



# SCHOOL-SCOUT.DE

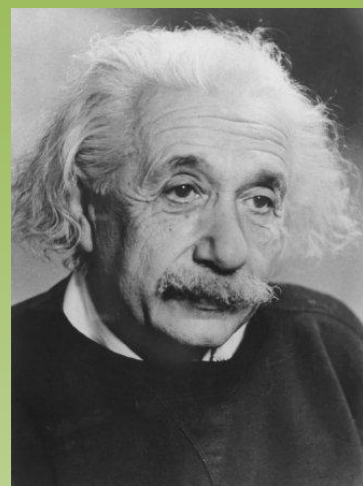
Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Einstein und sein "annus mirabilis" 1905*

Das komplette Material finden Sie hier:

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



## Albert Einstein und sein „annus mirabilis“ 1905

Wolfgang Vogg, Eurasburg

In diesem Beitrag stellen wir Ihnen vier Arbeiten Einsteins vor:

1. die Lichtquantenhypothese,
2. die Bestimmung der Moleküldimensionen,
3. zur Brown'schen Molekularbewegung  
und
4. zur speziellen Relativitätstheorie.

All diese Arbeiten hat der damals 26-Jährige innerhalb nicht einmal eines Jahres verfasst.

Vermitteln Sie Ihren Schüler anhand der Arbeitsblätter die wesentlichen Ideen Einsteins.

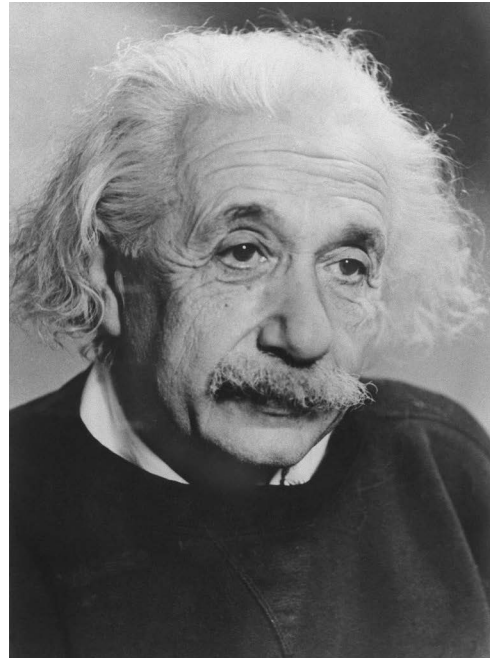


Foto: picture-alliance/dpa

Meistens ist es weniger schwierig, ein Problem zu lösen, als damit zu leben.

(Albert Einstein)

II/G

**Ein Leseartikel – für Schüler  
verständlich und doch spannend!**

Der Beitrag im Überblick	
<p><b>Klasse:</b> 12</p> <p><b>Dauer:</b> 2 h–4 h</p> <p><b>Ihr Plus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ bahnbrechende und die damalige Physik revolutionierende Ideen</li> <li>✓ für Schüler verständlich erklärt</li> </ul>	<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Historische Einführung (M 1)</li> <li>– Die Lichtquantenhypothese (M 2)</li> <li>– Moleküldimensionen und deren Bestimmung (M 3)</li> <li>– Brown'sche Molekularbewegung (M 4)</li> <li>– Spezielle Relativitätstheorie (M 5)</li> <li>– Elektrodynamik bewegter Körper (M 6)</li> </ul>

## Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

Die fachlichen Hinweise erübrigen sich, da es sich im Wesentlichen um Material zum Lesen handelt.

### Lehrplanbezug

Unter Ph 11.3 „Bewegung geladener Teilchen in Feldern und **Einblick in die spezielle Relativitätstheorie**“ (ca. 22 Std.) finden Sie im bayerischen Lehrplan<sup>1</sup>:

Grundaussagen der speziellen Relativitätstheorie

- Postulate
- Hinweis auf Zeitdilatation und Längenkontraktion
- Auswirkungen auf die Vorstellung von Raum und Zeit

**Vorbereitung:** Kopieren Sie die Arbeitsblätter in Klassenstärke und legen Sie sie auf der Fensterbank aus.

## Materialübersicht

⌚ V = Vorbereitungszeit    SV = Schülerversuch    Ab = Arbeitsblatt/Informationsblatt

⌚ D = Durchführungszeit    LV = Lehrerversuch    Fo = Folie

<b>M 1</b>	<b>Ab</b>	<b>1905, das Wunderjahr Einsteins – eine Einführung</b>
<b>M 2</b>	<b>Ab</b>	<b>Die Lichtquantenhypothese</b>
<b>M 3</b>	<b>Ab</b>	<b>Bestimmung von Moleküldimensionen</b>
<b>M 4</b>	<b>Ab</b>	<b>Zur Brown'schen Molekularbewegung</b>
<b>M 5</b>	<b>Ab</b>	<b>Zur speziellen Relativitätstheorie</b>
<b>M 6</b>	<b>Ab</b>	<b>Zur Elektrodynamik bewegter Körper</b>

### Minimalplan

Das Material **M 1** geben Sie Ihren Schülern als Hausaufgabe. Sie können die Materialien **M 2–M 6** einzeln einsetzen. Die vier Kontexte (**M 5** und **M 6** hängen inhaltlich zusammen) sind voneinander unabhängig.

## Mediathek

<http://www.library.ethz.ch/Ressourcen/Digitale-Bibliothek/Einstein-Online/Beamter-im-Patentamt-1900-1909>

[https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/physics/laureates/1921/](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1921/)

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1521-3889/issues](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1521-3889/issues)

ÜBER EINEN DIE ERZEUGUNG UND VERWANDLUNG DES LICHTES BETREFFENDEN HEURISTISCHEN GESICHTSPUNKT

[http://myweb.rz.uni-augsburg.de/~eckern/adp/history/einstein-papers/1905\\_17\\_132-148.pdf](http://myweb.rz.uni-augsburg.de/~eckern/adp/history/einstein-papers/1905_17_132-148.pdf)

<sup>1</sup> <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/content/serv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=27147>

## M 1 1905, das Wunderjahr Einsteins – eine Einführung

1905 gilt als das Wunderjahr – „annus mirabilis“ – des damals 26-jährigen Albert Einstein.

Als Beamter 3. Klasse am Eidgenössischen Amt für geistiges Eigentum in Bern veröffentlichte er innerhalb nicht einmal eines Jahres vier bahnbrechende physikalische Arbeiten, von denen jede für sich die Physik auf ganz unterschiedlichen Gebieten revolutionieren sollte.

Den Anfang macht eine Arbeit mit dem Titel „**Über einen die Erzeugung und Verwandlung des Lichtes betreffenden heuristischen Gesichtspunkt**“. In dieser Arbeit deutet Einstein den **lichtelektrischen Effekt** durch die Annahme einzelner Energiequanten. Für den Beitrag erhielt er 1921 den Nobelpreis für Physik. Ende April legt Einstein seine Doktorarbeit „**Über eine neue Bestimmung der Moleküldimensionen**“ vor. Er beschäftigt sich darin mit der Frage nach der Realität von Atomen und – falls es sie denn gibt – mit deren Anzahl und Größe. Diese theoretische Ableitung zählt noch heute zu den meistzitierten Arbeiten in der gesamten Physik.

### Mai 1905: Brief von Einstein an Conrad Habicht<sup>2</sup>

„Ich verspreche Ihnen vier Arbeiten dafür, von denen ich die erste in Bände schicken könnte, da ich die Freiemplare baldigst erhalten werde. Sie handelt von der Strahlung und den energetischen Eigenschaften des Lichtes und ist sehr revolutionär, wie Sie sehen werden [...] Die zweite Arbeit ist eine Bestimmung der wahren Atomgröße aus der Diffusion und der inneren Reibung der verdünnten flüssigen Lösungen neutraler Stoffe. Die dritte beweist, dass unter Voraussetzung der molekularen Theorie der Wärme in Flüssigkeiten suspendierte Körper von der Größenordnung  $1/1000$  mm bereits eine wahrnehmbare ungeordnete Bewegung ausführen müssen, welche durch die Wärmebewegung erzeugt ist; es sind <unerklärte> Bewegungen lebloser kleiner suspendierter Körper in der Tat beobachtet worden von den Physiologen, welche Bewegungen von ihnen „Brown'sche Molekularbewegung“ genannt werden. Die vierte Arbeit liegt erst im Konzept vor und ist eine Elektrodynamik bewegter Körper unter Benützung einer Modifikation der Lehre von Raum und Zeit; der rein kinematische Teil dieser Arbeit wird Sie sicher interessieren.“<sup>3</sup>

Gerade mal zwei Wochen später reicht Einstein die nächste Arbeit bei den „Annalen der Physik“<sup>4</sup> ein. Seine Erklärung der „Brown'schen Molekularbewegung“ und die daraus resultierenden Experimente bestätigen die molekularkinetische Wärmetheorie sowie die Realität von Atomen. Einstein wird mit dieser Arbeit zum Begründer der statistischen Physik.

### September 1905: Brief von Einstein an Conrad Habicht

„Eine Konsequenz der elektrodynamischen Arbeit ist mir noch in den Sinn gekommen. Das Relativitätsprinzip im Zusammenhang mit den Maxwell'schen Grundgleichungen verlangt nämlich, dass die Masse direkt ein Maß für die im Körper enthaltene Energie ist; das Licht überträgt Masse. Eine merkliche Abnahme der Masse müsste beim Radium erfolgen. Die Überlegung ist lustig und bestechend.“<sup>5</sup>

Einstein publiziert eine Arbeit zur „Elektrodynamik bewegter Körper“, in der er die physikalischen Grundbegriffe von **Raum**, **Zeit**, **Geschwindigkeit** und **Gleichzeitigkeit** vollständig neu definiert. Diese Arbeit wird heute als spezielle Relativitätstheorie bezeichnet. Nur kurze Zeit später, im September 1905, formuliert Einstein in einem Nachtrag zur „Elektrodynamik bewegter Körper“ die wohl bekannteste physikalische Formel, die Masse-Energie-Äquivalenz  $E = m \cdot c^2$ , mit der er den Grundstein zur Nutzung der Kernenergie legte.

Im Folgenden werden nun Einsteins Arbeiten hinsichtlich ihres gedanklichen und physikalischen Inhalts beschrieben.



# SCHOOL-SCOUT.DE

Unterrichtsmaterialien in digitaler und in gedruckter Form

**Auszug aus:**

*Einstein und sein "annus mirabilis" 1905*

Das komplette Material finden Sie hier:

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

