestrichen und außen schwarz eloxiert (zeichnet verschiedene Möglichkeiten auf, die wir dann aber alle wieder verwerfen).

RL: Es hat ja nicht viel Sinn das halb zerstörte Original zu erhalten, zu verbergen und mit einem schlechter funktionierende abzudecken, das macht nicht viel Sinn.

JS: Die Lösung sollte schon die Funktion erfüllen. (Weitere Diskussion über Sperrschichten und Überfassen)

JS: Vielleicht sollte ich doch einfach noch Reinigungsversuche machen. Und Versuche die jetzigen Fehlstellen in der Perlenschicht manuell zu schließen.

RL: Mit was denn?

JS: Glasperlen, die bekommt man ja. Ein Versuch wäre es wert es zu retuschieren.

RL: Aber wie würde man das reinigen.

JS: Da würde ich verschiedene Mittel auf einer Testfläche ausprobieren und wenn man dann einen Reinigungserfolg hinbekommt und es irgendwie absehbar ist, dass die Fläche ein bisschen homogener wird, wäre das ja auch schon eine Verbesserung. Dann muss man eben akzeptieren, dass die Fläche nicht so perfekt ist wie früher, aber es ist das Original.

RL: Das wäre ja auch eine Option.

JS: Das war der eigentliche Startpunkt, aber es erschien so aussichtslos. Einen Versuch ist es wert. Ich würde es einfach mal probieren. Auch die Retusche. Wenn uns jetzt einfach keine befriedigende Lösung einfällt, dann wird das halb befriedigende Ergebnis einer Reinigung auch schon wieder interessanter.

RL: Damit macht man erstmal nichts falsch. Gut. Dann ist das der erste Schritt. Jetzt haben wir die Geräte besprochen, die Wand besprochen, was gibt es noch?

JS: Die Spiegelprismen sind vollkommen in Ordnung. Da ist nichts dran und alle Teile original vorhanden und die Löcher markiert.

RL: Weiß man denn, welches das linke und welches das rechte ist und wie rum?

JS: Ja, die sind markiert.

(Terminabsprache Reinstallation, Sichtung Kataloge)

JS: Ich denke wir kriegen schon noch eine gute Lösung hin. Vielleicht klappt es ja doch noch mit dem Reinigen.

pRL: Ja ich finde das mittlerweile genau den richtigen ersten Schritt, dass man das erstmal probiert und selbst wenn das nicht ganz clean und nagelneu aussieht und hinterher so ein bisschen angegangen ist, ist das vielleicht auch nicht ganz falsch. Ganz scheckig wäre unschön, aber so wie das auch oft bei weißen alten Bildern ist, aus den 60er Jahren, weiße Flächen, gemalte Flächen, mit so einer kalkartigen Farbe, die sind alle ein bisschen angegraut und haben Berührungsspuren, das schadet denen nicht.

JS: Das ist ja auch ein Alterswert. Ich werde mich bemühen. Es bleibt auch nicht mehr viel. Noch eine Frage zu den Leuchtmitteln. Und zwar wurde ich darüber aufgeklärt, dass Gasentladungslampen während der Alterung ihre Lichtfarbe verändern. Desto länger die Laufzeit, desto stärker verändert sich die Lichtfarbe und das auch inhomogen. Es gab wohl auch oft den Fall, dass das Licht von einem Projektor gelber war als das des anderen.

RL: Wenn die Leuchtmittel dann auch unterschiedlich ausgewechselt wurden.

JS: Ja, auch selbst wenn man sie gleichzeitig austauscht, die altern auseinander. Da ist einfach die Frage ab welchem Grad man austauschen muss. Und das man grundsätzlich festlegt, das die gleichzeitig ausgetauscht werden.

RL: Ja. Das sollte man grundsätzlich machen. Ich würde sagen so weiß wie möglich. Das Weiß in Weiß ist schon ganz wichtig. Wenn sich das jetzt aber über die Zeit leicht ins gelbe verschiebt, würde ich sagen, ist es im Bereich des natürlichen Verhaltens der Arbeit.

JS: Gut.

RL: Das muss jetzt nicht immer die absolut gleiche Lichtfarbe haben. Da drum herum ist ja so viel warmes Material, das es dadurch immer eher weiß wahrgenommen wird.

JS: Und dann vielleicht als abschließende Frage.

RL: Abschließend?

JS: Abschließend für meinen Fragenkatalog. Was sie sich wünschen würden, welcher Personenkreis sich um ihre Kunst kümmert, wen sie grundsätzlich am geeignetsten halten um kinetische Kunst zu warten, bzw. welche Kombination aus Experten.

RL: Ich glaube, dass heutzutage jeder Künstler, der sich mit Bewegung befasst, sehr darauf achtet, dass eine Langlebigkeit und eine Dauerhaftigkeit des gestalteten Bewegungsablaufes gegeben ist. Das war zu Anfangszeiten der kinetischen Kunst ganz anders, da hielten die Arbeiten kaum den Eröffnungstag aus. Das ist heute nicht mehr so, damit kann man sich nicht mehr sehen lassen. Einmal vielleicht, aber dann ist man auch ganz schnell weg vom Fenster dieses kleinen Bereichs, es ist ja kein großer Bereich. Je länger man daran sitzt und daran arbeitet, desto mehr stellt man fest, dass es auch immer schwieriger wird was Neues zu entwickeln. Man ist ja gebunden an physikalische Gegebenheiten, Naturgesetze und technische Bedingungen. Man kann nicht wie ein Maler alles was einem einfällt in Bewegung umsetzen. Man muss dann innerhalb dieser gesetzten Begebenheiten seine Spielräume finden und auch erforschen. Ich denke in Museen ist das noch am Besten versorgt, weil da

ein Fachpersonal auch mit dem richtigen Respekt daran geht. In Privatsammlungen wird auch viel behutsamer und vorsichtiger damit umgegangen. Das Problem ist eher in öffentlichen Einrichtungen, im öffentlichen Raum, wo dann eine Behörde dafür zuständig ist oder in anderen Großinstitutionen, wie Banken, die noch besser sind als staatliche Verwaltungen. Da verkommt diese ganze Sorgfalt für eine solche Arbeit auf das Niveau eines Hausmeisters. Und da werden Fehler gemacht ohne Ende. Bis zur Unwiederbringlichkeit und totalen Zerstörung des Originals. Das würde ich mir wünschen, dass das anders verstanden wird und dass, wenn man nicht weiß wie man mit so einer Sache umgehen soll, einer Havarie oder einem Ausfall o.ä., dass man dann, wenn das möglich ist, immer zuerst mal den Künstler fragt: „was sollen wir machen?“. Das wird meist überhaupt nicht getan, auf die Idee kommt noch nicht mal jemand. Also das ist doch das Naheliegendste, das man denjenigen fragt: „was mache ich?“. Das ist irgendwie verantwortungslos und respektlos und lässt auf ein Verständnis schließen was unter aller Sau ist. Das darf nicht sein. Ich würde mir wünschen, dass das erkannt wird und dass man da eine sensiblere und eine fachlich fundierte Methode einführt. Mithilfe von Restauratoren zum Beispiel. Das ist oft alles gar nicht schwierig, denn die meisten kinetischen Skulpturen überfordern eigentlich nicht den normalen menschlichen Verstand was die technische Durchführung angeht. Man kann das auch alles begreifen und rausfinden wie das funktioniert, wenn man mit Vorsicht daran geht. Wenn man sagt: ich könnte hier was kaputt machen, ich könnte hier einen Fehler machen. Aber das interessiert nicht. Die Art und Weise wie da normalerweise mit umgegangen wird, dass würde sich niemand bei einem privaten PKW erlauben. Aber bei so Kunstwerken ist die Geringschätzung offensichtlich in bestimmten Kreisen so groß, dass alles völlig egal ist. Und das finde ich unangemessen.

JS: Das sehe ich auch so. Aber ich glaube, da ist eine Veränderung in Sicht.

RL: Ja da hoffen wir mal das die internationalen Behörden ein Niveau erreichen, was dazu gehört zu einer wertvollen Sammlung, die haben ja einen Kunstbesitz von internationalem Rang. Wenn da mit allem so umgegangen wird, wie das bei meiner Arbeit der Fall ist, dann gehört das kritisiert. Das macht man einfach nicht. Und dabei sind die noch so nah dran, die kümmern sich um die Kreativität von Gehirnen auf anderem Gebiet, schützen und sichern das und sorgen dafür, dass klar ist, wer diese Meisterleistungen erbracht hat. Da ist doch der Weg nicht weit, das können sie da ja auch machen. Es ist ja an sich ein Versäumnis, das es da tausend Anwälte gibt, aber kaum einen der sich um die Kunstforschung kümmert, die dahinter steckt. Wenn man eine Ausstattung von solchem Rang in seinem Gebäude hat, dann hat man auch eine gewissen Verantwortung dafür, und aus der Verantwortung entsteht eine Verpflichtung und die würde ich gerne erleben.

JS: Das verstehe ich.

RL: Jetzt kriegen sie das Fett ab. Aber sie wollten das ja so haben.

JS: Ich bringe das ganz neutral zu Papier. Ich werde Ihnen das transkribierte Interview auch noch mal schicken.

RL: Ja gut.

JS: Leider geht meine Bahn schon in 30 Minuten. Vielen Dank für ihre Zeit und bereitwillige Auskunft.



RL: Ach schade ich wollte Ihnen noch das Atelier zeigen.

JS: Sehr schade, aber vielleicht bringe ich ihnen dann die fertige Arbeit einfach persönlich vorbei?

RL: Ja das ist doch gut.

Untersuchungsbericht

Probenübersicht

Zur Bestimmung der Materialien wurden drei Proben der Wand entnommen. Ein Querschnitt der Beschichtung, eine Probe des Putzes und eine Scholle mit gesamtem Schichtenaufbau. Aus letzterem wurden KLR3 bis KLR6 gewonnen.

Tabelle 1: Übersicht über Probenbezeichnungen

Probennr.	Probenart	Untersuchungsmethode
KLR1_Querschliff	Querschliff der Wandbeschichtung	Polarisationsmikroskopie REM-EDX
KLR2_Streupräparat Putz	Streupräparat des Putzes	Polarisationsmikroskopie
KLR3_Kleber weiß unter Perle	Nadelprobe - gepresst	FTIR Mikroskopie
KLR4_Kleber weiß unter Perle	Nadelprobe - gepresst	FTIR Mikroskopie
KLR5_Extrakt von Kugeln	Nadelprobe - gepresst	FTIR Mikroskopie
KLR6_Wandfarbe Unterseite	Nadelprobe - gepresst	FTIR Mikroskopie

Die Polarisationsmikroskopischen Untersuchungen wurden von der Autorin am Lehrstuhl für Restaurierung, Kunsttechnologie und Konservierungswissenschaft durchgeführt, um den Schichtenaufbau und Putzmaterialien zu klären.

Die REM-EDX-Analyse wurde von CHRISTIAN GRUBER am Bayrischen Landesamt für Denkmalpflege durchgeführt und brachte weitere Informationen zu Pigmenten und Materialaufbau.

Die FTIR –Mikroskopie¹ wurde am Doerner Institut München von URSULA BAUMER vorgenommen. Hierbei wurde für die Messung mit dem FTIR Mikroskop eine Diamantzelle eingesetzt. Es konnten die verwendeten Bindemittel der Beschichtung erriert werden.

¹ Gerät: Perkin Elmer, Spectrum One.

KLR1_Querschliff

Probe der Wandbeschichtung, entnommen mit Skalpell am Rand einer Fehlstelle. Die Probe wurde in Technovit eingebettet und mit UV-Licht ausgehärtet

Aufnahmen unter dem Polarisationsmikroskop

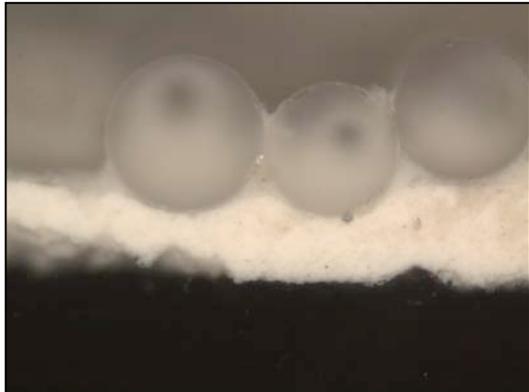
Im Auflicht (10x)



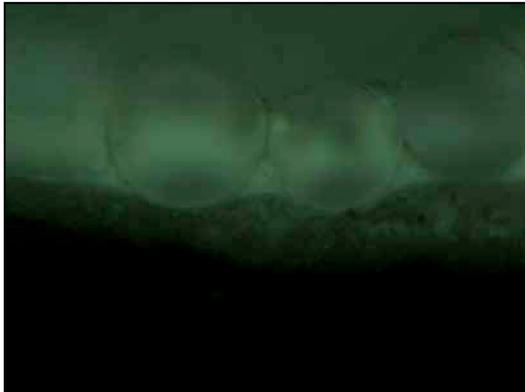
Unter UV-Anregung (10x)



Im Auflicht (20x)



Unter UV-Anregung (20x)



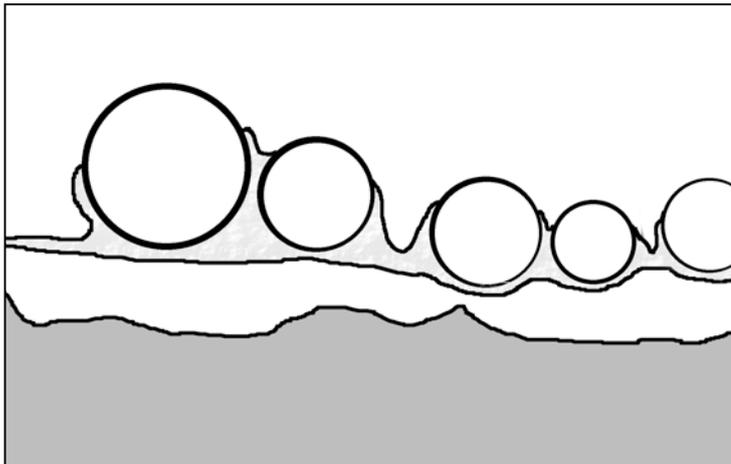
Im Auflicht (50x)



Unter UV-Anregung (50x)



Schichtenfolge



- (3) Glaskugeln
- (2) Klebemittel
- (1) Weiße Farbschicht
- (0) Gipsputz

Vermessung der Kugeln und Schichtstärken



Die Farbschicht variiert in der Dicke zwischen 50 und 140 µm durch den ungleichmäßigen Putzgrund.

Die Kugeln weisen Durchmesser von 150 bis zu 250 µm auf. Die variierende Größe ist auch auf den Anschlag an unterschiedlichen Stellen der Kugeln zurück zu führen.

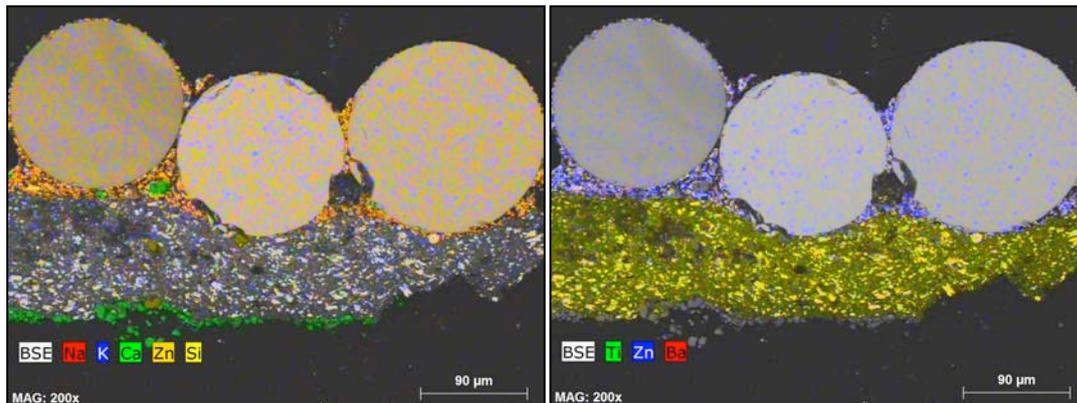
Interpretation

Der Querschliff bestätigt den vermuteten Aufbau, dass die Kugeln (3) auf der weißen Farbschicht (1) liegen und nicht in diese eingebunden sind. Die Farbschicht war während des Aufstreuens der Kugeln noch flexibel/weich da einige oberflächlich in die Farbschicht eingesunken sind. Die UV-Aufnahmen zeigen deutlich eine dünne Zwischenschicht (2), welche als Klebemittel für die (Glas)Kugeln diente und diese teilweise umschließt. Die Klebeschicht weist eine grüne Fluoreszenz im UV-Licht auf und ist im VIS als weiß pigmentierte halb-transparente Schicht zu erkennen.

REM und REM/EDX

Die REM/EDX Analyse soll Informationen über verwendete Pigmente in der weißen Farbschicht und die Materialzusammensetzung der Kugeln liefern. Die REM Aufnahme soll außerdem klären ob es sich um hohle Kugeln handelt und ob diese eine zusätzliche Beschichtung im Inneren aufweisen um das Reflektionsvermögen der Beschichtung zusätzlich zu erhöhen.

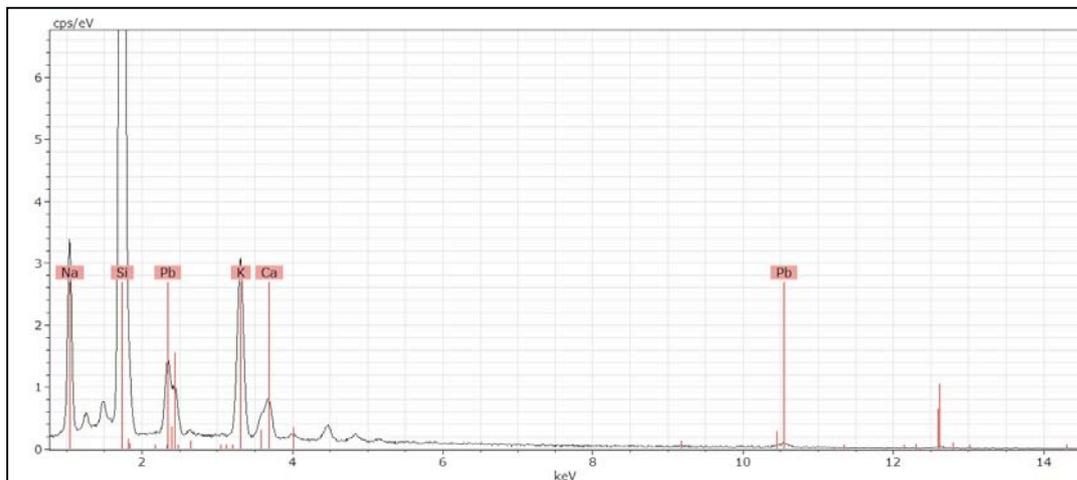
REM/EDX Elementmapping



Ergebnis

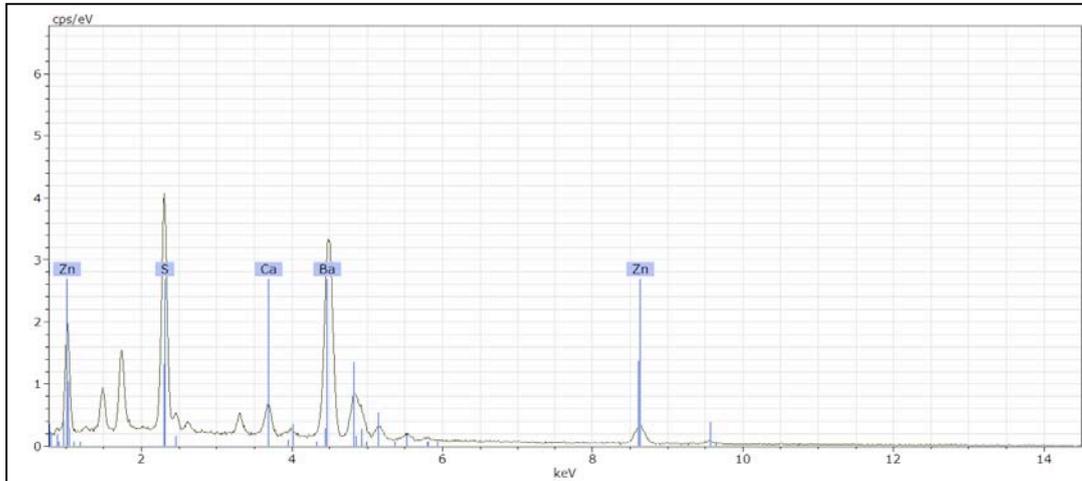
Kugeln, Klebeschicht und Farbe unterscheiden sich deutlich in ihrer elementaren Zusammensetzung. Die Elementverteilungen wurden in einzelnen Spektren veranschaulicht. Das Elementmapping zeigt außerdem deutliche Reste von Calcium an der Unterseite der Farbschicht, die von der Putzschicht stammen.

Spektrum Kugeln



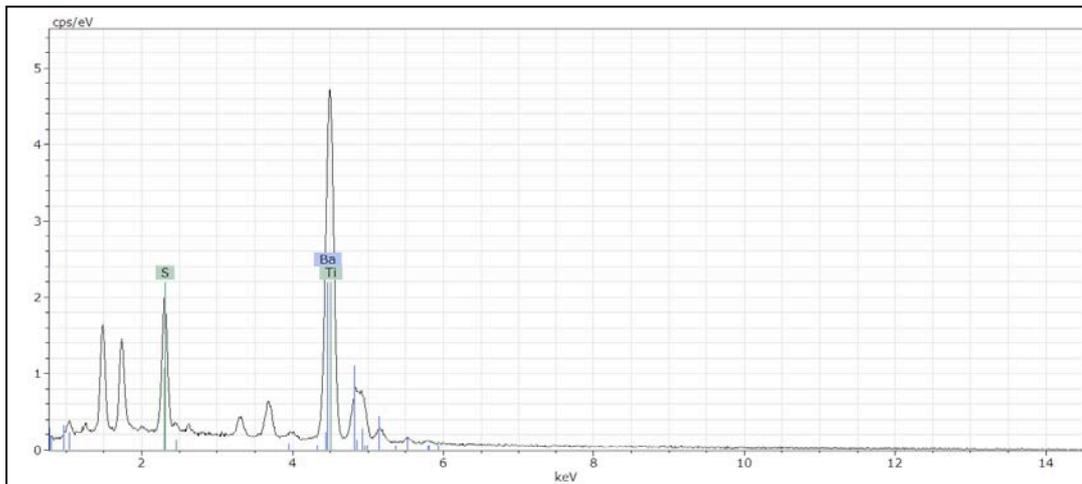
Die REM Aufnahme zeigt eine gleichmäßige Verteilung der Elemente im Inneren der Kugeln. Dass es sich um Hohlglaskugeln mit einer zusätzlich reflektierenden Beschichtung im Inneren handelt, kann also ausgeschlossen werden. Die Kugeln bestehen vor allem aus Silizium (Si) und Natrium (Na) mit Zusätzen von Kalium (K) und Blei und einem geringen Anteil Calcium (Ca). Diese Elementverteilung bestätigt die Annahme „Glaskugeln“. Durch die Zugabe von Blei erhöht sich der Brechungsindex von Glas, weshalb es auch bei optischen Linsen zugesetzt wird.

Spektrum Klebemittel



Die Elementverteilung des Klebemittels zeigt hohe Anteile an Schwefel (S), Barium (Ba) und Zink (Zn) was auf eine Beimischung von Lithopone deutet. Rückschlüsse auf Bindemittel sind nicht möglich.

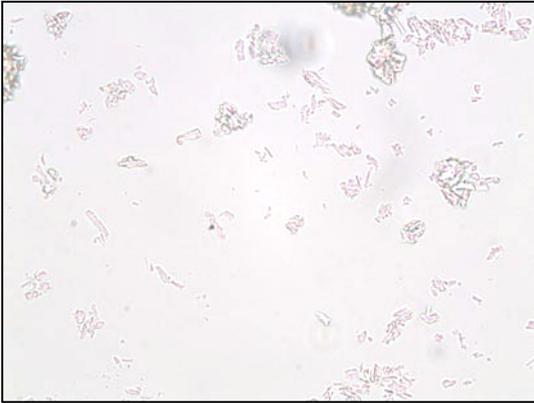
Spektrum Farbe



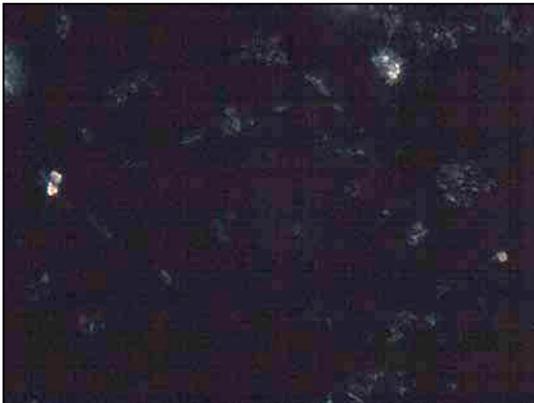
Auch in der Farbschicht zeigt das Spektrum hohe Peaks für Schwefel (S) und Barium (Ba), welche hier als Füllmittel in Form von Bariumsulfat gedient haben. Der hohe Anteil an Titan weist auf Titanweiß als Pigment.

KLR2_Streupräparat Putz

Probe des Putzes, entnommen am Rand einer Fehlstelle. Die Probe wurde mit Methanol extrahiert und in Meltmount eingebettet.



- Farblos; leicht rosa bis braun
- Faserig elongierte Partikel, Nadeln
- inhomogene Größenverteilung
- Relief: schwach bis gut
- $n < 1,662$



- doppelbrechend
- Interferenzfarben: grau bis Regenbogen
- Auslöschung: vollständig bis undulös

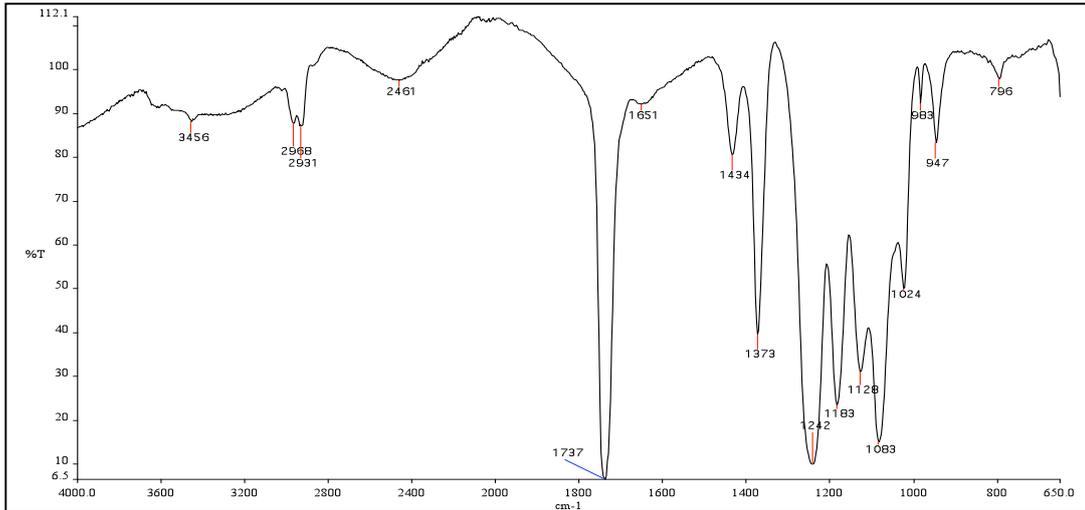
Aufgrund der polarisationsmikroskopischen Eigenschaften muss von einem künstlichen Anhydrit (Ca SO_4), totgebranntem Gips, ausgegangen werden. Da der Putz von einem Mitarbeiter der Firma Rigips aufgetragen wurde, handelt es sich hierbei wahrscheinlich um ein Industrieprodukt.

KLR3_Kleber weiß unter Perle

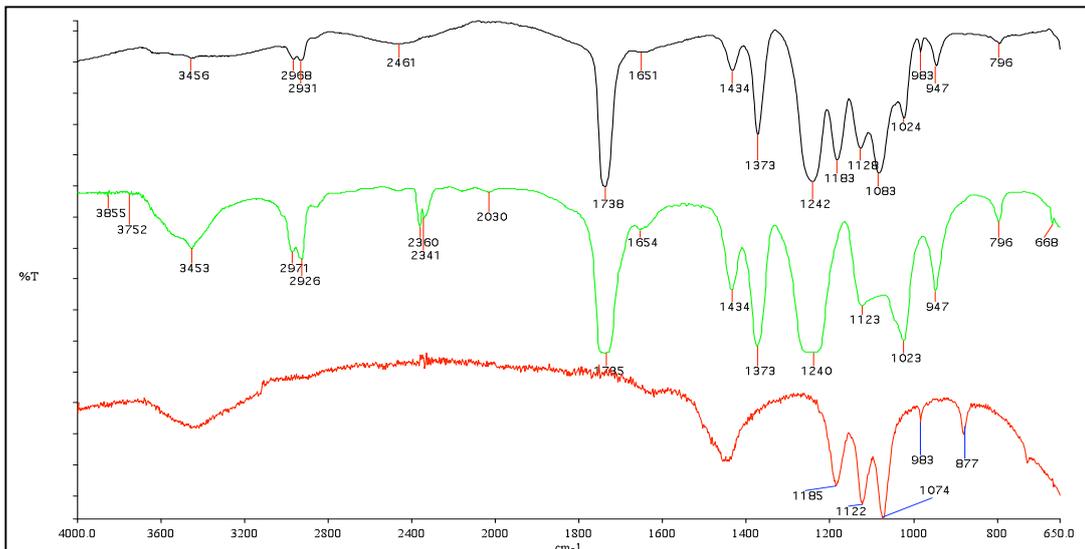
Da sich KLR3 und KLR4 im Ergebnis entsprechen wird im Folgenden nur KLR3 beschrieben.

FTIR-Spektrum, Diamantzelle Mikroskop

KLR3 weißer Kleber (schwarz)

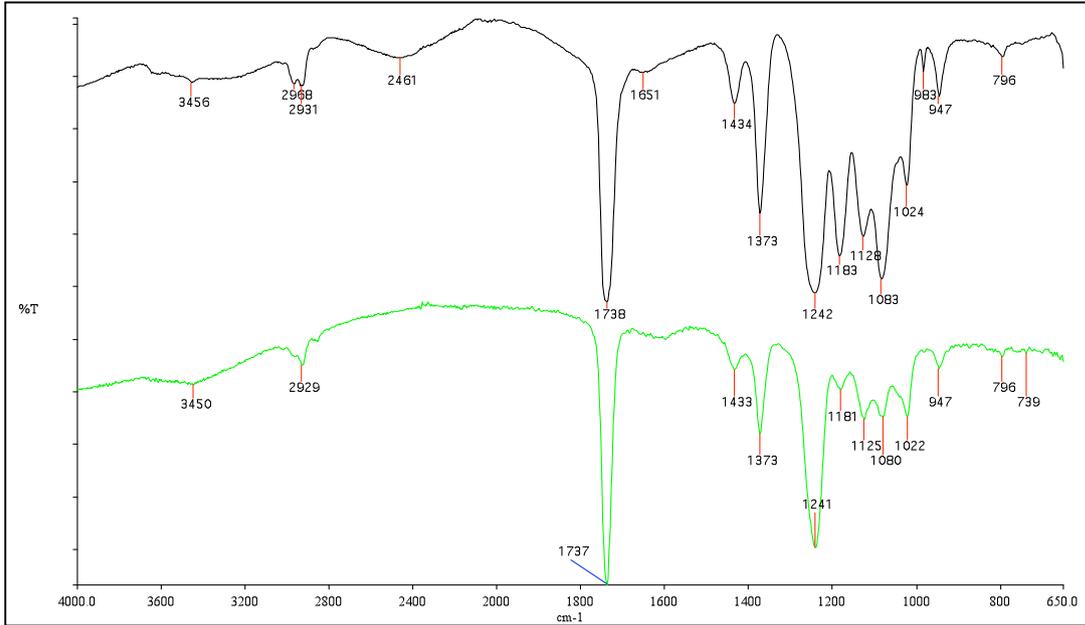


Überlagerung KLR3 (weißer Kleber, schwarz) mit Polyvinylacetat (grün) und Litoponen (rot)

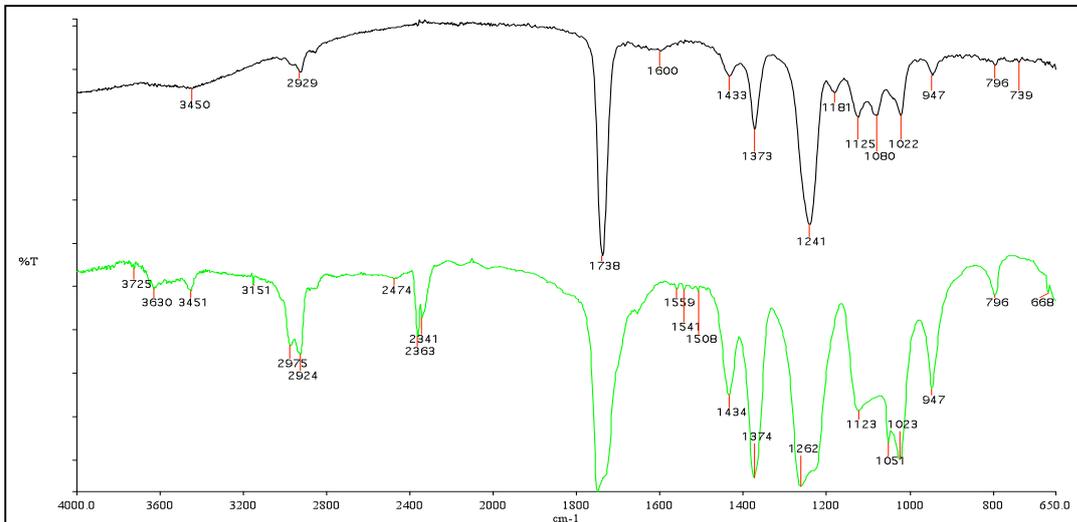


KLR5_Extrakt von Kugeln

KLR 5 extrahierter Kleber (grün) und Überlagerung KLR 3 weißer Kleber (schwarz)

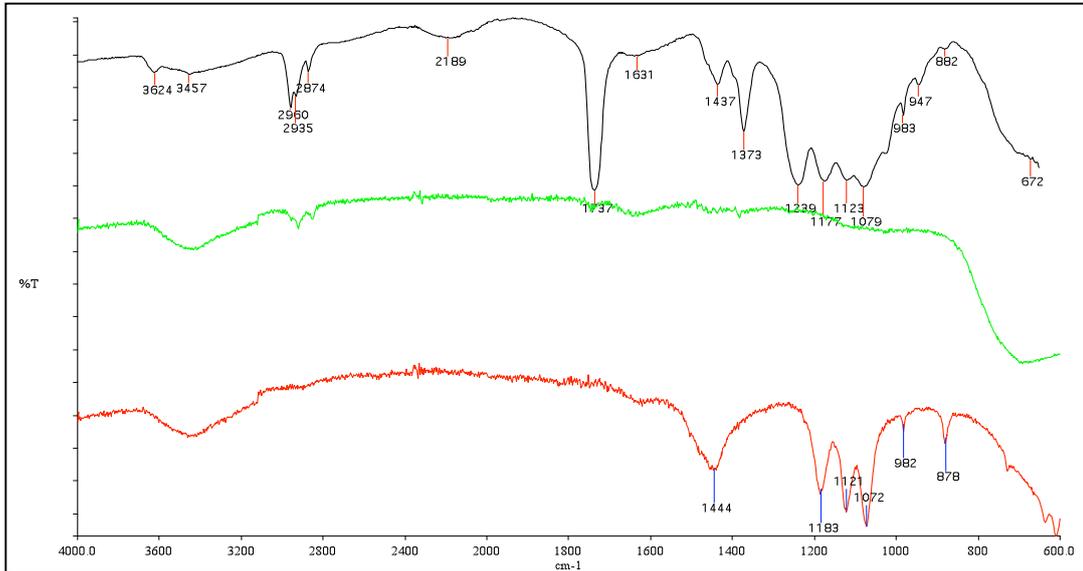


Überlagerung KLR 5 extrahierter Kleber (schwarz) mit PVAC (grün)



KLR6_Wandfarbe Unterseite

Überlagerung KLR6 Wandfarbe (schwarz) mit Titanweiß (grün) und Litopone (rot)



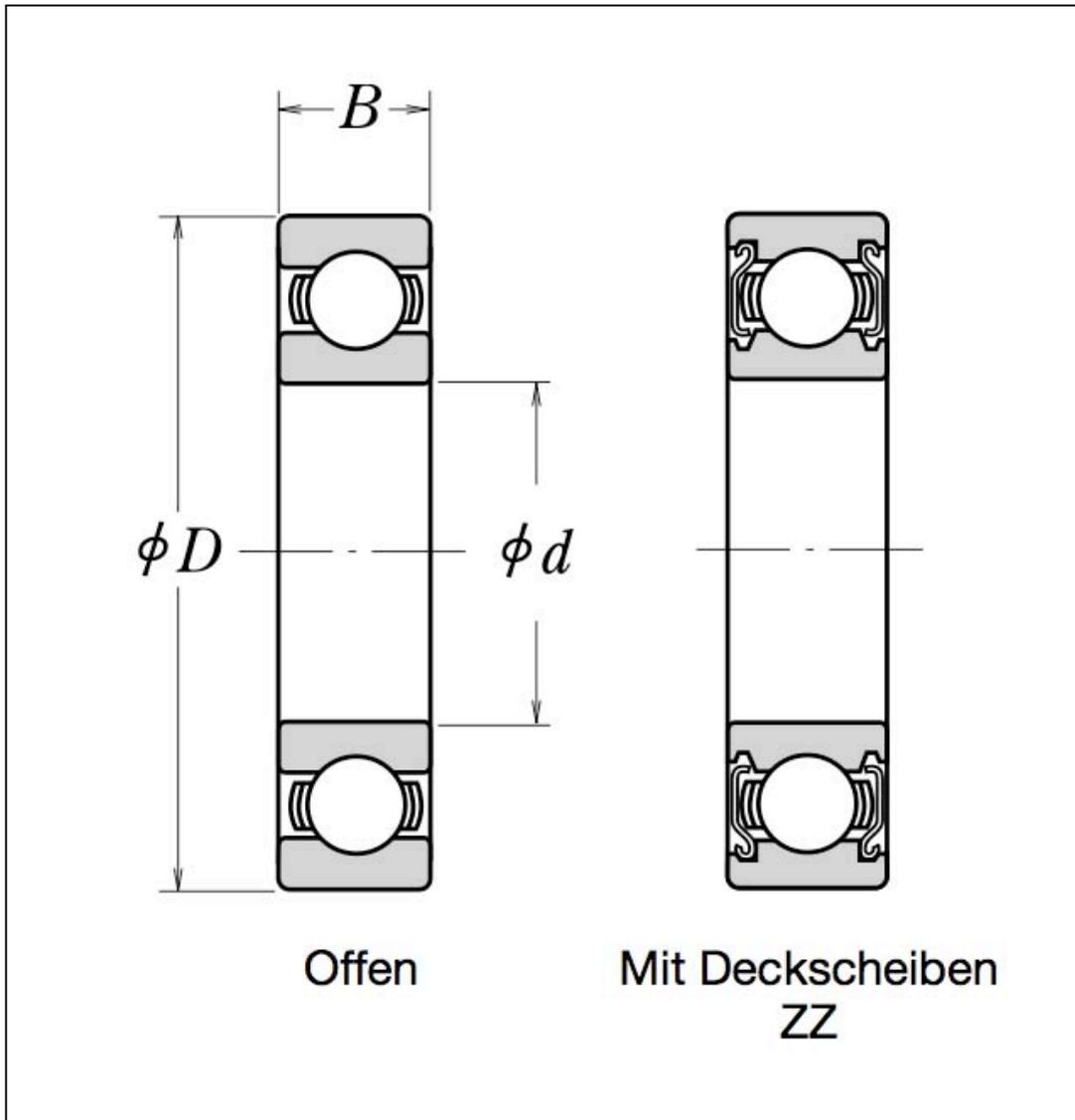


Technische Daten

Einreihige Rillenkugellager von NTN

6020 Z

(60 = Lagerreihe; 20 = Bohrung, 100 mm; Z = Merkmale, Deckscheibe auf einer Seite)



Hauptabmessungen (mm)			Tragzahlen (N)		Drehzahlgrenzen (min^{-1})			Kurzzeichen					Gewicht (kg)	
d	D	B	C_r	C_{0r}	Fett		Öl	Offen	abgedeckt	abgedichtet	Mit Ringnut	Sprengring	ca.	
					Offen	DU	Offen	Offen						
					Z ZZ	DDU	Z							
					V VV									
100	125	13	19 600	23 000	4 800	2 800	5 600	6820	ZZ	VV	DD	N	NR	0,31
	140	20	43 000	42 000	4 500	2 600	5 300	6920	ZZ	VV	DDU	N	NR	0,828
	150	16	42 500	42 000	4 300	-	5 300	16020	-	-	-	-	-	0,945
	150	24	60 000	54 000	4 300	2 600	5 300	6020	ZZ	VV	DDU	N	NR	1,29
	180	34	122 000	93 000	3 600	2 400	4 300	6220	ZZ	VV	DDU	N	NR	3,17
	215	47	173 000	141 000	2 800	2 200	3 400	6320	ZZ	VV	DDU	-	-	7,04

Motor

Synchrongetriebemotoren, 1 Drehrichtung

→ 0,5 Nm Ovoid 3 Watt

- Mechanische Getriebe-Festigkeit : 0,5 Nm
- Konstante Geschwindigkeit, abhängig von der Netzfrequenz
- Umfangreiche Drehzahlpalette
- Drehrichtung bestimmt durch Rücklaufsperrung hoher Zuverlässigkeit (>10⁷ Schaltungen)
- Rotor mit Permanentmagnet



Kennwerte

		Linkslauf 230 V	Rechtslauf 230 V	Linkslauf 240 V	Rechtslauf 240 V
Typ		82 344 0	82 344 0	82 344 0	82 344 0
Drehrichtung		Linkslauf	Rechtslauf	Linkslauf	Rechtslauf
Spannung/Frequenz		230 V 50 Hz	230 V 50 Hz	240 V 50 Hz	240 V 50 Hz
Ausgangsgeschwindigkeiten	Untersetzung (i)	82 344 744	82 344 736	82 344 698	82 344 690
60 min ⁻¹	10	•	•	•	•
50 min ⁻¹	12	•	•	•	•
30 min ⁻¹	20	82 344 738	82 344 746	82 344 692	82 344 700
20 min ⁻¹	30	82 344 740	82 344 748	82 344 694	82 344 702
15 min ⁻¹	40	82 344 741	82 344 749	82 344 695	82 344 703
12,5 min ⁻¹	48	•	•	•	•
12 min ⁻¹	50	82 344 743	82 344 751	82 344 697	82 344 705
10 min ⁻¹	60	82 344 752	82 344 760	82 344 706	82 344 714
7,5 min ⁻¹	80	82 344 754	82 344 762	82 344 708	82 344 716
6 min ⁻¹	100	82 344 755	82 344 763	82 344 709	82 344 717
5 min ⁻¹	120	82 344 756	82 344 764	82 344 710	82 344 718
4 min ⁻¹	150	82 344 765	82 344 765	82 344 719	82 344 711
3 min ⁻¹	200	82 344 766	82 344 768	82 344 720	82 344 712
2,5 min ⁻¹	240	•	•	•	•
2 min ⁻¹	300	82 344 776	82 344 768	82 344 729	82 344 722
1 min ⁻¹	600	82 344 771	82 344 778	82 344 725	82 344 732
0,80 min ⁻¹	750	•	•	•	•
0,5 min ⁻¹	1200	82 344 772	82 344 779	82 344 726	82 344 733
0,33 min ⁻¹	1800	82 344 773	82 344 780	82 344 727	82 344 734
0,25 min ⁻¹	2400	•	•	•	•
0,20 min ⁻¹	3000	•	•	•	•
0,10 min ⁻¹	6000	•	•	•	•
5,00 h ⁻¹	7200	•	•	•	•
4,00 h ⁻¹	9000	•	•	•	•
3,00 h ⁻¹	12000	•	•	•	•
2,50 h ⁻¹	14400	•	•	•	•
1,00 h ⁻¹	36000	•	•	•	•
0,50 h ⁻¹	72000	•	•	•	•
1/12 h ⁻¹	432000	•	•	•	•
1/24 h ⁻¹	864000	•	•	•	•
Allgemeine Kennwerte					
Motor		82 340 0	82 340 0	82 340 0	82 340 0
Getriebe		81 021 0	81 021 0	81 021 0	81 021 0
Maximal zulässiges Drehmoment am Getriebe bei Dauerbetrieb und 1 Mio Getriebeumdrehungen (Nm)		0,5	0,5	0,5	0,5
Axiallast statisch (daN)		1	1	1	1
Radiallast statisch (daN)		8	8	8	8
Leistungsaufnahme (W)		3	3	3	3
Abgabeleistung des Motors (W)		0,16	0,16	0,16	0,16
Max. Erwärmung (°C)		55	55	55	55
Umgebungstemperatur (°C)		-5 → +60	-5 → +60	-5 → +60	-5 → +60
Gewicht (g)		160	160	160	160
Litzenlänge (ca.) mm		250	250	250	250
Schutzart		IP40	IP40	IP40	IP40

Beispiel für Ihre Bestellung: Seite 13

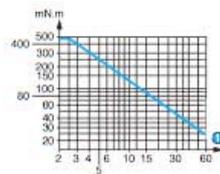
Produkte auf Anfrage



- Weitere Versorgungsspannungen
- Sonder-Kabellänge
- Montage einer speziellen Verdrahtung
- Sonderwelle
- Anderes Untersetzungs-verhältnis
- Spezielle Ritzel-Werkstoffe
- Verschiedene Lager
- Spezielle Adapterplatte

Kennlinien

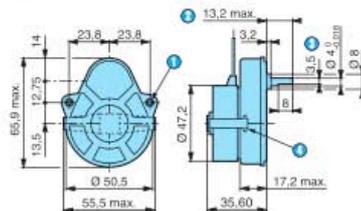
Drehmoment/Drehzahl-Kennlinie 82 344 0



1 min⁻¹

Abmessungen

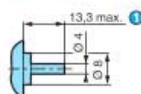
82 344 0



- 1 2 Befestigungsbohrungen Ø 3,2
- 2 (Welle gedrückt)
- 3 3,5 abgeflacht
- 4 Befestigungsbügel

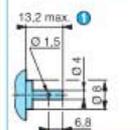
Optionen

Welle 79 200 967



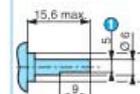
- 1 (Welle gedrückt ←)

Welle 79 200 779



- 1 (Welle gedrückt ←)

Welle 70 999 421 SP1295-10



- 1 abgeflacht

Weitere Informationen

Die Drehzahl eines Motors bei 60 Hz ist um 20 % größer als bei 50 Hz.

Leuchtmittel – aktuell

Produktdatenblatt



POWERSTAR HQI-TS short arc, no outer bulb

1000 W/D/S UVS K12S



- Sport- und Flutlichtanlagen
- Sport- und Mehrzweckhallen
- Flugplätze
- Simulation der Sonne, Materialprüfung

Produktvorteile

- Hohe Effizienz
- Sehr gute Farbwiedergabe
- Hervorragende Farbstabilität
- Geringer Lichtstromabfall über die Lebensdauer
- Heißwiederzündfähig
- Kompakte Abmessungen für kleine Scheinwerfer





13. April 2012, 14:54:09
POWERSTAR HQI-TS short arc, no outer bulb 1000 W/D/S UVS K12S

© 2012, OSRAM AG. Alle Rechte vorbehalten.
Seite 1 von 6

Produktdatenblatt



Technische Daten

Elektrische Daten

Nennleistung	1000 W
Bemessungsleistung	1000 W
Konstruktionsstrom	9.4 A

Lichttechnische Daten

Lichtstrom	90000 lm
Farbtemperatur	5900 K
Leuchtdichte	2600 cd/°m ²

Abmessungen & Gewicht

Durchmesser	36.0 mm
Länge	187.0 mm
Abstand Lichtschwerpunkt (LCL)	95.0 mm

Produktdatenblatt

Produktgrafik mit Buchstaben

Socket

Farben & Materialien

Bemessungsquecksilbergehalt der Lampe	85,0 mg
Quecksilberfrei	Nein

Lebensdauer

Lebensdauer	6000 h ¹⁾
-------------	----------------------

¹⁾ Mittlere Lebensdauer

Zusätzliche Produktdaten

Socket (Normbezeichnung)	K12s-36
Bauform / Ausführung	klar

Einsatzmöglichkeiten

Brennstellung	p15/s15
---------------	---------

13. April 2012, 14:54:09
POWERSTAR HQI-TS short arc, no outer bulb 1000 W/D/5 UVS K12S

© 2012, OSRAM AG. Alle Rechte vorbehalten.
Seite 3 von 6

Produktdatenblatt



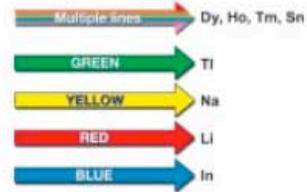
Erzeugung der gewünschten spektralen Strahlungsanteile zur Erreichung hoher Lichtausbeuten und guter Farbwiedergabe



*Variationsmöglichkeiten der Farbtemperatur

	D	T _n	R _a
Daylight	D	> 5300 K	≥90
Neutralweiß	N	ca. 4000 K	60-65
Neutralweiß de luxe	NDL	4200 K	≥80
Warmweiß de luxe	WDL	3000 K	≥80

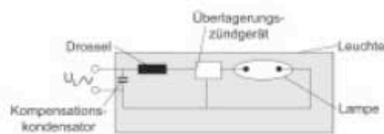
Sonstige Grafiken



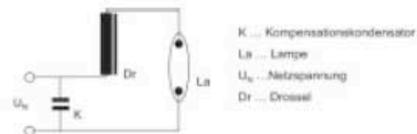
*Variation possibilities of the Colour Temperature

	D	T _n	CRI
Daylight	D	> 5300 K	≥90
Neutral White	N	ca. 4000 K	60-69
Neutral White de luxe	NDL	4200 K	≥80
Warm White de luxe	WDL	3000 K	≥80

Sonstige Grafiken



Schaltplan



Schaltplan

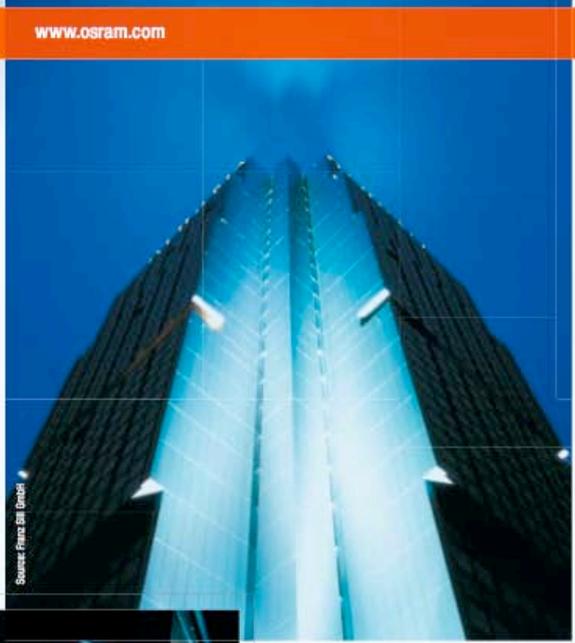
Produktdatenblatt



Verpackungsinformationen

Produkt-Code	Verpackungseinheit	Abmessungen (Höhe x Breite x Länge)	Gewicht brutto	Volumen
4008321525475	Faltschachtel 1	75mm x 75mm x 240mm	124.00g	1.35dm ³
4008321525482	Versandschachtel 10	166mm x 265mm x 395mm	1436.00g	17.38dm ³
4050300300092	Faltschachtel 1	75mm x 75mm x 240mm	124.00g	1.35dm ³
4050300300108	Versandschachtel 10	166mm x 264mm x 395mm	1436.00g	17.31dm ³

www.osram.com



Source: France 041 Gender



HQI®-TS 2000W/D/S High Flux

HQI®-TS 2000W/N/L

Your benefits:

- Compact dimensions for small spotlights
- Long service life
- High efficacy
- Uniform distribution of light
- Good to very good color rendering*
- Very good color stability
- Excellent luminous flux behavior
- Hot restrike

Your applications:

- Professional sports venues (HDTV)
- Sports stadiums
- Floodlight systems
- Airports
- Solar simulation, material testing
- Wide-area lighting
- Building façades

* Except HQI®-TS 2000 W/N/L (R, 2B)

Better light and lower costs

The compact POWERSTAR HQI®-TS 1 000 and 2 000W metal halide lamps combine excellent quality of light with impressive economy

SEE THE WORLD IN A NEW LIGHT **OSRAM** 

TECHNICAL DATA

Product reference	Product number (EAN)	W	lm	K	R _a	t(h)	l	h	h ₀
POWERSTAR HQI[®]-TS with K12s-36 base									
HQI-TS 1000W/NDLS	4008321591944	1000	99000	4400	90	6000	157 ± 2	10	1
HQI-TS 1000W/D/S PRO	4008321525475	1000	90000	6100	90	6000	157 ± 2	10	1
HQI-TS 2000W/NDLS	4008321255499	2000	225000	4400	90	5000	157 ± 2	10	1
HQI-TS 2000W/D/S	4050300271682	2000	210000	6100	90	4500	157 ± 2	10	2
HQI-TS 2000W/D/S HF ¹	4008321338310	2000	230000	6200	90	4500	157 ± 2	10	2
HQI-TS 2000W/NL ²	4050300607344	2000	230000	4100	65	8000	242 ± 2	10	3

¹ Operate only on 12.2A control gear.
² Not suitable for hot restrike.

Relative spectral power distribution

HQI[®]-TS/NDLS
HQI[®]-TS/D/S

In numerous applications all over the globe HQI[®]-TS metal halide lamps provide more light where it is needed, and less glare for spectators, residents and drivers.

POWERSTAR HQI[®]-TS for high quality and lower costs.

- Point light source for optimum luminaire efficiency
- Fewer luminaires needed
- Smaller connected load
- Less soiling of the luminaires
- Fewer masts
- Smaller mast cross-section

To sum up, POWERSTAR HQI[®]-TS 1000 and 2000 W lamps offer outstanding quality of light and are also superior to conventional metal halide lamps in terms of their economy – thanks to lower procurement costs, longer maintenance cycles and lower power consumption.

For more information, such as technical details, operating instructions and typical applications, go to www.osram.com/hid

member of

SEE THE WORLD IN A NEW LIGHT

1006502020 03/12 OSRAM GmbH MK-AS Subject to change without notice. OSRAM does not accept liability for errors, omissions and conditions.

Betriebshinweise

Versorgungsspannung

Zum Betrieb der Lampen sind geeignete Vorschaltgeräte erforderlich. Diese können Drosseln oder elektronische Vorschaltgeräte sein. An Drosseln ist die für die vorliegende Versorgungsspannung (üblicherweise 230-V-Wechselspannung bei 50 Hz) vorgesehene Anzapfung zu verwenden. Bei abweichender Versorgungsspannung sind dafür ausgelegte Betriebsgeräte bzw. Geräte mit entsprechenden Anzapfungen zu verwenden.

Zulässige Netzspannungsabweichung

Die zulässige Netzspannungsabweichung ist bei HQL® $\pm 10\%$ und bei HCL®, HQI®, NAV® $\pm 3\%$. Plötzliche Netzspannungsschwankungen von mehr als $\pm 10\%$ können zum Verlöschen der Lampen führen. Bei dauerhafter Abweichung von der Nennversorgungsspannung (230 bzw. 400 V) ohne angepasste Drosselanzapfung sind bei Hochdruck-Entladungslampen Farb- und Lichtstromänderungen möglich. Darüber hinaus kann es zu einer Verkürzung der Lebensdauer kommen.

Sicherheit

OSRAM Hochdrucklampen entsprechen den Sicherheitsanforderungen gemäß IEC 62035 und IEC 61167.

Wegen des hohen Betriebsüberdruckes dürfen die folgenden Lampen nur in dafür vorgesehenen, vollständig geschlossenen Leuchten betrieben werden. Für den seltenen Fall eines Brennerbruchs muss die Leuchte über ihre gesamte Lebensdauer alle heißen Metall-, Keramik- oder Glasteile zurückhalten können.

Dies betrifft:

- Alle HCL®-T und HQI®-T
- Alle HCL®-TM und HQI®-TM
- Alle HCL®-TC
- Alle HCL®-TF
- Alle HCL®-TS und HQI®-TS
- Alle HCL®-TT
- Alle HCL®-E \geq 250 W und HQI®-E \geq 250 W
- HQI®-R 150 W/NDL

Der Betrieb von Lampen, die einen beschädigten Außenkolben aufweisen, ist gefährlich und unzulässig. Am Lebensdauerende kann bei Natriumdampf-Hochdrucklampen und Halogen-Metaldampflampen ein sogenannter Gleichrichteffekt auftreten, der keinen herstellerspezifischen Effekt darstellt. Aufgrund der überhöhten Gleichstromanteile können Lampenbetriebsgeräte (Vorschaltgerät, Transformator und/oder Startgerät) überlastet werden. Daher sollten gemäß IEC 62035 angemessene Schutzmaßnahmen getroffen werden, um sicherzustellen, dass die Sicherheit unter diesen Bedingungen aufrechterhalten bleibt. Dies gilt gleichermaßen für Vorschaltgeräte mit der Möglichkeit zur Leistungsreduzierung. NAV PLUG-in-Lampen sind speziell als Substitut für Quecksilberdampflampen in bestehenden Leuchten entwickelt worden und somit nicht betroffen. Die für den Betrieb von Entladungslampen im Allgemeinen erforderlichen Drosselspulen und Kompensationskondensatoren können unter bestimmten Bedingungen Schwingkreise bilden, wodurch unzulässig hohe Ströme und Spannungen auftreten, die zur Zerstörung von Lampen, Vorschaltgeräten und Kondensatoren führen. Derartige Resonanzerscheinungen sind durch geeignete Schaltung und Absicherung zu vermeiden.

Lampenbetrieb

Kurzzeitbetrieb in Kombination mit häufigem Schalten verkürzt die Lebensdauer von Hochdrucklampen. Insbesondere für HQI® \geq 1000 W gilt: mindestens 3 h ein, mindestens 0,5 h aus. NAV® Lampen sind für kurzes Ein-/Ausschalten nicht geeignet, sondern für mindestens 5 min zu brennen. Für Tieftemperaturanwendungen von bis zu -50 °C sind nur HCL®, HQI® und NAV® Lampen für den Betrieb mit externem Zündgerät geeignet. In solchen Anwendungen sind spezielle (beheizbare) Zündgeräte notwendig, z. B. das MZN 400 SU-LT von BAG Turgi (für Lampen von 100...400 W) oder gleichwertige Zündgeräte anderer Hersteller.

Folgende Lampen sind geeignet für offene Leuchten:

- Alle HCL®-E/P, HCL®-PAR, HCL®-R111 und HCL®-T/P
- Alle HQI®-E 70 W bis 150 W
- Alle HQI®-E/P

Leuchtenkonstruktion

Bei der Leuchtenkonstruktion (thermische Auslegung und Absicherung) ist nach der Norm EN 60598 zu verfahren. HQI® 1000 W bis 2000 W sollen in der Nähe des sockelfreien Endes druckentlastet bzw. mittels Lampenunterstützung gehalten werden. Gleiches gilt für NAV®-T 1000 W in waagerechter Brennstellung.

Betriebshinweise

Betriebsgeräte

HWL®:

Keine Betriebsgeräte erforderlich, direkter Netzanschluss.

HCI®, HQI®, HQL®, NAV®:

• Vorschaltgeräte:

<220-V-Streufeldtransformator

≥220-V-Drosselspule

Für HCI®, HQI® und NAV® sollten nur Vorschaltgeräte mit einem geeigneten Überlastungsschutz eingesetzt werden (siehe unter Sicherheit).

• Zündgeräte: HCI®, HQI® und NAV® Lampen benötigen zusätzlich ein geeignetes Zündgerät.

Ausnahmen:

- HQI®-T 2000/N
- HQI®-T 2000/D/I
- NAV®-E 50/I 4Y®
- NAV®-E 70/I 4Y®
- NAV®-E 50/I
- NAV®-E 70/I
- NAV®-E 110
- NAV®-E 210
- NAV®-E 350

NAV® SUPER Lampen benötigen davon abweichend Zündgeräte mit höherer Zündenergie.

Mit einem geeigneten Zünd- oder Betriebsgerät sind bestimmte HCI®, HQI® und NAV® Lampen auch im heißen Zustand sofort wieder zündbar. Nähere Informationen unter Wiederzündung.

SOX, SOX-E:

Betrieb mit Streufeldtransformator (Ausnahme SOX 18 angezapfte Drosselspule und Zündkondensator 5 µF) bzw. mit Hybrid-Vorschaltgerät.

Für die Entfernungen zwischen Lampe und Betriebsgeräten sind die Angaben der jeweiligen Gerätehersteller maßgebend.

Anlaufstrom

HCI®, HQI®, NAV®, HQL®:

Der Anlaufstrom beträgt je nach Vorschaltgerät bis zum zweifachen Wert der Betriebsstromstärke.

Sicherung

Die Absicherung der HCI®, HQI® und NAV® Lampen ist durch Sicherungen mit träger Auslösecharakteristik vorzunehmen. Gewöhnlich ist eine Auslegung auf zweifachen Lampen-Nennstrom ausreichend. Sind Sicherungsautomaten vorgesehen, dann sollten die Automaten eine Abschaltcharakteristik „C“ aufweisen.

Fassungen

Aufgrund der bei Zündung bzw. Heißwiederzündung anliegenden Hochspannung müssen hochspannungsfeste Fassungen verwendet werden. Entsprechende Hochspannungsfassungen können bei Fassungsherstellern bestellt werden. Im Außenbereich und in sensiblen Anlagen wird ein Lockerungsschutz empfohlen (IEC 60238).

Leistungsfaktoren

(ohne Kompensation)

- HWL®: $\cos \varphi = 1$
- HCI®, HQI® und HQL®: $\cos \varphi 0,5 \dots 0,7$
- NAV®: Bei Drosselspulen $\cos \varphi 0,5$
- SOX, SOX-E: $\cos \varphi -0,3$ (SOX 18: $\cos \varphi -0,9$)

Erforderlicher Kompensationskondensator nach Angabe des Betriebsgeräteherstellers. Beispiele siehe Seiten 6.45 bis 6.51.

Leistungsabsenkung

Der leistungsverminderte Betrieb von HQI® Lampen ist unzulässig, da starke Farbabweichungen, schlechtere Maintenance und Lebensdauerverkürzung auftreten können. Grundsätzlich ist die Dimmung von HCI® POWERBALL® technisch durchführbar. Die höhere thermische Belastbarkeit der runden Keramik ermöglicht ein verbessertes Dimmverhalten in Lichtausbeute und Farbwiedergabe gegenüber Halogen-Metaldampflampen mit Quatzbrenner bzw. mit zylindrischer Keramik.

Bei Dimmung tritt aber nach wie vor eine Farbortwanderung auf. Gedimmt betriebene Lampen zeigen einen stärkeren Lichtstromrückgang und eine stärkere Farbstreuung über die Lebensdauer. Diese Effekte sind insbesondere in der Innenbeleuchtung unerwünscht. Sie sind bei KVG-Betrieb stärker ausgeprägt als bei EVG-Betrieb.



Betriebshinweise

OSRAM rät deshalb bei KVG-Betrieb bzw. in der Innenbeleuchtung für die heute verfügbaren Lampen von der Dimmung ab.

Die Art der Dimmung hat dabei großen Einfluss auf die Ergebnisse. Empfohlen wird die Dimmung mittels regelbaren Rechteck-EVG, gänzlich abzuraten ist von Dimmung durch Spannungsabsenkung und durch Phasenanschnitt. Für gedimmt betriebene Lampen kann die Einhaltung der Produkteigenschaften nicht gewährleistet werden.

Die Kombination von POWERBALL® HCl® und POWERTRONIC® PTo ermöglicht überall dort einen energiesparenden Betrieb, wo es – wie in der Außenbeleuchtung – nicht auf eine optimale Farbwiedergabe ankommt.

Das PTo mit Rechteckbetrieb und optimierter Zündung betreibt POWERBALL® HCl®-Lampen bestmöglich bis herunter auf 60 % der Lampen-Nennleistung. Dabei treten bei einer Leistungsreduzierung bis herunter auf 85 % der Nennleistung keine signifikanten negativen Effekte auf.

Ein Betrieb zwischen 85 % und 60 % der Lampen-Nennleistung hat ebenfalls keinen Einfluss auf die Ausfallrate. Die Lampen zeigen jedoch zunehmend einen leichten Grünstich und können farblich voneinander abweichen (Farbstreuung).

Der Lichtstrom geht über die Lebensdauer bei Dimmbetrieb etwas stärker als bei 100%-Betrieb am PTo zurück. Dieser Effekt kann durch einen Mischbetrieb zwischen Dimmbetrieb und 100%-Betrieb reduziert werden.

NAV® und HQL® Lampen können mittels Impedanzänderung leistungsvermindert bis 50 % der Nennleistung betrieben werden, vorausgesetzt, der Anlauf erfolgt bei Nennleistung.

Einschalten

- HWL®: Sofort voller Lichtstrom. Etwa 30 % höherer Anlaufstrom
- HQL®: Der volle Lichtstrom wird etwa 5 min nach dem Einschalten erreicht. Etwa 40 % höherer Anlaufstrom
- HCl®: Der volle Lichtstrom wird etwa in 1–3 min nach dem Einschalten erreicht. Etwa 40–90 % höherer Anlaufstrom – je nach Lampe und Vorschaltgerät
- HQI®: Der volle Lichtstrom wird etwa in 2–4 min nach dem Einschalten erreicht. Etwa 40–90 % höherer Anlaufstrom – je nach Lampe und Vorschaltgerät
- NAV®: Der volle Lichtstrom wird je nach Vorschaltgerät und Lampe in etwa 6–10 min erreicht. Etwa 25 % höherer Anlaufstrom
- SOX, SOX-E: Der volle Lichtstrom wird etwa in 12–15 min erreicht. Bei niedrigen Umgebungstemperaturen entsprechend länger. Kein höherer Anlaufstrom

Wiederzündung

HCl®, HQI®, NAV®, HQL®, HWL®:
Typabhängig zünden die Lampen nach dem Erlöschen erst nach 0,25–15 min Abkühlungszeit wieder, da die notwendige Zündspannung zunächst über der Versorgungsspannung liegt bzw. bei HCl®, HQI® und NAV® über dem Spannungsstoß des Zündgerätes. Bei folgenden Lampen ist mittels geeigneter Zündgeräte auch die sofortige Wiederzündung möglich:

- HCl®-TS 70W, 150W
- HQI®-TS EXCELLENCE
- HQI®-TS (Ausnahme: HQI®-TS 2000W/N/L)
- HCl®/HQI®-TM...HR (HR – Hot Re-strike)
- NAV®-TS

Die erforderliche Stoßspannung beträgt 25...60 kVs.

SOX, SOX-E:

SOX 18 sind nach dem Erlöschen sofort wieder betriebsbereit. Alle anderen SOX-Lampen zünden nach dem Erlöschen erst nach wenigen Minuten wieder.

Funktstörungen

Gewöhnlich treten bei Hochdrucklampen keine Funkstörungen auf – außer beim Einschalten. Bei HQL® Lampen lassen sich eventuell auftretende Störungen durch Parallelschalten eines induktionsarmen Kondensators von 0,1 µF zur Lampe vermeiden. Bei allen anderen Lampen darf parallel zur Lampe kein Kondensator geschaltet werden. Die DIN EN 50160 ist zu beachten.

Betriebshinweise

Lichttechnische und elektrische Daten

Alle lampenspezifischen elektrischen und lichttechnischen Daten werden nach 100 h Betriebsdauer unter Laborbedingungen an Referenzgeräten ermittelt. Bei HCl[®] gelten die angegebenen Werte, falls nicht anders angegeben, für TS-Typen für waagerechte Brennlagel, bei allen anderen Typen für hängende Brennlagel. Bei HQI[®] gelten die angegebenen Werte, falls nicht anders angegeben, bei -T- und -TS-Typen für waagerechte bzw. -E- und -TM-Typen für hängende Brennlagel. NAV[®]-Lampen werden alle in horizontaler, HQ- und HW-Lampen in hängender Brennlagel gemessen. Bei hiervon abweichenden Brennlageln sind teils erhebliche Änderungen insbesondere von Lichtstrom, Farbtemperatur und Lebensdauer möglich. Ausgenommen SQX ist der Lichtstrom von der Umgebungstemperatur außerhalb des Leuchtenkörpers praktisch unabhängig. Bei niedrigen Umgebungstemperaturen bis ca. -50 °C müssen spezielle Zündgeräte eingesetzt werden.

Alle POWERBALL[®] HCl[®]-TS ... und POWERSTAR[®] HQI[®]-TS ... sowie VIALOX[®] NAV[®]-TS ... Lampen erreichen ihre Nenndaten bei erhöhter Umgebungstemperatur, wie sie in typischen Leuchten und Leuchtensimulatoren erzielt werden.

Detaillierte Angaben über Wärmestau-Rohre (Leuchtensimulator) zur Bestimmung von Lampendaten für HCl[®]-TS und HQI[®]-TS sind der IEC 61167 unter 1.7 zu entnehmen. NAV[®]-TS ... Lampen sind analog zu behandeln.

Farbabweichungen

Bei HCl[®] und HQI[®] Lampen können vereinzelt Farbunterschiede von Lampe zu Lampe auftreten – abhängig von äußeren Einflüssen wie Netzspannung, Betriebsgeräte, Brennlagel und Leuchtausführung.

Lebensdauerende

Das Lebensdauerende ist bei Hochdruckentladungslampen (HCl[®], HQI[®], NAV[®] und HQL[®]) erreicht, wenn:

- die Lichtfarbe der Lampe sich stark ändert oder
- starker Helligkeitsverlust eintritt oder
- die Lampe nicht mehr zündet oder
- periodisches Löschen und Zünden der Lampe auftritt.

Um die Betriebsgeräte zu schützen und unnötige Funkstörungen zu vermeiden, müssen HCl[®]-, HQI[®]-, NAV[®]- und HQL[®]-Lampen am Ende ihrer Lebensdauer möglichst bald ausgetauscht werden.

Gewährleistung

Eine Gewährleistung für die Hochdruckentladungslampen wird nur gewährt, wenn die vorgeschriebenen Betriebsbedingungen eingehalten werden, d. h. insbesondere wenn die maximal zulässigen Lampentemperaturen nicht überschritten und die Lampen nur an geeigneten Betriebsgeräten betrieben werden.

OSRAM System+Garantie für HCl[®]/HQI[®]/NAV[®] Lampen und POWERTRONIC[®] EVG



Mit den Vorschaltgeräten POWERTRONIC[®] von OSRAM können Halogen-Metaldampflampen optimal und intelligent betrieben werden.

Im Systembetrieb erhalten Sie erweiterte Garantien auf das POWERTRONIC[®] EVG sowie auf die entsprechende HCl[®]/HQI[®]/NAV[®] Lampe.

Detaillierte Nutzungs- und Garantiebedingungen sowie das Registrierungsformular finden Sie im Internet unter www.osram.de/systemgarantie.



Leuchtmittel – original

SHOWBIZ™ Lamps													
Wattage (W)	Volts (V)	Cap	Product Description	Product Code	Lumen (lm)	CCT (K)	Operating position	Life (h)	Length (mm)	Pack Qty			
Discharge - Short Arc													
700	70	GY9.5	CSR700SA	15380	58,000	5600	U	500	85	10			
700	70	GY9.5	CSR700SA/72	45234	58,000	7200	U	500	85	10			
1200	100	GY22	CSR1200SA	21849	96,000	6000	U	750	135	6			
1800	100	GY22	CSR2000SA	21801	155,000	5600	U	750	135	6			
ConstantColor™ - CMH Single Ended GX9.5													
400	135	GX9.5	CMH400/937/GX9.5	73579	40,000	3200	U	3000	135	4			
400	135	GX9.5	CMH400/941/GX9.5	73580	40,000	4100	U	3000	135	4			
Wattage (W)	Volts (V)	Cap	Product Description	Product Code	Candela (cd)	Beam Type	Beam 10%	Beam 50%	CCT (K)	Operating position	Life (h)	Length (mm)	Pack Qty
ConstantColor™ CMH - PAR64													
150	95	GX16d	CMH150/PAR64/830/GX16d/SP	88545	154,000	Narrow	9x9	4x4	3000	U	8,000	152	6
150	95	GX16d	CMH150/PAR64/830/GX16d/MFL	88537	47,000	Medium	18x15	13x11	3000	U	8,000	152	6
150	95	GX16d	CMH150/PAR64/830/GX16d/WFL	16960	16,000	WFL	62x36	46x23	3000	U	3,000	152	6
150	100	GX16d	CMH150/PAR64/942/GX16d/SP	88543	154,000	Narrow	9x9	4x4	4200	U	8,000	152	6
150	100	GX16d	CMH150/PAR64/942/GX16d/MFL	88542	47,000	Medium	18x15	13x11	4200	U	8,000	152	6
150	100	GX16d	CMH150/PAR64/942/GX16d/WFL	88541	16,000	Wide	25x20	18x15	4200	U	8,000	152	6
ConstantColor™ CMH - PAR56													
150	95	GX16d	CMH150/PAR56/830/GX16d/SP	22693	80,000	SP	68x63	14x19	3000	U	5,000	127	6
150	95	GX16d	CMH150/PAR56/830/GX16d/MFL	22694	60,000	MFL	74x65	19x22	3000	U	5,000	127	6
150	95	GX16d	CMH150/PAR56/830/GX16d/WFL	22696	50,000	WFL	81x67	29x23	3000	U	5,000	127	6
150	100	GX16d	CMH150/PAR56/942/GX16d/SP	22697	80,000	SP	68x63	14x19	4200	U	5,000	127	6
Wattage (W)	Volts (V)	Cap	Product Description	Product Code	Lumen (lm)	Beam Type	Beam 10%	Beam 50%	CCT (K)	Operating position	Life (h)	Length (mm)	Pack Qty
CSS													
140	85	GY9.5	CSS150/850/GY9.5	88485	10,000	48	22	30	5000	V80+90	1,000	48	10
Wattage (W)	Volts (V)	Cap	Product Description	Product Code	Lumen (lm)	Beam 10%	Beam 50%	CCT (K)	Operating position	Life (h)	Length (mm)	Pack Qty	
CSI/CID													
400	100	Special	99-0201 CSI	88495	32,000	-	-	4000+400	V80+90	500	55	1	
1000	77	G22	99-0221 CSI	88494	90,000	-	-	4000+400	V80+90	500	115	1	
1000	77	G38	99-1222 CSI CS	88514	1,350,000	18	6	3800+500	U	3,500	80	1	
1000	77	G38	99-1A22 CSI HR	88513	1,350,000	18	6	3800+500	U	3,500	80	1	
1000	77	G22	99-0222 CID	88493	70,000	-	-	5500+400	B0TH	500	115	1	



Drossel

HI 250–2000 W, HS 250–1000 W, HM 250–1000 W

Magnetische Vorschaltgeräte
Natriumdampf-Hochdrucklampen, Metalldampf-Halogenlampen und Quecksilberdampf-Hochdrucklampen

OGI/OGLI/OGGIS/OGLS 250–2000 W

- $t_w = 130\text{ }^\circ\text{C}$
- reversibler Temperaturschalter
- Auslösetemperatur $155\text{ }^\circ\text{C}$

Verpackung:	Code	Karton	Palette
OGI/OGGIS	1	2	72
OGI/OGGIS	2	6	216
OGGIS/OGLS	3	4	144
OGLI	4	5	180
OGGIS/OGLS	5	3	108
OGLI	6	34	34

Bild 1

Schraubklemme 1–4 mm²

Bild 2

Schraubklemme 1–6 mm²

Approbiert:
EN 60922/923

Lampe		Vorschaltgerät													
Typ	Watt- age	Lampen- nenn- strom A	Typ	Artikel- nummer	Spannung V	Tempe- ratur- schutz	Bild	Ver- packung Code	Länge L mm	Kern- länge KL	Lochab- stand D1 mm	Gewicht kg	ΔT K	Eigen- verbrauch W	λ verbrauch
HM	250	2,15	OGL 250W 30 220-240 V 50 Hz	27002358	220/230/240	–	1	2	84	30	70	2,47	65	18,7	0,54
HI/HS	250	3	OGGIS 250W 40 230-250 V 50 Hz	27002347	230/240/250	ja	1	2	94	40	80	3,13	70	25,5	0,39
HI/HS	250	3	OGGIS 250W 60 230-250 V 50 Hz	27002356	230/240/250	ja	1	3	114	60	100	4,34	50	21,6	0,40
HM	400	3,25	OGL 400W 40 220-240 V 50 Hz	27002359	220/230/240	–	1	2	94	40	80	3,05	75	25,1	0,57
HI	400	3,5	OGLI 400W 50 230-250 V 50 Hz	27002363	230/240/250	ja	1	4	104	50	90	3,73	66/55	25	0,46/0,53
HI/HS	400	4,6/3,5	OGGIS 400W 80 230/240 V 50 Hz	27002352	230/240	ja	1	5	134	80	120	5,46	65/40	19,2/30,0	0,40/0,50
HS	400	4,6	OGLS 400W 60 230 V 50 Hz	27002360	230	–	1	3	114	60	100	4,12	75	30,8	0,38
HS	400	4,6	OGLS 400W 60 220-240 V 50 Hz	27002362	220/230/240	ja	1	3	114	60	100	4,28	75	32,6	0,38
HS	400	4,6	OGLS 400 E023W 230-250 V 50 Hz	27002361	230/240/250	ja	1	5	154	100	140	6,62	55	28,4	0,39
HS	600	6,2	OGLS 600W 100 220-240 V 50 Hz	27002353	220/230/240	–	1	2	154	100	140	6,65	65/55	35	0,44/0,46
HM	1000	7,5	OGL 1000W 120 220-240 V 50 Hz	27002351	220/230/240	–	1	1	174	120	160	7,75	70	40	0,64
HI/HS	1000	10,3/9,3	OGGIS 1000W 140 220-240 V 50 Hz	27002346	220/230/240	–	2	1	194	140	180	9,35	70/65/55	50,4	0,45/0,50/0,56
HI/HS	1000	10,3/9,3	OGGIS 1000 A024W 220-240 V 50 Hz	27002350	220/230/240	ja	2	1	194	140	180	9,35	70/65/55	50,4	0,45/0,50/0,56
HI	2000	8,8	OGLI 2000W 160 380-415 V 50 Hz	27002348	380/400/415	–	2	6	214	160	200	10,45	80	58,2	0,57
HI	2000	8,8	OGLI 2000W 160 380-415 V 50 Hz	27002357	380/400/415	–	2	6	214	160	200	10,45	80	58,2	0,57

Ⓞ kein ENEC-Prüfzeichen

Kompensation			
Typ	Artikel- nummer	Parallel	
		Kondensator $\mu\text{F} \pm 10\%$ 250 V	Netzstrom A Ⓞ
OGL 250W 30 220-240 V 50 Hz	27002358	18	1,25
OGGIS 250W 40 230-250 V 50 Hz	27002347	32	1,35
OGGIS 250W 60 230-250 V 50 Hz	27002356	32	1,35
OGL 400W 40 220-240 V 50 Hz	27002359	25	2,0
OGLI 400W 50 230-250 V 50 Hz	27002363	30	2,1
OGGIS 400W 80 230/240 V 50 Hz	27002352	45	2,1
OGLS 400W 60 230 V 50 Hz	27002360	50	1,97
OGLS 400W 60 220-240 V 50 Hz	27002362	50	1,97
OGLS 400 E023W 230-250 V 50 Hz	27002361	50	1,97
OGLS 600W 100 220-240 V 50 Hz	27002353	60	3,1
OGL 1000W 120 220-240 V 50 Hz	27002351	60	4,6
OGGIS 1000W 140 220-240 V 50 Hz	27002346	85	5,1
OGGIS 1000 A024W 220-240 V 50 Hz	27002350	85	5,1
OGLI 2000W 160 380-415 V 50 Hz	27002348	37 Ⓞ	6,0
OGLI 2000W 160 380-415 V 50 Hz	27002357	37 Ⓞ	6,0

Ⓞ $\lambda > 0,9$
Ⓞ 450 V

Schaltung OGI

Schaltung OGLS, OGLI, OGLS

TRIDONIC

Datenblatt 02/07-669-0 Druckfehler und technische Änderungen vorbehalten.

Zündgerät

HI 35-1.000W, HS 50-1.000W

Impulserzündgeräte mit Timer-Funktion und Puls/Pause-Betrieb
Nur zu verwenden mit TridonicAtco-Vorschaltgeräten der Klasse P

ZRM 2300/ZRM 4000 Impulserzündgeräte

* nur ZRM 4000 B101
** EMC-Zertifizierung nur auftrifft für:
ZRM 2300 C201 und ZRM 4000 C201

- Snap-In Zapfen
- Schutzklasse IP 20
- Anschluss über flexible Leitungen 3 x 0,75 mm²
- Kabellänge 340/340/340 mm

ZRM 2300 C201:

- Natriumdampflampen HS 50 – 70W

ZRM 4000 B101:

- Natriumdampflampen HS 100 – 400W

ZRM 4000 C201:

- Natriumdampflampen HS 100 – 1.000W
Halogen-Metaldampflampen HI 35 – 1.000W

Puls/Pause-Betrieb:
(nur ZRM 2300 C201 und ZRM 4000 C201)

Pulszeit: 16s
Pausezeit: 112s
Gesamtzeit bis zur Abschaltung: 15min

Approbiert:
ZRM 2300 C201,
ZRM 4000 C201:
EN 60928/929

ZRM 4000 B101:
EN 60928

Typ		ZRM 2300 C201	ZRM 4000 B101	ZRM 4000 C201
Artikelnummer		87500000	87500002	87500001
zulässige Eingangsspannung	V	198 – 254	198 – 254	198 – 254
Netzfrequenz	Hz	50	50	50
Zündspannung	kV _p	2,3	4,5	4,5
Impulszahl pro Netzhalbwelle		1	1	1
Phasenlage des Zündimpulses	°el	60 – 90 / 240 – 270	60 – 90 / 240 – 270	60 – 90 / 240 – 270
Ab- und Einschaltspannung	V	160 – 198	160 – 198	160 – 198
Impulsbreite bei 90 % Zündspannung	µs	2	2	2
Timer	min	15	1 – 10	15
zulässige Belastungskapazität	pF	2.000	2.000	2.000
max. zulässige Gehäusetemperatur t _c	°C	80	80	80
min. zulässige Umgebungstemperatur	°C	-40	-40	-40

Leitungslängen ZRM 2300 C201:

Lampe	Leistung (W)	Länge (m)
Natriumdampf-Hochdruck	50	12
	70	12

Leitungslängen ZRM 4000 C201:

Lampe	Leistung (W)	Länge (m)
Natriumdampf-Hochdruck (Standard)	100	24
	150	20
	250	12
	400	12
	250	3
Natriumdampf-Hochdruck (hoher Lumenoutput)	400	2
	35	1
Metaldampf-Halogenlampen	70	4
	100	5
	150	1
	250	3
	400	2

Datenblatt 04/07-697-0 Druckfehler und technische Änderungen vorbehalten.

Lüfter

9956 M

AC-Axiallüfter



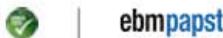
ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG
Hermann-Papst-Straße 1
D-78112 St. Georgen
Phone +49 7724 81-0
Fax +49 7724 81-1309
info2@de.ebmpapst.com
www.ebmpapst.com

Nenndaten

Typ		9956 M
Phase		1~
Nennspannung	VAC	230
Frequenz	Hz	50
Drehzahl	min ⁻¹	2250
Leistungsaufnahme	W	10,0
Min. Umgebungstemperatur	°C	-40
Max. Umgebungstemperatur	°C	80
Volumenstrom	m ³ /h	104
Schalleistungspegel	B	4,7
Schalldruckpegel	dB(A)	35

mb = max. Belastung mw = max. Wirkungsgrad fb = freiblasend kc = Kundenvorgabe kg = Kundengerät
Änderungen vorbehalten

Webdatenblatt X1 · Seite 1 von 4



ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG · Hermann-Papst-Straße 1 · D-78112 St. Georgen · Phone +49 7724 81-0 · Fax +49 7724 81-1309 · info2@de.ebmpapst.com · www.ebmpapst.com

9956 M

AC-Axiallüfter

Technische Beschreibung

Allgemeine Beschreibung	Wechselspannungslüfter mit Innenläufer-Spaltpolmotor. Geschützt gegen Überlastung durch Impedanzschutz. Lüftergehäuse aus Metall, Flügelrad aus mineralverstärktem Kunststoff PA. Über Stege blasend. Drehrichtung auf Rotor gesehen links. Elektrischer Anschluss an 2 Flachstecker 2,8 x 0,5 mm. Lüftergehäuse mit Erdungsöse für Gewindeschraube M4. Masse 320 g. Bitte beachten Sie unsere neue Baureihe ACmaxx. Bei identischen Befestigungsmaßen und Spannungen erreicht diese Baureihe eine höhere Energieeffizienz.
Masse	0,325 kg
Abmessungen	119 x 119 x 25 mm
Material Laufrad	Mineralverstärkter Kunststoff PA
Material Gehäuse	Metall
Förderrichtung	Über Stege blasend
Drehrichtung	Links, auf Rotor gesehen
Lagerung	Kugellager
Lebensdauer L10 bei 40 °C	57500 h
Lebensdauer L10 bei max. Temperatur	22500 h
Anschlussleitung	2 Flachstecker 2,8 x 0,5 mm
Motorschutz	Geschützt gegen Überlastung durch Impedanzschutz
Zulassung	VDE, CSA, UL, CE

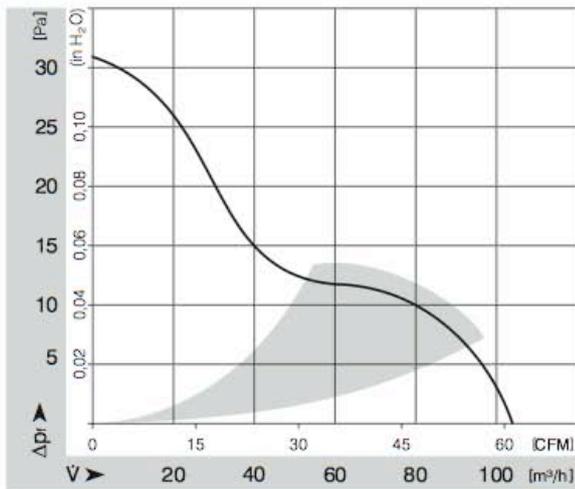


9956 M	AC-Axiallüfter
Produktzeichnung	
Webdatenblatt XI - Seite 3 von 4	
ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG · Hermann-Papst-Straße 1 · D-78112 St. Georgen · Phone +49 7724 81-0 · Fax +49 7724 81-1309 · info2@de.ebmpapst.com · www.ebmpapst.com	

9956 M

AC-Axiallüfter

Kennlinien: Luftleistung



Webdatenblatt X1 · Seite 4 von 4



ebmpapst

ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG · Hermann-Papst-Straße 1 · D-78112 St. Georgen · Phone +49 7724 81-0 · Fax +49 7724 81-1309 · info2@de.ebmpapst.com · www.ebmpapst.com