Zeitschrift: Werk, Bauen + Wohnen
Herausgeber: Bund Schweizer Architekten
Band: 67 (1980)
Heft: 12: Museen

Artikel: Beleuchtung von Museumsräumen
Autor: Bella, Peter / Bartenbach, Christian
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-51548

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Peter Balla
Christian Bartenbach

Beleuchtung von Museumsräumen

Eclairage des salles de musée

The lighting of museum rooms

Im ersten Teil beschreiben wir die Grundlagen, und danach folgt die Besprechung von drei Anlagen:
- Wallraf-Richartz-Museum und Museum Ludwig, Köln
- Kunstmuseum Bern
- Kunsthalle Karlsruhe

Raum- und Bildwahrnehmung

Zuerst möchten wir über die Wahrnehmungsstufen sprechen, über die Zusammenhänge von Raumwahrnehmung und Bildwahrnehmung.

Stufe I ist die Grundwahrnehmung oder Grundorientierung im Raum. Sie dient zur Raumübersicht, zur Raumunterscheidung, Erfassung der Wegführung; Eindruck der architektonischen Gestaltung; Erfassung der Baustruktur.

Stufe II: Bild und Objekte im Ausstellungsraum. Erfassung des Bildes in seiner direkten Umgebung. Gesamtwirkung des Bildes und der Bildträger/Objektträger. Hier wirkt die mittlere Stufe der Wahrnehmung, sie dient der Gesamterkennbarkeit des Bildes. Sie dient zur Beurteilung der Gesamtwirkung des Bildes in seiner Komposition. Hier spielt schon die mögliche Spiegelung der Oberfläche des Bildes (Verglasung oder Lakkierung) eine Rolle, weil helle Raumteile sich im Bild spiegeln können. Man muss bedenken, dass heute praktisch alle Bilder – aus Sicherheitsgründen – verglast werden.

Stufe III dient zur Detailerkennbarkeit. Hier werden die Details im Bild studiert, da werden Ausschnitte aus der Nähe betrachtet. Da wird die Wiedergabe der Farben bedeutend, auch die Farb- und Formkontraste im Bild. Hier können die Spiegelungen im Bild zu beträchtlichen Verfälschungen des Werkes führen. In einer eigenen Versuchsserie haben wir drei gleiche Bilder, ohne Glas, mit gewöhnlichem Glas und mit reflexfreiem Glas, getestet und dabei festgestellt, dass vor allem die letzteren Gläser zu groben Verfälschungen des Bildinhaltes führen.

Die generelle Forderung an das Kunst- und Tageslicht im Museum lautet: die Leuchtdichte des Bildes und die Leuchtdichte des Raumes müssen in einer solchen Relation zueinander stehen, dass die Wahrnehmung des Bildes optimal geschehen kann. Wir können das Bild als Imfeld bezeichnen, Imfeld-Leuchtdichte: L_i, und den Raum als Umfeld, Umfeld-Leuchtdichte: L_u, für Wand, Decke, Boden und Lichtsysteme.

$$L_u = \frac{L_i}{2}$$

stellt die allgemeine Forderung auch für Arbeitsplätze, Schulen usw. dar und gilt im Museum für die ruhende Situation, das heisst: ohne bewegte Personen im Raum. Da diese Situation nie vorkommt, müssen wir die Forderungen wegen der möglichen Spiegelungen im Bild erhöhen – resultierend aus eigenen Versuchen:

$$L_u = \frac{L_i}{5}.$$

Die allgemeine Forderung an die Vertikalbeleuchtungstärke in Museen beträgt 50 bis 300 Lx. Daraus folgt eine Leuchtdichte des Bildes

$L_i = 5\ cd/m^2 - 80\ cd/m^2$

(cd = Candela)

bei Reflexionsgraden der Bilder zwischen 30 und 80%. Die Umgebungs-Leuchtdichte wäre somit begrenzt auf

$$L_u = \frac{L_i}{5} = 1\ cd/m^2 - 16\ cd/m^2$$

Die untere Grenze müssen wir aus psychologischen Gründen der Raumwahrnehmung auf 2 cd/m² korrigieren. Das führt bei der Imfeld-Leuchtdichte zur unteren Grenze: $L_i = 10\ cd/m^2$, welche noch für die ungestörte Detailwahrnehmung vertretbar ist. Das ist die unterste Limite, wo das Sehen auch schon bei relativ langen Adaptationszeiten funktioniert. Es ist auch so, dass in der Wirklichkeit die 50-Lx-Beleuchtungsstärke hauptsächlich bei empfindlichen Grafiken gefordert wird. Diese weisen aber oft einen Reflexionsgrad von 80% auf, d.h. 50 Lx×0,8 = 13 cd/m². Wir können somit die Imfeld-Leuchtdichte zwischen 10 und 80 cd/m² annehmen. Daraus folgt die Forderung für den Raum, für die Umfeld-Leuchtdichten:

$L_u = 2 - 16\ cd/m^2$

Zur Illustration dieser Helligkeitsstufen im Raum können wir folgende Beispiele anführen: Die dunkelste Farbe hätte einen Reflexionsgrad von 14%, das entspricht einer mitteldunkelgrauen Farbe. Diese Helligkeit würde auch einer Mischung von Signalrot und Dunkelrot entsprechen. Hiebei spielt die psychologische Helligkeit eine grosse Rolle, das heisst, die rote Farbe würde wesentlich heller erscheinen als das graue Muster, obwohl physikalisch beide gleich hell sind.

Der psychologische Helligkeitseindruck führte uns auch zur folgenden Überlegung: Statt relativ dunkle (z.B. 14%) diffusreflektierende Anstriche für die Bildträger zu verwenden, schlagen wir Materialien vor, welche das Licht gerichtet reflektieren. Unsere Untersuchungen haben gezeigt, dass genügend Stoffe auf dem Markt sind, welche diese Eigenschaften bereits aufweisen: z.B. Vertiso-Stoffe, Vertikallamellen in heller Farbe. Diese erscheinen hell – unterstützt auch durch die *begriffliche* Wahrnehmung –, sind aber physikalisch in der Eigenhelligkeit steuerbar: durch die entsprechende Positionierung der Lichtquelle zu den Augen des Betrachters.

Hier können wir noch eine weitere Forderung an die Lage des Lichtsystems stellen: Weil wir die Kleidung der Besucher nicht vorschreiben können (dunkle

Farben), können wir die Eigenspiegelung der Leute dadurch vermeiden, dass wir auf die Besucher möglichst wenig Licht fallen lassen.

Diese Prämissen führen zu Lichtsystemen, welche das Tages- und Kunstlicht gerichtet und in relativ steilem Winkel auf die Bilder/Objekte lenken. Da die Lichtsysteme/Lichtöffnungen Teil des Raumes sind, dürfen ihre Eigenleuchtdichten die oben geforderten Werte auch nicht übersteigen. Die Eigenleuchtdichte der weiteren Raumelemente wie Decke und Fussboden ist leichter in den geforderten Werten zu halten, weil diese nicht direkt beleuchtet werden und mit der Materialwahl leichter zu korrigieren sind.

Prämissen von den Lichtarten

Kunstlicht

Auch die Kunstlichtarten haben für die Objekte/Bilder schädliche Strahlungsanteile. Dies ist ein weites Forschungsfeld, und das Eingehen darauf würde den Rahmen dieses Artikels sprengen. Wir verwenden die heute am besten qualifizierten Lichtquellen: Leuchtstofflampen mit geringer UV-Strahlung und mit zusätzlichen Filtern oder Halogenglühlampen mit Infrarotfiltern.

Tageslicht

Seine Bedeutung ist für die Wahrnehmung der Farben sehr gross. «Ein echtes Museum müsste immer mit Tageslicht beleuchtet sein» – dies ist die Forderung von Künstlern und von Nutzern: Konservatoren und Publikum.

Die sogenannten reinen Kunstlichtmuseen haben sich nicht bewährt. Beim Tageslicht müssen aber die für die Bilder schädlichen Strahlungsanteile und – für die Klimatisierung der Räume – die Wärmeeinwirkung generell vermieden werden. Dies fordert vor allem geeignete Sonnenschutzsysteme.

Man sollte generell versuchen, nur die Himmelsanteile als Lichtgeber zu benutzen, die ausserhalb der Sonnenstrahlung liegen. Aussenjalousien oder Sonnenlamellen (Blenden) wie auch Glasdächer mit Diffusdecken lassen noch zuviel Sonnenanteile in diffuser Strahlung durch. Darüber hinaus überschreiten diese Systeme in ihrer Eigenleuchtdichte die weiter oben geforderten Werte. Unser Bestreben ist es, die Sonnenstrahlen möglichst ganz draussen zu halten. Dies ist nur mit optischen Systemen (Prismen oder Spiegeln) möglich.

Die Eigenleuchtdichte solcher Systeme bleibt aber auch innerhalb der geforderten Werte.

Besprechung der Anlagen Wallraf-Richartz-Museum und Museum Ludwig in Köln

Die Voraussetzungen:

Dies ist ein Tageslichtmuseum, hauptsächlich für Bilder bzw. flächige Objekte.

Die Vertikalbeleuchtungsstärke soll 300–400 Lx auf den Bildern betragen.

Bei dem Helligkeitsbereich der Objekte von 20 bis 90% Reflexion (ρ = 0,2–0,9) ergeben sich damit folgende Leuchtdichtewerte:

L_{Obj}: (0,2–0,9) × (300–400 Lx)
= 20–120 cd/m²

Nimmt man – wie oben beschrieben – den stabilen Wahrnehmungsbereich als Kriterium an, so ergibt sich für die Umgebungsleuchtdichte:

$L_u \overline{\overline{<}}$ 10–60 cd/m²

wobei aus unseren psychologischen Untersuchungen hervorgeht, dass in den unteren Leuchtdichtebereichen die Imfeld- und Umfeld-Leuchtdichte gleiche Werte annehmen kann.

Imfeld: Bild/Objekt

Umfeld: raumschliessende Elemente inklusive Lichtsysteme

Vergleich von drei Systemlösungen:

A Projekt Shedsystem

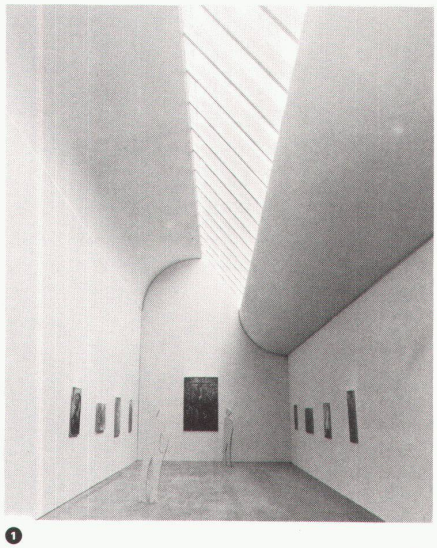
B Zenitsystem

C Optimiertes Shedsystem

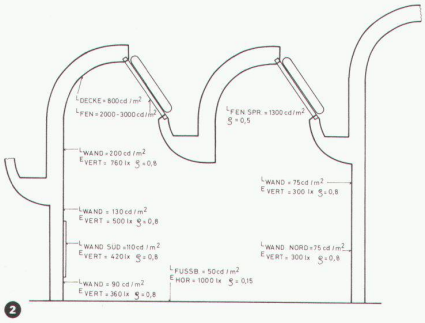
A. Das Projekt des Museums stammt von den Architekten Busmann & Haberer, Köln, und ist charakterisiert durch das Shed-Lichtsystem. Da die Lichtöffnungen nach Norden ausgerichtet sein müssen, ist der Lichteinfall auf die Ausstellungswände und damit auf die Objekte asymmetrisch. So zeigt es sich bei den Beleuchtungsstärkeverläufen, dass die Südwand die doppelte bis vierfache Lichtmenge aufweist gegenüber der Nordwand. Dies ist klar ersichtlich auf dem Modellfoto des einachsigen Raumes (Bild 1); die Nordwand wird nur durch indirektes Licht von der Südwand erhellt. Die Shed-Oberteile weisen bis zur fünffachen Beleuchtungsstärke auf gegenüber den Bildern. Entsprechend sind hier die Leuchtdichten weit über der Grenze der geforderten Werte. Noch schlimmer sind die Fensterflächen selber, welche die Leuchtdichte des Himmels direkt vermitteln.

Da die aktive Wahrnehmung informativ den gesamten Raum erfasst und der Adaptationsverlauf eine Funktion der Zeit ist, die sich vom Hellen zum Dunkeln noch verschärft, sind diese

Vor- und Nachteile von Sonnenschutzsystemen		
Oberfläche	Elemente feststehend	Elemente beweglich
Oberfläche diffus reflektierend	*Vorteil:* keine beweglichen Teile *Nachteil:* Eigenleuchtdichte, schlechtes Verhältnis zwischen Eigenleuchtdichte und eintretendem Lichtstrom	*Vorteil:* Steuerbarkeit des eintretenden Lichtstromes *Nachteil:* Eigenleuchtdichte und damit schlechtes Verhältnis zum Lichtstrom. Hohe Kosten für die Steuerung
Oberfläche gerichtet reflektierend	*Vorteil:* keine beweglichen Teile, geringe Eigenleuchtdichte, guter Wirkungsgrad durch Selektieren der Sonnenstrahlen und des Himmels *Nachteil:* keine Steuerungsmöglichkeit	*Vorteil:* Steuerbarkeit der Eigenleuchtdichte, hoher Wirkungsgrad *Nachteil:* technisch aufwendig, hohe Betriebskosten



1



2

Blendungserscheinungen, bezogen auf die Wahrnehmung der Bilder, erheblich störend.

Die folgende Tabelle zeigt die gemessenen Leuchtdichtewerte bei einer Vertikalbeleuchtungsstärke von 300 Lx an der Nordwand (s. Bild 2):

Decke	$L_D = 200–800$ cd/m²
Fussboden	$L_F = 25–50$ cd/m²
Wände	$L_{WNord} = 75$ cd/m²
	$L_{WSüd} = 90–200$ cd/m²
Fenster	$L_{Fe} = 2000–3000$ cd/m²
Fenstersprossen	$L_{Fs} = 1300$ cd/m²
Aussenlamellen	$L_{Al} = 1300$ cd/m²

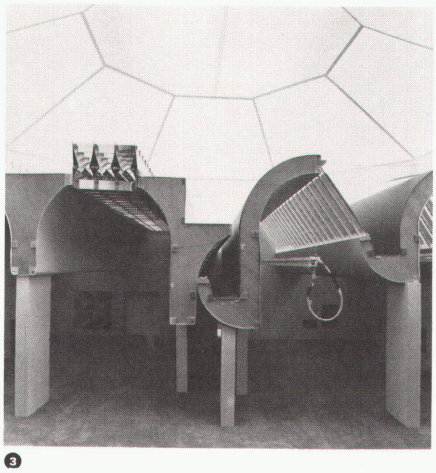
Zur Erinnerung die geforderten Umfeld-Leuchtdichten für alle raumbildenden Elemente:

$L_u = 10–60$ cd/m²

Verbesserungen sind möglich, wenn man

- die Aussenlamellen so ausbildet, dass sie weniger blenden,
- für die Fenster Absorptionsscheiben (dunkle, aber neutrale Farbe) verwendet.

Dadurch werden die störenden Leuchtdichten vermindert, gleichzeitig sinkt aber generell die Beleuchtungsstärke, was vor allem für die Nordwand nachteilig werden kann.



3

Die beschriebenen Phänomene sind auf den Fotos von unseren Simulationsmodellen (Mst. 1:10) deutlich sichtbar. Hiebei ist vielleicht darauf hinzuweisen, dass unser Simulationssystem nicht nur der Visualisierung dient, sondern auch Messungen bis zu 5% Genauigkeit ermöglicht.

Wie aus dem Modellfoto (s. Bild 3) ersichtlich, bietet die Positionierung der Kunstlichtsysteme einige Probleme für diese Raum-Form: ist die Position richtig, so wird der Raum zerschnitten. Es entstanden deshalb unzählige Varianten aus der Forderung heraus, dass bei reiner Kunstlichtsituation die Ausstellungswände Nord und Süd gleichwertig beleuchtet sein sollen, was auch dem normalen Empfinden entsprechen würde.

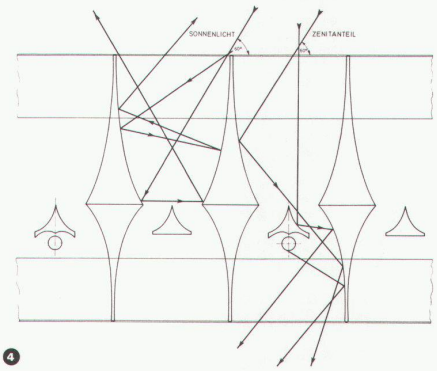
B. Das «Zenit»-Lichtsystem (vom Ingenieurbüro Bartenbach & Balla)

Es ist aus folgenden Überlegungen entstanden:

- Die Anordnung der Ausstellungswände Nord und Süd erfolgt symmetrisch.
- Die optimale Ausleuchtung der ebenfalls symmetrisch ausgestellten Objekte verlangt daher eine symmetrisch gerichtete Lichtführung.

Dieses Lichtsystem ist dadurch charakterisiert, dass die einfallenden Sonnenstrahlen (Himmelsbereich von 0 bis 60°) zurückgespiegelt werden, wodurch nur minimale Wärme in den Raum dringt. Der verbleibende Ausschnitt des Zenithimmels von 2×30° wird in den Innenraum geführt in einer solchen Verteilung, dass die Hauptanteile auf die Ausstellungsobjekte gerichtet werden (s. Bild 4).

Die Eigenhelligkeit des Lichtsystems ist für den Betrachter der Bilder minimal, also entsteht von da her keine Störung. Die Lichtverhältnisse im Raum bleiben untereinander gleich, man erlebt



4

aber die auftretenden Tageslichtschwankungen noch deutlich in ihrer Helligkeit und auch in ihrer Lichtfarbe. Das ist ein wichtiger Gegensatz zum konstanten Kunstlicht.

Die Umgebungsleuchtdichten bleiben in dem geforderten Rahmen, die Wahrnehmung ist stabilisiert, die Aufmerksamkeit kann auf das Informationsangebot ausgerichtet werden. Dadurch werden die Bilder in ihrer Gesamtheit zum *wesentlichen* Teil des Museums. Zum Vergleich die Messwerte der Umgebungsleuchtdichten bei einer Vertikalbeleuchtungsstärke von 300 Lx an den Bildern:

Deckenleuchtdichte	$L_D = 40$ cd/m²
Fussbodenleuchtdichte	$L_F = 30$ cd/m²
Objektträger	$L_{WNord} = 60–78$ cd/m²
Objektträger	$L_{WSüd} = 60–78$ cd/m²
Reflektorleuchtdichte	$L_{Refl.} = 30–60$ cd/m²

Das Kunstlicht ist ins Tageslichtsystem integriert und hat eine symmetrische Verteilung (s. Bild 5).

Diese Lösung führte zu einer ruhi-

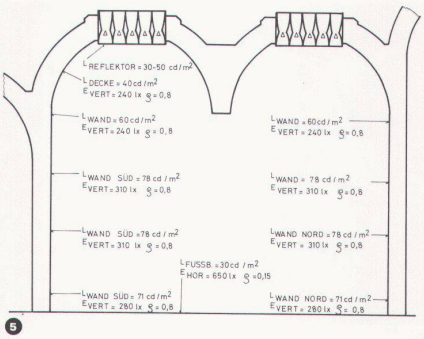
Wallraf-Richartz Museum, Köln / Musée Wallraf-Richartz, Cologne / Wallraf-Richartz Museum, Köln

1 Modellfoto des einachsigen Raumes / Photo de maquette de l'espace organisé autour d'un seul axe / Model picture of a room with one axis only

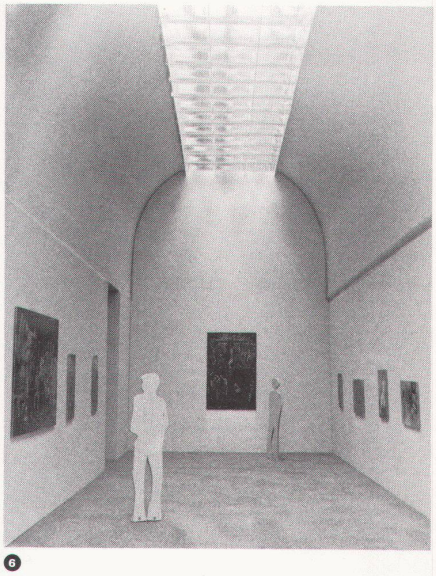
2 Schnitt Projekt mit Shedsystem, Messwerte / Coupe du projet avec système shed, valeurs mesurées / Cross-section: project with shed-system, measuring results

3 Modellfoto mit Shed- und Zenitalsystem / Photo de maquette avec système shed et système zénithal / Model picture showing both the shed-system and the zenithal system

4 Lichtverteilung beim Zenitalsystem / Distribution de la lumière due au système zénithal / The diffusion of light when using the zenithal system



5



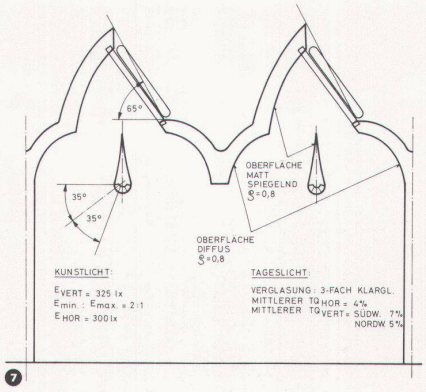
6

gen Bauform (s. Bild 6). Da von den Architekten die dynamische Raumform (Projekt A) bevorzugt wurde: intensiveres Raumerlebnis, direkte Sicht nach aussen in den Himmel und teilweise auf den Kölner Dom, nicht zuletzt die Erscheinung der Raumform gegen aussen: Bauform und Silhouette, versuchten wir eine Optimierung des Shed-Systems.

C) Optimiertes Shed-System

Lage und Grösse des Shed-Fensters bleiben gleich, der Lichteinfall ist also asymmetrisch, und die Sonne wird völlig draussengehalten. Unterhalb dieses Kuppelteils wird das Dach aber symmetrisch geformt. In der Achse der Kuppel wird ein tropfenförmiges Lichtlenkelement vorgeschlagen, in das auch das Kunstlicht integriert werden kann. Die Oberfläche dieses Elements und die der Shed-Kuppel sind matt spiegelnd. Die übrigen Dach- und Wandflächen können einen Anstrich erhalten, der das Licht diffus verteilt.

Die Messungen im Modellraum haben folgende interessante Resultate gezeigt (s. Bild 7): Trotz der asymmetrisch angeordneten Lichtöffnung stehen die Lichtverhältnisse an der Nord- und Süd-



7

wand in einer Relation von 5 zu 7. Solche Unterschiede können nicht mehr wahrgenommen werden; die Beleuchtungsstärke scheint also an beiden Wänden gleich zu sein. Die Leuchtdichteverhältnisse Infeld und Umfeld entsprechen den an sie gestellten Forderungen. Die mittleren Werte für die Tageslichtquotienten liegen bei der Shed-Lösung A bei 4%, bei der Shed-Lösung C bei 6%. Da 4% als ausreichend betrachtet werden können, könnte man bei C die Fensterflächen reduzieren, also Bau- und Betriebskosten (Klimatisierung) sparen. Die Bauform kann noch weitgehend optimiert werden ohne Beeinträchtigung der Lichtführung.

Die drei Systemstudien waren sehr ergiebig, und man war zufrieden, im System C eine – in möglichst allen Belangen – geeignete Lösung gefunden zu haben. Nutzer, Bauherrschaft und Architekten haben sich auf die Lösung A geeinigt. Die Nachteile für die Bildwahrnehmung wie Blendung und labile Raumausleuchtung hat man in Kauf genommen zugunsten einer spannungsreicheren Raumform. Das Kunstlicht wird in die Sheds integriert in der Form von zweiflammigen «Slim-Line»-Röhren (ähnlich wie Neon), welche alle 90 cm an den Fenstersprossen montiert sind. Da das Tageslicht sowieso blendet, kann das Kunstlicht es auch tun. Gleich verhält es sich auch mit der Asymmetrie.

Kunstmuseum Bern

Das Atelier 5, Architekten und Planer in Bern, ist zum Wettbewerb für die Erweiterung und den Umbau des Kunstmuseums eingeladen worden und hat den ersten Preis gewonnen. Zur Überarbeitung der Lichtsysteme ist unser Büro 1977 beigezogen worden. Wir stehen jetzt in der Ausführungsplanung.

Nach der Bestimmung der Grundforderungen:

- stabile Wahrnehmungssituation in den Ausstellungsräumen
- lichttechnische Prämissen
- geographische Situation in Bern
- Optimierung des Energiehaushaltes

entstand ein Planungsprozess in gemeinsamer Interaktion mit der Bauherrschaft und den Architekten.

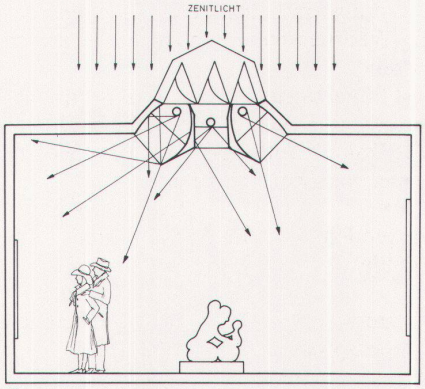
Aus diesem Prozess möchten wir zwei Entwicklungen kurz darstellen:

a) Entwicklung des Tageslicht-Umlenk-Systems

Wir beziehen uns auf die umlaufenden Ausstellungsräume im Obergeschoss. Hier wird die Flexibilität der Raumgrössen in einer Achse gefordert. So entstand als erste Systemlösung ein durchgehendes Band in der Mitte der Räume (s. Bild 1).

Dieses Band ist dreiteilig: die zwei seitlichen dienen zur Beleuchtung der Wände, das mittlere zur Beleuchtung der Skulpturen. Wenn Skulpturen nicht ausgestellt werden, ist es besser, diese Öffnungen zu schliessen, um die Anleuchtung der Personen zu verhindern, sonst wären Störungen durch Spiegelung zu erwarten (s. Bild 2).

In einer zweiten Phase haben wir die Lichtbringer gegen die Wände verschoben (s. Bild 3). Dies hätte dann ein in den einzelnen Räumen umlaufendes



1

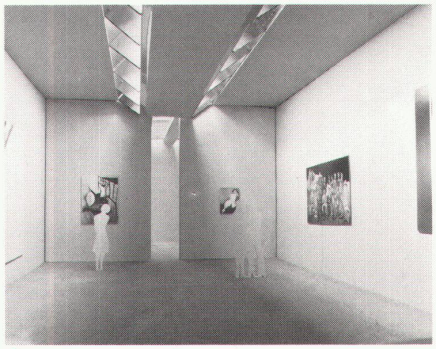
5
Schnitt Projekt mit Zenitalsystem, Messwerte / Coupe du projet avec système zénithal, valeurs mesurées / Cross-section: project with the zenithal system, measuring results

6
Zenitalsystem, Modellfoto / Système zénithal, photo de maquette / Zenithal system (model view)

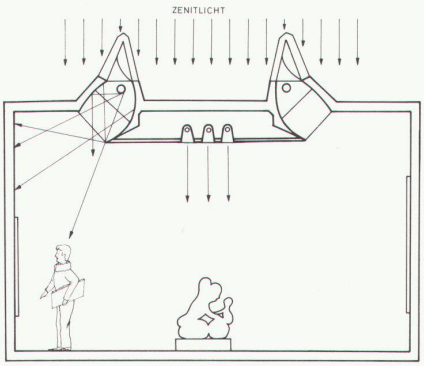
7
Schnitt Projekt mit optimiertem Shedsystem, Messwerte / Coupe du projet avec système shed perfectionné, valeurs mesurées / Cross-section: project with maximum improved shed-system, measuring results

Kunstmuseum Bern / Musée des Beaux-Arts de Berne / Art museum Bern

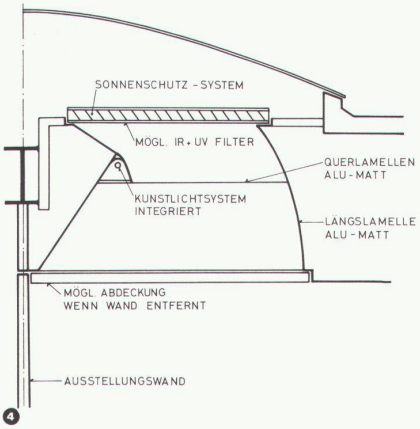
1
Tageslicht-Umlenksystem, Schnitt Phase I / Système de déviation de la lumière du jour, coupe première phase / Daylight-deflection system, cross-sections of phase I



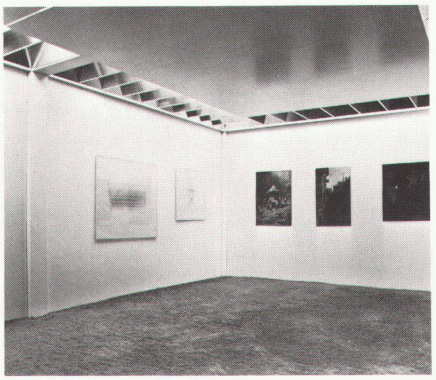
2



3

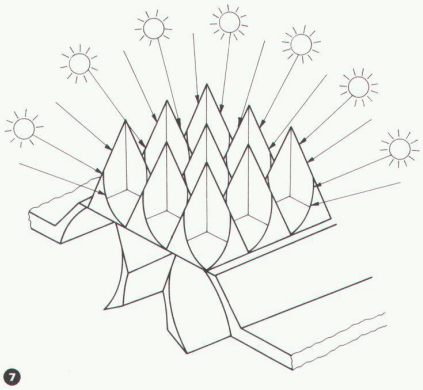


4

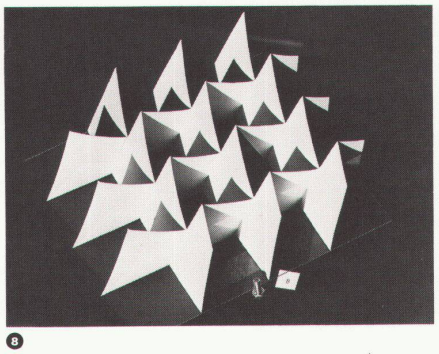


5

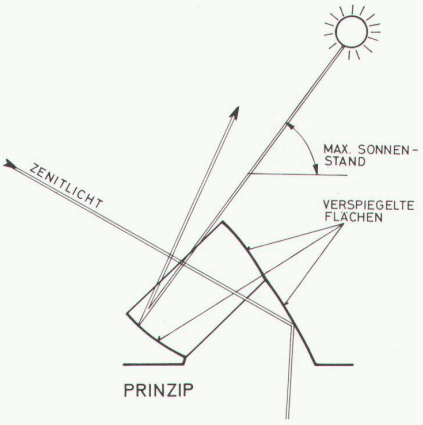
6

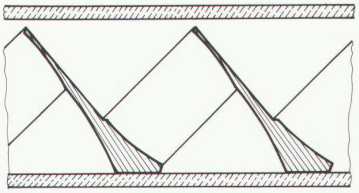


7



8





9

Band ergeben. Damit wären alle vier Wände gleichmässig ausgeleuchtet gewesen. Die Beleuchtung der Plastiken nach Bedarf wäre nur mit Kunstlicht vorgesehen gewesen, das durchaus dafür geeignet ist, da Skulpturen meistens nicht farbig sind, also die Farbwiedergabe fast keine Rolle spielt. Die Lichtintensität ist mit hochlumigen Lampen gewährleistet, nur die Lichtfarbe muss an das Tageslicht angepasst werden, damit am Tag keine Störungen der Farbadaptation entstehen.

In einer dritten Phase haben wir den heutigen Stand erreicht. Die Lichtbringer sind direkt an die Wand gerückt (s. Bild 4). Die Räume erhalten dadurch eine ruhige Decke. Das Weglassen der Zwischenwände fällt somit weniger auf als bei der vorherigen Lösung. Die Skulpturen werden nur mit Kunstlicht beleuchtet.

Die Modellfotos zeigen verschiedene Experimente der Wandbehandlung durch diffuse und spreizende Materialien (s. Bilder 5 und 6).

b) Entwicklungsweg des Sonnenschutzsystems

Da das Museum diagonal zur Sonnenbahn steht, musste man die schützenden Elemente entsprechend ausbilden. Es entstand ein System von Hüten, innen verspiegelt und aussen weiss, also diffus reflektierend. Die Form der Hüte ist so konstruiert, dass die Sonne nie hineinscheinen kann. Die übrigen Himmelsanteile gelangen voll in die Öffnungen und

2
Tageslicht-Umlenksystem, Modellfoto, mittleres Lichtband geschlossen / Système de déviation de la lumière du jour, photo de maquette, la rampe lumineuse du milieu est fermée / Daylight-deflection system (model view), middle beam of light closed

3
Tageslicht-Umlenksystem, Schnitt Phase II / Système de déviation de la lumière du jour, deuxième phase / Daylight-deflection system, cross-section of phase II

4
Tageslicht-Umlenksystem, Schnitt Phase III / Système de déviation de la lumière du jour, troisième phase / Daylight-deflection system, cross-section of phase III

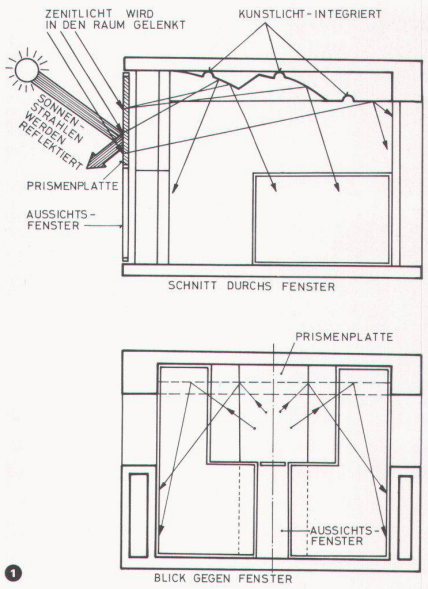
5
Modellfoto, weisse Wände / Photos de maquette, murs blancs / White walls (model view)

6
Modellfoto, Wände grau-spreizend / Photo de maquette, murs gris réfringents / Grey-spreading walls (model view)

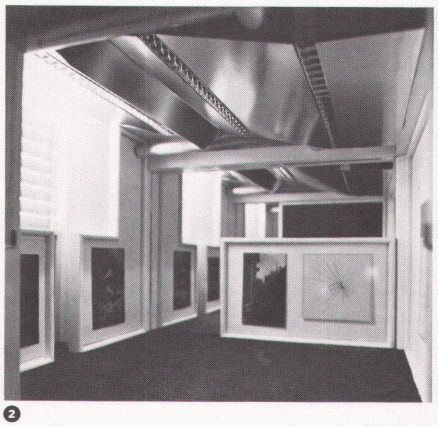
7
Isometrie Sonnenschutzsystem I / Isométrie du système de pare-soleil I / Isometric Sun Protection System I

8
Modellfoto Sonnenschutzsystem II / Photo de maquette du système de pare-soleil II / Sun Protection System II (model view)

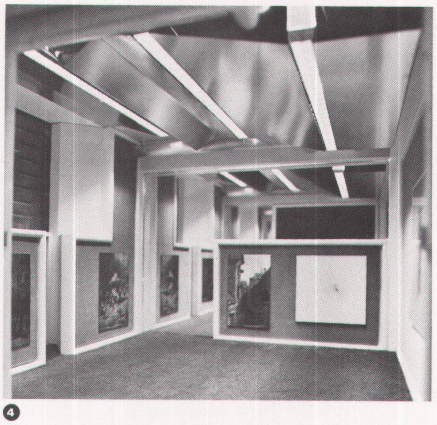
9
Sonnenschutzsystem III, Prinzip und Integration / Système de pare-soleil III, principe et intégration / Sun Protection System III, principle and integration



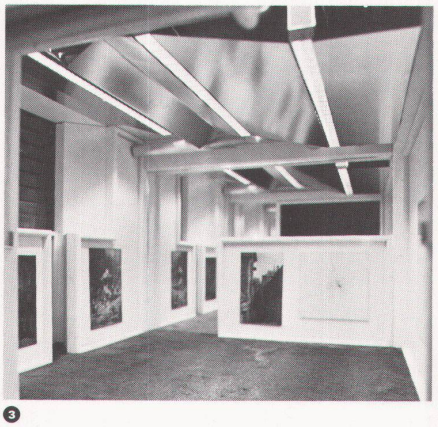
1



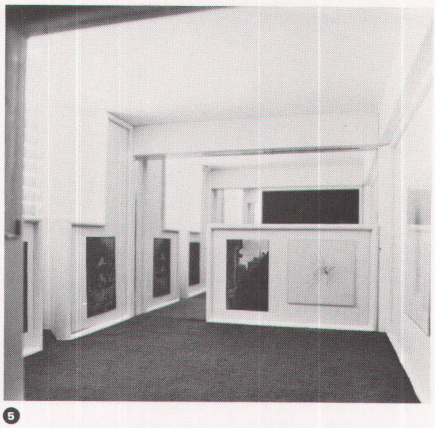
2



4



3



5

werden durch die innere Verspiegelung verstärkt und auf die horizontale Glasplatte – mit IR + UV-Filtern versehen – reflektiert und von da mit den Lichtlenkelementen an die Wände geführt (s. Bild 7).

Eine Optimierung dieses Systems erfolgte durch ein Gitterwerk, dessen Kontur ebenfalls der Sonnenbahn folgt und innen verspiegelt und aussen weiss ist. Hier ist die serielle Produktion besser gewährleistet, und die Dimensionen können kleiner gehalten werden (s. Bild 8).

Dies führte dann zu der Idee, die Sonnenschutzsysteme zwischen zwei Glasplatten hermetisch abzuschliessen, was zu einer sehr einfachen Reinigung und Pflege führt.

Die bekannten Nachteile der diffus reflektierenden Sonnenschutzsysteme führten zur letzten Konsequenz, die Raster aus spiegelnden Materialien auszubilden (s. Bild 9). Die Raster gewährleisten eine exakte Sonnenausblendung und das Zurückspiegeln der Sonnenstrahlen. Dadurch können die Kosten der Klimatisierung nochmals wesentlich gesenkt werden.

Kunsthalle Karlsruhe

Bei der Erweiterung und dem Umbau der Kunsthalle (Architekt Professor Mohl) waren wir schon in der Wettbewerbsphase als Berater tätig. Wir sind heute in der Entwurfsphase. Die Ausstellungsgegenstände befinden sich im wesentlichen in Galeriebereichen mit Seitenfenstern. Der typische TQ-Verlauf eines Seitenfensters ist für die Beleuchtung der Bilder ungeeignet. Die Eigenleuchtdichte der Fenster überschreitet die weiter oben geforderten Werte für die zulässige Umgebungs-Leuchtdichte.

Daher wurde hier ein zweischichtiges Prismensystem gewählt, welches folgende Funktionen erfüllt:

- Sonnenschutz
- Fortpflanzung der Zenitanteile des Tageslichts im Inneren
- wenig Eigenleuchtdichte

So wurde das Seitenfenster im oberen Teil mit dem Prismensystem versehen. Der untere Teil dient in einer Nische dem visuellen Bezug nach aussen.

Die in den Raum gelangenden Zenitanteile werden auf eine matt spiegelnde Decke geworfen und von dort auf alle vier Wände des Raumes durch geeignete Lamellen verteilt. So wird an der sonst im Gegenlicht stehenden Fensterwand die Beleuchtungsstärke angehoben, und alle Wände sind nahezu gleichwertig für die Plazierung der Bilder. Das Seitenlicht wird umgewandelt in ein Licht von oben (s. Bild 1).

Die Modellfotos des jetzigen Projektstandes zeigen:

– das integrierte Lichtsystem beim Tageslicht und beim Kunstlicht, beides mit weissen Wänden (s. Bilder 2 und 3),

– die Kunstlichtsituation mit spreizend reflektierenden Materialien an den Wänden, die eine stabile Bildwahrnehmung erlauben (s. Bild 4),

– die weisse Raumsituation, die zwar das gewohnte Raumbild darstellt, aber für die Bildwahrnehmung weniger geeignet ist, weil der Raum die Bilder stark überstrahlt (s. Bild 5).

Wir haben versucht, mit diesen drei Beispielen einen Querschnitt durch die Möglichkeiten für die Beleuchtung von Museumsräumen zu geben. P. B., C. B.

Kunsthalle Karlsruhe / Maison des Beaux-Arts de Karlsruhe / Kunsthalle Karlsruhe

1 Integriertes Lichtsystem, Schnitte / Système d'éclairage intégré, coupes / Integrated Light System, cross sections

2 Integriertes Lichtsystem bei Tageslicht, mit weissen Wänden, Modellfoto / Système d'éclairage intégré à la lumière du jour, murs blancs, photos de maquette / Integrated Light System in daylight with white walls (model view)

3 Integriertes Lichtsystem bei Kunstlicht, mit weissen Wänden, Modellfoto / Système d'éclairage intégré à la lumière artificielle, murs blancs, photos de maquette / Integrated Light System in artificial light with white walls (model view)

4 Kunstlichtsituation mit spreizend reflektierenden Wandmaterialien, Modellfoto / Eclairage à la lumière artificielle avec murs revêtus de matériaux réfringents, photos de maquette / Artificial light situation with light-spreading, reflecting material (model view)

5 Überstrahlung der Bilder – reduzierte Bildwahrnehmung / Effet de miroitement sur les tableaux, la perception des tableaux est réduite / Paintings exposed to tob much light; reduced perception of the painting