

## Faszination Regenbögen - Brücke zwischen Physik und Kultur? -

Marc Scheffler\*, Alexander Strahl<sup>+</sup>

\*Universität Stuttgart, 1. Physikalisches Institut,  
Pfaffenwaldring 57, 70550 Stuttgart, [scheffl@pi1.physik.uni-stuttgart.de](mailto:scheffl@pi1.physik.uni-stuttgart.de)

<sup>+</sup>TU-Braunschweig, IFdN, Abt. Physik und Physikdidaktik,  
Pockelstraße 11, 38106 Braunschweig, [a.strahl@tu-bs.de](mailto:a.strahl@tu-bs.de)

### Kurzfassung

Der Regenbogen ist eines der interessantesten Naturphänomene und findet sowohl in der Kultur als auch in der Physik Beachtung. Durch den Regenbogen lassen sich verschiedene Aspekte der Strahlenoptik, aber auch der Brechung und Dispersion veranschaulichen. Er ist aber nicht nur physikalisch faszinierend, auch in der europäischen Kulturgeschichte, z. B. der Malerei, taucht er immer wieder als Motiv auf. An Beispielen aus der Kunstgeschichte kann der Betrachter sein eigenes physikalisches Verständnis des Regenbogens schulen und anwenden. Dieses Zusammenspiel schafft eine hohe Motivation, sich mit den zugrunde liegenden physikalischen Gesetzen zu beschäftigen. An vier Aspekten des Regenbogens soll kurz der physikalische Zusammenhang gezeigt werden, um sie dann mit Bildern der darstellenden Kunst zu vergleichen.

### 1. Idee

Physik und Kultur? Im ersten Moment ist dies eine ungewohnte Verbindung, doch wird Kultur direkt und indirekt von der menschlichen Wahrnehmung der Natur beeinflusst [1]. Hier bietet sich gerade das Phänomen *Regenbogen* für einen Brückenschlag zwischen Physik und Kultur an [2].

Der Regenbogen ist eine der beeindruckendsten Erscheinungen in der uns umgebenden Natur und scheint deshalb gut geeignet, um das Interesse an der Optik oder an der Physik allgemein zu wecken, z. B. bei Schülerinnen und Schülern. Dies gilt umso mehr, weil der Regenbogen als (kulturelles) Symbol meist positiv besetzt ist. Vermittelt man das physikalische Phänomen Regenbogen anhand der einzelnen Bestandteile, die bei seiner Entstehung notwendig oder besonders sind, so ist es möglich, diese mit Darstellungen von Regenbögen auf Bildern aus der Kunst zu vergleichen, wodurch sich physikalische Erkenntnisse mit kulturellen Aspekten verknüpfen lassen. Ziel ist dabei, das kritische Betrachten bei Schülerinnen und Schülern zu schärfen, um so besser zwischen fiktionalem/virtuellem und realem Phänomen unterscheiden zu können.

Da Maler im Allgemeinen gute (Natur-)Beobachter sind, ist es wahrscheinlich, dass bestimmte falsche Darstellungen gewollt und nicht aus Unwissenheit entstanden sind. Diese ästhetische Dimension kann genutzt werden, um aus Sicht der Kunst auf eine physikalische Erscheinung zu blicken und so eine kombinierte Schönheit Natur-Kunst zu erfahren.

### 2. Über den Regenbogen

Die Verknüpfung zwischen menschlicher Kultur und Regenbogen ist sehr alt, erstmalig taucht er vor 5500

Jahren auf Felszeichnungen auf [3]. In dem griechischen Versepos *Ilias* von Homer erscheint die Göttin Iris, deren Symbol der Regenbogen ist [4]. Im Christentum steht er nach der Sintflut für den neuen Bund zwischen Gott und Menschen [5]. Beim Jüngsten Gericht stellt der Regenbogen ein Zeichen oder eine Krone dar [6], [7]. Bei den Germanen ist er eine Brücke (Bifröst) zwischen der Welt der Menschen (Midgard) und der Welt der Götter (Asgard) [8]. Die kulturelle Tragweite ist ebenso wie die genauen physikalischen Zusammenhänge in verschiedenen Publikationen genau aufgeschlüsselt worden z. B. [9, 10, 11, 12, 13, 14] und soll hier nicht weiter beleuchtet werden. Stattdessen wollen wir bestimmte Einzelaspekte des Regenbogens gezielt nutzen, um sie mit darstellender Kunst zu vergleichen.

### 3. Ausrichtung des Regenbogens

Die Ausrichtung des Regenbogens ist durch einen bestimmten Blickwinkel zur Achse Sonne-Betrachter definiert: Ein Betrachter des Regenbogens muss immer mit dem Rücken zur Sonne stehen. Schlagschatten müssen somit in Richtung des Regenbogens zeigen. Je höher die Sonne, desto weniger ist vom Regenbogenkreis zu sehen, bei sehr hohem Sonnenstand ist kein Bogen mehr am Himmel. Abbildung 1 skizziert dies für zwei Winkel. Unter idealen Bedingungen (z. B. aus einem Flugzeug) lässt sich ein voller Kreis betrachten.

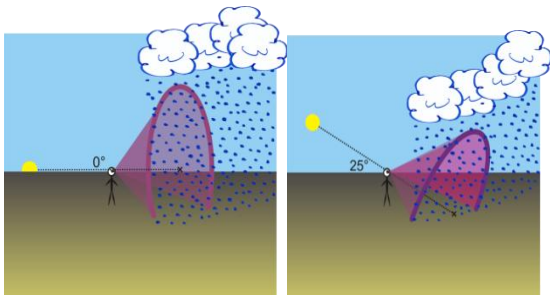


Abb. 1: Sonnenstand und Regenbogengröße

### 3.1. Ausrichtung physikalisch richtig



Abb. 2: William Turner, *Arundel Castle mit Regenbogen*, ca. 1824 (British Museum London)

Da bei Ansicht des Regenbogens die Sonne hinter dem Betrachter steht, werden auch die anderen, frontal gesehenen Objekte/Bauwerke direkt von der Sonne angestrahlt, was besonders gut an der Windmühle zu erkennen ist.

### 3.2. Ausrichtung physikalisch falsch



Abb. 3: Joseph Anton Koch, *Landschaft nach einem Gewitter*, ca. 1830 (Staatsgalerie Stuttgart)

Die Schlagschatten zeigen klar, dass die Sonne nicht im Rücken des Betrachters steht. Somit könnte der Regenbogen nicht „frontal“ gesehen werden. Des Weiteren ist die Farbreihenfolge im zweiten Bogen ebenso wie im ersten Bogen, müsste aber umgekehrt sein. (Vgl. Abschnitt 6.)

## 4. Form des Regenbogens

Da der Regenbogen durch Brechung an kugelförmigen Regentropfen entsteht, hängt seine subjektive Form (Jeder sieht seinen eigenen individuellen Regenbogen) einzig vom Winkel „Tropfen-Betrachter-Sonne“ ab. Der Regenbogen ist immer ein Kreis(-ausschnitt) und hat eine feste Breite.

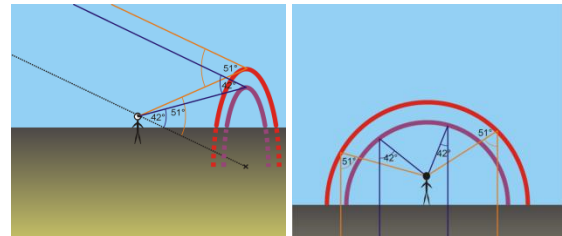


Abb. 4: Winkel und Ausrichtung (im rechten Bild steht die Sonne hinter dem Betrachter)

### 4.1. Form physikalisch richtig



Abb. 5: George Augustus Wallis, *Heidelberg*, 1812 (Goethemuseum Frankfurt)

Beide Regenbögen sind kreisförmig und man sieht sie frontal. Die Farbreihenfolge im zweiten Bogen ist korrekt. Der Abstand zwischen erstem und zweitem Bogen scheint annähernd richtig.

### 4.2. Form physikalisch falsch



Abb. 6: Caspar David Friedrich, *Gebirgslandschaft mit Regenbogen*, 1810 (Museum Folkwang Essen)



Die Breite des Regenbogens ist nicht konstant. Dies erweckt einen Tiefeneindruck, den es beim realen Regenbogen nicht gibt. Da das Bild sehr dunkel wirkt und nur der Betrachter im Vordergrund und der silbrig-graue Bogen heller sind, könnte es sich hierbei um die Abbildung des äußerst seltenen Phänomens des Mondbogens handeln. Der Bogen entsteht dabei nicht durch direkte Sonnenstrahlen, sondern durch vom Mond reflektiertes Sonnenlicht.

### 5. Erster Bogen: Eindeutige Farbfolge

Die Dispersion von Licht in Wasser bewirkt die Trennung der verschiedenen Farben beim Regenbogen. Somit liegt das langwellige rote Licht außen, gefolgt von orange, gelb, grün, blau und schließlich violett ganz innen.

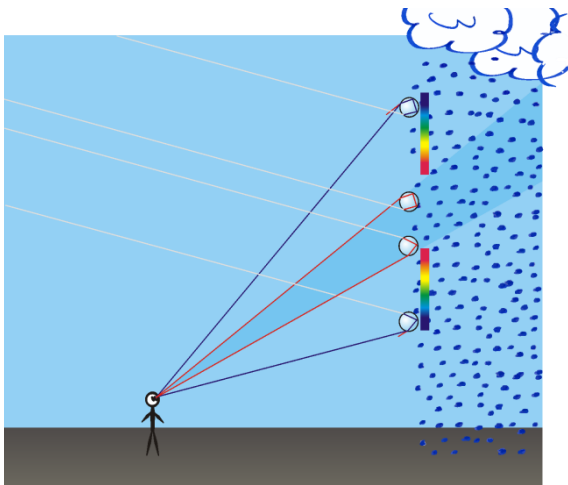


Abb. 7: Erster und zweiter Bogen

### 5.1. Erster Bogen physikalisch richtig



Abb. 8: Rogier van der Weyden, *Jüngstes Gericht* (Ausschnitt), ca. 1440 (Hôtel-Dieu Beaune)

Der Regenbogen erscheint zwar als Symbol und weniger als reales Naturphänomen, aber die kontinuierliche Farbverteilung mit blau innen und rot außen ist korrekt.

### 5.2. Erster Bogen physikalisch falsch



Abb. 9: Pinturicchio, *Enea Silvio Piccolomini reist zum Konzil nach Basel ab*, 1505/07 (Dom Siena)

Die Farbfolge des Regenbogens ist falsch oder besser: überhaupt nicht vorhanden.

### 6. Zweiter Bogen: Vertauschte Farbfolge

Die Lichtstrahlen, die den zweiten Regenbogen hervorrufen, werden zweimal reflektiert. Dadurch kehrt sich die Farbfolge im Vergleich zum ersten Bogen um. (Vgl. Abb. 7)

### 6.1. Zweiter Bogen physikalisch richtig



Abb. 10: Frederic Edwin Church, *Rainy Season in the Tropics*, 1866 (Fine Arts Museum San Francisco)

Die Farbfolge des zweiten, äußeren Bogens ist der des inneren Bogens entgegengesetzt. Der Bereich

zwischen erstem und zweitem Bogen erscheint dunkler (Alexanders dunkles Band), ist aber schmaler als in der Natur.

## 6.2. Zweiter Bogen physikalisch falsch



Abb. 11: Joseph Anton Koch, *Heroische Landschaft mit Regenbogen*, 1824 (Neue Pinakothek München)

Die Farbfolge des zweiten, äußeren Bogens (rechte und linke obere Ecke im Bild) ist nicht vertauscht, also physikalisch falsch. Auch die Schlagschatten sehen so aus, als ob die Sonne nicht im Rücken des Betrachters liegt, sondern links seitlich von hinten kommt.

## 7. Material

Die verwendeten Bilder und Zeichnungen finden sich in verschiedenen Auflösungen auf:

<http://www.strahl.info/regenbogen.php>

Zusätzlich entsteht hier eine Sammlung von weiteren Darstellungen von Regenbögen und Arbeitsmaterialien zum Thema.

## 8. Ausblick

Als nächster Schritt soll eine Unterrichtseinheit entstehen, die physikalische mit künstlerischen Aspekten des Regenbogens verbindet. Als Abschluss der Einheit wird eine Lernkontrolle durchgeführt, in der Bilder auf ihre physikalische Richtigkeit hin untersucht werden sollen.

## 9. Literatur

- [1] Czigenz, Ilse; Osterwold, Tilman; Schmidt, Franziska; Zinke, Detlef (1977): Regenbögen für eine bessere Welt. 3. Teil, Württembergischer Kunstverein Stuttgart
- [2] Simonyi, Károly (1990): Kulturgeschichte der Physik. Urania Verlag

- [3] Gedzelman, Stanley David (1991): Atmospheric optics in art. In: Applied Optics, Vol. 30, Issue 24, S. 3514-3522
- [4] Homer: Ilias
- [5] Bibel: 1. Mose 9,13. Gottes Bund mit Noah.
- [6] Bibel: Offenbarung des Johannes 4,3. Anbetung zu Gottes Thron.
- [7] Bibel: Offenbarung des Johannes 10,1. Der Engel mit dem Büchlein.
- [8] Edda: Die Götterlieder der Älteren Edda. (2006) Krause, Arnulf (Hrsg.) Reclam
- [9] Vollmer, Michael (2006): Lichtspiele in der Luft: Atmosphärische Optik für Einsteiger. Elsevier-Spektrum S. 101-149
- [10] Vollmer, Michael (2000) Das ist ein seltsam wunderbares Zeichen! In: Naturwissenschaftliche Rundschau 53. Jahrgang Heft 10 S. 497-511
- [11] Tammer, Robert; Vollmer, Michael (1997): Regenbögen in Wasser und edleren Tropfen. In: PdN-Ph. 3/46, Jg. 1997
- [12] Schlegel, Kristian (1999): Vom Regenbogen zum Polarlicht: Leuchterscheinungen in der Atmosphäre. Spektrum S. 29-39
- [13] Lynch, David K.; Livingston, William (2001): Color and Light in Nature. Cambridge University Press S. 109-125
- [14] Welsch, Norbert; Liebmann, Claus Chr. (2003): Farben: Natur, Technik, Kunst. Spektrum S. 304-306