

Lux junior 2005

7. Internationales Forum für den lichttechnischen Nachwuchs

23.09.2005 - 25.09.2005
Dörfeld / Ilm

TECHNOLOGIE UND ANWENDUNG VON HOLOGRAPHISCH OPTISCHEN ELEMENTEN (HOE)

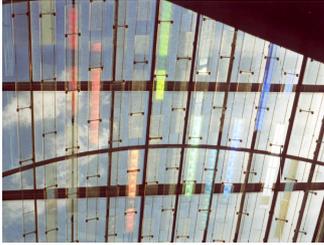
Dipl.-Ing. Lars Knabben
GLB - Gesellschaft für Licht- und Bautechnik mbH
Dortmund, Germany

Gesellschaft für Licht- und Bautechnik mbH
Dipl.-Ing. Lars Knabben

Das 1996 gegründete Unternehmen ist im Technologiepark im Umfeld der Universität Dortmund ansässig. Ausgereifte Forschungsergebnisse und innovative Lösungen der Nanotechnologie werden von uns in vermarktungsfähige Produkte umgesetzt. Unser Leistungsprofil reicht von der Entwicklung, Herstellung und Vermarktung holographischer Lichtlenksysteme über maßgeschneiderter Lösungen für individuelle Kundenwünsche bis zur integrierten Fachberatung für die Licht-, Wärme- und Beleuchtungsplanung mit dem Ziel einer energieeffizienten und nachhaltigen Architektur.

Die faszinierenden Lichteffekte von Hologrammen sind durch ihre weite Verbreitung in Form von Prägehologrammen auf Scheckkarten allgemein bekannt. Weniger bekannt sind die relativ neuen Anwendungsmöglichkeiten von holographisch optischen Elementen (HOEs) in Gebäuden.

Hologrammtypen



HOLO-COLOR® - Display

Farbeffekte auf der Hologrammoberfläche

HOLO-COLOR® - Gitter

Farbeffekte auf einer Fläche hinter dem Hologramm



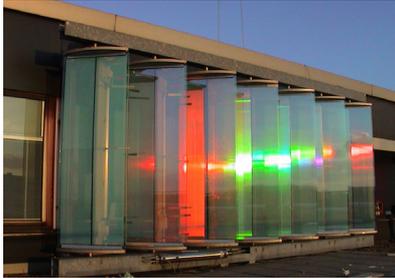
HOLO-LUX®

Weißlichthologramme zur Lichtlenkung von Kunst- und Sonnenlicht

Schützend zwischen den zwei Scheiben eines Verbundglases eingebettet, können die holographisch optischen Elemente (HOE) in Form transparenter Filme unterschiedliche Licht- und Farbeffekte hervorrufen:

- Umlenkung und Dispersion des einfallenden Lichts in Spektralfarben, die in bestechender Brillanz im Glas sichtbar werden (Display).
- Umlenkung und Farbzerlegung des einfallenden Lichts, wodurch die Umgebung hinter dem Glas in Spektralfarben getaucht wird (Gitter).
- Umlenkung und Dispersion des einfallenden Lichts, wobei die Spektralfarben so gemischt werden, dass wieder weißes Licht entsteht (Weißlichthologramm).

Hologrammtypen



HOLO-STOP®

Transparentes Verschattungssystem

HOLO-VOLT®

Semi-Transparentes Verschattungssystem mit
Stromerzeugung (PV-Elemente)

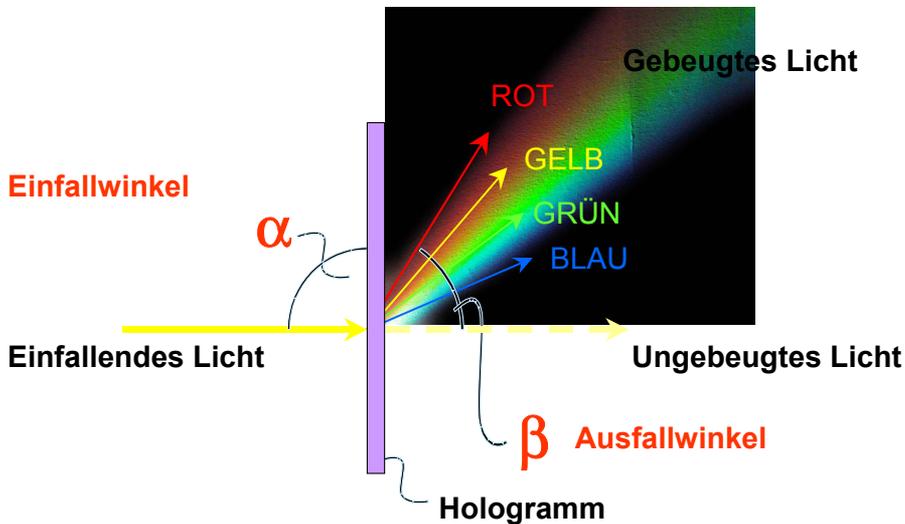


Auch als nachführbares Sonnenschutzsystem können Hologramme in der Gebäudehülle integriert werden (HOLO-STOP®).

Hierdurch können brillante Farbeffekte in der Fassade erzielt werden, bei weiterhin guter Sicht von Innen nach Außen (hohe Transparenz).

Zusätzlich können Photovoltaik-Elemente zur Stromerzeugung integriert werden, wobei die Hologramme das einfallende Licht auf die PV-Elemente konzentrieren.

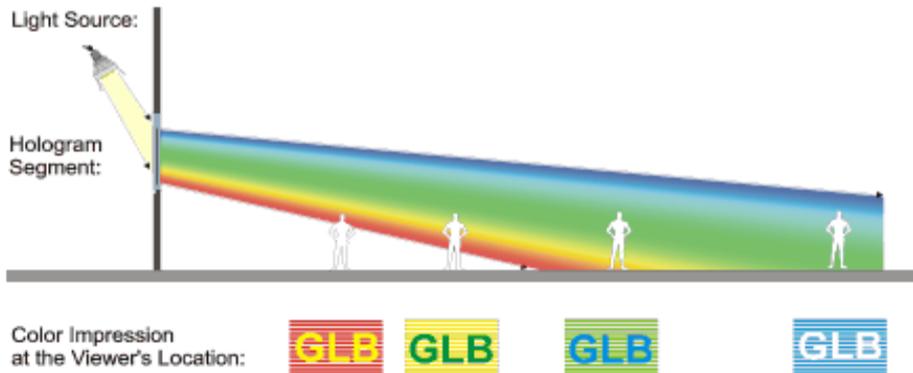
Funktion von Hologrammen



Hologramme basieren auf dem physikalischen Prinzip der Beugung. Das einfallende Licht bestimmter Wellenlänge wird unterschiedlich stark gebeugt, Rot stärker als Blau. Je nach Hologrammtyp können bis zu 95% (Beugungswirkungsgrad) des einfallenden Lichtes gebeugt werden.

Ein Hologramm wird durch Beleuchtung mit weißem Licht mit vordefiniertem Winkel aktiviert und strahlt in den reinen Spektralfarben ab. Durch die bei der Herstellung einstellbaren Umlenkwinkel sieht der Betrachter dann an einem Standpunkt geometrische Muster, Farbverläufe oder sogar farbige Bilder.

Funktion von Hologrammen

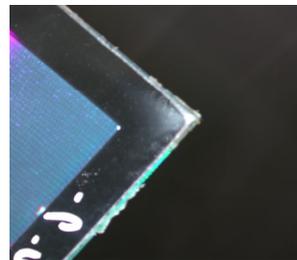
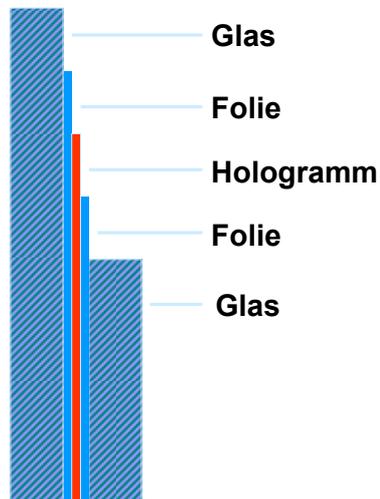


Durch die spektrale Zerlegung des Lichtes in die einzelnen Wellenlängen, erscheint ein Hologramm von verschiedenen Entfernungen betrachtet in unterschiedlichen Farben. Diese können durch die Wahl der Lichtquelle und der einbelichteten Geometrie (Einfallswinkel, Ausfallwinkel) annähernd frei gewählt werden.

Bereits relativ kleine Hologrammflächen mit Gitterhologrammen genügen, um mit Sonnenlicht intensive, regenbogenfarbene Lichtstreifen auf die Raumbooberflächen zu projizieren.

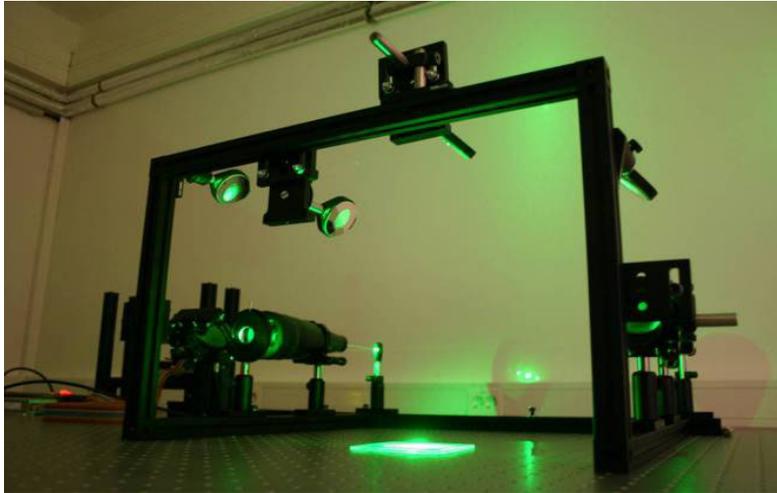
Die Spektralfarben der Hologramme haben eine besondere Wirkung, da sie als virtuelle Farben durch Beleuchtung mit weißem Licht erst im Auge des Betrachters entsteht. Dadurch erhalten die Hologramme eine immaterielle Wirkung. Eine einfarbige Lichtwirkung mit Hologrammen ist zwar möglich, wenn man diese mit farbigem Licht beleuchtet, entspricht aber nicht der grundsätzlichen optischen Wirkung der Hologramme und ist daher nur bedingt ein werkgerechter Einsatz. Die reinen Spektralfarben sind keine Mischfarben und werden daher in aller Regel nicht als 'kitschig' empfunden. Die Spektralfarben der großformatigen Hologramme sind reine Farben aus Licht.

Kapselung von Hologrammen



Da Hologramme hygroskopisch, also feuchte- bzw. wasserempfindlich, sind, müssen diese stets vor Feuchte geschützt werden. Dies geschieht in der Regel durch Lamination zwischen zwei Glasscheiben. Es können mehrere Hologramme unterschiedlichster Form und Geometrie zusammen einlamiert werden. Das Glaslaminat erreicht dabei vergleichbare oder sogar noch höhere Festigkeiten als eines Verbundsicherheitsglases (VSG). Selbstverständlich können auch Verbundgläser (z.B. Wärmeschutzgläser) mit Hologrammen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Beschichtungen (low-e etc.) hergestellt werden.

Produktion von Hologrammen



Produktionsbereich Filmbelichtung

Hologramme durchlaufen die folgenden Produktionsschritte:

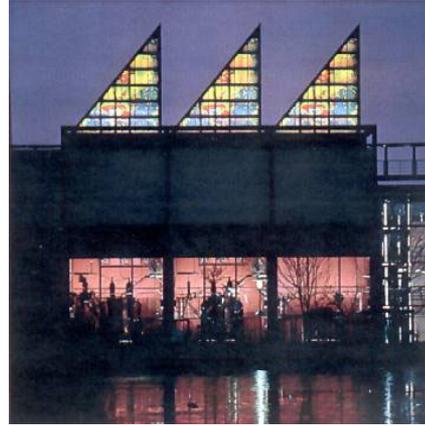
- Beschichtung: Eine Gelatineschicht zur Belichtung der Hologramme wird auf einem Trägermaterial (Folie) aufgebracht
- Belichtung: Die Hologramme werden mittels kohärentem Laserlicht in die Gelatineschicht einbelichtet (siehe oben)
- Entwicklung: Die Hologramme werden ähnlich dem eines Photoentwicklungsprozesses fixiert (siehe nächste Seite)

Produktion von Hologrammen



Produktionsbereich Filmentwicklung

Produkte: HOLO-COLOR® - Display



Belüftungsschächte des Umspannwerkes der GEW in Köln mit HOLO-COLOR® - Display

GEW, Köln

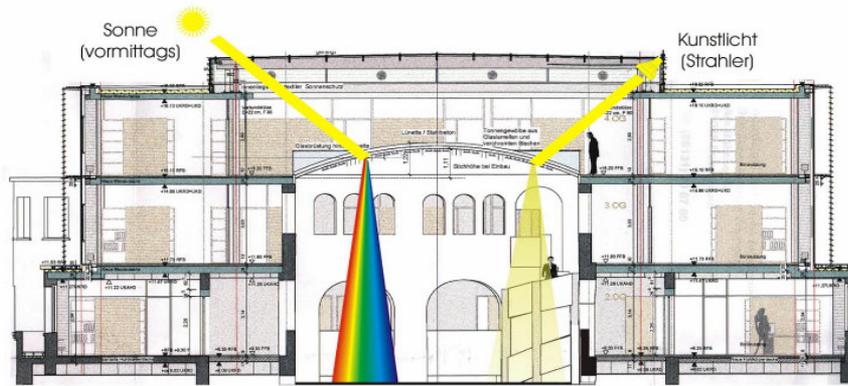
Produkte: HOLO-COLOR® - Display



Rathaus Pforzheim

Glasdach des Rathauses Pforzheim nach der Sanierung. Auf Wunsch des Architekten sollte das ehemalige Tonnendach sichtbar bleiben. Dieses wurde mit Hilfe der Glaslamellen mit eingebetteten Hologrammen realisiert.

Produkte: HOLO-COLOR® - Display



Funktionsschema: Farbeffekte durch Sonnenlicht am Tage und durch Kunstlicht in der Nacht

Rathaus Pforzheim

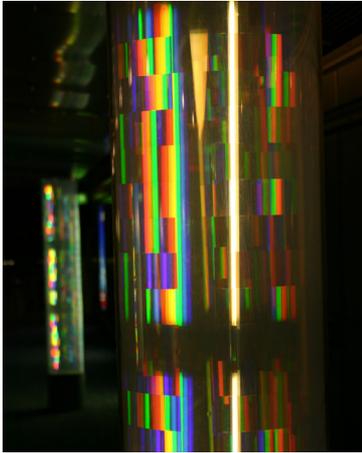
Produkte: HOLO-COLOR® - Display



Farbeffekte im Glasdach des Innenhofs mit HOLO-COLOR® - Display

Rathaus Pforzheim

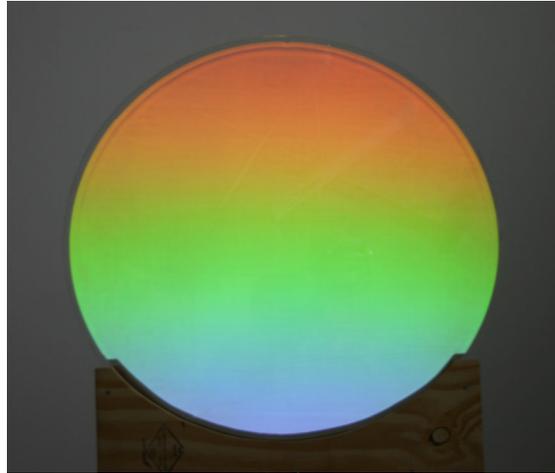
Produkte: HOLO-COLOR® - Display



Farbeffekte in Acrylglasröhren mit HOLO-COLOR® - Display

Flughafen Düsseldorf

Produkte: HOLO-COLOR® - Display

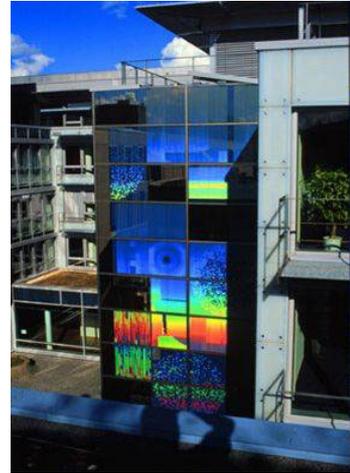


Leuchte, Künstler: Olafur Eliasson

Produkte: HOLO-COLOR® - Display



Nacht



Tag

Einsatz von HOLO-COLOR® - Display durch ILB (Patentinhaber: GLB), Künstler: Bleyenberg

Deutsche Forschungsgemeinschaft Bonn

Produkte: HOLO-COLOR® - Gitter



Farblichtlenkung auf Raumboflächen durch HOLO-COLOR®-Gitter im Oberlichtbereich

ICDAAT, Kairo, Ägypten

Produkte: HOLO-COLOR® - Gitter



Seilbahn mit Holo-Color® - Gitter



Beleuchtung bei Nacht



Beleuchtung West-Eingang

EXPO 2000 / Hannover

Produkte: HOLO-COLOR® - Gitter



Foyer und Haupteingang der Akademie

Akademie Mont-Cenis / Herne

Produkte: HOLO-COLOR® - Gitter



Farblichtlenkung auf Raumboberflächen des Foyers mit Holo-Color® - Gitter

Akademie Mont-Cenis / Herne

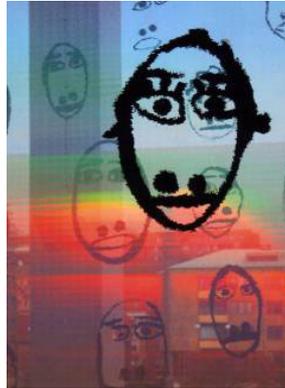
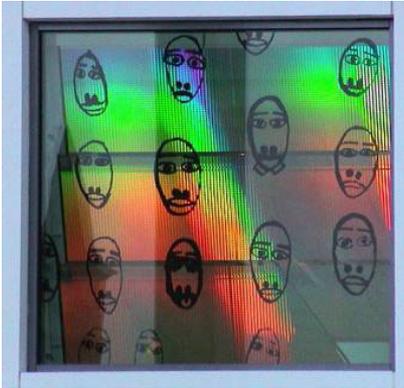
Produkte: HOLO-COLOR®



Einsatz von HOLO-COLOR® - Display und Gitter

Kulturhaus Helsingborg / Schweden

Produkte: HOLO-COLOR®



Einsatz von HOLO-COLOR® - Gitter vor der Glasfassade und HOLO-COLOR® - Display auf der Balustrade des Haupteingangs

Kulturhaus Helsingborg / Schweden

Produkte: HOLO-LUX®



Tages- und Kunstlichtlenkung
über deckenintegrierte
Weißlichthologramme
HOLO-LUX®



Außenansicht der neuen Eingangshalle bei Nacht mit
Deckenbeleuchtung HOLO-LUX®

Universität Bremen

Produkte: HOLO-LUX®



Hochleistungsstrahler mit Weißlichtlenkung HOLO-LUX®



Außenansicht mit Deckenbeleuchtung
HOLO-LUX®

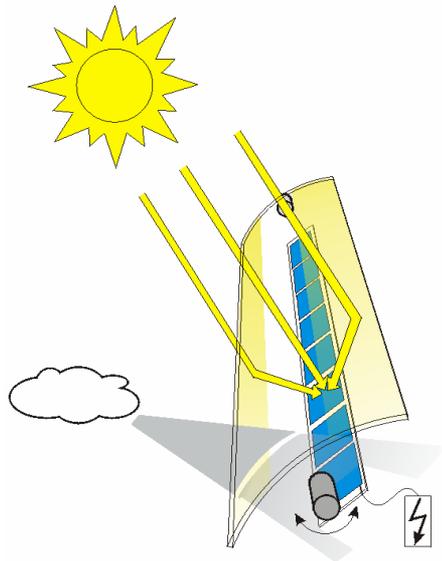
Universität Bremen

Produkte: HOLO-VOLT®



Semi-transparentes Verschattungssystem Holo-Volt® am Eingang des Photovoltaik Informations Zentrums (PIZ)

Solarzellenfabrik Gelsenkirchen



Prinzipdarstellung des nachgeführten Sonnenschutzsystems
HOLO-VOLT®

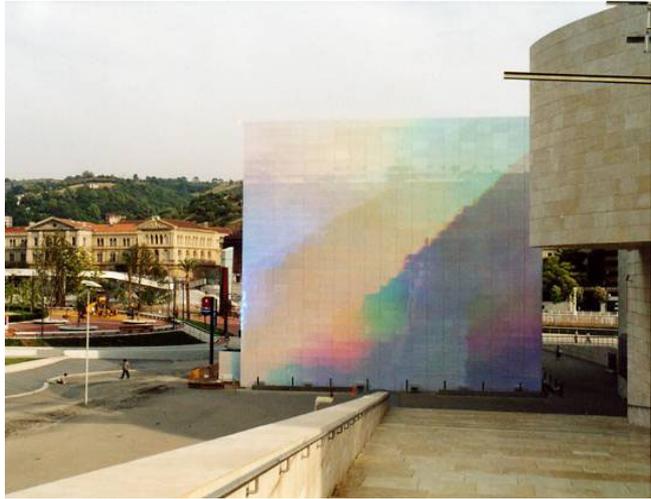
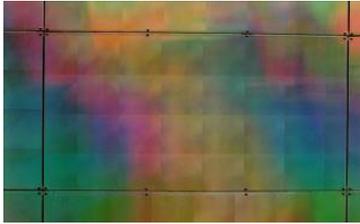
Produkte: HOLO-VOLT®



Freie Aussicht aus dem Photovoltaik Informations Zentrums (PIZ) mit Holo-Volt®

Solarzellenfabrik Gelsenkirchen

Produkte: Gedruckte Hologramme

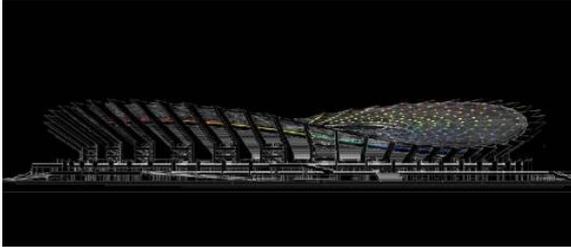


Installation, Quantum Field X3: Yamagata Studio, Santa Monica

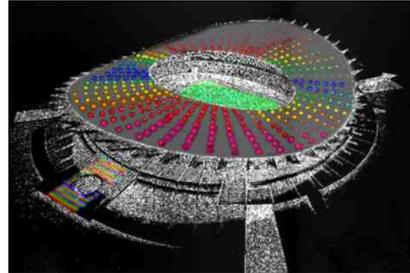
Guggenheim Museum Bilbao

Diese Prägehologramme stammen nicht von der GLB. Prägehologramme sind Oberflächenhologramme, die über ein bestimmtes Verfahren gedruckt („geprägt“) und nicht belichtet werden.

Visualisierung: HOLO-COLOR®



Farblichteffekte im Dach und in der Brüstung mit HOLO-COLOR® - Display (Visualisierung)



Nacht

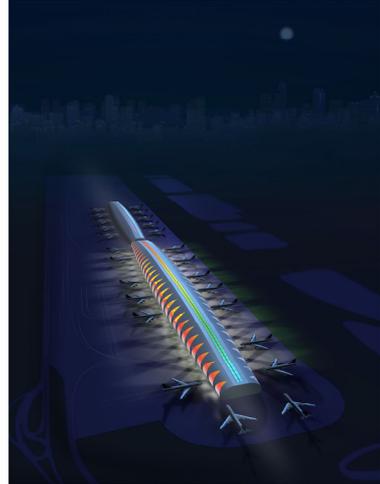
Jaber Al-Ahmed Stadion, Kuwait

Ein im Bau befindliches Projekt in Kuwait mit ca. 2000 m² Hologrammglas. Hierbei werden runde teilreflektierende Glaskuppeln mit Hologrammen versehen, wodurch sowohl von Innen als auch von Außen vom Flugzeug (nahe gelegener Flughafen) aus die Spektralfarben der Hologramme zu sehen sind. Zusätzlich gibt es noch ein Glasdach mit Hologrammen im VIP-Bereich als auch ein umlaufendes Band (Brüstung), wodurch das Stadion von allen Seiten und unterschiedlichsten Entfernungen aus in variierenden Farben zu sehen ist.

Visualisierung: HOLO-COLOR®



Farblichteefekte im Dach bzw. in der Fassade mit
HOLO-COLOR® - Display (Visualisierung)



Flughafen, Dubai

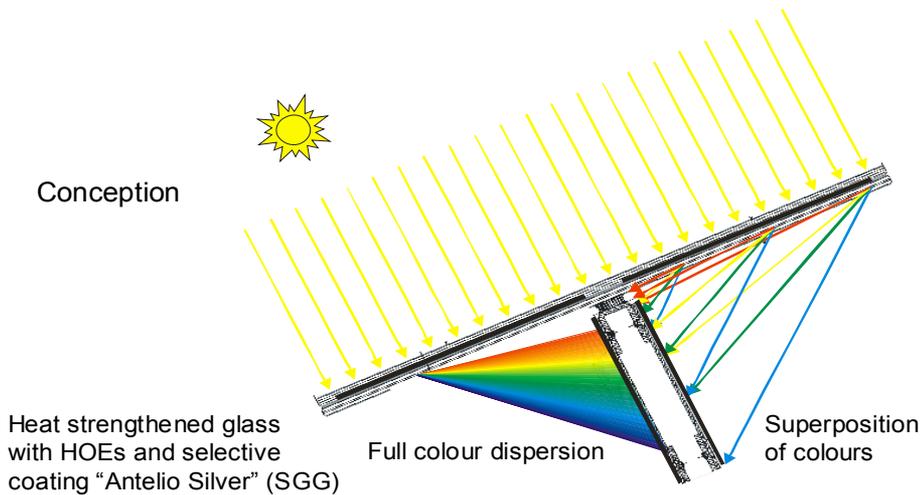
Produktentwicklung



HOLO-STOP®

Nachführbares semi-transparentes Sonnenschutzsystem.

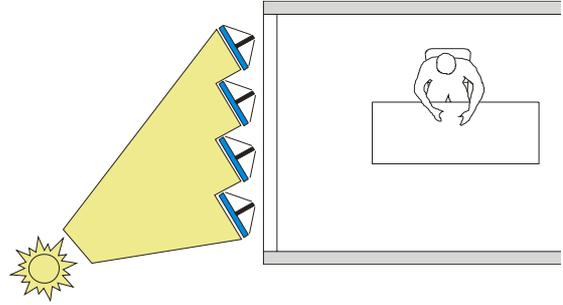
Produktentwicklung



HOLO-STOP®

Über die Gitterhologramme im Glas wird das sichtbare Licht auf den T-Träger (matt schwarzer Metallträger) umgelenkt. Zusätzlich mit einer selektiven Sonnenschutzschicht für den Infrarotbereich erhält man einen F_c -Wert von ca. 0,2 bei einer Transmission von ca. 60%.

Produktentwicklung

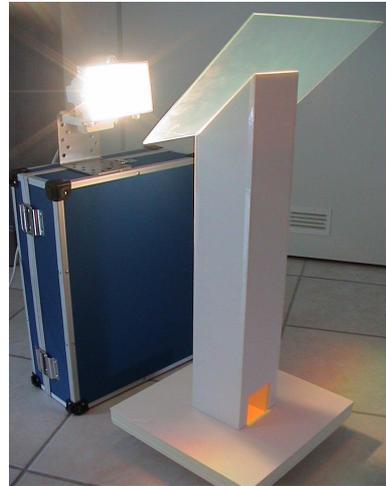
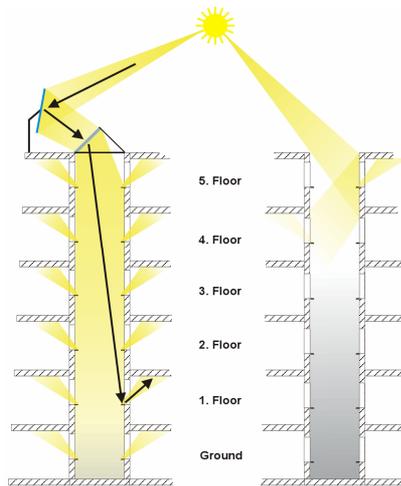


Nachgeführtes Verschattungssystem an der Universität Dortmund

HOLO-STOP®

Prinzipdarstellung des nachführbaren semi-transparenten Sonnenschutzsystems.

Produktentwicklung



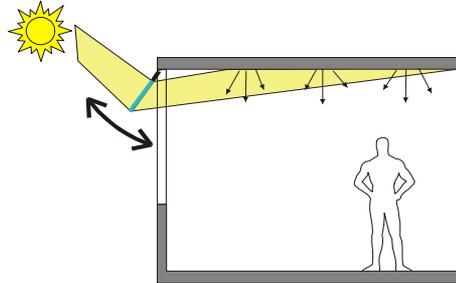
Tageslichtlenkung in Lichtschacht (Südeuropa)

HOLO-LUX ®

Zur besseren Nutzung von Tageslicht (Lichtlenkung) in den so genannten Licht- und Lüftungsschächten, die häufig in südeuropäischen Ländern Einsatz finden, eignen sich Weißlichthologramme vom Typ HOLO-LUX[®] hervorragend. Das Hologrammglas ist hochtransparent, es tritt also kein Verdunkelungseffekt bei bedecktem Himmel mit ungünstigen Lichtverhältnissen auf.

Außerdem lenken die Hologramme nur das sichtbare Spektrum des Sonnenlichtes um, somit ist eine Aufheizung durch die energiereiche Wärmestrahlung jenseits des sichtbaren Lichtes nicht zu befürchten. Die Anbringung auf dem Dach kann z.B. über einen gekreuzten Stahlträger erfolgen, so dass der natürliche Auftrieb der warmen Schachtluft nicht beeinträchtigt wird.

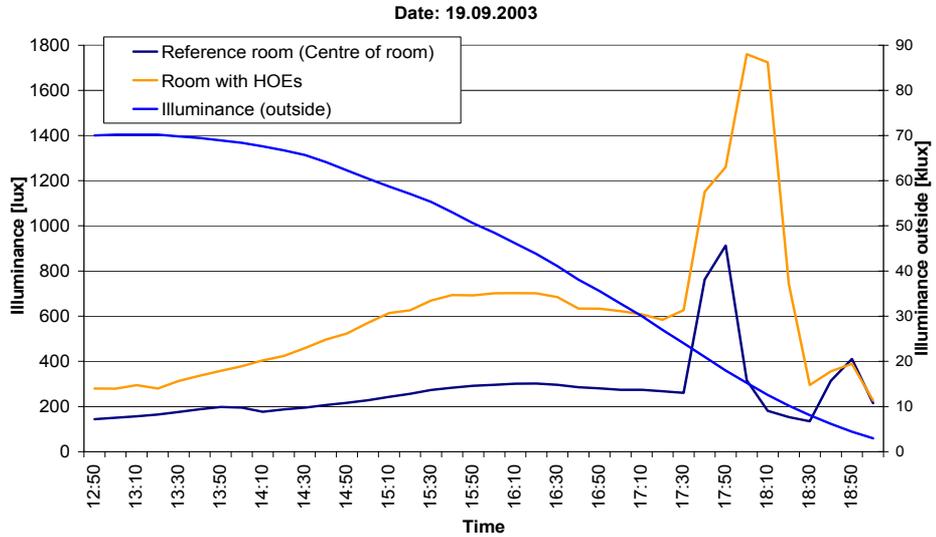
Produktentwicklung



Tageslichtlenkung im Oberlichtbereich der Fassade in Kombination mit einer konventioneller Jalousie (Nachgeführtes System)

HOLO-LUX[®]

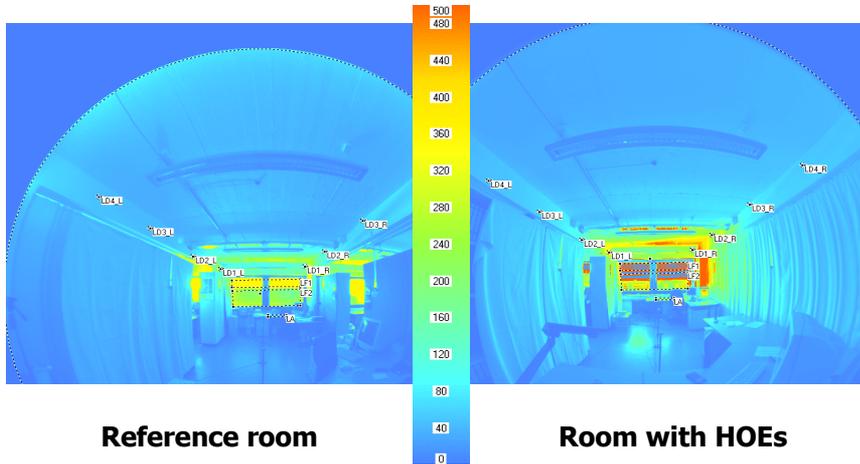
Messergebnisse



Messergebnisse der Beleuchtungsstärke auf Westfassade an der Universität Dortmund

Messergebnisse

02:00 p.m.



Reference room

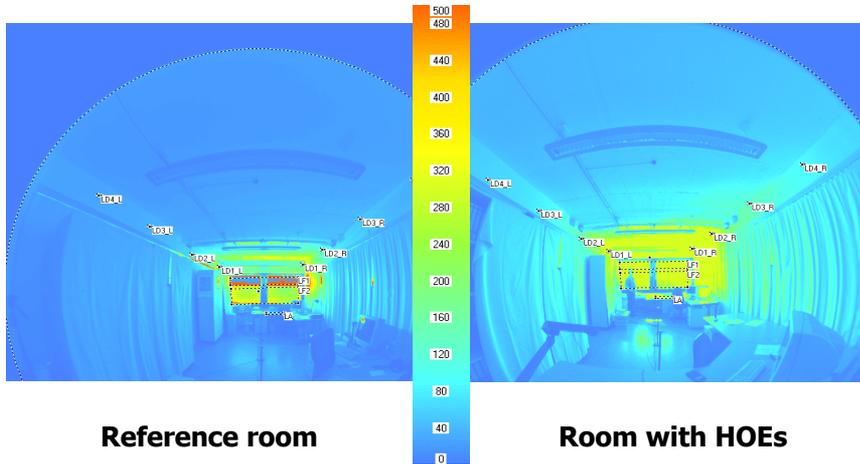
Room with HOEs

HOLO-LUX®

Messergebnisse der Leuchtdichte im Raum (Westfassade an der Universität Dortmund)

Messergebnisse

03:00 p.m.

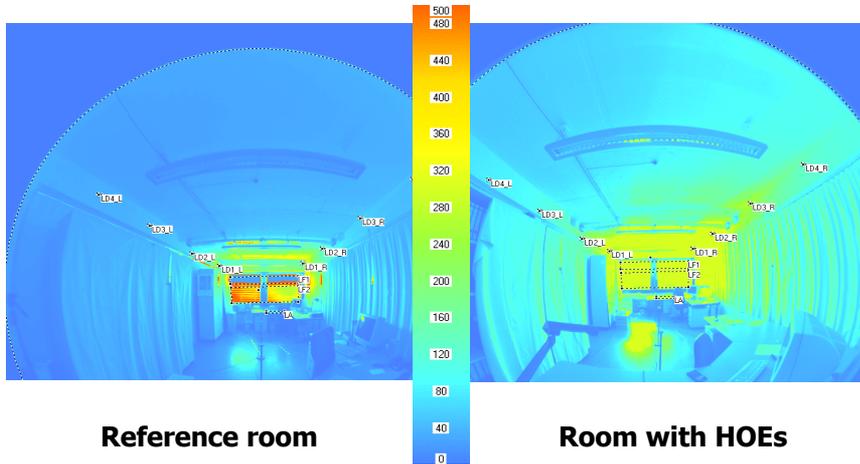


HOLO-LUX®

Messergebnisse der Leuchtdichte im Raum (Westfassade an der Universität Dortmund)

Messergebnisse

04:00 p.m.

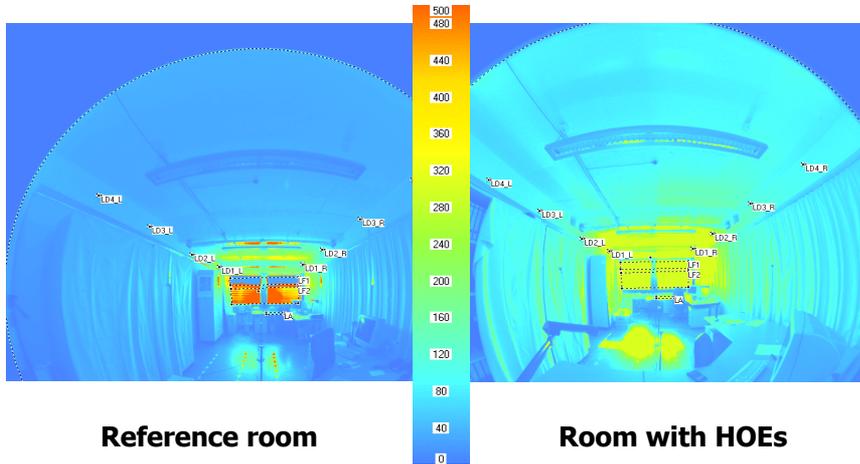


HOLO-LUX®

Messergebnisse der Leuchtdichte im Raum (Westfassade an der Universität Dortmund)

Messergebnisse

05:00 p.m.



Reference room

Room with HOEs

HOLO-LUX®

Messergebnisse der Leuchtdichte im Raum (Westfassade an der Universität Dortmund)

Zusammenfassung

- **Lichtlenkssystem (Universität Dortmund)**
 - **Beleuchtungsstärke**
 - Erhöhung um Faktor 3-5 bis zu einer Raamtiefe von 5 m
 - **Leuchtdichte**
 - Reduzierung der Leuchtdichtunterschiede um Faktor 2
 - Geringfügige Farbeffekte am Rand des umgelenkten Lichtes
 - Gleichmäßigere Ausleuchtung des Raums mit
Weißlichtlenkung HOLO-LUX[®]
- Beides sind ausgezeichnete Ergebnisse !**



Ende der Präsentation

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

www.glbau.de