

I.E.18

Optik

Das Potenzial der Glasfaser – Grundlagen und Anwendungen der Technologie

Maureen Reis



© RAABE 2024

© Andrew Brookes/Image Source

Derzeit wird viel Werbung für den Ausbau der Glasfaserleitungen und damit verbunden für schnelles Internet gemacht. Aber was genau ist eine Glasfaser? Ist die Übertragung von Daten über Glasfaser so viel schneller als über Kupferleitungen? Und wie steht es eigentlich um den Glasfaserausbau in Deutschland? Da das Thema nach wie vor viel diskutiert wird und der Ausbau die Digitalisierung voranbringen soll, handelt es sich hierbei um ein Thema, mit dem sich auch die Schülerinnen und Schüler auseinandersetzen. Die Einheit liefert Grundwissen zur Glasfaser und zu den Anwendungen der Technologie.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	ab Klasse 10
Dauer:	6 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 3–4)
Kompetenzen:	Glasfaseraufbau beschreiben, Brechungsindizes, Winkel und Geschwindigkeiten von Licht in verschiedenen Materialien berechnen, Lichtbrechungen und Reflexionen erkennen und beschreiben, Lichtführung in der Glasfaser bestimmen, Unterschied zwischen Single- und Multimode erklären
Inhalt:	Glasfaser, Lichtbrechungen und Reflexionen, schnelles Internet, Breitband, Datenübertragung

Rund um die Reihe

Warum wir das Thema behandeln

Das Thema Glasfaser ist nach wie vor sehr aktuell. Überall in den Medien und an den Straßenrändern wird für den Ausbau von Glasfaser und schnellem Internet geworben. Damit die Schülerinnen und Schüler bei diesem aktuellen Thema mitreden können, sollten sie wissen, worum es sich bei einer Glasfaser handelt und wie die Daten über diese übertragen werden. Da bei der Glasfaser das Thema Lichtbrechung relevant ist, kann diese Einheit sehr gut absolviert werden, wenn das Thema Optik mit den Unterthemen Reflexionsgesetz, Lichtbrechung, Totalreflexion in Physik oder Technik behandelt wird.

Was Sie zum Thema wissen müssen

Glasfasern werden für verschiedene Bereiche verwendet. Neben der Telekommunikationsbranche finden Glasfasern auch Anwendung in der Medizin, im Weltall, im Militär und in der Industrie. Dabei werden sie meistens zur Übertragung von Daten oder als Sensoren verwendet.

Die Glasfaser an sich besteht aus einem Kern, einem Mantel und Coatings. Das Licht, welches durch die Glasfaser hindurch geschickt wird, soll durch den Kern geführt werden. Geht ein Teil der Lichtleistung in den Mantel und die Coatings, ist dieses für die Datenübertragung quasi verloren und wird in Form von Wärme an die Umwelt abgegeben. Der Glasfaserkern ist sehr dünn. Bei den Singlemodefasern ist der Kern im Durchmesser $9\ \mu\text{m}$ und bei den Multimodefasern im Durchmesser $50\ \mu\text{m}$ bis $62,5\ \mu\text{m}$ groß.

Bei Singlemodefasern kann das Licht nur in Form von einer Mode die Glasfaser durchqueren, bei Multimodefasern in Form von mehreren Moden. Das bedeutet jedoch nicht, dass mit Multimodefasern mehr Daten übertragen werden können als mit Singlemodefasern. Multimodefasern sind zumindest in der Telekommunikation einfach die Glasfaser von früher, heutzutage werden meistens nur noch Singlemodefasern verwendet.

Bei der Führung des Lichts durch die Glasfaser ist die Brechung zu beachten. Tritt das Licht auf eine Grenzfläche, also auf einen Übergang von einem in ein anderes Medium, wird nicht das gesamte Licht einfach reflektiert oder geht gerade durch den Übergang in das zweite Medium. Je nach Winkel des Lichts wird ein Teil des Lichts in das zweite Medium gebrochen und ein anderer Teil wird im ersten Medium an der Grenzfläche reflektiert. Wenn der Lichtstrahl von einem optisch dichteren in ein optisch dünneres Medium bricht, wird das Licht vom Lot weggebrochen. Das Lot steht dabei senkrecht auf der Grenzfläche. Wird ein Lichtstrahl von einem optisch dünnen in ein optisch dichteres Medium gebrochen, wird das Licht zum Lot hin gebrochen. Ab dem sogenannten Grenzwinkel wird das gesamte Licht an einer Grenzfläche reflektiert und bleibt im ersten Medium erhalten. Bei der Glasfaser bestehen der Kern und der Mantel aus zwei verschiedenen Glaszusammensetzungen und werden über die Brechungsindizes charakterisiert. Der Kern ist optisch dichter und besitzt somit einen höheren Brechungsindex als der Mantel.

Der Glasfaserausbau für schnelles Internet schreitet in Deutschland nur sehr langsam voran, auch wenn in den letzten Jahren mehr ausgebaut wurde als zuvor. Zu beachten sind dabei die verschiedenen Netzebenen. Während Netzebene eins den Backbone darstellt, der ganze Gebiete und Länder miteinander mit Glasfaser vernetzt, stellt die Netzebene zwei die Subnetze in Städten bis zu den Kabelverzweigern dar. Netzebene drei stellt die Glasfaserverkabelung von Gebäuden und Netzebene vier die Verkabelung bis hinein in die Wohnung bzw. das Haus dar.

Didaktisch-methodische Hinweise

Voraussetzungen der Lerngruppe

Die Schülerinnen und Schüler sollten bereits Grundlagenwissen zum Thema Welle haben. Vor allem grundlegende Begriffe wie Amplitude und Wellenlänge sollten den Schülerinnen und Schülern bekannt sein. Auch von der Ausbreitung und von der Überlagerung von Wellen sollten die Lernenden zumindest schon grundlegend gehört haben.

Aufbau der Reihe

In Material **M 1** werden die Schülerinnen und Schüler an das Thema Glasfaser herangeführt. Zunächst sollen die Lernenden in einer Mindmap festhalten, was sie zu dem Thema schon wissen. Dies wird anschließend in der Klasse besprochen und zusammengetragen. In **M 2** wird dann in einem Text beschrieben, was eine Glasfaser ist. Die Mindmap kann somit ggf. noch ergänzt werden. **M 3** stellt einen Vergleich auf, in dem die Datenübertragungen über Funk, über Kupfer und über Glasfaser gegenübergestellt werden. In einer Aufgabe am Ende von **M 3** sollen die Schülerinnen und Schüler diesen Vergleich in einer Tabelle zusammentragen. Material **M 4** geht intensiv auf die physikalischen Grundlagen zur Lichtübertragung über die Glasfaser ein. Dabei nimmt vor allem die Lichtbrechung einen großen Teil des Materials ein. In anschließenden Aufgaben und einem Versuch können die Schülerinnen und Schüler überprüfen, ob sie die physikalischen Grundlagen verstanden haben. In **M 5** werden weitere Eigenschaften und Unterscheidungen von Glasfaserarten erklärt. Es geht dabei vor allem darum, wie die Daten über die Glasfaser übertragen werden. Während in **M 6** auf die Infrastrukturen der Glasfaser in Deutschland eingegangen wird, behandelt **M 7** die Breitbandgeschwindigkeiten in Europa. Im Material **M 8** werden noch weitere Anwendungen der Glasfaser außerhalb der Telekommunikationsbranche vorgestellt. Am Ende der Materialien **M 6** und **M 8** sollen die Schülerinnen und Schüler eine eigene Recherche durchführen, weshalb Computer/ Tablets und Internet zur Verfügung stehen sollten.

Weiterführende Medien

Internetadressen

- ▶ <https://www.opternus.de/wissen/datenuebertragung-vom-backbone-bis-in-den-zugangsreich>
Erklärung der Netzebenen eins bis vier, darunter der Backbone, der lokale Backbone, die An-
schließung von Gebäuden an die Kabelverzweiger und die Verkabelung im Gebäude selbst.
- ▶ <https://www.all-electronics.de/elektronik-entwicklung/welche-vorteile-glasfasern-in-der-medizintechnik-haben.html>
Der Artikel beschreibt, welche Vorteile Glasfasern in der Medizintechnik haben.
- ▶ <https://www.glasfaserkabel.de/Der-Unterschied-zwischen-Singlemode-und-Multimode-LWL-Kabeln: :13.html>
Der Unterschied zwischen Singlemode und Multimode-Glasfasern wird auf dieser Internet-
seite erklärt. Dabei wird sowohl der Unterschied bei der Glasfaser an sich erklärt, aber auch die
Unterschiede bei der Lichtausbreitung in den beiden Fasertypen.
- ▶ <https://www.leifiphysik.de/optik/lichtbrechung/grundwissen/lichtbrechung-einfuehrung>
Erklärungen zur Lichtbrechung: Sowohl die Lichtbrechung von einem optisch dünneren in ein
optisch dichteres Medium als auch von einem optisch dichten in ein optisch dünneres Medium
werden behandelt. Dabei werden auch die Begriffe Einfallswinkel-, Ausfallswinkel- und Brechungswinkel
erklärt.

Videos

- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=AFlbY6P10mc>
In dem Video wird erklärt, wie ein Glasfaserkabel funktioniert.
- ▶ <https://www.youtube.com/watch?v=6anTPF1p6-Y>
Dieser Film zeigt, wie die Glasfaser von der Straße bis ins Haus verlegt wird und welche An-
schlussvarianten dabei möglich sind.
- ▶ <https://studyflix.de/ingenieurwissenschaften/brechungsindex-2343>
Das Video erklärt, was ein Brechungsindex ist und wie man diesen berechnen kann.

[Letzter Abruf der Internetadressen: 26.06.2024]

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt, Tx = Infotext, LEK = Lernerfolgskontrolle, Sv = Schülerversuch

1. Stunde

Thema: Einstieg in das Thema Glasfaser: Was ist eine Glasfaser?

M 1 (Ab) Glasfaser – ein Einstieg

M 2 (Tx, Ab) Was ist eine Glasfaser?

2. Stunde

Thema: Datenübertragung über Funk, Kupfer und Glasfaser

M 3 (Tx, Ab) Vergleich der Übertragung von Daten über Funk, Kupfer und Glasfaser

3./4. Stunde

Thema: Physikalische Grundlagen zur Lichtübertragung

M 4 (Tx, Ab) Lichtübertragung in der Glasfaser – physikalische Grundlagen

Schülerversuch: Optischer Knick im Wasser

Benötigt:

- 1 Glas
- 1 Stift/Stab/Strohalm
- Wasser für das Glas

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min Auswertung: 20 min

5. Stunde

Thema: Datenübertragung über Glasfaser und Infrastrukturen in Deutschland

M 5 (Tx) Wie werden die Daten über die Glasfaser übertragen?

M 6 (Tx, Ab) Infrastrukturen der Glasfaser in Deutschland

Benötigt: Computer und Internetzugang

6. Stunde

Thema: Breitbandgeschwindigkeiten in Europa und Glasfaseranwendungen

M 7 (Tx) Breitbandgeschwindigkeiten in Europa

M 8 (Tx, Ab) Glasfaseranwendungen außerhalb der Telekommunikation

Benötigt: Computer und Internetzugang

Minimalplan

Die Einheit kann auf drei bis vier Unterrichtsstunden gekürzt werden. Material **M 1** stellt einen Einstieg in das Thema dar, mit dem die Schülerinnen und Schüler ihr Vorwissen überprüfen können. Dieses Material kann jedoch bei Zeitmangel weggelassen werden. Die Materialien **M 6**, **M 7** und **M 8** können ebenfalls variabel eingesetzt werden. Da die Materialien **M 6**, **M 7** und **M 8** unabhängig voneinander sind, kann auch nur ein Material ausgewählt werden. Auch die Aufgaben in **M 6** und **M 8** können bei Zeitmangel übersprungen werden.

Erklärung zu den Symbolen

	Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.	
	einfaches Niveau	
		
	Zusatzaufgabe	
		
		Selbsteinschätzung

SCHOOL-SCOUT.DE



Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

Auszug aus:

Optik: Das Potenzial der Glasfaser

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](https://www.school-scout.de)



I.E.18

Optik

Das Potenzial der Glasfaser – Grundlagen und Anwendungen der Technologie

Maximilian Huber



Dieses Material wird als Werkzeug für den Aufbau der Glasfaseranwendungen erstellt. Damit verbunden für schulische Verwendung geeignet. Aber was genau ist eine Glasfaser? Ist die Übertragung von Daten über Glasfasern so viel schneller als über Kupferleitungen? Und wie sieht es eigentlich mit dem Glasfasernetz aus? Diese und viele weitere Fragen werden in diesem Material beantwortet. Das Thema ist nicht nur für die Digitalisierung von Bedeutung, sondern es ist auch ein Thema, mit dem sich auch die Schulleitung und Schüler auseinandersetzen können. Das Material liefert Grundlagen zur Glasfaser und der Glasfasertechnologie.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 8/9 Klasse 10

Querschnitt: 6 bis 10 Klassenstufen (Wahlmöglichkeit: 3-4)

Komplexität: 6 bis 10 Klassenstufen (Wahlmöglichkeit: 3-4)
Komplexität: 6 bis 10 Klassenstufen (Wahlmöglichkeit: 3-4)
Komplexität: 6 bis 10 Klassenstufen (Wahlmöglichkeit: 3-4)

Wahl: 6 bis 10 Klassenstufen (Wahlmöglichkeit: 3-4)
Wahl: 6 bis 10 Klassenstufen (Wahlmöglichkeit: 3-4)
Wahl: 6 bis 10 Klassenstufen (Wahlmöglichkeit: 3-4)