



Ich sehe was, was du nicht siehst

optische Alltagsphänomene physikalisch
gesehen

*Die größte Sehenswürdigkeit,
die es gibt, ist die Welt –
sieh sie dir an.*

Kurt Tucholsky

*Die Netzhaut ist nur ein Fenster
hinter dem ein Mensch steht.*

Alex Müller

Was fällt hier auf?

1. Reflexion der Sonne im Fenster
2. Reflexion der Reflexion im falschen Fenster.
3. Irradation
4. Form des reflektierten Reflexes
5. Reflexion des blauen Himmels in den Fenstern
6. dunklere Farben in der Reflexion



Gliederung

Worum geht es?

Sonnentaler fallen nicht vom Himmel

Nicht nur Heilige haben Heiligenscheine

Wissenschaft in Kirchen

Das Heilige im Profanen – Lichtkreuze im Lichtkreis

Von der Vorspiegelung zur Spiegelung

Fenster als Spiegel

Schlussbemerkungen

Worum geht es?

1. Es geht um alltägliche Anblicke, die nach ihrem physikalischen Hintergrund befragt werden.
2. Alltägliches physikalisch gesehen bedeutet: Hinterfragen von Selbstverständlichkeiten: sehen lernen, was offen vor unseren Augen liegt.
3. Wechselwirkung zwischen Alltagsphänomenen, Physik und Kunst.

Zielsetzung: Auseinandersetzung mit vertrauten Gegenständen unter unvertrauter Perspektive, motiviert durch erstaunliche, ästhetische ansprechende Aspekte das Alltäglichen.

Sonnentaler fallen nicht vom Himmel

*Das wahre Geheimnis der Welt ist
das Sichtbare, nicht das Unsichtbare.*

Oscar Wilde

Vertrauter Anblick unter dem
Blätterdach von Bäumen



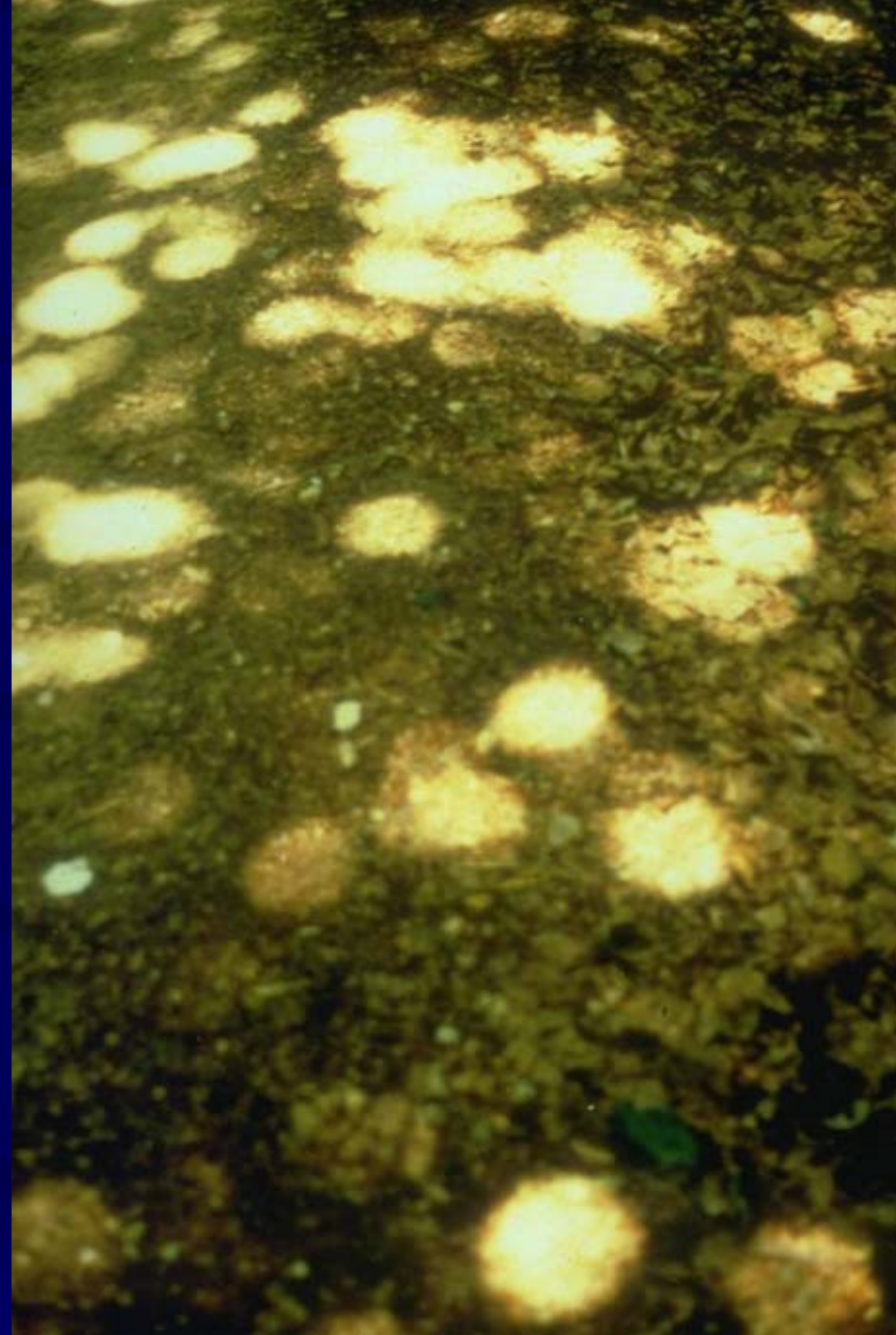
Ein näherer Blick

zeigt vorwiegend kreisförmige
Lichtflecken:

Sonnentaler

*Sonne! Wenn du gleitest durch
das Laub der hohen Linden,
Dann wirfst du helle Flecken
auf den Grund,
So schön, daß ich nicht darauf
zu treten wage*

Edmond Rostand



Sonnentaler auf dem Asphalt



Wie entstehen Sonnentaler?





Die unvertraute Perspektive: „Sonnensicheln“

Sicheltaler auf dem Rasen



Sonnentaler im Kunstmuseum Emden

Sonnentaler an einem Kunstwerk

...von Jean Tinguely

Auch die Kinetik der Kunstwerke ist physikalisch-technisch interessant.



Die Kunst der Natur

...mischt sich ein...

Ich sehe nicht nur den
Poliakow in der
Kunsthalle Emden

Ich sehe auch das Schwert
der Sonne, das die
menschliche Kunst
manchmal noch veredelt.



Die Münsteraner Skulpturenausstellung 2007

... bessert ihre Kunstwerke mit
Sonnentalern auf.

Die Universität als Ort der Kunst



Square Depression von Bruce Naumann



Jalousietaler im Vorraum einer Kirche

Zufall oder Absicht?



Kirchenfenster- Sonnentaler



Sonnentaler in kirchlicher Mission



Giotto- Kapelle in Padua

„Der Schein ums Haupt“

Dann muß ich noch eine Sache nicht zurücklassen, die größer ist, als daß sie einem anderen Menschen begegnet wäre, ein Zeichen, daß Gott mich losgesprochen und mir seine Geheimnisse selbst offenbart hat. Denn seit der Zeit, daß ich jene himmlischen Gegenstände gesehen, ist mir ein Schein ums Haupt geblieben, den jedermann sehen konnte, ob ich ihn gleich nur wenigen gezeigt habe... Diesen Schein sieht man des Morgens über meinem Schatten, wenn die Sonne aufgeht, und etwa zwei Stunden danach. Am besten sieht man ihn, wenn ein leichter Tau auf dem Grase liegt.... ich kann ihn auch anderen zeigen

Benvenuto Cellini



Die Auserwählung...

... ein physikalischer Effekt

Die heilige Camera



Physikalische Entzauberung des Scheins

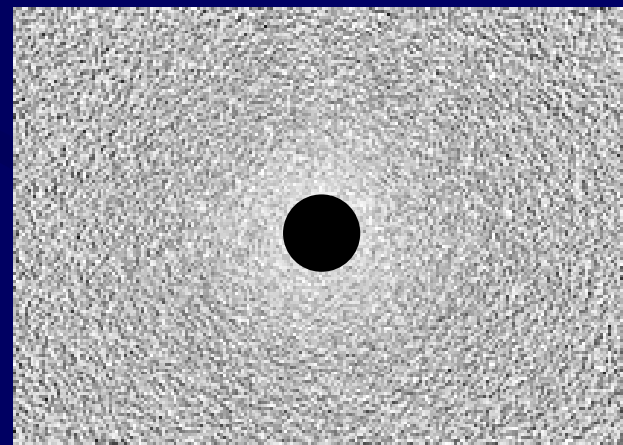
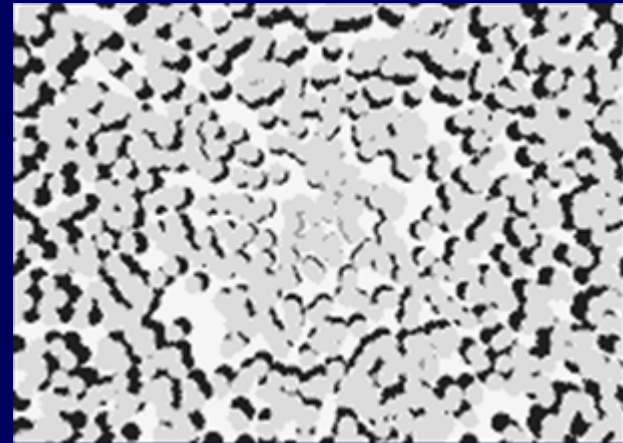
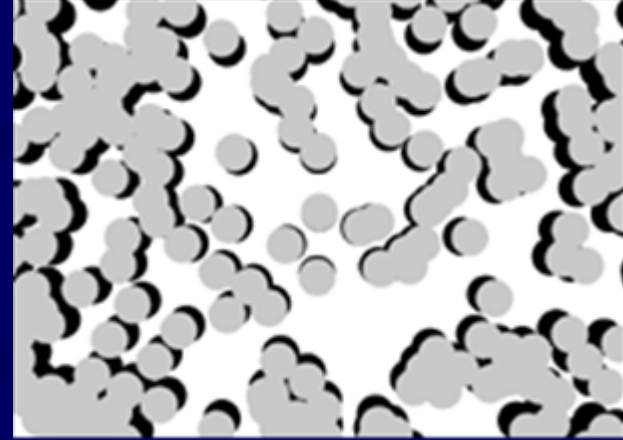
1. Oppositionseffekt

Im Antisolarpunkt, in dem die Sonne Objekte senkrecht von oben bestrahlt gibt es keine Schatten. Die Flächenhelligkeit ist maximal.

Je weiter Objekte vom Antisolarpunkt entfernt sind, desto mehr Schatten werfen sie. Die Flächenhelligkeit nimmt ab.

Je entfernter der Antisolarpunkt vom Beobachter ist, desto weniger werden die einzelnen Schatten aufgelöst. Man nimmt einen hellen Schein wahr.

Dieser Schein ist umso intensiver, je kleiner der Schatten des Beobachters ist.



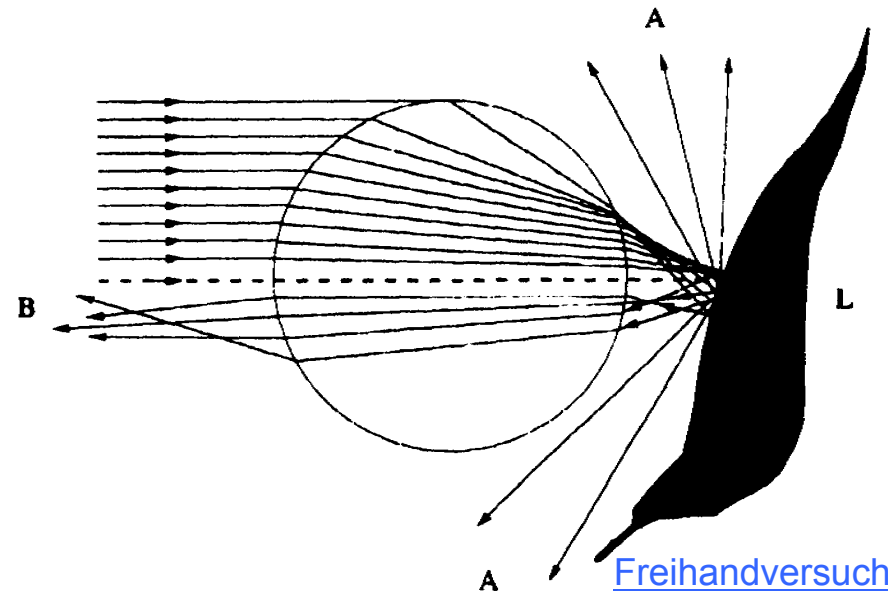
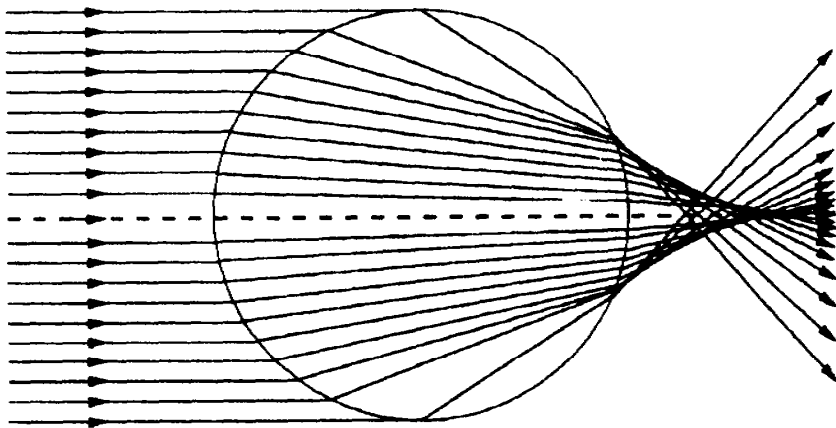
Physikalische Entzauberung des Scheins

2. Retroreflexion

Benetzung durch Wassertröpfchen

Wichtige Voraussetzung für Retroreflexion: Vorhandensein eines Reflektors in der Nähe des Brennpunktes

Im Falle der Tautropfen auf der Wiese sind es i.A. die Blätter, an denen die Tropfen hängen.



Die Kamera sieht mehr



Schatten der Kamera

[Erklärung](#)

[Freihandversuch](#)

Heiligenscheine auf dem Wasser

1. Stachelige Heiligenscheine



[Erklärung](#)

2. Farbige Heiligenscheine



Spiegelnder Heiligenschein

Spiegelplatte, die den Fußboden reflektiert.

Beziehung zwischen Physik und Kunst von Anfang an.



Piero della Francesca (1420-1492):



Fresken in der Kirche San Francesco in Arezzo

Wissenschaft in Kirchen...

Perspektivische Täuschung in San Ignatio: Gemalte Deckengewölbe





Von der Kanzel aus wird der Trug erkennbar



Florentiner Domkuppel: Blick nach unten



Das Heilige im Profanen: Lichtkreuz im Lichtkreis





...auch auf Böden



Lichtkreuze im Spiegel der Presse

Die Darstellung der Lichtkreuze im Internet vermittelt einen eher esoterischen Charakter.

Das Schlagwort „Lichtkreuze“ liefert(e) 973 Treffer bei Google.

Eigene Entdeckung 1984



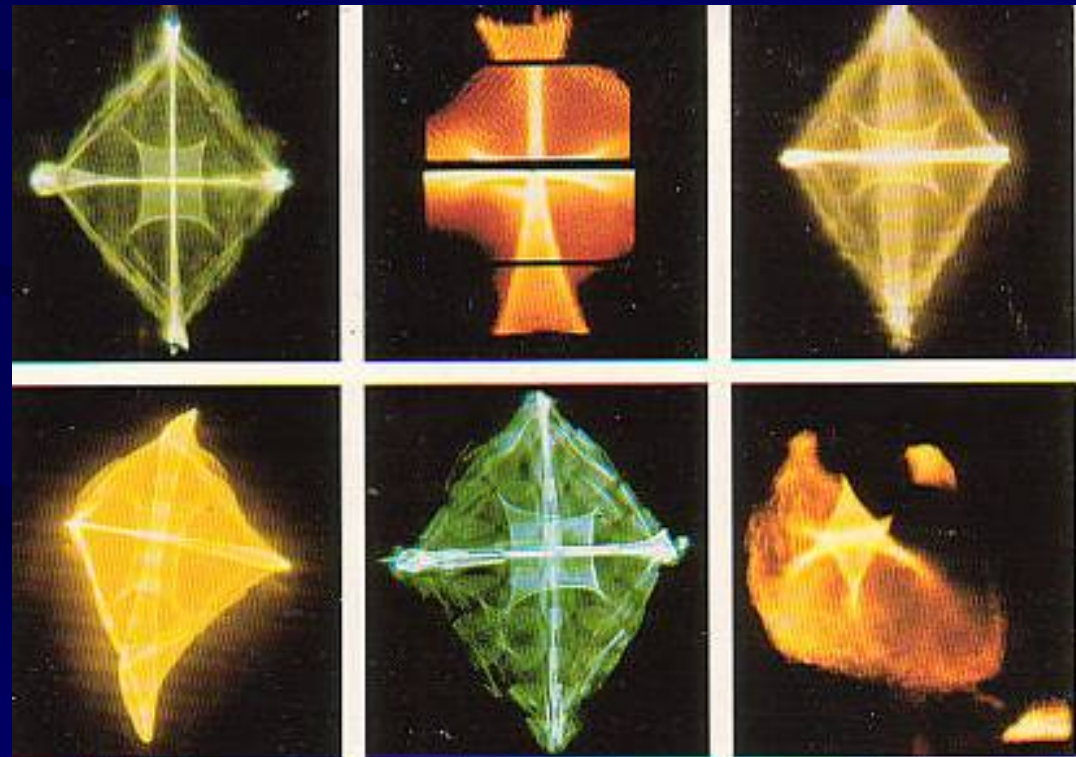
„Das Lichtkreuz-Phänomen erscheint seit 1986 auf dem ganzen Globus. Es fing in den USA an und verbreitete sich bald in viele andere Länder darunter Kanada, Mexiko, Deutschland, Frankreich, Slowenien, Rumänien, Australien, Neuseeland und die Philippinen: Von einem Augenblick zum Nächsten manifestiert sich plötzlich ein hell strahlendes Kreuz im Fenster. **Die Lichtkreuze scheinen wie ein holographisches Abbild in der "Luft" zwischen einem normalen Fenster und einer Lichtquelle zu hängen**“ (<http://www.share-berlin.de/index.htm?kreuz.htm>)

Pseudoreligiöse Verbrämung eines alltäglichen Naturphänomens

„Je länger ich es betrachtete, desto beeindruckender wurde es: es schien als würde mir alle Last von der Seele genommen, als ergieße sich tiefer Friede und göttliche Liebe in mein Herz. Ich hatte Christus erfahren. Nun konnte ich verstehen, dass vor derartigen Lichtzeichen Spontanheilungen geschehen“. (<http://www.share-berlin.de/index.htm?kreuz.htm>)

Von Menschen, denen das Lichtkreuz erschienen ist, werden Wunderheilungen nachgesagt.

Das stärkste Argument gegen eine physikalische Erklärung ist die, dass es nicht früher gesehen wurde.



Physikalische Annäherung



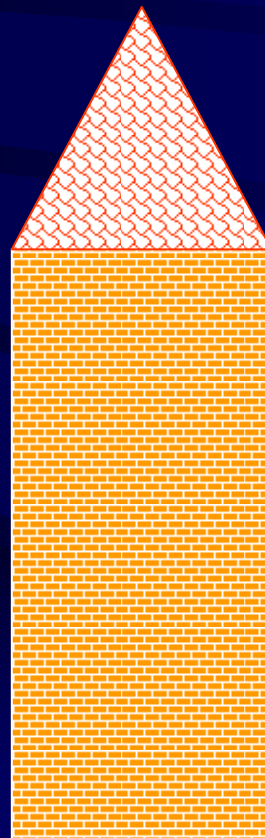
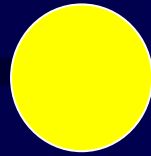
Eine alltägliche Experimentalsituation

Ursache:

- Sonnenlichtreflexe von Scheiben auf gegenüberliegender Häuserfront

Voraussetzung:

- niedrige Sonne (morgens, abends)
- Straßenverlauf möglichst quer zur Sonnenstrahlrichtung



Die Fenster als Spiegel

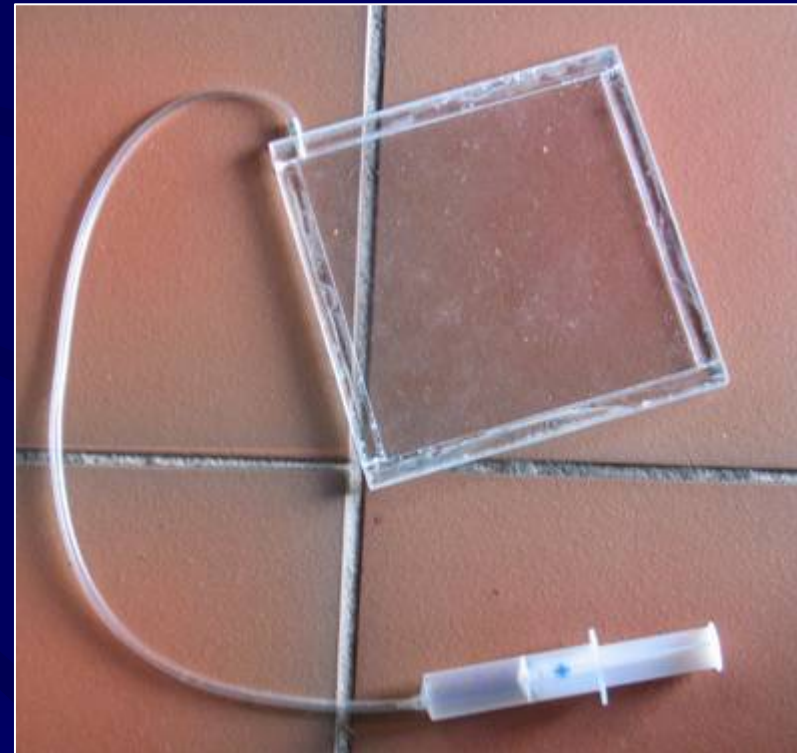
Verformte Doppelscheiben (Isolierglas)

- Verformung tritt nicht bei einfach verglasten Scheiben auf.
- Luftdruck zwischen beiden Scheiben bedingt Verformung.
- Jede Scheibe wirkt als eigener Spiegel, die eine als Hohl- die andere als Wölbspiegel.

Modell(doppel)scheibe

Aus Plexiglas gefertigt, mit Einwegspritze zur Variation des Drucks und der Form der Scheibe.

CD- Hülle als [Freihandmodell](#)



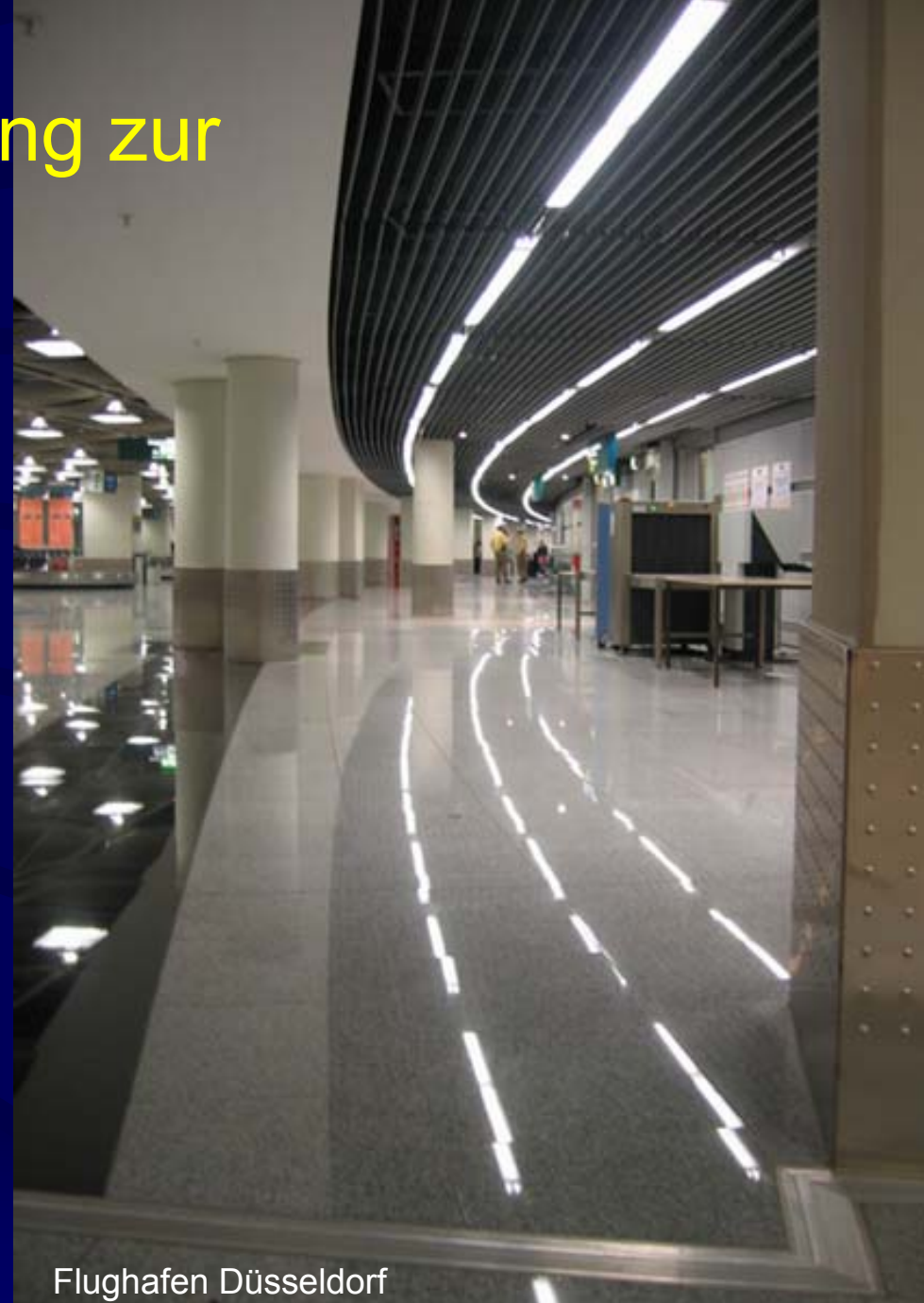
Von der Vorspiegelung zur Spiegelung

Glänzende Fußböden sind im Alltag häufig anzutreffen.

Glanz: diffuse Reflexion mit Einsprengeln spiegelnder Reflexe.

Wenn spiegelnde Reflexion überwiegt, kann es zu Irritationen der Wahrnehmung kommen.

Das Vertraute kann plötzlich unvertraut werden: die Realität erscheint in neuem Licht.



Flughafen Düsseldorf

Wenn Fußböden zum Spiegel werden

Günstige Bedingungen:

- dunkler oder beschatteter reflektierender Gegenstand,
- Lichtquelle (heller Gegenstand) ist günstig gelegen (Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel).
- Beobachter ist keinem Streulicht ausgesetzt.





16.12.2007



H. Joachim Schlichting WWU Münster

47



Die Welt unter dem Pflaster
Der Abgrund in einer
Höhle wird nur manchmal sichtbar



Fenster als Spiegel



Auf die Helligkeit kommt es an

Fensterscheiben sind nahezu transparent, nur 8% werden reflektiert.

Dennoch kann spiegelnde Reflexion überwiegen, wenn

- es hinter Scheibe ist es dunkel,
- die Lichtquellen bzw. Gegenstände vor der Scheibe sehr hell sind.

Durch die mittlere Scheibe fällt wenig Licht (dunkle Seite eines Baumes): sie erlaubt einen Blick ins Innere.

Um Durchblick zu erhalten nutzt man seinen eigenen Schatten aus.





Überlagerungen

Fensterpuzzles

Wie kommt es zu diesen
Situationen?





Welche „Farbe“ hat das Auto?

Die Eigenfarbe wird durch die Farben der gespiegelten Objekte überdeckt.

Spiegelungen verdecken



Je dunkler die spiegelnde Fläche, desto deutlicher die Spiegelung:
störende diffuse Reflexion tritt in den Hintergrund.



Gerades lässt Krümmung erkennen.

Zerrspiegel im Alltag und im Science Center



Foto: Hilde Köster

Ob Kinder auf den Karosserien die Spiegelungen entdecken, die sie im Science Center faszinieren?

Doch wer hätte schon Kinder vor einem Auto posieren gesehen..

Spiegelnde Kunst

... aus dem Geiste
spiegelnder Karosserien



Bernhard Heiliger: Großer Phönix III 1992



Wasserwellen –
als kinetische
Variante

...mit surrealen Aspekten



Vielfältige Reflexe



Transparente Hohlspiegel

Frei im Raum schwebende „Plasmakugel“, die leicht pulsiert, wenn man um die Leuchte herumgeht.

Räumliches reelles Bild einer matten Glühlampe im Innern eines transparenten Hohlspiegels.

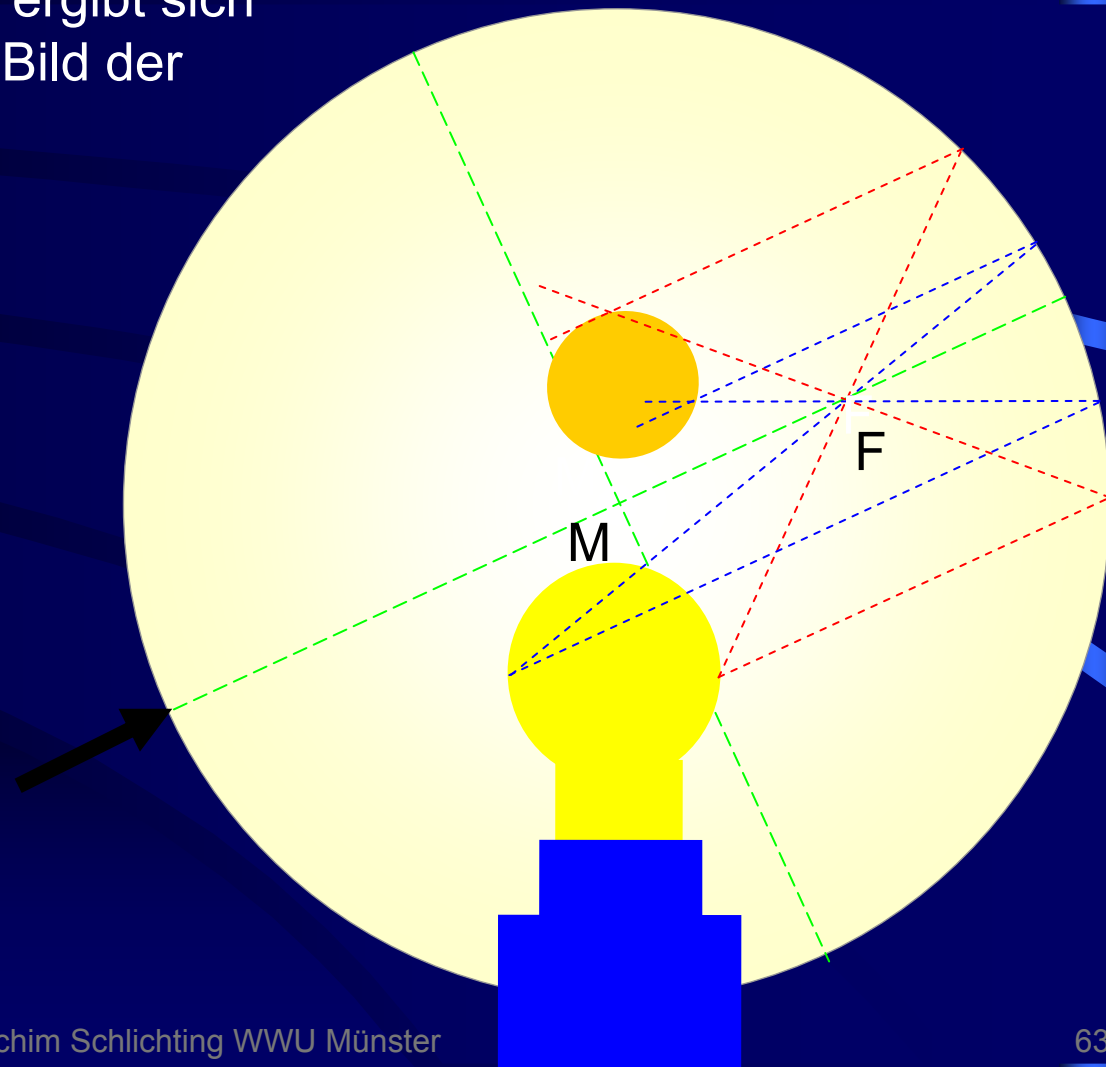


Was ist das?



Konstruktion mit Lichtstrahlen

Mit Hilfe von Lichtstrahlen ergibt sich in Blickrichtung (Pfeil) ein Bild der Lampe.



Schlussbemerkungen

Der Alltag ist erfüllt von (nicht nur physikalisch) interessanten Ansichten, man muss ihrer nur ansichtig werden.

Dabei hilft ein zumindest grobes physikalisches Verständnis, denn ungeklärte Sachverhalte sprechen uns nicht an. Die Belichtung der Netzhäute reicht nicht aus.

Erst dadurch, dass man vertraute Erscheinungen aus unvertrauter Perspektive sieht, erschließt sich das Vertraute möglicherweise als nicht nur interessanter, sondern auch ästhetisch ansprechender Aspekt

Dies ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, alltägliche Erscheinungen unter physikalischer Perspektive sehen zu lernen.

Dem physikalisch Interessierten sollte es darum gehen, *"so viel zu denken und selbst in den Dingen, die jedermann kennt, Sachen zu entdecken, die nur wenige sehen und die er nur durch einen Stil (Sehweise) ausdrücken kann"*.

Pierre Carlet de Mariveau

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Weitere Informationen, Erklärungen unter:

www.uni-muenster.de/physik.dp

Anfragen, Anregungen und Hinweise an:

schlichting@uni-muenster.de

Ein Alltagsrätsel

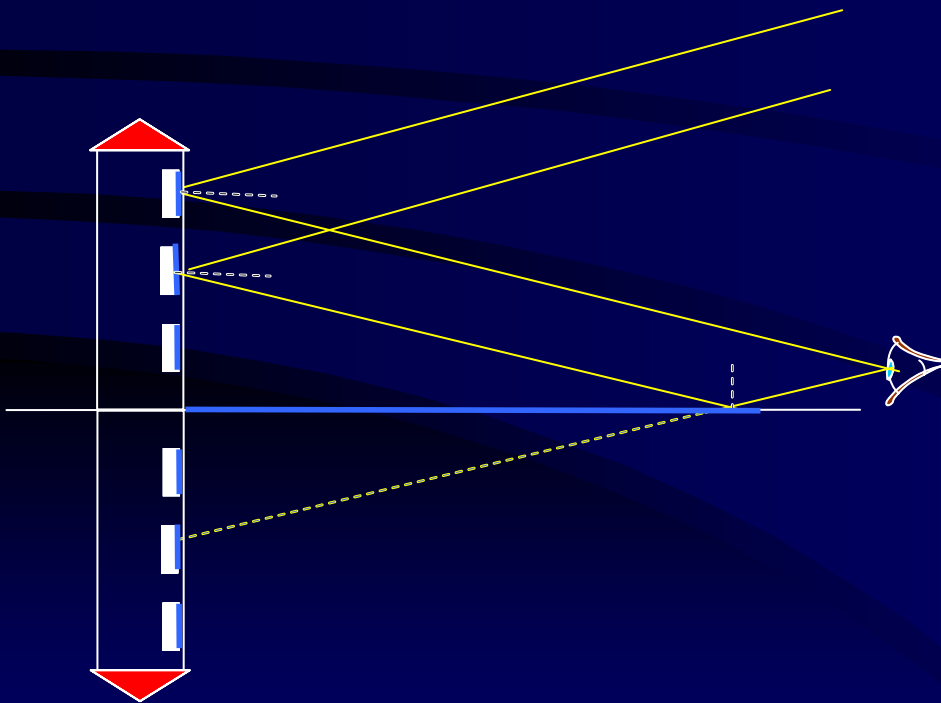
1. Reflexion der Sonne im Fenster
2. Reflexion der Reflexion im...
...falschen Fenster.
3. Irradation
4. Form des reflektierten Reflexes
5. Reflexion des blauen Himmels in den Fenstern
6. dunklere Farben in der Reflexion



Warum ist im Spiegelbild ein anderes Fenster erleuchtet?

Was würde man denn erwarten?

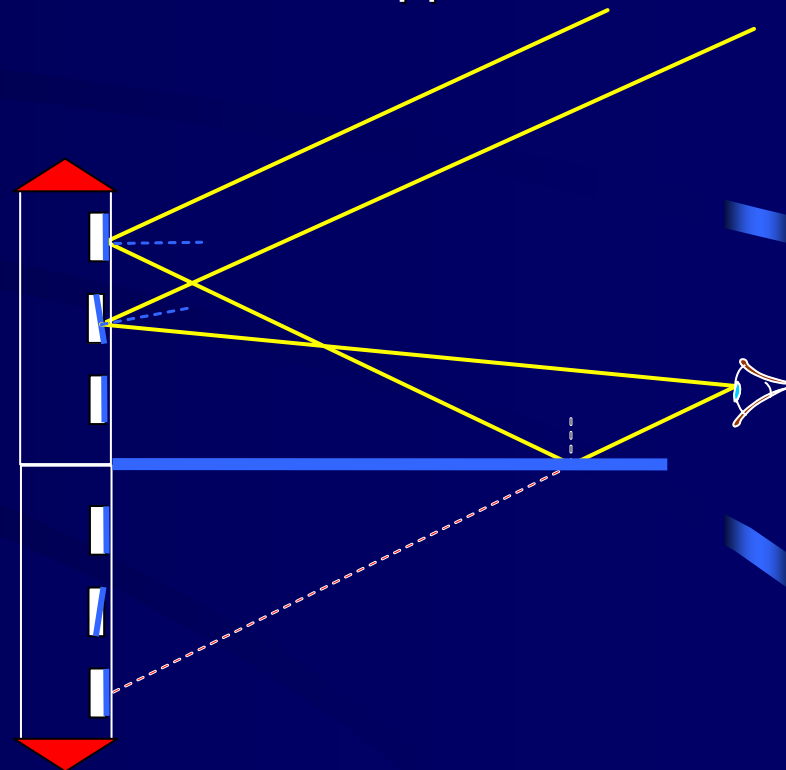
...dass das niedrigere Fenster reflektiert



Warum reflektiert das falsche reflektierte Fenster?

Wie muss in diesem Fall der Lichtweg sein?

Das ist nur möglich, wenn das reflektierende Fenster auf „kipp“ steht.



Wegen der Irradation ist die Kippstellung kaum zu erkennen.

Materialliste

Medien: Overheadprojektor, Diaprojektor (als Lichtquelle)

Material:

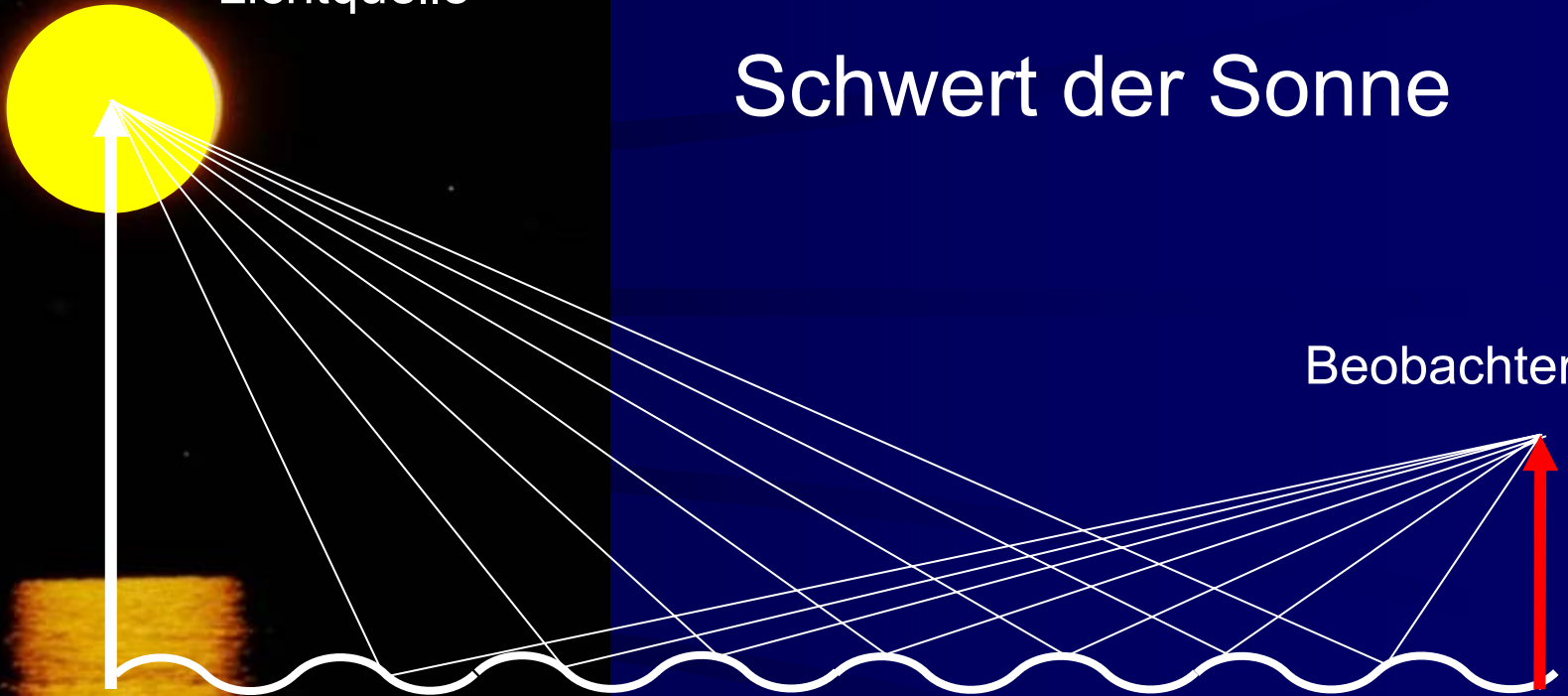
- Sonnentalerlochpappe, Sonnentalerdias
- Kugeln für Retroreflexion, Retroreflektorfolie
- Plexiglasdoppelfenster mit Schlauch, CD- Hülle

Anhang

Lichtquelle

Schwert der Sonne

Beobachter



Aufgrund der Welligkeit des Wassers wird das Licht nicht nur an einer, sondern an vielen Stellen auf dem Wasser in Auge des Beobachters reflektiert.

Es ist die gleiche Wirkung als wären schräg aufgestellte Spiegel vorhanden, die alle Spiegelbilder der Sonne zum Auge schicken.



Nicht- physikalische Erklärungen

Mutat quadrata
rotundis

Umkehrung der
Quadratur des Kreises

Kepler: Der Engel
muss weg



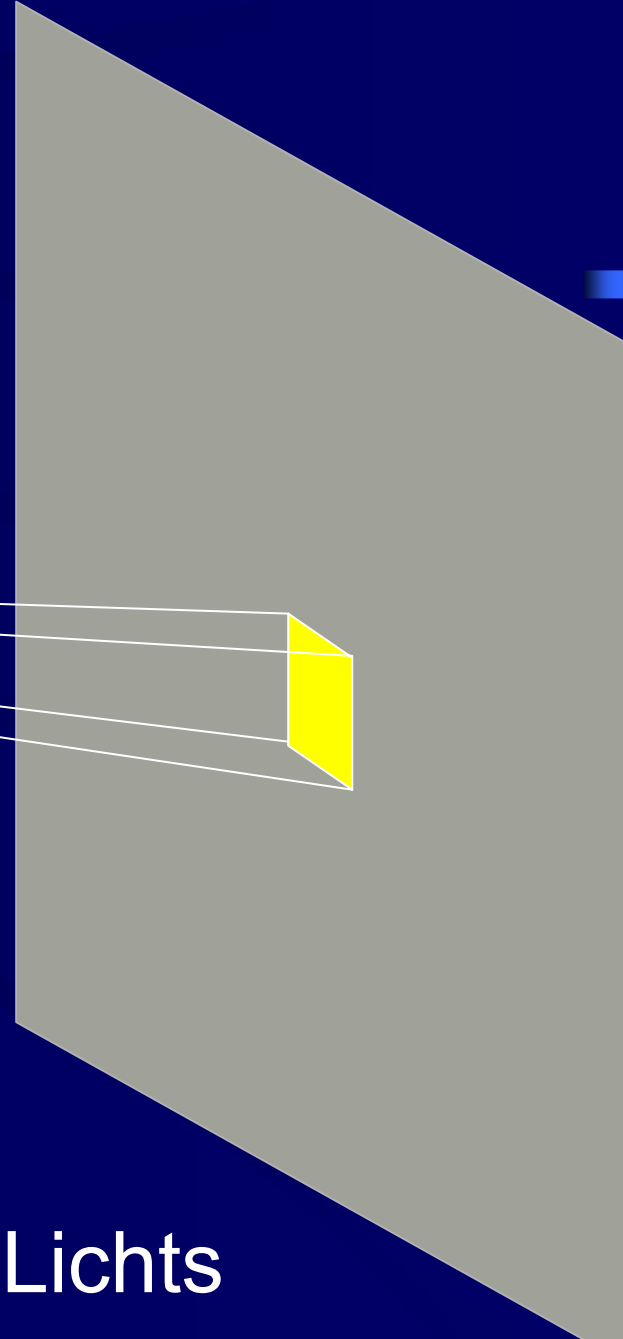
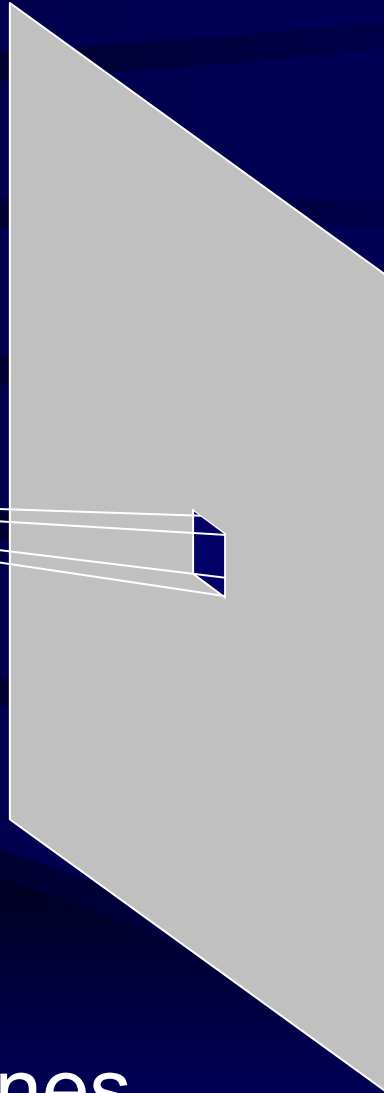
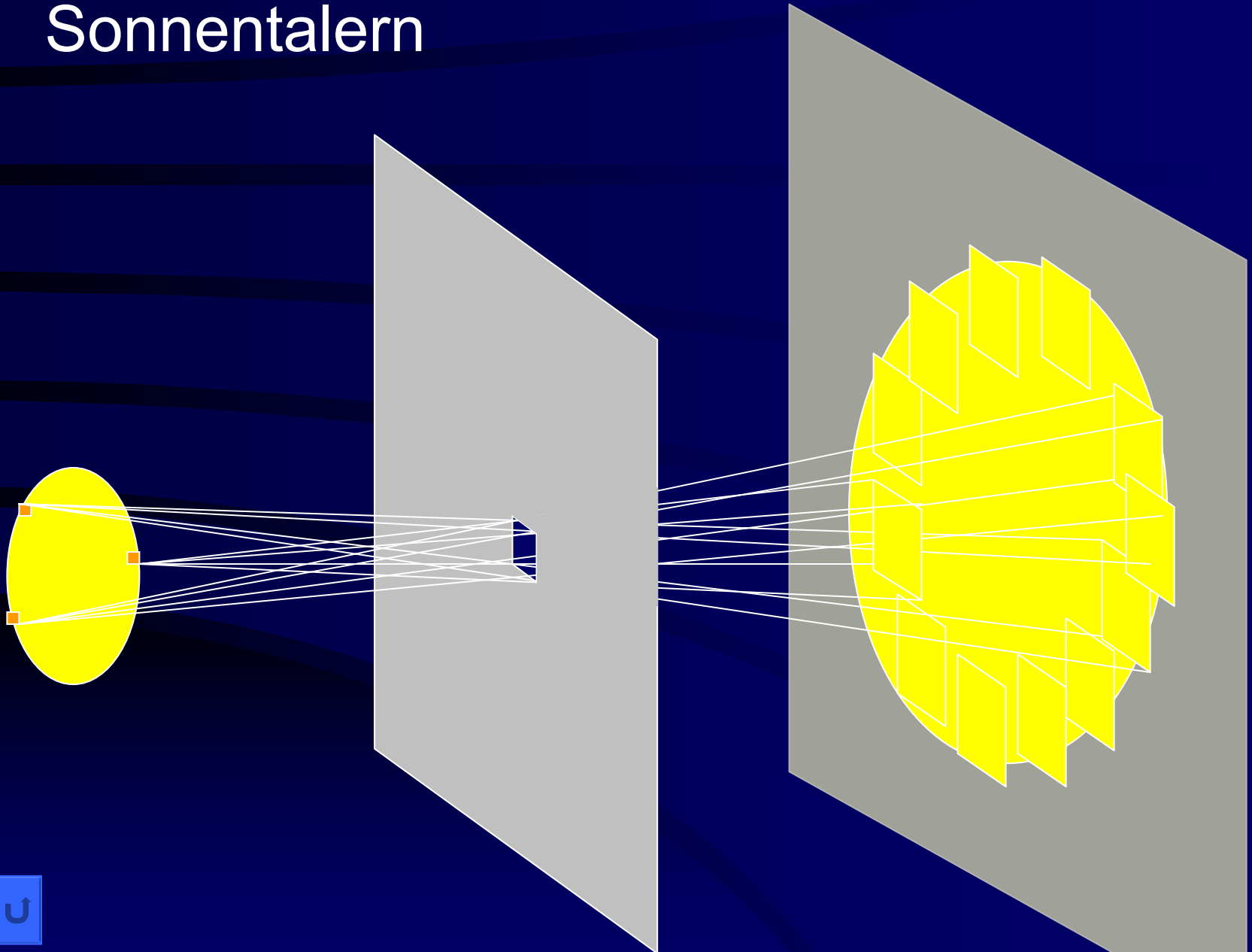


Abbildung eines Loches im Strahlenmodell des Lichts

Strahlenmodell zur Entstehung von Sonnentalern

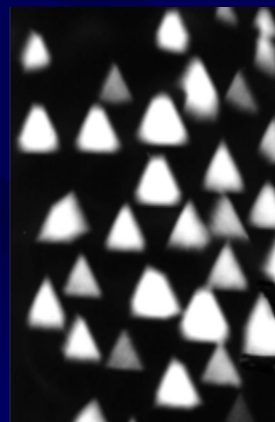
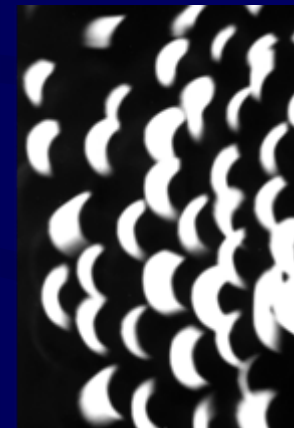
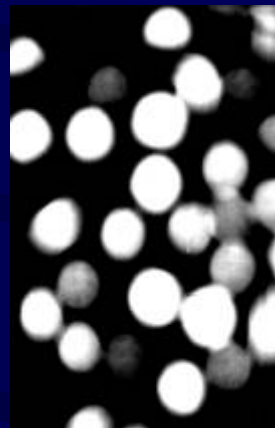
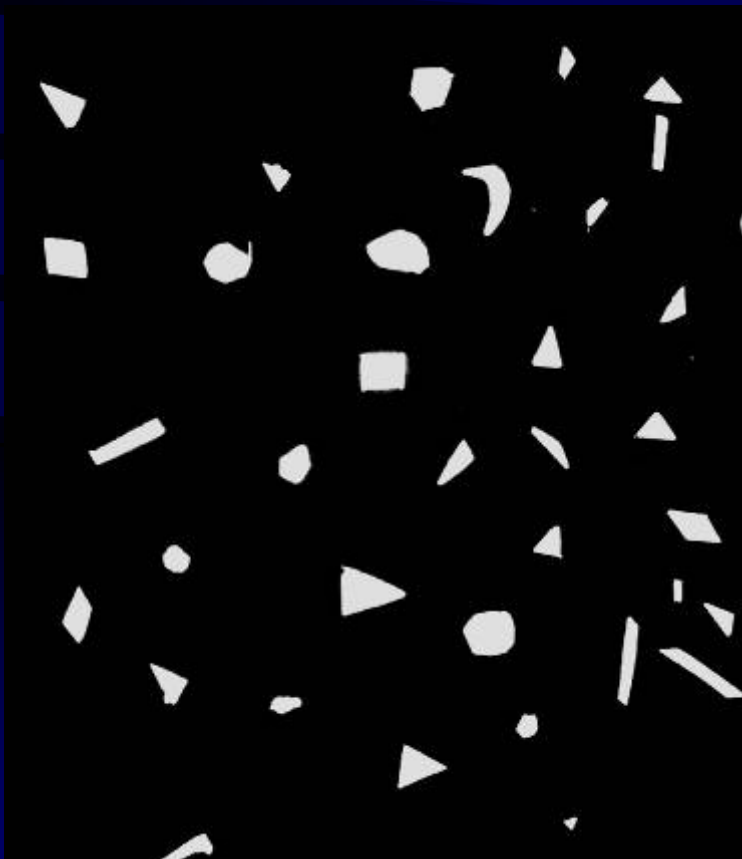


Die Form der Lichtquelle ist entscheidend

Herstellung der Lichtquelle: Figuren im Diarahmen mit Laminatfolie

Herstellung der Lochblende: Beliebige Lochformen auf Pappkarton

Pappblende in Strahlengang der speziellen ausgedehnten Lichtquelle:



Jedes Loch erzeugt Abbild der Lichtquelle.

Drehung der Pappe lässt unveränderte Abbilder zurück.

Alltägliche Vorlagen

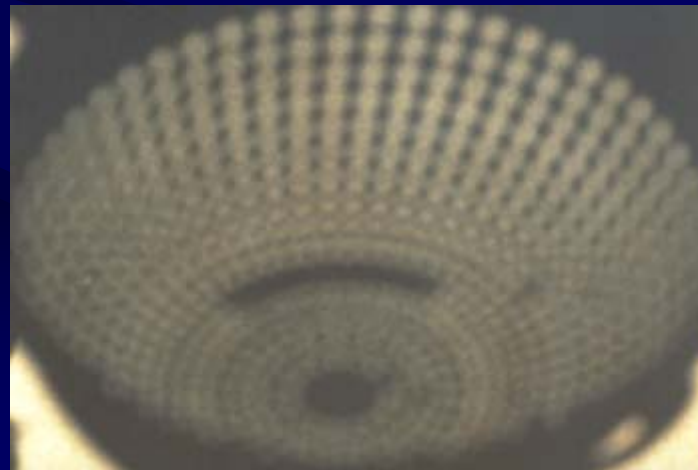
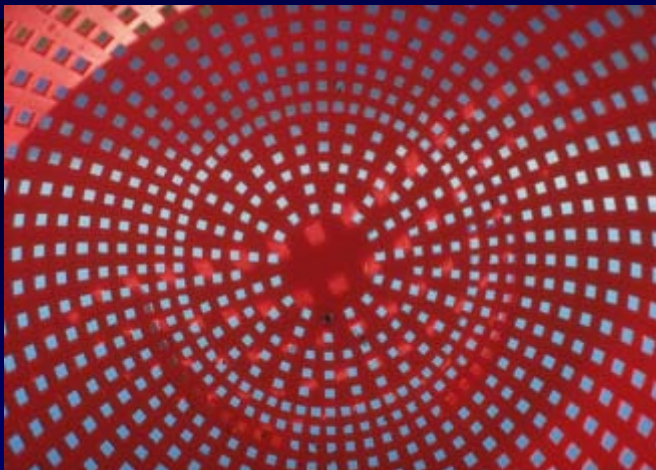
Alle Vorlagen mit kleinen eckigen Löchern sind gut geeignet

Original

Projektion im Sonnenlicht



Textilien



Haushaltsgeräte

Freihandversuch mit Retroreflektorfolie

Retroreflektierende Verkehrsschilder u.ä. bestehen meist aus einer Folie mit einer gut streuenden Schicht, in die kleine Kügelchen eingebettet sind.

Solche Retroreflektorfolie als Meterware erhältlich (z.B. von 3M hergestellt).



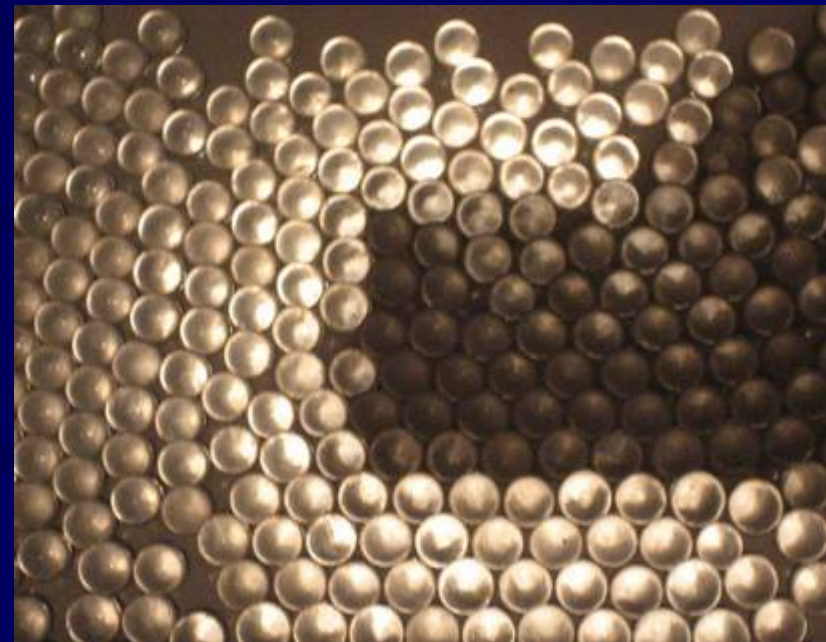
Freihandversuch zur Retroreflexion

Wassertropfen auf dem Blatt werden durch Glaskugeln auf Papier ersetzt. Sie werden blendend hell, wenn der Kopfschatten des Beobachters oder der Kamera nähert.

Normalerweise dunkel



Hell um Schatten der Kamera



Heiligenscheine werden durch Wassertröpfchen, Retroreflexionen durch winzige Glaskügelchen hervorgebracht.