



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Ist der Sommer länger als der Winter?*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)



# Ist der Sommer länger als der Winter?

Manfred Vogel, Hiddenhausen

Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing



© Colourbox, [www.colourbox.com](http://www.colourbox.com)

Im Spätsommer wird das Getreide geerntet. Im Winter liegen die Felder brach. Für Landwirte spielt es eine wichtige Rolle, welche Jahreszeit gerade ist. Manchem kommt es so vor, als dauere der Winter ewig. Sind die Jahreszeiten unterschiedlich lang und wenn ja, warum? Gehen Sie dieser Frage in einem problemorientierten Physikunterricht nach: Ihre Schüler stellen Hypothesen auf. Sie ergründen die Ursache für die unterschiedliche Länge der Jahreszeiten, indem sie Schlussfolgerungen aus den Kepler'schen Gesetzen ziehen. Anschließend vollziehen sie ihre Ergebnisse mithilfe des Gravitationsgesetzes auch rechnerisch nach.

# Ist der Sommer länger als der Winter?

## Oberstufe (Niveau)

Manfred Vogel, Hiddenhausen

Illustrationen von Dr. Wolfgang Zettlmeier, Barbing

<b>Hinweise</b>	<b>1</b>
<b>M 1 Das heliozentrische Weltbild</b>	<b>4</b>
<b>M 2 Die elliptischen Bahnen (Kepler, Newton)</b>	<b>6</b>
<b>M 3 Zur Definition der Ellipse</b>	<b>7</b>
<b>M 4 Die Ellipse des Gärtners</b>	<b>9</b>
<b>M 5 Die verschiedenen Geschwindigkeiten der Erde</b>	<b>10</b>
<b>M 6 Die Länge des Sommer- bzw. Winterbogens</b>	<b>14</b>
<b>M 7 Die Schiefe der Ekliptik</b>	<b>16</b>

## Die Schüler lernen:

Ihre Schüler lernen die Ellipse als mögliche Planetenbahn kennen und führen grundlegende Berechnungen zur Geometrie der Ellipse aus. Ausgehend vom bekannten Newton'schen Gravitationsgesetz und den Gesetzen der Kreisbewegung erkunden Ihre Schüler die Bewegung unserer Erde auf ihrer elliptischen Umlaufbahn. Dabei wird der sichere Umgang mit mathematischen Gleichungen und der Potenzschreibweise großer Zahlen geübt.

## Überblick:

Legende der Abkürzungen:

**Ab** = Arbeitsblatt

Thema	Material	Methode
Das heliozentrische Weltbild	M 1	Ab
Die elliptischen Bahnen (Kepler, Newton)	M 2	Ab
Zur Definition der Ellipse	M 3	Ab
Die Ellipse des Gärtners	M 4	Ab
Die verschiedenen Geschwindigkeiten der Erde	M 5	Ab
Die Länge des Sommer- bzw. Winterbogens	M 6	Ab
Die Schiefe der Ekliptik	M 7	Ab

## Hinweise

Das Interesse an der Erforschung des Weltraumes hat mit Beginn der Raketenflüge erheblich zugenommen. Die Schüler haben aus vielfältigen Veröffentlichungen erhebliches Wissen über diese Materie erworben. Offenbar sind aber nur wenige Quellen verfügbar, in denen die Frage des ‚Warum?‘, nach den Zusammenhängen und Abhängigkeiten von **Entfernungen, Geschwindigkeiten** und **Umlaufzeiten der Planeten** und der **Sonne** beantwortet wird. Die Schüler werden feststellen, dass man mit einigen wenigen Größen auskommt, dem **Aphel**, der weitesten Entfernung der Erde von der Sonne ( $152,1 \cdot 10^9$  m, Juli), dem **Perihel**, der kürzesten Entfernung ( $147,1 \cdot 10^9$  m, Januar), der Erdumlaufzeit (365,256 Tage) und der Gravitationskonstanten  $G = (6,6743 \pm 0,00015) \cdot 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$ , um alle anstehenden Fragen mithilfe von mathematisch-physikalischen Berechnungen zu beantworten. Dabei gibt es nur eine Einschränkung: Es ist notwendig, bei der Berechnung des Umfangs der Ellipse und von deren Teilstücken von einer **Näherungsformel** auszugehen, die einen Fehlerquotienten von ca. 0,5 % beinhaltet. Damit können wir aber auf die Infinitesimalrechnung verzichten. Eine solche Differenz können wir uns durchaus leisten, weil auch in der Literatur einzelne Größen nur auf drei Stellen gerundet angegeben werden. Eine vierte Stelle ist bei unseren Berechnungen also immer mit einem Fragezeichen zu versehen.

© RAABE 2020

Der Schüler kann mit dem mathematischen Rüstzeug, das er bis Klasse 10 erworben haben sollte, auskommen. Freilich: Er muss in der Bewältigung von Zehnerpotenzen sicher sein. Und er sollte bereit sein, zu seiner eigenen Kontrolle die Dimensionsbetrachtungen exakt durchzuführen.

Die Materialien sind systematisch aufgebaut. Schritt für Schritt werden die Schüler zu dem Ziel hingeführt, nämlich der Beantwortung der gestellten Frage nach der unterschiedlichen Länge der Jahreszeiten. Die einzelnen Materialeinheiten sind so aufbereitet, dass die Schüler – tunlichst in kleinen Gruppen – weitgehend selbstständig arbeiten können.

Deshalb eignet sich diese Arbeitseinheit auch und vor allem für (freiwillige) Arbeitsgemeinschaften, als **Projektarbeit**, für Schullandheimaufenthalte, wenn man nicht nach draußen gehen kann, und als Ergänzungsaufgabe für Schüler, die im Gruppenunterricht die für alle vorgesehenen Aufgaben vorzeitig erledigt haben.

Das **heliocentrische Weltbild des Kopernikus (M 1)** beantwortet noch nicht die Frage, die unserer Arbeitseinheit zugrunde liegt. Es erklärt nicht die damals durchaus bekannte Tatsache der unterschiedlichen Länge der Jahreszeiten. Die Antwort dazu, nämlich dass die Erde die Sonne auf einer Ellipse umkreist, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht, hat **Johannes Kepler** in seinem ersten Gesetz gegeben (**M 2**). **Keplers zweites Gesetz** führt zu dem **Gravitationsgesetz von Newton**. Hier wird bereits die Gravitationskonstante  $G$  eingeführt. Das Material **M 3** veranlasst die Schüler, sich intensiv mit der Ellipse und ihrer Gesetzmäßigkeit auseinanderzusetzen. Die Ableitungen der Länge der beiden Hauptachsen und der Entfernung  $h$  der Erde von der Sonne in den Äquinoktien werden gegeben. Die Schüler die geforderten Strecken selbstständig ableiten zu lassen, wäre in vielen Fällen eine Überforderung der Schüler. Das könnte zu Lustlosigkeit und Desinteresse an den späteren Aufgaben führen. Die Materialien **M 4 und M 5** dienen der **Erfolgskontrolle**. Waren die Schüler bei den vorigen Arbeitsmaterialien zu flüchtig, dann würden sie bereits bei der Ellipse des Gärtners und erst recht bei der Berechnung der Erdbahn scheitern.

Die beiden Materialien **M 5 und M 6** bilden den logisch auf den gewonnenen Vorkenntnissen basierenden Kern der Lerneinheit. Sie führen zur Antwort auf die gegebene Frage nach der unterschiedlichen Länge der Jahreszeiten.

Die Schüler dürften sich inzwischen hinreichend in die Materie eingearbeitet haben. Zwar werden auch in dem Material **M 5** die Ableitungen für die Berechnung der mittleren Erdgeschwindigkeit und der Sonnenmasse gegeben, aber in den Aufgaben zu **M 5** wird den Schülern abverlangt, dass sie die Berechnungen mit nur geringen Vorgaben selbstständig durchführen. **Die Aufgabe 2** (Sonnenmasse) ist von der **Lösung der Aufgabe 1** (mittlere Geschwindigkeit der Erde) abhängig.

Deshalb können beide gleichzeitig ausgegeben werden. Die **Aufgabe 3** (Mittelpunktswinkel), **Aufgabe 4** (Erdgeschwindigkeit auf den Teilstücken), **Aufgabe 5** (Bogenlängen) und **Aufgabe 6** (Durchlaufzeiten) von Material **M 5** bauen aufeinander auf. Sie sollten unbedingt nacheinander bearbeitet werden und nur dann, wenn die vorherige Aufgabe richtig gelöst ist. Würden die Schüler mit fehlerhaften Ausgangswerten weiterrechnen, dann kämen natürlich unsinnige Werte heraus. Lustlosigkeit, Unmut und Resignation wären gegeben. Besprechen Sie daher die Ergebnisse der Schüler im Plenum, bevor diese sich der nächsten Aufgabe widmen.

Das Material **M 6** setzt sich zunächst mit der fehlerhaften Aussage, dass der Sommer länger als der Winter sei, auseinander. Vielmehr muss man von der Zeit zwischen den beiden Äquinoktien, also vom Frühjahr-Sommer-Halbjahr und vom Herbst-Winter-Halbjahr sprechen. Die Überlegungen gelten alle für einen Beobachter auf der Nordhalbkugel – auf der Südhalbkugel sind die Jahreszeiten entgegengesetzt. Vereinfachend werden hier die Bezeichnungen ‚Sommerbogen‘ und ‚Winterbogen‘ gebraucht, deren Länge in **Aufgabe 1** zu bestimmen ist. Daraus kann man die beiden Durchschnittsgeschwindigkeiten (**Aufgabe 2**) und dann endlich die **Umlaufzeiten im ‚Sommerbogen‘** und im **‚Winterbogen‘ (Aufgabe 3)** berechnen. Ein Vergleich mit den **kalendarischen Zeiten (Aufgabe 4)** zwischen den Herbstanfängen 2019 und 2020 zeigt den Schülern, dass wir trotz der Näherungsformeln und der relativ groben Ausgangswerte doch erfreulich genaue Ergebnisse erzielt haben.

Das **Material M 7** fordert dazu auf, eine Utopie zu berechnen. Wann würde die Erdachse senkrecht stehen (**Aufgabe 1**) und was würde sich hinsichtlich der Sonnenhöhe und der Jahreszeiten ändern (**Aufgabe 2**)? Meteorologischen und biologischen Spekulationen wären hier Tür und Tor geöffnet.



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Ist der Sommer länger als der Winter?*

Das komplette Material finden Sie hier:

[School-Scout.de](http://School-Scout.de)

