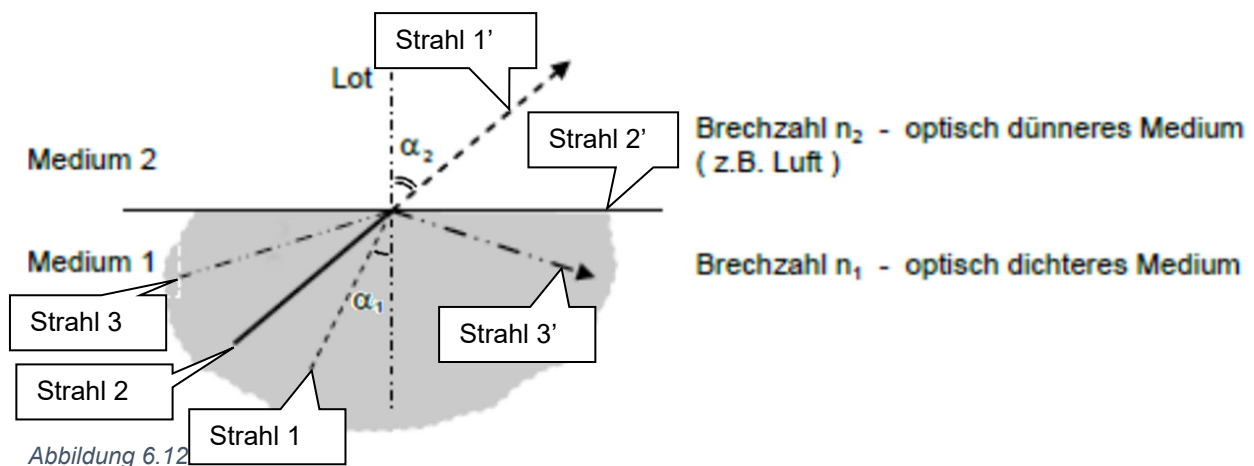


## 6.4 Totalreflexion

### Lernziele:

- Sie erklären was Totalreflexion ist und wenn es auftreten kann.
- Sie berechnen ab welcher Winkel Totalreflexion auftritt.

Beim Austritt eines Lichtstrahls in ein optisch dünneres Material tritt ein Grenzfall auf: Wird der Einfallswinkel  $\alpha_1$  grösser, so nimmt auch der Brechungswinkel  $\alpha_2$  bis zum grössten möglichen Wert von  $90^\circ$  zu. Was geschieht, wenn der Einfallswinkel noch grösser wird?



Herleitung des Grenzwinkels:

Strahl 2, der mit dem Grenzwinkel  $\alpha_G$  eintrifft, wird so gebrochen, dass er entlang der Oberfläche der beiden Medien verläuft.

Schulversuch: <https://www.youtube.com/watch?v=GYDb8tljqYw>

Wie gross ist der Grenzwinkel  $\alpha_G$ ?

Aus dem Brechungsgesetz folgt :

$$n_1 \cdot \sin(\alpha_1) = n_2 \cdot \sin(\alpha_2) \quad \text{mit } \alpha_1 = \alpha_G \text{ und } \alpha_2 = 90^\circ$$

$$\Rightarrow n_1 \sin(\alpha_G) = n_2 \sin(90^\circ)$$

$$\Rightarrow n_1 \sin(\alpha_G) = n_2$$

$$\Rightarrow \sin(\alpha_G) = n_2/n_1$$

### Aufgabe 6.5

Wie gross ist der Grenzwinkel  $\alpha_{G(GL)}$  beim Austritt eines Lichtstrahls aus (Kron-)Glas in Luft ? (Antwort  $\alpha_{G(GL)} = 41,47^\circ$ )

Was bedeutet das für einen Lichtstrahl mit Einfallswinkel gleich  $45^\circ$ ?

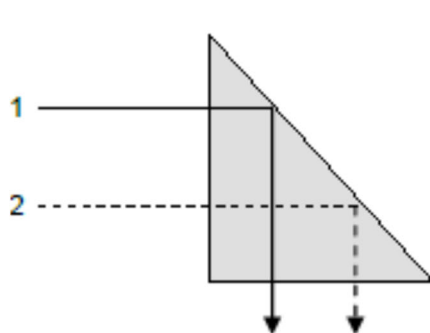
**Aufgabe 6.6**

Wie gross ist der Grenzwinkel  $\alpha_{G(WL)}$  beim Austritt eines Lichtstrahls von Wasser in Luft? (Antwort  $\alpha_{G(WL)} = 48,75^\circ$ )

Somit gilt: Beträgt der Einfallswinkel unter Wasser mehr als  $48,75^\circ$ , so tritt ein Lichtstrahl nicht mehr aus dem Wasser aus, sondern wird totalreflektiert.

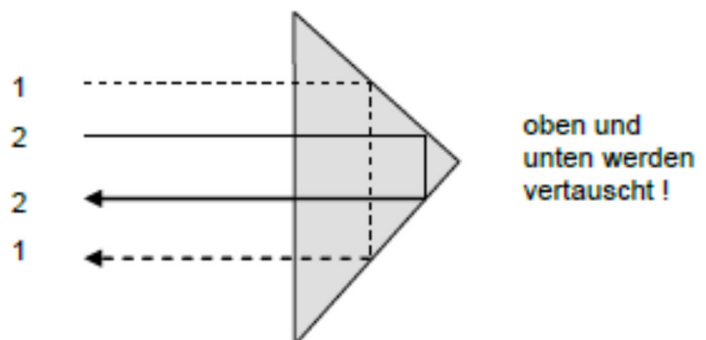
**6.4.1 Totalreflexion in Prismen**

In rechtwinkligen Prismen wird das Licht durch Totalreflexion umgelenkt ( ideale Spiegelung ).



Umlenkung um  $90^\circ$

Abbildung 6.13



Umlenkung um  $180^\circ$

Aus der oben berechnete Grenzwinkel  $\alpha_{G(GL)} = 41,47^\circ$  folgt: in einem Prisma mit Winkeln von  $45^\circ$  und  $90^\circ$  tritt in allen Richtungen Totalreflexion auf.

**Aufgabe 6.7**

Erklären Sie wieso die Qualität der Spiegelung bei einem Prisma besser ist als bei einem normalen Spiegel.

### 6.4.2 Totalreflexion in Glasfasern

Stephan Mueller: [https://youtu.be/9\\_xTOxfn6I?t=395](https://youtu.be/9_xTOxfn6I?t=395) (6:35min bis 8.52min)

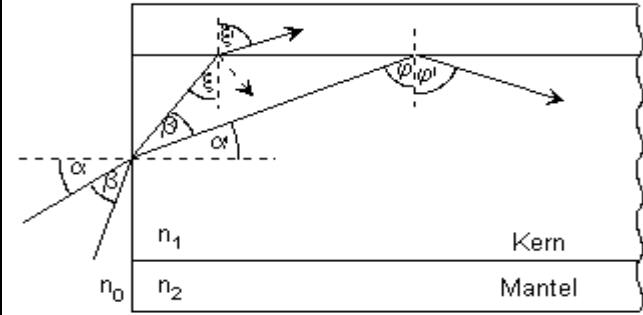
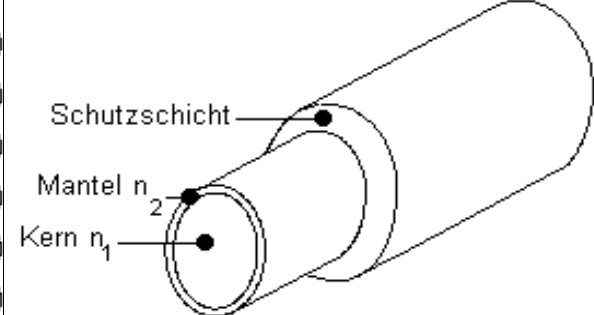
	
<b>Totalreflexion in einer Glasfaser</b> Der Einfallswinkel muss eine gewisse Grösse erreichen, damit Totalreflexion auftritt. Wird das Kabel zu stark geknickt, kann es geschehen, dass die Totalreflexion unterbrochen wird → Signalverlust.	<b>Aufbau einer Glasfaser</b> Der Kern aus Glas mit der Brechzahl $n_1$ wird vom Mantel mit der Brechzahl $n_2$ umhüllt. <i>Dabei muss gelten: <math>n_1 &gt; n_2</math>.</i> Die äusserste Schicht dient dem Schutz vor mechanischer Beschädigung.

Abbildung 6.14

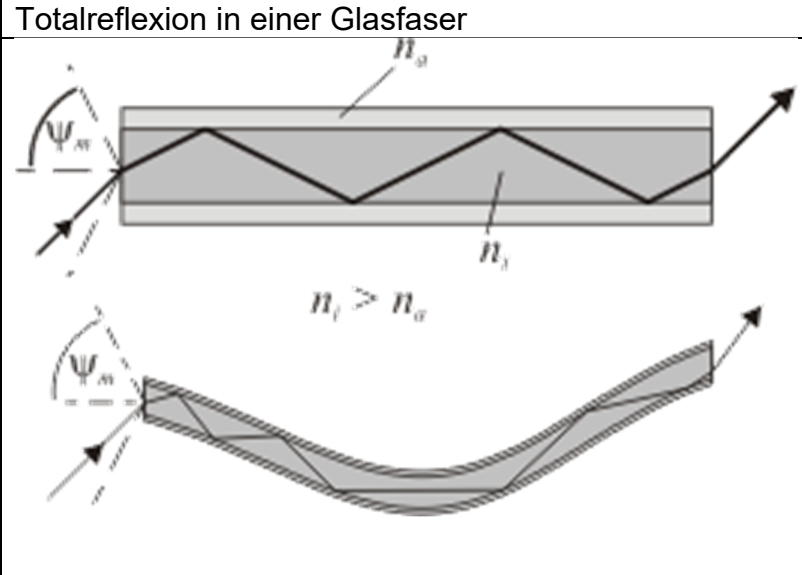
<b>Totalreflexion in einer Glasfaser</b> 	<b>Erklärung der Abbildung:</b> Das Licht breitet sich in der Glasfaser „streifend“ entlang der Grenzfläche aus. Das an der einen Seite eingekoppelte Licht wird durch vielfache Totalreflexion bis an das andere Ende geleitet. Dies funktioniert, bei eingeschränktem Akzeptanzwinkel $\psi_m$ , auch bei gekrümmten Lichtwellenleitern. Quelle: <a href="http://www.chemgapedia.de">http://www.chemgapedia.de</a>
--	---

Abbildung 6.15

### 6.4.3 Untere Luftspiegelung

Alpha Lernen: <https://www.youtube.com/watch?v=MTzAV7uBxU>



Abbildung 6.16

Diese Strasse scheint in der Ferne nass zu sein. Können Sie sich das erklären?

Schema:

#### untere Luftspiegelung

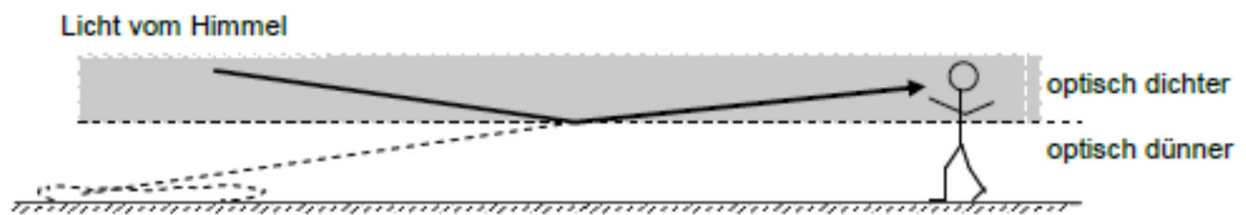


Abbildung 6.17

### 6.4.4 Obere Luftspiegelung

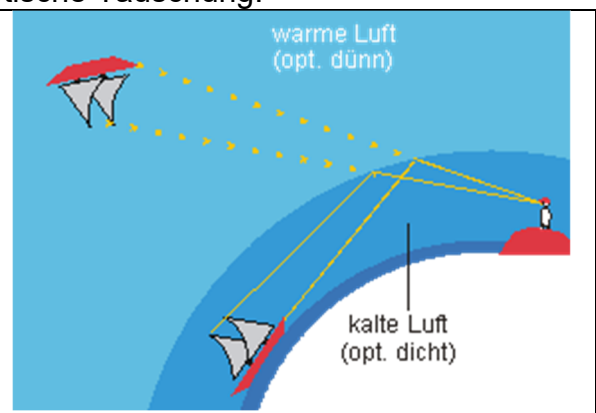
Auch bekannt unter dem Namen „Fata Morgana“

([https://de.wikipedia.org/wiki/Fata\\_Morgana](https://de.wikipedia.org/wiki/Fata_Morgana)).

Eine **Fata Morgana** oder **Luftspiegelung** ist ein optischer Effekt, der auf Ablenkung des Lichtes an unterschiedlich warmen Luftschichten beruht. Es handelt sich um ein physikalisches Phänomen und **nicht** um eine optische Täuschung.



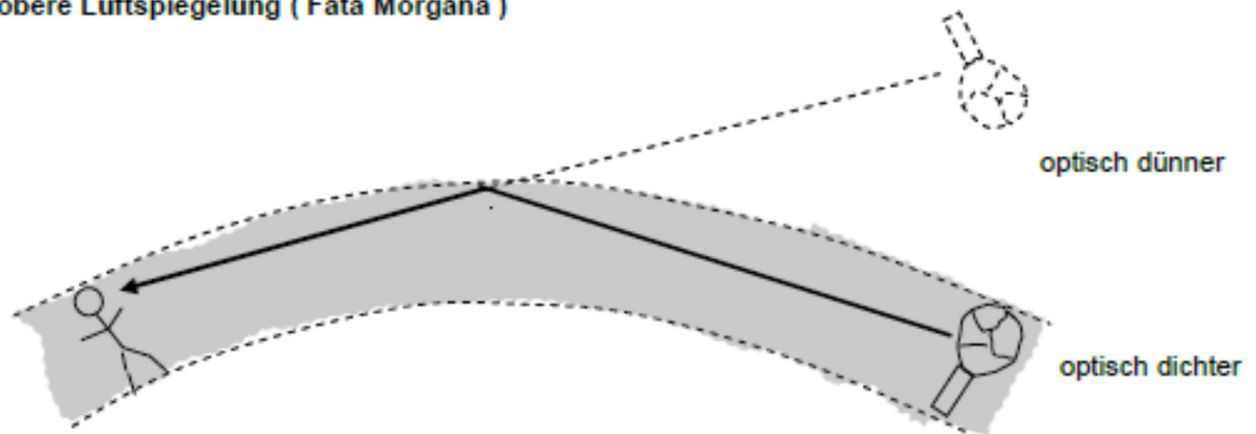
(undeutliches) Bild einer echten Fata Morgana in der Wüste



Schema, das die Fata Morgana erklärt  
Die warme Schicht oben entsteht durch eine Inversionswetterlage.

Abbildung 6.18

Schema:

**obere Luftspiegelung ( Fata Morgana )**

Die wärmere und damit optisch dünnere liegt über der kälteren, optisch dichteren Luftschicht.

Abbildung 6.19

### 6.4.5 Aufgaben

<https://www.leifiphysik.de/optik/lichtbrechung/grundwissen/totalreflexion>

- Wählen Sie einige Aufgaben zu Totalreflexion aus und versuchen Sie diese selbständig zu lösen.
- Schreiben Sie pro Aufgabe folgendes auf:
  - Schwierigkeit
  - Konnten Sie die Aufgabe lösen ohne die Lösung an zu schauen?
  - Haben sie durch diese Aufgabe etwas Neues gelernt?
  - Fragen, Unklarheiten?