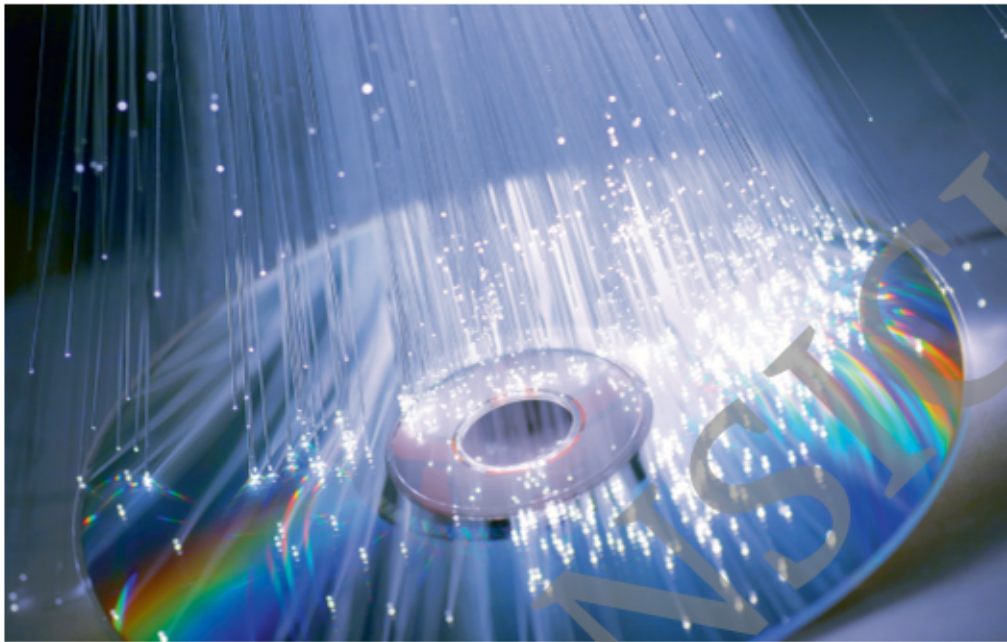


III.22

Natur und Technik

Informationsverarbeitung mit Licht – Glasfaserkabel, CD, DVD und Blu-ray

Benjamin Streit



Wer Musik, Fotos oder Filme unveränderbar speichern will oder diese im Handel erwirbt, wählt CDs, DVDs oder Blu-ray-Discs als Medium. Um schnelles Internet zu ermöglichen, wurden die meisten Telekommunikationsnetze auf Glasfaserkabel umgerüstet. Glasfaserkabel und die genannten Datenträger haben eine Gemeinsamkeit: Daten werden mithilfe von Licht verarbeitet. In dieser Einheit werden die Grundlagen zur Verarbeitung von Daten vermittelt, mithilfe von Experimenten vertieft und ein Hinterfragen der Funktionsweise technischer Alltagsgegenstände angeregt.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 7–10

Dauer: 9 Unterrichtsstunden

Kompetenzen: Die Schüler 1. beschreiben Lichtwellen als optisches Phänomen; 2. beschreiben die Funktionsweise eines Lasers; 3. erforschen die Funktionsweise optisch digitaler Datenträger; 4. identifizieren und unterscheiden optische Datenträger; 5. beschreiben die Übertragung von Daten mit Licht; 6. beschreiben die Funktionsweise von Glasfaserkabeln; 7. planen Versuche; 8. erstellen Versuchsprotokolle

Thematische Bereiche: Optik, Lichtwellen, Laser, Elektrotechnik, CD-, DVD- und Blu-ray-Medien und -Laufwerke, Glasfaserkabel

Ihr Unterrichtsassistent – Formeln, Fakten, Fachbegriffe

Optische digitale Datenträger unterscheiden sich hauptsächlich in ihrem Aufbau und der Speicherkapazität. Hier die wesentlichen Unterschiede tabellarisch und in einer Skizze zusammengefasst:

Typ	Standard-Speicherkapazität	Wellenlänge	Numerische Apertur	Laserspotdurchmesser	Spurabstand
CD	650 MB	780 nm	0,45	2,1 μm	1,6 μm
DVD	4,7 GB (Single Layer) 8,5 GB (Dual Layer) 9,4 GB (Flipper)	650 nm	0,6	1,3 μm	0,74 μm
Bluray	25 GB 50 GB (Dual Layer)	405 nm	0,85	0,6 μm	0,32 μm

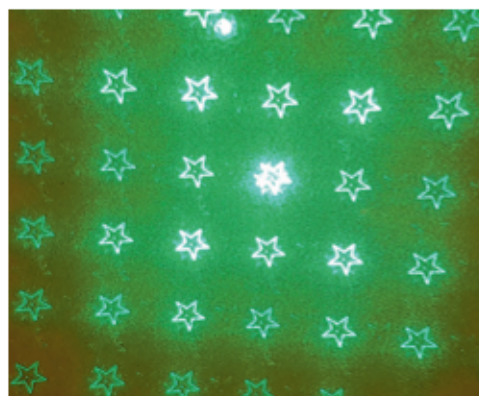
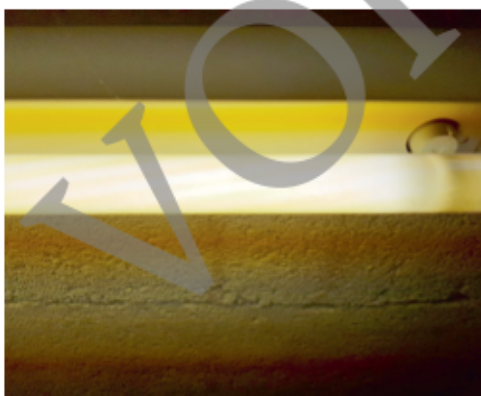
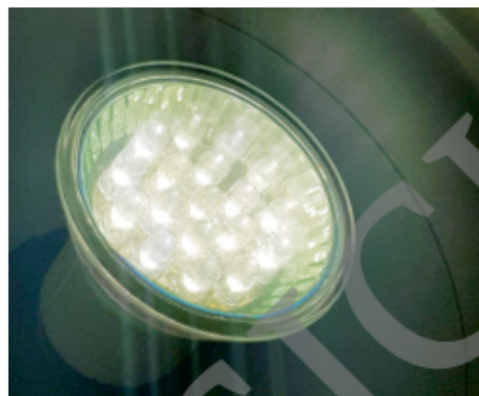
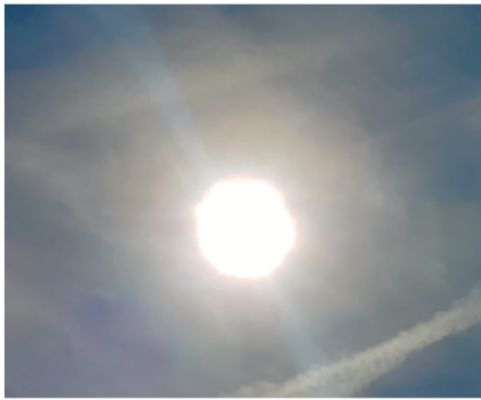


Skizze: Benjamin Streit

Tabellarische Zusammenfassung der Kennzeichnung der verschiedenen DVD-Formate:

Kennzeichnung	Bedeutung
DVD	Die Bezeichnung DVD tragen alle Scheiben der DVD-Familie.
-	Am „-“ sind alle DVD-Formate erkennbar, die vom DVD Forum stammen. Nur bei diesem Format kann Time Search verwendet werden.
+	Am „+“ sind alle DVD-Formate erkennbar, die von der DVD+RW Alliance stammen und einige Sonderfunktionen im Videobereich unterstützen.
±	Mit einem „±“ wird ausgedrückt, dass hier sowohl die DVD-Formate des DVD-Forums wie der DVD+RW Alliance gemeint sind.
R	„Recordable“, d. h. einmal beschreibbar.
RW	„Rewritable“, d. h. wiederbeschreibbar (gewöhnlich bis ≈ 1000 -mal veränderbar/korrigierbar).
RAM	„Random Access Memory“, d. h. freier, direkter Schreib-/Lese-Zugriff auf alle Daten (gewöhnlich bis ≈ 10.000 -mal veränderbar/korrigierbar)
DL	Dual (-) bzw. Double (+) Layer, d. h. zwei Datenschichten auf einer Seite.

M 1a



Fotos: Benjamin Streit

M 2

Wie werden Informationen gespeichert?

Jeden Tag erleben wir unzählige Dinge, nehmen Geräusche wahr, sehen, wie sich etwas ereignet. Wichtige Erlebnisse speichern wir in unserem Gedächtnis. Das meiste, was wir täglich wahrnehmen, wird aber als unwichtig herausgefiltert und sofort wieder vergessen. Um das Gedächtnis zu unterstützen und wichtige Ereignisse und Botschaften auch über Generationen weiterzugeben, hat der Mensch schon Tausende Jahre v. Chr. angefangen, nach Möglichkeiten zu suchen, Informationen zu speichern.

Aufgaben

1. Lest den obigen Einführungstext und entwickelt dazu eine Forschungsfrage.
2. Nennt Speichermöglichkeiten für Informationen.
3. Lest den Text und fertigt dazu eine Tabelle an, in der ihr die Vor- und Nachteile der verschiedenen Datenträger und die Art der Speicherung auflistet.
4. Fragt zu Hause nach, ob ihr eine ausgediente CD, DVD oder Blu-ray habt und bringt sie, wenn möglich, zur nächsten Stunde mit.



Die Entwicklung der Speicherung von Sprache und Musik

Die erste Möglichkeit, Geräusche, Sprache und Musik aufzuzeichnen, boten mit Wachs beschichtete Walzen. Diese waren nicht hitzebeständig, verloren sehr schnell ihre Tonqualität und boten nur Platz für einige Minuten. Schließlich wurden Schallplatten entwickelt, die man beliebig oft kopieren konnte. Damit erreichte man Spielzeiten von maximal 30 Minuten pro Seite. Nachteil waren hier die Größe sowohl des Datenträgers als auch des Abspielgeräts (schwer transportierbar) und die fehlende Möglichkeit, ohne großen Aufwand Aufnahmen zu erstellen und den Datenträger nachträglich zu verändern. Sowohl Walzen als auch Schallplatten speichern die Töne rein mechanisch.



© Aaron Foster/The Image Bank

Einen großen Fortschritt in Bezug auf die genannten Nachteile brachte die Erfindung des Tonbandes. Tonbänder konnten in fast beliebigen Längen produziert werden (mit Aufnahmedauern von mehreren Stunden), in Form von Kassetten (Kapazität i. d. R. 90 Minuten) waren sie leicht transportabel, und es wurde für jeden möglich, selbst Aufnahmen zu erstellen, zu überspielen etc. Nachteil gegenüber den Schallplatten war hauptsächlich die Haltbarkeit (Ausleiern, Reißen und Empfindlichkeit

gegenüber Magneten). Tonbänder sind rein magnetische Speicher. Auch zur Speicherung von Daten für die ersten Computer wurden nach den rein mechanischen Lochkarten zunächst Magnetbänder und danach Disketten und Festplatten, die auch magnetisch arbeiten, verwendet.

Um möglichst viele der jeweiligen Vorteile von Schallplatten und Tonbändern zu vereinen, wurde nach etwas gesucht, was kleiner und leichter war als eine Schallplatte, aber ebenso stabil und damit gut transportabel. Die Größe der Schallplatte war eng gekoppelt an die Kapazität. Man konnte durchaus kleinere Platten herstellen, allerdings war dann nur noch Platz für zwei bis vier Lieder. Das lag daran, dass die Schallplatte mechanisch mit einer Nadel ausgelesen wurde, und dafür eine bestimmte Tiefe und Breite der Rillen nötig war, damit die Nadel nicht aus der Spur sprang. Mit der Erfindung des Lasers und der Digitaltechnik fand man eine Möglichkeit, die mechanische Nadel durch die optische Na-



© William Whitehurst/The Image Bank

M 5

Glasfaserkabel

Um zu Hause schnell im Internet surfen zu können, hochauflösende Videos zu streamen etc. braucht man hohe Datenübertragungsraten. Die Geschwindigkeit, mit der durch „normale“ Netzwirkabel durch Strom Daten übertragen werden, ist zwar sehr hoch, aber begrenzt. Das kommt daher, dass das Kabel den Elektronen einen Widerstand entgegensezt und sie so bremst. Licht ist deutlich schneller. Man versuchte also, Licht in Materie zu leiten, um es so auch um Kurven lenken zu können, damit man Informationen mit Licht auch an Orte übertragen kann, mit denen man keinen Sichtkontakt herstellen kann. So wurden nach zahlreichen Experimenten schließlich Glasfaserkabel als Lichtwellenleiter entwickelt. Sie dienen heute zur weltweiten Kommunikation und Informationsübertragung. Der aktuelle Weltrekord der Datenübertragung auf einer einzelnen Glasfaser liegt derzeit bei 32 Terabit pro Sekunde.



© Benjamin Streit

© RAABE 2020

Aufgaben

1. Sammelt und notiert, wo Lichtwellenleiter im Alltag zu finden sind.
2. Recherchiert, wie Lichtwellenleiter aufgebaut sind und wie sie funktionieren.
3. Findet heraus, wie man den Winkel der Totalreflexion berechnet.
4. Recherchiert Brechungszahlen von mindestens drei verschiedenen Medien (n_1 , n_2 , n_3) und berechnet die Winkel der Totalreflexion der drei möglichen Kombinationen.
5. Fragt zu Hause nach, ob ihr einen Blumentopf, einen leeren Milchkarton oder eine nicht mehr benötigte undurchsichtige Plastikflasche habt, und bringt sie, wenn möglich, zur nächsten Stunde mit.