



# Unterrichtspläne

## Emmy Noether



Kofinanziert von der  
Europäischen Union

## Kurzbiografie von Emmy Noether



**Emmy Noether**

Unbekannter Fotograf. (ca. 1900). Bild von Emmy Noether, ca. 1900 [Fotografie]. In Wikimedia Commons. Mathematical Association of America, Brooklyn Museum, Agnes Scott College.

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Noether.jpg>

**Emmy Amalie Noether** wurde 1882 in Erlangen, Deutschland, geboren. Ihr Vater, Max Noether, war ein renommierter Mathematiker, und zwei ihrer Brüder verfolgten eine Karriere in der Wissenschaft. Als Kind beobachtete Emmy ihren Vater bei der Arbeit und war fasziniert von Mustern und Symmetrien, was ihre Liebe zur Mathematik weckte. Als Erwachsene wurde sie eine berühmte Mathematikerin, die für ihre Arbeit in der abstrakten Algebra und dem Noether-Theorem bekannt war, das Symmetrien mit Erhaltungssätzen in der Physik verband und dazu beitrug, Einsteins Relativitätstheorie voranzutreiben. Sie veröffentlichte über 40 Artikel und arbeitete mit renommierten Mathematikern wie Felix Klein und David Hilbert zusammen. Trotz der Diskriminierung aufgrund ihres Geschlechts erlangte sie weltweite Anerkennung. Später wanderte sie in die USA aus, wo sie ihre Forschung fortsetzte und am Bryn Mawr College lehrte. Emmy Noether starb 1935 und hinterließ ein Vermächtnis, das Mathematiker und Wissenschaftler weltweit weiterhin inspiriert.

## Unterrichtsplan 1

### Erforschung des Noetherschen Drehimpulses

**Schlüsselbegriffe:** Drehimpuls, Gyroskop, Rotationssymmetrie, Erhaltungssätze



**Dauer:**

50 Minuten



**Alter:** 6 bis 9 Jahre



**Ort:**

Klassenraum



**Verwandte MINKT-Bereiche:**

N (Naturwissenschaft): Die Physik der Bewegung und Richtungsänderung rotierender Objekte und die Grundlagen von Kräften und Bewegung.

#### Beschreibung

In diesem Experiment lernen die Kinder etwas über den Drehimpuls und darüber, wie drehende Objekte Bewegung und Richtung beeinflussen. Das Experiment ist in zwei Teile gegliedert: Im ersten Teil (Schritt 1 und 2) werden Gewichte verwendet, im zweiten Teil (Schritt 3 und 4) wird ein Fahrradrad verwendet.

#### Lernziele

Am Ende dieses Experiments werden die Kinder in der Lage sein:

- den Drehimpuls mit eigenen Worten zu beschreiben und ein Beispiel für eine

	<p>Kreiselbewegung zu nennen, die während des Experiments beobachtet wurde;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zu erläutern, wie sich die Rotationsgeschwindigkeit des Objekts ändert, wenn die Masse näher oder weiter vom Rotationszentrum entfernt ist;</li> <li>• zu zeigen, wie die Verlagerung eines Gewichts auf ein rotierendes Objekt dessen Rotationsgeschwindigkeit verändert, um den Grundsatz der Drehimpulserhaltung zu veranschaulichen.</li> </ul>
<b>Verbindung zum weiblichen Vorbild</b>	<p>Emmy Noethers Arbeit stellte eine Verbindung zwischen Symmetrien in der Natur und Erhaltungsgesetzen her, darunter die Impulserhaltung, was das Verständnis der Physik veränderte und zu weiteren Entdeckungen führte.</p> <p>Bei diesem Experiment werden die Kinder in Emmys Fußstapfen treten und als "kleine Physiker" einen dieser Erhaltungssätze, den Drehimpuls, erforschen.</p>
<b>Einzelperson oder Gruppe</b>	Einzeln
<b>Sicherheit</b>	Dieses Experiment ist für Kinder unter Aufsicht ungefährlich. Sie sollten beim Drehen des Stuhls

	und des Fahrradrad helfen und sicherstellen, dass die verwendeten Gewichte für Kinder handhabbar sind.
<b>Materialien</b>	<input type="checkbox"/> Fahrradrad mit Griffen (oder ein Gyroskop) <input type="checkbox"/> drehbarer Stuhl mit Rädern <input type="checkbox"/> kleine Gewichte, die in den Händen gehalten werden können (z.B. zwei 2 kg Hanteln oder zwei Wasserflaschen)
<b>Unterrichtsplan</b>	
<b>Einführung</b> (10 min)	<p>Beginnen Sie mit einer Frage: "Habt ihr schon einmal mit einem Fahrradrad gespielt oder es auf dem Boden rollen sehen? Wenn es sich schnell bewegt, scheint es von alleine aufrecht zu bleiben. Aber sobald es langsamer wird, wird es wackelig und kann umkippen. Warum, glaubt ihr, passiert das?". Erklären Sie den Kindern, dass sie mit diesem Experiment sehen werden, dass sich drehende Objekte anders verhalten und wie dies mit dem Prinzip des Drehimpuls zusammenhängt.</p> <p>Stellen Sie Emmy Noether vor und erzählen Sie, wie ihre Studien über physikalische Gesetze</p>

	Wissenschaftlern geholfen haben, Konzepte wie dieses zu verstehen.
<b>Forschungsfrage/ Hypothese</b>  (5 min)	<p>Fragen Sie: "Glaubt ihr, dass sich die Geschwindigkeit, mit der ihr euch dreht, verändert, wenn ihr die Arme beim Drehen nach innen oder außen bewegt?"</p> <p>Lassen Sie die Kinder ihre Vorhersagen erzählen. Alle Antworten sind willkommen, und das Experiment wird die Antwort offenbaren.</p>
<b>Schritt-für-Schritt-Anleitung</b>  (20 min)	<p><b>Schritt 1 – Beobachtung der Armstreckung während der Drehung:</b></p> <p>Bitten Sie einen Freiwilligen und lassen Sie das Kind auf einem Drehstuhl sitzen, während es in jeder Hand ein kleines Gewicht hält. Drehen Sie den Stuhl sanft und bitten Sie das Kind, seine Arme auszustrecken. Bitten Sie alle Kinder, die Geschwindigkeit zu beobachten, mit der sich der Stuhl dreht.</p>

### **Schritt 2 – Ändern der Armposition, um die Geschwindigkeit zu variieren:**

Weisen Sie das Kind auf dem Stuhl an, die Gewichte näher an den Körper zu bringen, während sich der Stuhl weiterdreht. Die Rotationsgeschwindigkeit des Stuhls wird sich erhöhen. Wenn das Kind die Arme wieder ausstreckt, verringert sich die Geschwindigkeit und umgekehrt.

### **Schritt 3 – Einführung in das sich drehende Fahrradrad:**

Für den nächsten Teil des Experiments bitten Sie ein anderes Kind, sich auf den Drehstuhl zu setzen und das Fahrradrad waagerecht zu halten. Drehen Sie diesmal das Fahrradrad vorsichtig und lassen Sie die Kinder beobachten, dass sich das Kind auf dem Stuhl zu drehen beginnt.

### **Schritt 4 – Kippen des Rades zur Änderung der Drehung:**

Bitten Sie das Kind auf dem Stuhl, das Fahrradrad senkrecht zu kippen und lassen Sie die Kinder beobachten, dass die Drehung langsamer wird

	oder sogar ganz aufhört. Kippt man es horizontal zurück, dreht sich der Stuhl wieder schneller.
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#"><u>“Conservation of Angular Momentum”</u></a> von Springfield College</li> <li>• <a href="#"><u>“Spinning Wheel on Spinning Chair”</u></a> von Utexascsnquest</li> </ul>
<b>Schlussfolgerung</b> (5 min)	<p>Das Experiment bestätigte, dass sich die Drehgeschwindigkeit ändert, wenn man die Gewichte näher an den Drehpunkt heranzieht oder von ihm entfernt. Wenn man die Gewichte nach innen zieht, erhöht sich die Geschwindigkeit. Sie verlangsamt sich, wenn man sie weiter wegbewegt.</p> <p>Auch bei dem Fahrradrad konnten wir sehen, dass die Änderung der Radrichtung die Drehung des Kindes auf dem Stuhl beeinflusste, was zeigt, wie sich drehende Objekte gegenseitig beeinflussen können.</p> <p>Dies ist auf den Drehimpuls zurückzuführen.</p>
<b>Erklären Sie das Experiment</b> (10 min)	Wenn sich etwas dreht, erzeugt es einen Drehimpuls. Bringt man das Gewicht näher an den Mittelpunkt eines sich drehenden Objekts, so



beginnt sich dieses Objekt aufgrund der Drehimpulserhaltung schneller zu drehen. Wird die Masse des Objekts hingegen über eine größere Fläche verteilt (z. B. wenn die Arme gestreckt sind), verlangsamt sich die Drehgeschwindigkeit.

Um den Kindern zu helfen, sich dies vorzustellen und die Beobachtungen aus dem Experiment mit Dingen in Verbindung zu bringen, die sie täglich sehen, können Sie erklären, was ein Gyroskop ist (ein sich drehendes Gerät, das dazu beiträgt, Objekte stabil zu halten, indem es Richtungsänderungen widersteht). Wenn sich etwas dreht, wie ein Kreisel, hat es einen Drehimpuls. Dies macht es schwerer, umzukippen oder seine Bewegung plötzlich zu ändern. Es gibt viele Beispiele aus dem Alltag, die dieses Konzept nutzen:

- Wenn sich die Räder eines Fahrrads drehen, bleibt das Fahrrad im Gleichgewicht und ist dank des Drehimpulses leichter zu fahren.
- In Smartphones erkennen winzige Gyroskope, wenn Sie das Gerät drehen oder neigen, und helfen dabei, die

	<p>Bildschirmausrichtung anzupassen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Drehimpuls ist auch entscheidend für die Stabilität von Zügen und Autos bei der Kurvenfahrt.</li> </ul> <p>Diese Beispiele zeigen, wie Drehungen und Gleichgewicht zusammenhängen. Sie helfen den Kindern, das, was sie im Experiment beobachtet haben, auf alltägliche Dinge zu beziehen</p>
<p><b>Die Wissenschaft hinter dem Experiment</b></p>	<p>Der Drehimpuls ist ein Grundprinzip der Physik, das die Rotationsträgheit eines sich drehenden Objekts beschreibt. Wie wir bereits gesehen haben, erzeugt etwas, das sich dreht, einen Drehimpuls.</p> <p>Der Drehimpuls eines rotierenden Objekts hängt also von der Massenverteilung des Objekts und der Geschwindigkeit des rotierenden Objekts ab. Mathematisch wird er durch die folgende Formel dargestellt:</p> $\mathbf{L} = \mathbf{J} \cdot \boldsymbol{\omega}$ <p>Wo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>L</b> ist der Drehimpuls;</li> <li>• <b>J</b> das Trägheitsmoment (oder die Verteilung</li> </ul>

der Masse im Verhältnis zum Drehpunkt);  
und

- $\omega$  ist die Winkelgeschwindigkeit (oder die Geschwindigkeit des Drehens).

Wenn ein Objekt zu rotieren beginnt, wird ein Wert für  $L$  erzeugt. Da  $L$  konstant ist, wenn das Objekt zu rotieren beginnt, bedeutet dies, dass, wenn das Trägheitsmoment  $J$  abnimmt (z. B. wenn die Gewichte näher an die Rotationsachse gebracht werden),  $\omega$  zunehmen muss, so dass das Objekt schneller zu rotieren beginnt. Umgekehrt, wenn  $J$  zunimmt (indem man die Gewichte von der Drehachse wegbewegt), nimmt  $\omega$  ab, so dass sich die Drehung verlangsamt.

Dasselbe Konzept wird bei dem Teil des Experiments mit dem sich drehenden Fahrrad angewandt. Als das Kind das drehende Fahrrad waagrecht hielt, versuchte die Kraft des Rades, gegen den Stuhl zu "stoßen", wodurch sich sowohl der Stuhl als auch das Kind drehten. Dies geschah,

weil der Drehimpuls (d. h. die Drehkraft des Rads) mit der Drehung des Stuhls übereinstimmte.

Aber als das Rad vertikal gekippt wurde, zeigte seine Kraft gerade nach oben oder unten statt zur Seite. Damit gab es nichts mehr, was den Stuhl "anschob", damit er sich weiterdrehte. Der Stuhl hörte also auf, sich zu drehen, weil die Drehung des Rades nun in eine Richtung ging, die die Bewegung des Stuhls nicht beeinflusste.

Emmy Noethers Forschungen trugen dazu bei zu zeigen, dass Erhaltungssätze, wie der Drehimpuls, mit Symmetrien in der Natur zusammenhängen. Das heißt, dass der Drehimpuls in rotationssymmetrischen Systemen erhalten bleibt, sprich sein Gesamtbetrag bleibt konstant, wenn keine äußeren Kräfte wirken. Dieser Erhaltungssatz erklärt, warum Objekte mit Drehimpuls, wie Kreisel oder Fahrradräder, ihren Rotationszustand beibehalten.

## Unterrichtsplan 2

# Erforschung des Noetherschen Erhaltungssatzes mit dem Bernoulli-Prinzip

**Schlüsselbegriffe:** Bernoulli-Prinzip, Luftströmung, Aerodynamik, Erhaltungssätze



**Dauer:**

60 Minuten



**Alter:** 6 bis 9 Jahre



**Ort:**

Klassenraum



**Verwandte MINKT-Bereiche:**

**N (Naturwissenschaft):** Die Physik, wie sich Luft bewegt und Objekte beeinflusst.

**T (Technik):** Wie dieses Prinzip hilft, Dinge wie Flugzeuge zu entwerfen.

## Beschreibung

Die Kinder erforschen das Bernoulli-Prinzip und lernen, wie Luftstrom- und Druckunterschiede dazu führen können, dass Gegenstände angehoben werden. Das Experiment ist in zwei Teile gegliedert: Im ersten Teil (Schritt 1 und 2) verwenden die Kinder einen Polybeutel; im zweiten Teil (Schritt 3, 4 und 5) verwenden die Kinder Papierbögen.

## Lernziele

Am Ende dieses Experiments werden die Kinder in der Lage sein:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zu erklären, wie bewegte Luft (Luftstrom) Druckunterschiede erzeugt, die dazu führen, dass sich Objekte wie Papier heben oder flach bleiben;</li> <li>• mindestens zwei beobachtbare Veränderungen im Verhalten eines Objekts (z. B. Heben, Biegen) beschreiben zu können, wenn Luft unter oder über das Objekt strömt;</li> <li>• ihre Beobachtungen zu notieren und zu vergleichen (z. B. wie viele Atemzüge nötig sind, um einen Beutel aufzublasen, wie sich das Papier bewegt) und zu besprechen, wie sich der Luftstrom auf die einzelnen Ergebnisse auswirkt.</li> </ul>
<b>Verbindung zum weiblichen Vorbild</b>	<p>Dieses Experiment knüpft an Emmy Noethers Beiträge zur Physik an, insbesondere an ihre Arbeit über Erhaltungssätze. Emmy Noethers Erkenntnisse legten den Grundstein für das Verständnis, wie Kräfte wie Luftströmungen auf Objekte einwirken. Ein Prinzip, dass es modernen Technologien wie Flugzeugen ermöglicht, der Schwerkraft zu trotzen.</p>
<b>Einzelperson oder Gruppe</b>	<p>Einzeln oder in Gruppen (3–4 Personen)</p>

<b>Sicherheit</b>	Die verwendeten Materialien sind für Kinder sicher.  Die Verwendung des Haartrockners sollte unter Ihrer Aufsicht erfolgen.
<b>Materialien</b>	<input type="checkbox"/> 5 Beutel mit Polyschläuchen <input type="checkbox"/> 1 Haartrockner (optional) <input type="checkbox"/> 1 Rolle Klebeband <input type="checkbox"/> A4-Blätter (eins pro Kind)
<b>Unterrichtsplan</b>	
<b>Einführung</b> (10 min)	<p>Beginnen Sie mit einer Frage: "Habt ihr euch jemals gefragt, wie ein Flugzeug in der Luft bleibt, obwohl es so schwer ist? Was glaubt ihr, wie es fliegt?"</p> <p>Erklären Sie, dass die Kinder ein Experiment mit Luftströmung und Druck durchführen werden. Dass es sich hierbei um Konzepte handelt, die Wissenschaftler und Ingenieure nutzen, um zu verhindern, dass ein Flugzeug vom Himmel fällt.</p>
<b>Forschungsfrage/ Hypothese</b> (5 min)	<p>Fragen Sie: "Glaubt ihr, dass die Art und Weise, wie wir Luft in eine Tüte oder über ein Stück Papier pusten, Dinge heben oder bewegen kann?"</p> <p>Ermutigen Sie die Kinder, ihre Vorhersagen zu erzählen. Das Experiment wird die Antwort verraten!</p>

## Schritt-für-Schritt-

### Anleitung

(30 min)

#### Schritt 1 – Direktes Aufblasen des Beutels

Suchen Sie 4 Freiwillige oder bilden Sie Gruppen von 3–4 Kindern. Bitten Sie eines von ihnen, direkt in einen Polybeutel zu pusten, um ihn zu füllen, während die anderen Kinder zählen, wie viele Atemzüge nötig waren, um ihn zu füllen.

#### Schritt 2 – Effizientes Aufblasen des Beutels

Zeigen Sie, wie man den Beutel schnell füllen kann, indem man ihn leicht vom Mund weghält und hineinpustet.

#### Schritt 3 – Vorbereiten der Papierkanteneinrichtung

Geben Sie dann jedem Kind ein Blatt Papier und helfen Sie ihm, ein Blatt Papier so an die Tischkante zu kleben, dass der größte Teil des Papiers über die Kante hinaus hängt.

#### Schritt 4 – Luft von unten einblasen

Bitten Sie die Kinder, Luft unter den hängenden Teil des Papiers zu blasen. Das Gleiche kann mit einem Haartrockner gemacht werden, um den Kindern zu zeigen, dass das Ergebnis, egal wie stark die Luft



	<p>geblasen wird, sehr ähnlich ist: Das Papier wird sich kaum heben oder bewegen.</p> <p><b>Schritt 5 – Luft über das Dach blasen:</b></p> <p>Bitten Sie die Kinder, über die Oberseite des Papiers zu pusten oder einen Fön zu benutzen, um zu sehen, wie sich das Papier hebt.</p>
<b>Quellen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">“Filling a poly bag: “Bernoulli’s Principle”</a> von Wolf_Science</li> <li>• <a href="#">“Blowing the paper: “Bernoulli's Principle Demo: Paper on Table”</a> von Physics Demos</li> </ul>
<b>Schlussfolgerung</b> (5 min)	<p>Überprüfen Sie die Ausgangshypothese und bitten Sie die Kinder, ihre Beobachtungen mitzuteilen.</p> <p>Wenn man auf eine bestimmte Art und Weise Luft in den Beutel bläst, füllt er sich schneller.</p> <p>Als man Luft über die Oberseite des Papiers blies, bewegte sich das Papier merklich und wurde sogar angehoben, während es sich unter dem Papier kaum bewegte.</p>
<b>Erklären Sie das Experiment</b> (10 min)	<p>Wenn Sie aus nächster Nähe Luft direkt in den Beutel blasen, gelangt nur die Atemluft in den Beutel, so dass mehr Luftstöße nötig sind, um ihn</p>

zu füllen. Hält man den Beutel jedoch ein wenig vom Mund weg und pustet dann, zieht die entstehende schnell fließende Luft tatsächlich mehr Luft aus dem Raum mit sich. Diese zusätzliche Luft strömt ebenfalls in den Beutel und sorgt dafür, dass sich der Beutel schneller füllt.

Wenn wir unter das Papier pusten, bewegt sich das Papier kaum. Das liegt daran, dass der Luftdruck auf beiden Seiten ungefähr gleichbleibt, sodass es keinen großen Druckunterschied gibt, der das Papier anheben könnte. Wenn wir jedoch von oben pusten, entsteht über dem Papier ein geringerer Druck. Dieser Druckunterschied bewirkt, dass sich das Papier anhebt, ähnlich wie bei Flugzeugen (obwohl bei Flugzeugen auch andere Faktoren wie die Form der Tragflächen eine Rolle spielen).

**Die Wissenschaft  
hinter dem  
Experiment**

Das Bernoulli-Prinzip wurde im 18. Jahrhundert von dem Schweizer Wissenschaftler Daniel Bernoulli entdeckt. Dieses Prinzip beschreibt, wie Geschwindigkeit und Druck einer Flüssigkeit (wie Luft oder Wasser) zusammenhängen: Wenn die Geschwindigkeit einer Flüssigkeit zunimmt, nimmt der von ihr ausgeübte Druck ab.

Dieses Prinzip hat wichtige Anwendungen in der Welt um uns herum, insbesondere in der Aerodynamik. Hier hilft es uns zu verstehen, wie Objekte wie Flugzeugflügel Auftrieb erzeugen. Bei einem Flugzeugflügel zum Beispiel ist die Oberseite gekrümmt, so dass die Luft schneller über die Oberseite strömen muss als über die Unterseite. Diese Luft, die sich oben schneller bewegt, verringert den Druck auf den oberen Teil des Flügels, während die Luft, die sich darunter langsamer bewegt, einen höheren Druck aufrechterhält. Der Druckunterschied erzeugt eine nach oben gerichtete Kraft, die als Auftrieb bezeichnet wird und dazu beiträgt, dass das Flugzeug in der Luft bleibt.

Der Bernoulli-Effekt ist nicht nur für das Fliegen, sondern auch für viele Formen der Technik und des Designs von wesentlicher Bedeutung.

Emmy Noethers Arbeit im 20. Jahrhundert über Erhaltungssätze (d. h. Prinzipien, die erklären, wie bestimmte Größen in der Natur konstant bleiben) verband Konzepte wie das von Bernoulli mit tieferen physikalischen Gesetzen. Indem sie Symmetrien in der Natur mit diesen Erhaltungsprinzipien verknüpfte, half ihre Arbeit den Wissenschaftlern, Bewegung, Energie und Kräfte besser zu verstehen, was sich direkt auf die moderne Technik und Innovation auswirkt, von der Entwicklung sicherer Autos bis hin zur Erforschung des Weltraums.

#steamtales-project

[www.steamtales.eu](http://www.steamtales.eu)



Kofinanziert von der  
Europäischen Union

## Alle Inhalte stehen unter CC BY-NC-SA 4.0

STEAM Tales (KA220-HE-23-24-161399) wird von der Europäischen Union finanziert. Die geäußerten Ansichten und Meinungen entsprechen jedoch ausschließlich denen des Autors bzw. der Autoren und spiegeln nicht zwingend die der Europäischen Union oder der Nationalen Agentur im Pädagogischen Austauschdienst wider. Weder die Europäische Union noch die Bewilligungsbehörde können dafür verantwortlich gemacht werden.

