

Infoblatt zur Ausstellung

Sehr geehrte Lehrerinnen und Lehrer,

die Ausstellung der „Lichtspiele“ ist unglaublich vielseitig und informativ. Allerdings kann man all diese Informationen bei einem einmaligen Besuch der Ausstellung gar nicht in allen Einzelheiten erfassen. Deshalb empfehlen wir Ihnen vorab für Ihre Schülerinnen und Schüler eine kleine Auswahl an Exponaten festzulegen.

Hierfür haben wir für Sie acht verschiedene Rundgänge durch die Ausstellung vorbereitet, die jeweils ein bestimmtes Thema vertiefen. Sie können diese im

„Begleitheft zur Ausstellung“¹

für Ihre Schülerinnen und Schüler markieren. Ergänzt werden die Rundgänge durch Schülervorträge, Workshops und passende Vorlesungen in der Physikarena. Diese Vorschläge gelten für alle Klassenstufen der weiterführenden Schulen. Für die Klassen 5, 6 und 7 sprechen wir jedoch am Ende zusätzlich eine gesonderte Empfehlung aus. Weiterhin gibt es für Grundschüler und Grundschülerinnen zwei eigenständige Rundgänge „Licht ist bunt“ und „Jenseits des sichtbaren Lichts“ mit zugehörigen Begleitheften.

Eine kurze Beschreibung der einzelnen Ausstellungsstände finden Sie nach der Übersicht der Rundgänge!

Übersicht der Rundgänge

Rundgang 1: Mikroskopie – von den Anfängen bis zum Nobelpreis

- Lupe, Fernrohr, Mikroskop
- Optik spielerisch verstehen
- Scheibchenweise
- Hochauflösende Mikroskopie
- Abbe spielend ausgetrickst
- ▶ *Workshop:*
Zeiss-Mikroskopie Workshop, täglich ab 9 Uhr (Anmeldung erforderlich)
- ▶ *Physikarena:*
„Die Welt der Lichtmikroskope“
(Fr u. Sa, 14 Uhr)

Rundgang 2: LASER in Forschung und Technik

- Mehr Licht – noch mehr Licht
- Mikrostrukturierung mit ultrakurzen Laserpulsen
- Optische Navigation
- Teilchenfangen mit Licht
- Wie aus Licht Punkte werden
- Licht der Zukunft
- ▶ *Schülervorträge:*
„Der kleinste Laser der Welt“
(Fr, 11 Uhr)
„Der Weg zum optischen Quantencomputer“ (Sa, 11 Uhr)

Rundgang 3: Der Welle-Teilchen-Dualismus

- Eine Welle kommt selten allein
- Einsteins Kraftwerk
- Seltsame Farben in der Natur
- Teilchenfangen mit Licht
- Das Photon und seine zwei Gesichter
- ▶ *Schülervortrag:*
„Das Jahrhundert des Photons“ (Mi 10 Uhr)
- ▶ *Physikarena:*
„Licht physikalisch – Welle oder Teilchen?“
(Mi u. Do, 15 Uhr)

Rundgang 4: Moderne Spektroskopie

- Spektroskopie am Küchentisch
- Echt oder unecht?
- Neues Licht aus kalten Quellen
- Scheibchenweise
- ▶ *Schülervortrag:*
„LED und OLED – der heiße Trend zum kalten Licht“ (Do, 10 Uhr)

¹ Eine begrenzte Anzahl Begleithefte wird am Infostand des Ausstellungszeltes zur Verfügung stehen. Sie können die Hefte aber auch vorab herunterladen und für Ihre Schülerinnen und Schüler ausdrucken.

Rundgang 5: Unsichtbares sichtbar machen
– Bildgebende Verfahren

- Durchblick mit T-Wellen
- Messen und gemessen werden
- Voller Durchblick
- Ich sehe was, was du nicht siehst
- Blick hinter die Linse
- ▶ **Schülervortrag:**
„Es werde Licht – und zwar schnell“
(Mi, 11 Uhr)

Rundgang 6: Biologie und Physik
– eine perfekte Symbiose

- Biophotonik
- Multitalentfaser
- Seltsame Farben in der Natur
- Optogenetik
- Schau mir in die Augen Kleines
- ▶ **Physikarena:**
„Von Abendrot, Himmelblau und
Sonnenhunden“ (Mi u. Do, 14 Uhr);
„Optische Glasfaser - Wie das Licht
um die Ecke kommt“ (Fr u. Sa, 15 Uhr)

Rundgang 7: Die Sonne – Ursprung des Lebens

- Die Physik der Sonne
- Der Regenbogen
- ... damit ich dich besser sehen kann
- Neues Licht aus kalten Quellen
- Von der Sonne abgeschaut
- Der Sonne entgegen
- ▶ **Schülervortrag:**
„Künstliche Fotosynthese – von der
Solarzelle zum Silizium-Blatt“ (Fr, 10 Uhr)
- ▶ **Workshop:**
„Grätzel-Zelle: Solarzelle mit Pflanzen-
farbstoffen“ (Di und Mi ab 9 Uhr)

Rundgang 8: Anfänge der Optik von Galileo bis
Newton und Goethe

- Goethe und die Farben
- Zugeschaut und mitgebaut
- Der Regenbogen
- Lupe, Fernrohr, Mikroskop
- Präziser geht's nicht
- Rasende Quanten
- ▶ **Schülervortrag:**
„Langsames Licht – wie Licht ins
Schnecken tempo kommt“ (Do, 11 Uhr)
- ▶ **Workshop:**
„Lego-Optik“ (täglich ab 9 Uhr)

Rundgang 9: Für die Klassen 5,6 und 7²

- Die Physik der Sonne
- Goethe und die Farben
- Zugeschaut und mitgebaut
- Der Regenbogen
- Lupe, Fernrohr, Mikroskop
- Präziser geht's nicht
- Nichts ist unerreichbar
- ▶ **Workshops:**
„Lego-Optik“ (täglich ab 9 Uhr);
„Grätzel-Zelle“ (Di u. Mi, ab 9 Uhr)

- Multitalent Faser
- Spektroskopie am Küchentisch
- Durchblick mit T-Wellen
- Voller Durchblick
- Wie aus Licht Punkte werden
- Ich sehe was, was du nicht siehst
- Mikrostrukturierung mit ultrakurzen
Laserpuls

² Unabhängig von den Themen empfehlen wir diese Exponate für die angegebene Altersgruppe besonders.

Kurzbeschreibung der einzelnen Ausstellungsstände:

Die Ausstellung gliedert sich in drei Bereiche

- ▶ Mit Licht forschen – Grundlagen der Optik und Photonik (Bereich A)
- ▶ Mit Licht arbeiten – Optische Techniken und Messverfahren (Bereich B)
- ▶ Mit Licht gestalten – Photonische Anwendungen (Bereich C)

Bereich A: Mit Licht Forschen – Grundlagen der Optik und Photonik

Die Physik der Sonne: Die Sonne kann durch ein Teleskop betrachtet werden. Sie wird als Energiequelle vorgestellt und es werden Informationen über ihren Aufbau sowie ihr komplexes magnetisches Feld gegeben.

Goethe und die Farben: Die Farbenlehre Goethes wird vorgestellt und mit der modernen Auffassung (spektrale Zerlegung der Farben) Newtons verglichen. Additive und subtraktive Farbmischung können selbst im Experiment ausprobiert werden.

Zugeschaut und mitgebaut: Hier besteht die Möglichkeit ein Galileo-Teleskop mit 6,5-facher Vergrößerung zu basteln (AstroMedia Bausatz). Weiterhin werden das „Newton-Spiegelteleskop“ und der „Sonnenprojektor“ von AstroMedia vorgestellt.

Der Regenbogen: Im Experiment wird ein künstlicher Regenbogen erzeugt, dessen Eigenschaften und die Entstehung werden erläutert. Zusätzlich erhält man Informationen über das elektromagnetische Spektrum.

Lupe, Fernrohr, Mikroskop: Die Grundlagen der Strahlenoptik können experimentell untersucht werden. Dazu stehen Haftoptikbausteine und eine optische Bank zum freien Ausprobieren zur Verfügung. Interessante Anwendungen wie der Tripel-Spiegel oder die Funktionsweise des menschlichen Auges vertiefen das Gelernte.

Präziser geht's nicht: Asphärische Linsen können zur Korrektur von Abbildungsfehler eingesetzt werden. Die Herstellung und die Einsatzmöglichkeiten dieser Linsen werden im Experiment und anhand kurzer Filme aufgezeigt. Es ist zudem möglich eigene Glaskörper an einer Läppmaschine zu schleifen.

Nichts ist unerreichbar: Hier erhält man Informationen zum Vakuum, was das ist, wo es eingesetzt wird und warum es für die Herstellung bestimmter Produkte (z.B. guter Optiken) unverzichtbar ist. Interessante Experimente im Vakuum vervollständigen das Bild.

Rasende Quanten: An diesem Stand wird die Lichtgeschwindigkeit live mit der Drehspiegel-Methode und einer modernen Lichtlaufzeitbestimmung gemessen. Mit einem Laserdistanzmesser aus dem Baumarkt kann zusätzlich der Brechungsindex von Wasser bestimmt werden.

Optik spielerisch verstehen: Die wellenoptischen Phänomene: Auflösungsvermögen optischer Geräte, Interferenz und Polarisation sind die Schwerpunkte dieses Standes. Dabei wird vor allem auf das Abbe-Limit, das Michelson-Interferometer und verschiedene Polarisationsfilter eingegangen. Das „Highlight“ an diesem Stand ist die Umsetzung mit Spielzeugsteinen.

...damit ich dich besser sehen kann: Verschiedene Arten von Polarisations- und Farbfiltern werden vorgestellt. Deren Einsatz in Sonnenbrillen wird erläutert und kann ausprobiert werden.

Seltsame Farben in der Natur: Vorkommen und Nutzen linear bzw. zirkular polarisierten Lichtes in der Natur werden beschrieben und an Beispielen aufgezeigt – vom Computer-Bildschirm bis zum Rosenkäfer.

Dahinter steckt immer ein kluger Kopf: Hier werden effektvolle Experimente quer durch die Physik vorgeführt und erläutert, u.a. zum elektromagnetischen Spektrum.

Einsteins Kraftwerk: Der innere Photoeffekt und seine Anwendung in Solarmodulen werden hier behandelt. Die Funktionsweise einer Solarzelle ist durch ein interaktives Funktionsmodell veranschaulicht.

Das Photon und seine zwei Gesichter: Hier wird rund um den Welle-Teilchen Dualismus informiert. Das Doppelspaltexperiment wird mit einer modernen Single-Photon-Imaging-Kamera beobachtet und so gezeigt, dass jedes Photon mit sich selbst interferiert.

Eine Welle kommt selten allein: Die Wellenoptik wird beginnend mit dem Huygens'schen Prinzip, über die Interferenz hin zu alltäglichen Farbeffekten als Folge von Interferenz, vor allem experimentell vorgestellt. Experimente mit Wasserwellen bilden hier die Grundlage. Am Stand kann die Dicke der eigenen Haare aus deren Beugungsbild ermittelt werden.

Bereich B: Mit Licht arbeiten – Optische Techniken und Messverfahren

Neues Licht aus kalten Quellen: Organische LEDs werden auf Grundlage organischer (Kohlenwasserstoffverbindungen enthaltender) Halbleiter hergestellt. Es werden Funktionsweise, Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten der neuen Lichtquellen aufgezeigt. Vergleichen kann man die Eigenschaften mit anderen Lichtquellen wie Glühlampe, Energiesparlampe und (anorganischer) LED.

Hochauflösende Mikroskope: Photoaktivierte Lokalisationsmikroskopie (Chemie-Nobelpreis 2014) umgeht die Abbe'sche Auflösungsgrenze. Hier wird das PALM-Verfahren in Animationen vorgestellt und damit gewonnene Aufnahmen gezeigt.

Scheibchenweise: Die Methode Lichtschicht-Mikroskopie wird erläutert. Bei dieser Methode wird nur die Ebene der Probe beleuchtet, die im Detektor durch das optische System auch scharf abgebildet wird. Zusätzliche Kombination mit Raman-Spektroskopie eröffnet völlig neue Einsatzmöglichkeiten.

Abbe spielend ausgetrickst: An diesem Stand wird dSTORM, eine weitere super-hochaufgelöste Mikroskopiemethode, vorgestellt und experimentell umgesetzt. Die Rolle und Eigenschaften geeigneter Fluoreszenzfarbstoffe kann ebenfalls im Experiment untersucht werden.

Multitalent Faser: Die optische Fasertechnologie wird hier erklärt. Man erfährt etwas über die Totalreflexion im Glasfaserkabel, dessen Aufbau sowie Herstellungsverfahren und Anwendungen. An einem Exponat aus der Mediziner-Ausbildung kann das Steuern einer Endoskop-Kamera durch ein Modell der menschlichen Verdauung ausprobiert werden.

Echt oder unecht? Bei Raman-Spektroskopie untersucht man das von einer Probe gestreute Licht eines Lasers. Es können Proben verschiedener Edelsteine, chemischer Substanzen oder ätherischer Öle untersucht und anhand der Spektren auch unterschieden werden.

Spektroskopie am Küchentisch: Hier können Experimente rund um die optische Spektroskopie mit Prismen und Gittern durchgeführt werden. Aus einem Stück einer CD kann jeder ein eigenes Spektrometer bauen. An der „CellFie Station“ können Sie Ihr Smartphone als Mikroskop verwenden.

Messen und gemessen werden: Hier werden neue Hochgeschwindigkeits-3D Vermessungsmethoden vorgestellt, mit deren Hilfe zum Beispiel Airbags verbessert werden. Die Explosion eines Airbags wird mit dieser Technik im Zelt live gefilmt.

Biophotonik: Mit Hilfe fluoreszierender Substanzen werden die Entwicklungsprozesse der Organe von Zebrafischen untersucht, die bis ins hohe Alter Stammzellen besitzen und sich so regenerieren können. Per Video-Schaltung können die Tiere live im Fritz-Lippmann-Institut beobachtet werden.

Mit Licht gestalten – Photonische Anwendungen (Bereich C)

Von der Sonne abgeschaut: Die Kernfusion bzw. das Fusionskraftwerk wird hier als ressourcenschonende und effektive Energiequelle vorgestellt. Ein auf etwa 100 Mio. °C geheiztes Plasma muss dabei berührungsfrei über Magnetfelder „gehalten“ werden, was eine extreme technische Herausforderung darstellt.

Licht der Zukunft: Die europäische Röntgenlaseranlage XFEL soll Materialien auf atomarer Ebene untersuchen können. Hier wird ein Großforschungsprojekt vorgestellt, das in der Nähe von Hamburg entsteht und an dem zwölf Nationen beteiligt sind.

Durchblick mit T-Wellen: Menschen senden Terahertzwellen aus, welche mit speziellen Detektoren auf Supraleiter-Basis gemessen werden können. Diese Körperscanner können die Sicherheitstechnik, z.B. auf Flughäfen revolutionieren. Davon kann man sich hier mit Aufnahmen des eigenen Körpers überzeugen.

Optogenetik: Die Steuerung von gentechnisch veränderten Zellen mit Licht ist ein hochaktuelles Thema neurowissenschaftlicher Forschung. Bestimmte einzellige Grünalgen sind die Grundlage dieser Forschung. Hier am Stand kann man das Verhalten einzelliger Algen bei verschiedener Beleuchtung beobachten.

Schau mir in die Augen kleines: Die eigene Netzhaut kann mit einer Funduskamera abgebildet werden und auch Farbseh- sowie klassische Sehtest sind möglich. Eine neue „trockene“ Elektrodentechnologie für EEG-Aufnahmen wird ebenfalls erläutert und vorgeführt.

Teilchen fangen mit Licht: Die optische Pinzette wird als modernes, vielseitiges Werkzeug vorgestellt und die physikalischen Grundlagen dazu erläutert. Man kann am Stand kleine Latex-Kügelchen mit einer optischen Pinzette fangen und festhalten.

Mehr als Licht - noch mehr Licht! Hier werden die physikalischen Grundlagen des Lasers erläutert. Sie können die Position der Resonator-Spiegel eines Helium-Neon-Lasers verändern und so den Laser erst funktionsfähig machen. In einem weiteren Experiment werden die ultrakurzen Pulse eines Femtosekunden-Lasers visualisiert.

Voller Durchblick: Hier wird über Röntgenstrahlung in der Medizin informiert. Kleinere Objekte können im Röntgengerät mit Tomographie-Aufsatz durchleuchtet werden. Das Gerät ist für den Schulgebrauch zugelassen.

Der Sonne entgegen: Hier kann ein vollständig solar-betriebenes Auto bestaunt werden, der Power Core Sun Cruiser. Dieses Fahrzeug hat bereits die Welt umfahren, angetrieben nur durch die Energie der Sonne.

Wie aus Licht Punkte werden: Hier wird die Funktionsweise von Blitzern aus dem Straßenverkehr erklärt. Diese arbeiten z.B. mit Laser-Radar-Methoden. Auf einer Teststrecke auf dem Eichplatz kann man sich auf einem Kinderfahrzeug blitzen lassen.

Optische Navigation: An diesem Stand wird die Navigation vom Nadel-Kompass über das Gyroskop bis hin zum Laserkreisel historisch eingeordnet und anschaulich erläutert. Der Laser-Kreisel machte feinste Drehbewegungen hörbar.

Ich sehe was, was Du nicht siehst: Eine Wärmebildkamera fertigt live Aufnahmen von Menschen und Gegenstände an und stellt diese als Falschfarbenbild dar. Die physikalischen Grundlagen schwarzer Körper, Planck'sches Strahlungs- und Wien'sches Verschiebungsgesetz, sowie technische Details werden erklärt.

Blick hinter die Linse: Hier wird die optische Kohärenztomographie live vorgestellt. Diese ermöglicht sehr genaue Untersuchungen der Netzhaut auf der Basis eines Michelson-Interferometers.

Mikrostrukturierung mit ultrakurzen Laserpulsen: Ultrakurze Laserpulse haben die Materialbearbeitung revolutioniert. Hier sehen Sie verschiedene Beispiele dieser Arbeiten. Mit einem Laserbeschrifter können persönliche Gegenstände am Stand individualisiert werden. Als Anwendungsbeispiel sehen sie einen Demonstrationsaufbau, bei dem Licht in Wellenleiterstrukturen durch einen Glas-Chip geführt wird, wie er beim Quantencomputing eingesetzt werden könnte.