Regenbogen

Thomas Kuster

30. Mai 2007

1 Information

- Unterrichtsziele
  - Verstehen wie ein Regenbogen entsteht. Was ist dazu notwendig?
  - Wie kommt die Farbreihenfolge zustande?
  - Wie entsteht ein sekundärer Regenbogen?
- Notwendige Bedingungen für einen Regenbogen
- Experiment Tropfen
- Strahlengang konstruieren
- Strahlengänge diskutieren
- Entstehung des Bogen
- Farbreihenfolge
- Sekundärer Regenbogen

2 Notwendige Bedingung

Unter welchen Gegebenheiten kann ein Regenbogen entstehen.

- Wassertropfen (Regen, Wolken)
- Sonne (muss tief stehen)

3 Strahlengang konstruieren

Brechung Satz von Sellenius:

$$\begin{aligned} n_{\text{Luft}} \sin\theta_1 &= n_{\text{Wasser}} \sin\theta_2 \\ n_{\text{Luft}} &= 1 \\ n_{\text{Wasser}} &= \frac{4}{3} \end{aligned}$$

Reflexion Einfallwinkel ist gleich Ausfallwinkel.

3.1 Lernaufgabe

1. Zweier Gruppe bilden

2. Eine Gruppe konstruiert jeweils einen Strahl, Strahlengang in die Folie einzeichnen.

3. Winkel θ_2 und φ dieses Strahl berechnen.

4. φ als Funktion von θ_1 herleiten ($\varphi = F(\theta_1) = \dots$).

5. Diese Funktion mit dem Taschenrechner plotten und die Extremstellen suchen.

3.2 Strahlengänge diskutieren

Folien mit den eingezeichneten Strahlengängen auflegen und diskutieren.
Helligkeits Maximum bestimmen lassen.
Falls Maximum nicht ersichtlich, Folie mit den dazwischenliegenden Strahlengängen über die Folie legen.
Grosse Veränderung des Winkels (θ_1) um Strahl ... führt zu kleiner Veränderung des Winkels φ.

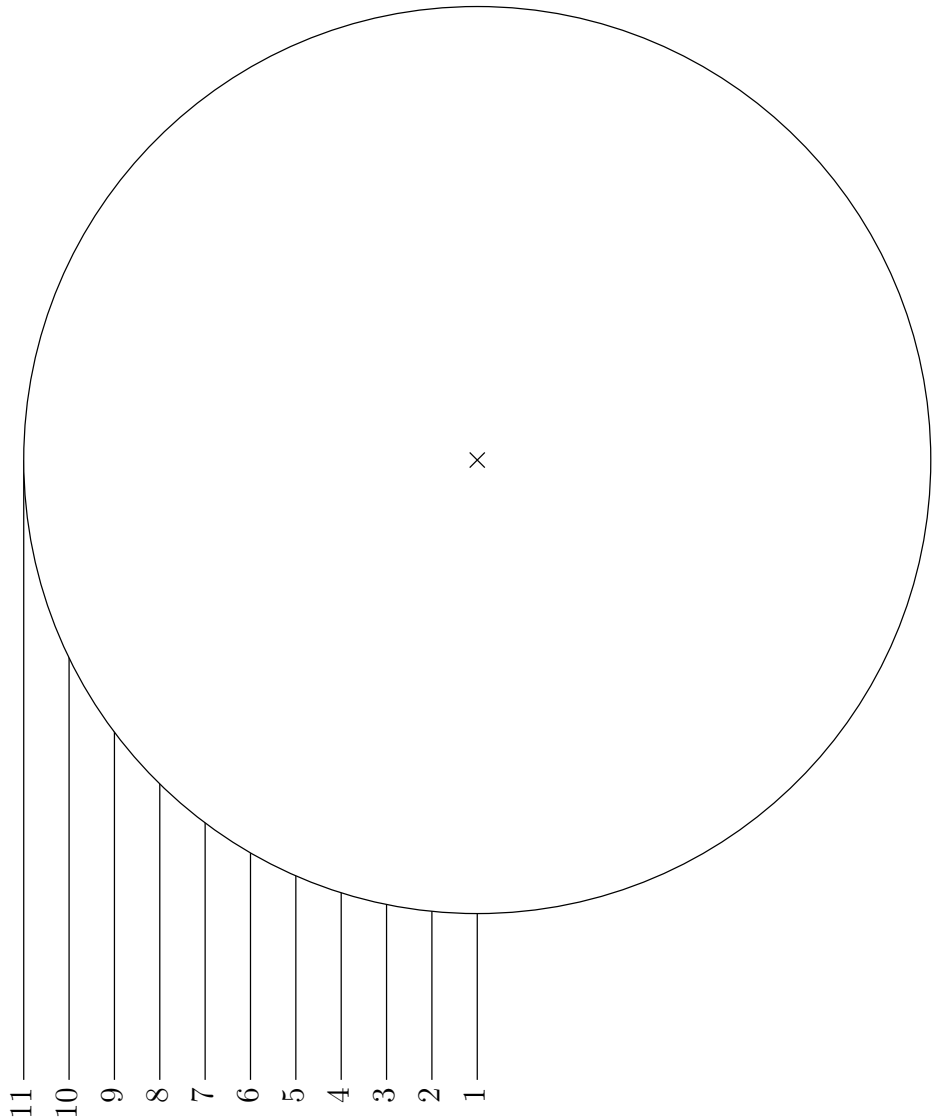


Abbildung 1: Regentropfen

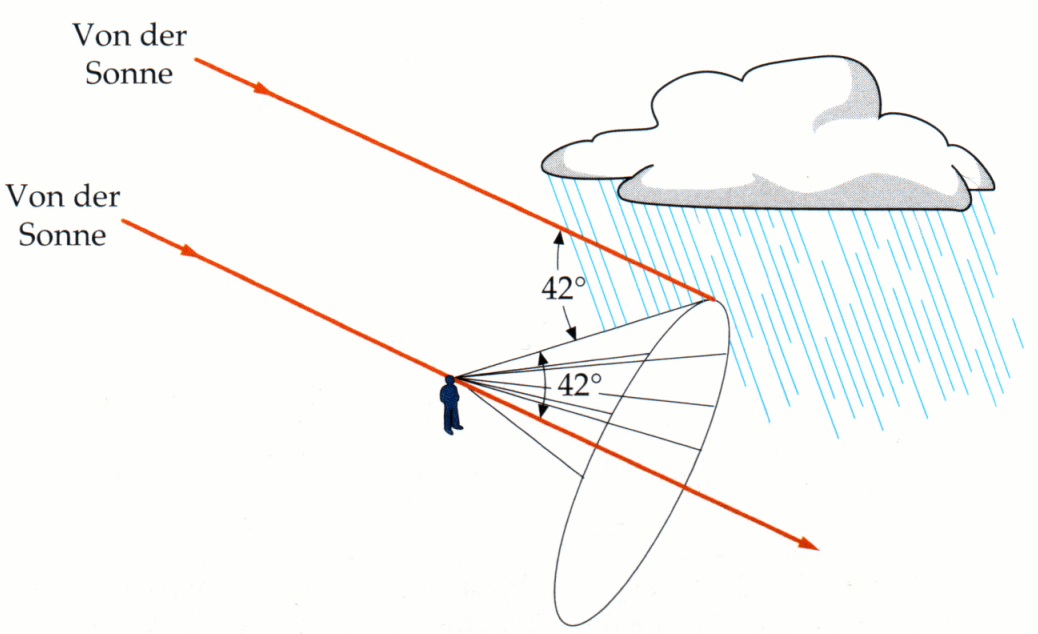


Abbildung 2: Ein Regenbogen erscheint unter einem Beobachtungswinkel von 42° gegen die Richtung des Sonnenlinchts, das dabei von hinten kommt.

3.3 φ als Funktion von θ_1

Es ergibt sich folgende Formel:

$$\begin{aligned} \varphi &= 4\theta_2 - 2\theta_1 \\ \varphi &= 4 \arcsin\left(\frac{n_{\text{Luft}}}{n_{\text{Wasser}}} \sin\theta_1\right) - 2\theta_1 \end{aligned}$$

4 Entstehung des Bogens

Abbildung 2 veranschaulicht die Entstehung des Bogen.

5 Farbreihenfolge

Rot wird weniger stark gebrochen. Der Winkel φ ist daher grösser und Rot erscheint weiter aussen (Abbildung 3).

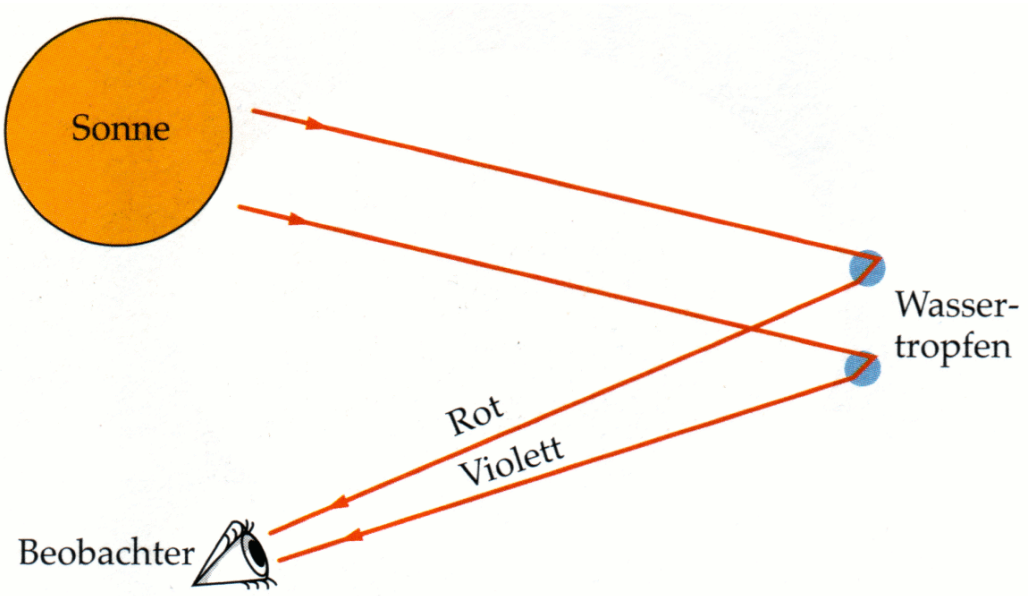


Abbildung 3: Ein Regenbogen entsteht durch Lichtstrahlen, die in sehr vielen Wassertropfen gebrochen und reflektiert wurden. Rot wird weniger stark gebrochen wodruch der Beobachtungswinkel etwas grösser ist als für die anderen Farben.

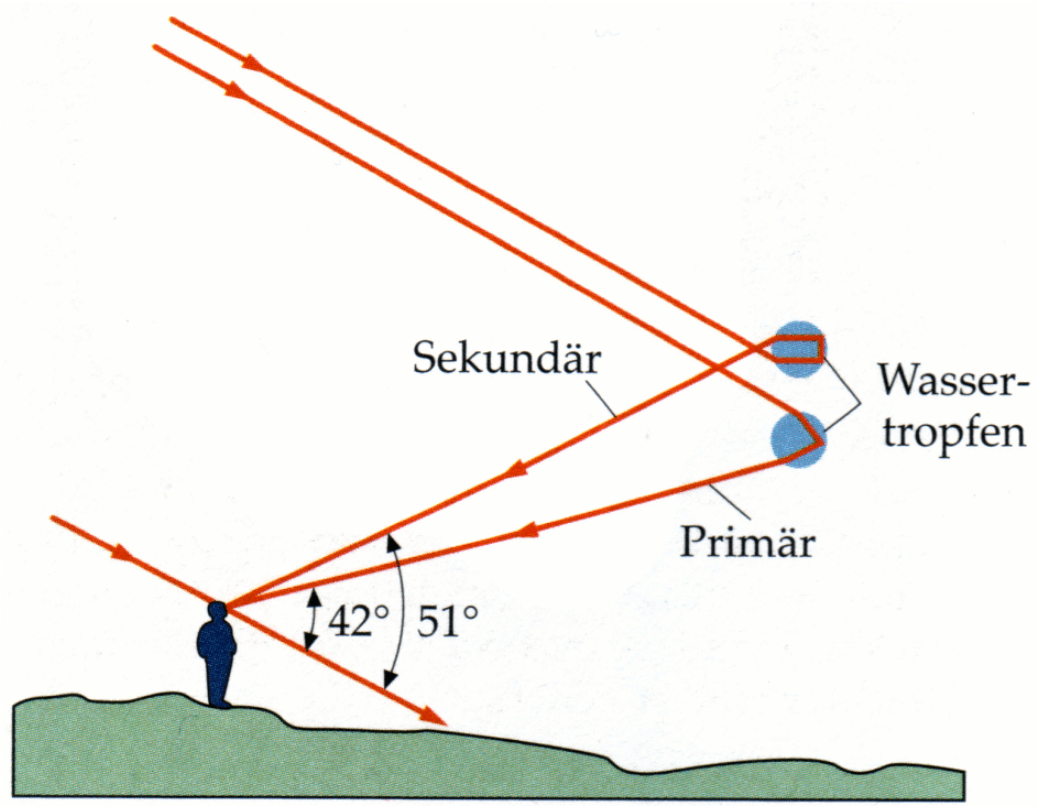


Abbildung 4: Der sekundäre Regenbogen entsteht durch Lichtstrahlen, die in den Wassertropfen zweimal reflektiert werden.

6 Sekundärer Regenbogen

Strahlengang aufzeichnen an Wandtafel oder auf eine Folie, doppelte Reflektion (Abbildung 4)

Abbildung 5: Regenbogen im Norden von Missouri (USA) bei Sonnenuntergang. Quelle: http://www.missouriskies.org/rainbow/february_rainbow_2006.html

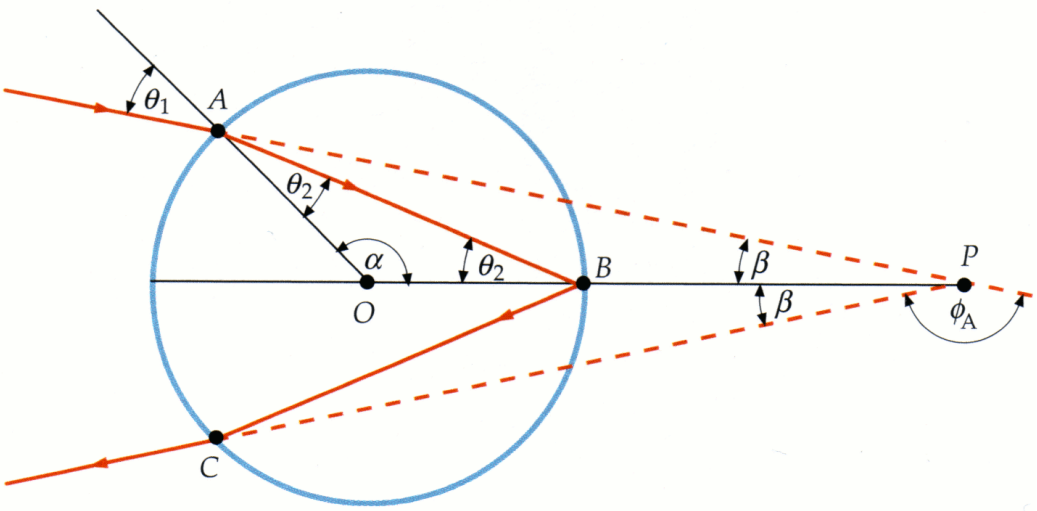


Abbildung 6: Ein Lichtstrahl trifft auf einen kugelförmigen Wassertropfen. Der im Punkt A gebrochene Strahl trifft die Rückseite des Wassertropfens im Punkt B.Hier bildet sich er mit dem Einfallslot OB den Winkel θ_2 und wird unter dem gleichen Winkel reflektiert. Beim Austritt aus dem Tropfen wird er im Punkt C erneut gebrochen.

A Unterrichtsablauf

Klasse 2. GYM (Schwerpunkt), 17 Schüler

Beginn 08:17

Ende 09:02

08:17-08:22 5' Vorstellen und Information, Folie

08:22-08:27 5' Bedingungen erarbeiten, Ergebnisse an Wandtafel notieren

08:27-08:29 2' Experiment Tropfen

08:29-08:44 15' Lernaufgabe: Strahlengang, φ als Funktion

08:44-08:49 5' Ergebnis diskutieren, Folien auf Helmraumprojektor

08:49-08:51 2' Bogen erklären, Folie

08:51-08:53 2' Farbreihenfolge, Rot wird weniger stark gebrochen, Wandtafel

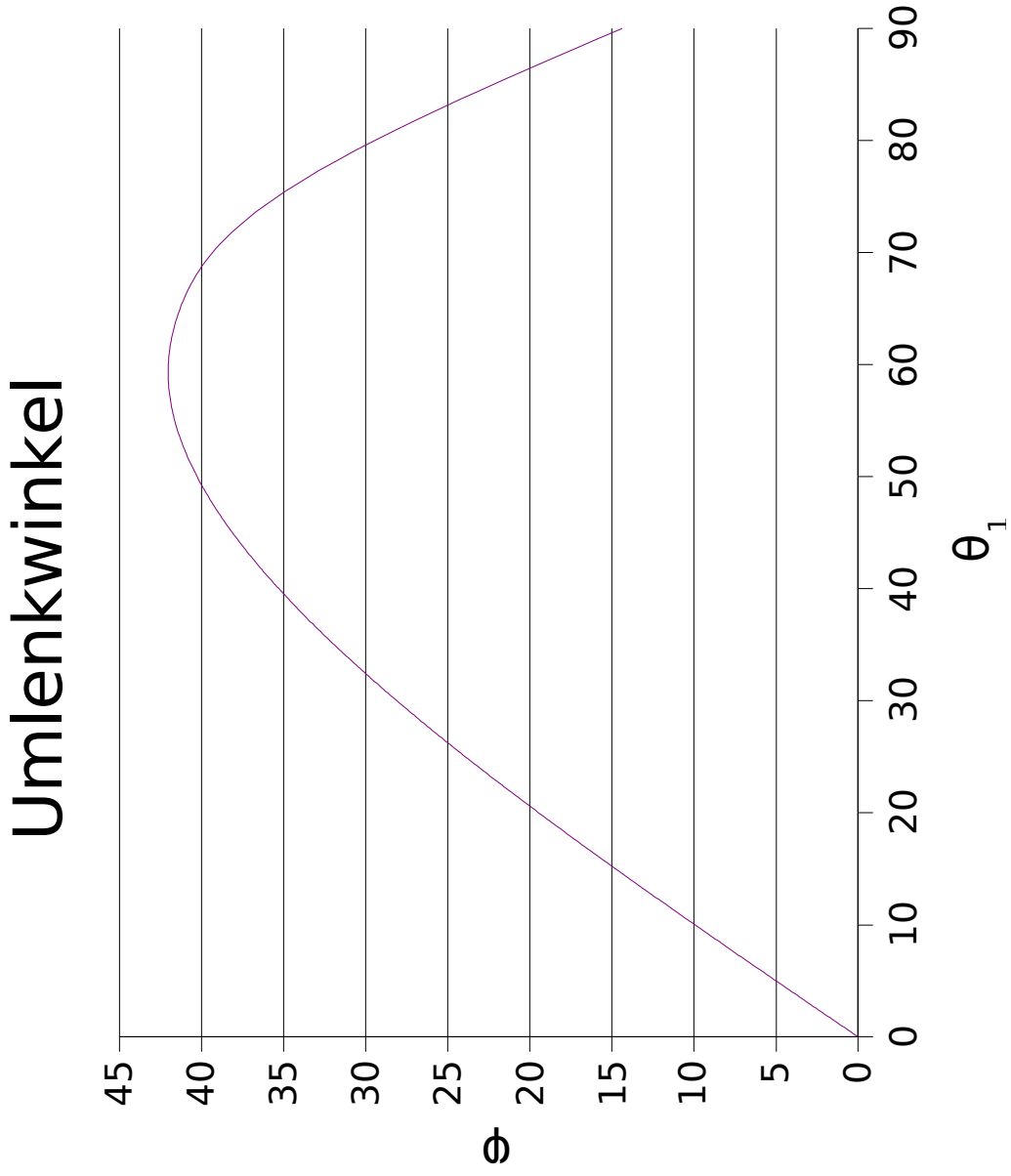
08:53-08:54 1' Bilder Regenbogen, mit sekundärem Regenbogen Folie

08:55-08:57 2' Sekundärer Regenbogen

08:55-09:02 7' Falls noch Zeit: Strahlengang sekundärer Regenbogen berechnen

1 Information

- Unterrichtsziele
  - Verstehen wie ein Regenbogen entsteht. Was ist dazu notwendig?
  - Wie kommt die Farbreihenfolge zustande?
  - Wie entsteht ein sekundärer Regenbogen?
- Notwendige Bedingungen für einen Regenbogen
- Experiment Tropfen
- Strahlengang konstruieren
- Strahlengänge diskutieren
- Entstehung des Bogen
- Farbreihenfolge
- Sekundärer Regenbogen


Umlenkwinkel
45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
ϕ
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
θ1

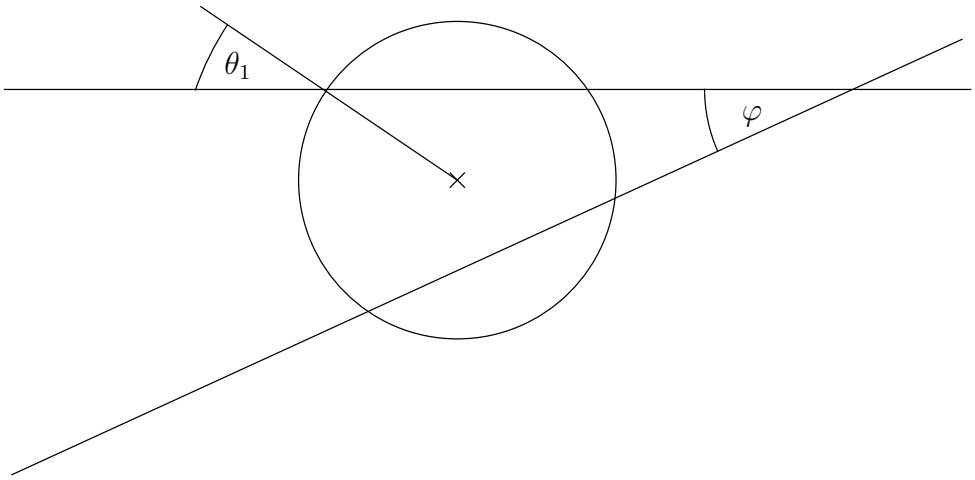


Abbildung 7: Winkelbezeichnung

Strahl	Θ_1 [°]
1	0.0
2	5.7
3	11.5
4	17.5
5	23.6
6	30.0
7	36.9
8	44.4
9	53.1
10	64.2
11	90.0

Abbildung 8: Einfallwinkel θ_1 der Strahlen 1 bis 11