

Wie weit ist die Sonne entfernt ?

Volker Jonas; Norbert Harthun

Man sieht manchmal etwas hundertmal, tausendmal,
bevor man es zum erstenmal richtig sieht.
Christian Morgenstern

Wir sind von der Schule über die Entfernung zur Sonne aufgeklärt worden und in jedem Lexikon ist diese nachzulesen. Also was soll das? Die scherzhaft anmutende Frage im Titel hat einen nachdenkenswertem Hintergrund, wie immer, wenn natürliche Phänomene mit der Frage: „Wie geht denn das?“ verknüpft werden.

Wer kennt nicht die romantischen Bilder mit den Strahlen, die durch Wolkenlücken treten, wenn die Sonne von Wolken verdeckt ist. Wunderschön strahlen sie, ausgehend von der verdeckten Sonne in alle Richtungen. Viele Kalender- und Landschaftsbilder zeigen dies oder auch das genauso ansprechende Motiv der Sonnenstrahlen einer nebeldurchzogenen Waldlichtung (Bild 1).



Bild 1 Sonnendurchflutete Waldlichtung

Die leuchtenden Strahlen laufen schräg auf den Erdboden zu und der Beobachter verlängert in Gedanken die Strahlen rückwärts in Richtung ihrer Herkunft bis zu ihrem Schnittpunkt. Nun beginnt das Problem: Der scheinbare Schnittpunkt liegt „direkt“ hinter den Wolken oder den Bäumen und es sieht so aus, als ob die Sonne direkt dahinter stände. Diese ist aber ca.

150.000.000 km entfernt. Verglichen damit ist der Abstand der Lücken so klein, dass die Strahlen durch diese für das Auge parallel erscheinen sollten.

Man braucht nicht auf die entsprechende Wetterlage zu warten, um den Effekt selber zu beobachten. Er lässt sich jederzeit bei Sonnenschein durch einen Versuch im Garten mit größeren Bäumen vorführen: Bei tief stehender Nachmittagssonne wird an der von der Sonne abgewandten Seite eines Baumes Rauch erzeugt (Bild 2).



Bild 2 „Laborversuch“ im Garten

Durch die Blätter des Baumes wird Licht ausgeblendet, welches nur durch die Lücken dringen kann und im Rauch zeigen sich die von der Sonne ausgehenden Strahlen (Bild 2). Werden sie, die nur im Rauch sichtbar sind, in der Vorstellung verlängert, so treffen sie sich an einem Punkt wenige Meter hinter dem Baum (Bild 3). Dort ist die Sonne in Wirklichkeit jedoch nicht, wie wir wissen.

Stellt sich der Beobachter so in den Strahlengang, dass er von einem Sonnenstrahl getroffen wird, dann sieht er, wenn genügend Dunst oder Rauch vorhanden ist, rechts und links symmetrische Strahlen, die von ihm weg laufen und sich im scheinbaren Ort der Sonne schneiden. Nimmt der Beobachter allerdings einen Standort senkrecht zur Linie Sonne-Baum-Rauch ein, so verschwinden die Strahlen.

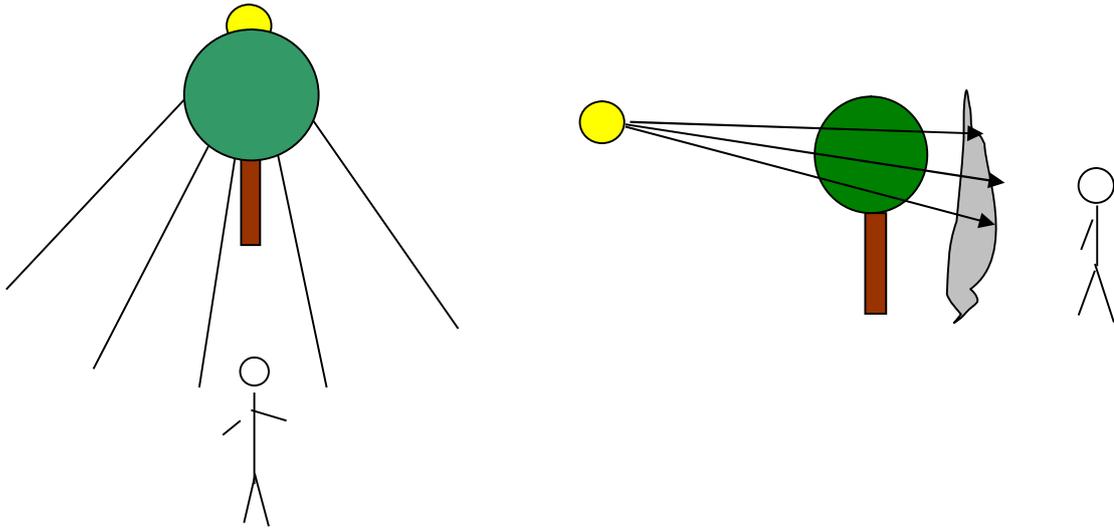


Bild 3 Schemaskizze zum „Laborversuch“

Um diese Vorgänge zu verstehen, muss man sich an zwei Tatsachen erinnern:

1. Lichtstrahlung ist solange unbemerkbar, bis sie auf Substanz trifft.
2. Lichtstrahlung ist so lange unsichtbar, bis sie ins Auge trifft.

Jeder Kinobesucher kann beobachten, wie über den Köpfen der Menschen die Strahlen des Projektors an dunst- oder rauchgeschwängerten Stellen des Raumes besonders gut zu sehen sind. Die Lichtstrahlung wird an den relativ groben Teilchen gestreut und ein Teil davon gelangt ins Auge. Dort finden Reaktionen statt, die per Sehnerv im Gehirn die Empfindung „Licht“ auslösen [1].

Die Teilchendichte nimmt zum Boden hin zu

Dies lässt sich auf die Erde mit ihrer Atmosphäre übertragen: Die Dichte der Atmosphäre ist in großer Höhe sehr gering und steigt an, je mehr man sich dem Erdboden nähert. Die Erdanziehung wirkt immer stärker und die Luft wird mehr und mehr komprimiert: Der Luftdruck und damit die Dichte der Luftmoleküle steigt. Wichtig ist, dass die Luftdichte nach unten hin exponentiell, das heißt sehr stark zunimmt. In Bild 4 ist der Zusammenhang dargestellt. Der Druck ist nach rechts und die Höhe nach oben aufgetragen. Man sieht, dass mit fallender Höhe die Kurve weit nach rechts auslädt, der Druck nimmt sehr stark zu und damit auch die Dichte (Anzahl der Luftteilchen pro Kubikmeter).

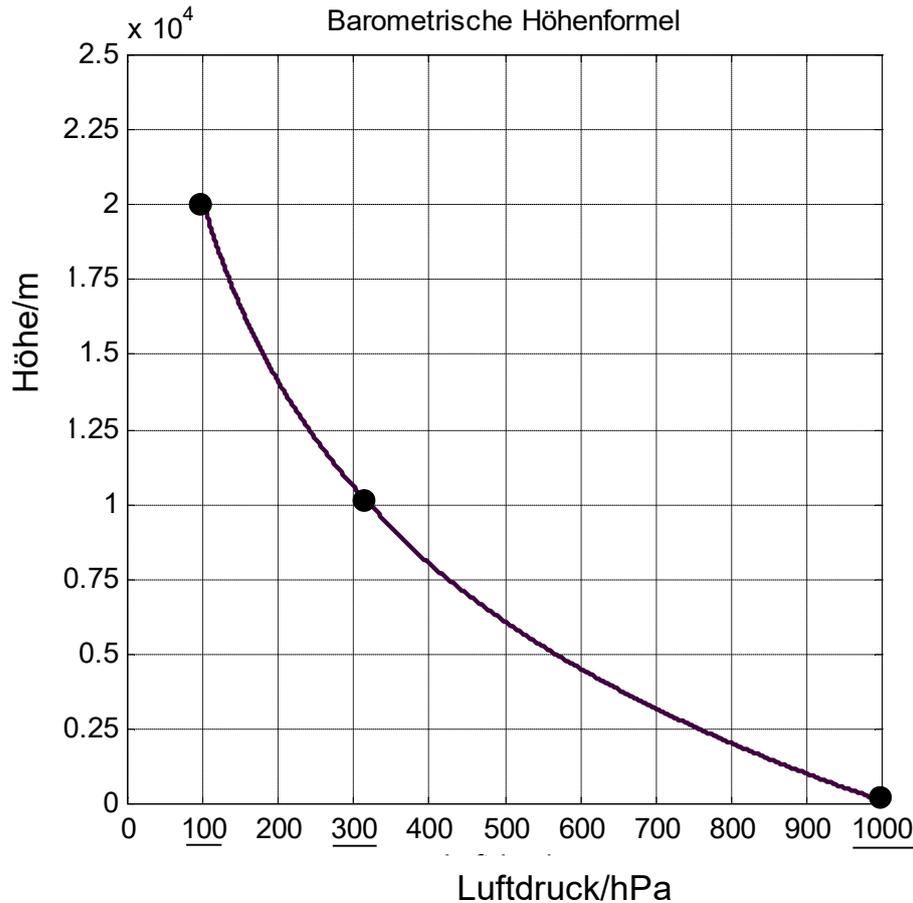


Bild 4 Mit abnehmender Höhe nimmt der Luftdruck zu [1]

Nun kann man der Kurve anschaulich entnehmen (Markierungen), dass bei 20 km Höhe der Druck 100 hPa beträgt und bei 10 km auf rund 300 hPa steigt. Er wird also dreifach höher; ähnliches gilt auch für die Dichte, also die Zahl der Luftteilchen pro Kubikmeter. Geht man noch einmal 10 km tiefer, also bis zum Boden, so beträgt der Druck dort rund 1000 hPa. Er ist also zehnmal höher als in 20 km Höhe. Entsprechend ist auch die Anzahl der Luftteilchen, die von den Sonnenstrahlen getroffen werden, wesentlich höher und damit wird das Licht hier unten heller! In Bild 5 ist dies im angedeuteten Strahlengang auf dem Weg durch die Atmosphäre auch grafisch etwas betont. Einfach ausgedrückt:

Unten scheint die Sonne am hellsten

Der hellere Ort (im Vergleich zur höheren Atmosphäre) ist mit S(onne) bezeichnet. Von dort wird das Licht durch sehr viele angestrahlte Luftmoleküle in alle Richtungen gestreut (Pfeile). Jedes Teilchen wirkt als Lichtquelle! So kommt es, dass die Wolkenlücken oder Löcher im Blätterdach ganz "nahe" hell beleuchtet werden. Hier nun trifft das Licht auf Dunst (oder

Rauch) und wird an dessen groben Teilchen so reflektiert und gestreut, dass es für das menschliche Auge in besonderer Weise sichtbar wird (z.B. grau-blaue Rauch-Farbe) und sich durch die Lücken Strahlen (lange Pfeile, im "Rauch" farbig markiert) in schräger Richtung zeigen. Nach beiden Seiten zeigen sich die Strahlen, deren Schnittpunkt den scheinbaren Standort der Sonne ergibt, symmetrisch (Bilder 3 und 5)

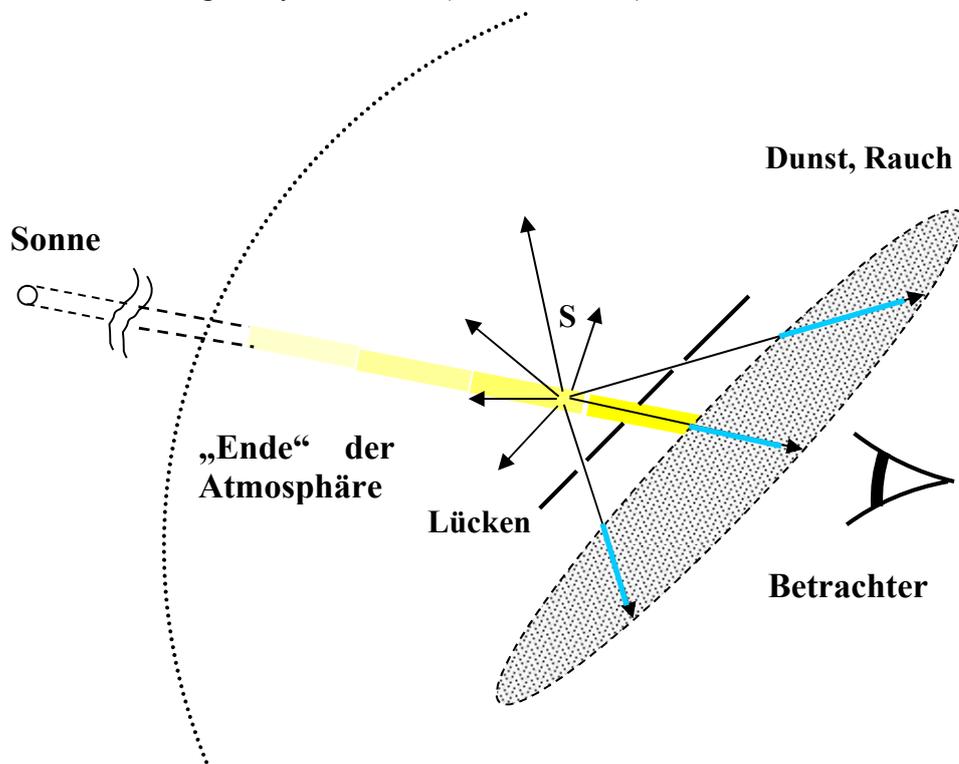


Bild 5 Die Sonne wird erst unten richtig sichtbar

Ändert der Beobachter seinen Standort, verändert sich auch der Strahlengang so, dass dieses symmetrische Bild erhalten bleibt. Daraus ergibt sich auch, dass jeder Beobachter einen anderen, nämlich seinen eigenen Strahlengang sieht.

Die Sonne sendet Energien aus, die sich in der Atmosphäre in sichtbares Licht wandeln. Dieser Sonnenfleck („S“) befindet sich stets zwischen Sonne und Beobachter. Auf diese Weise lassen sich so wunderschöne Naturschauspiele erklären und scheinbare Widersprüche auflösen: Die so weit entfernte Sonne wird recht nah sichtbar und gleichzeitig sieht jeder seine eigene Sonne. (Juni 2003)

[1] Harthun, Norbert: Rätselhafte geometrische Verhältnisse bei Wolkenschatten; www.GruppeDerNeuen.de ; 2002