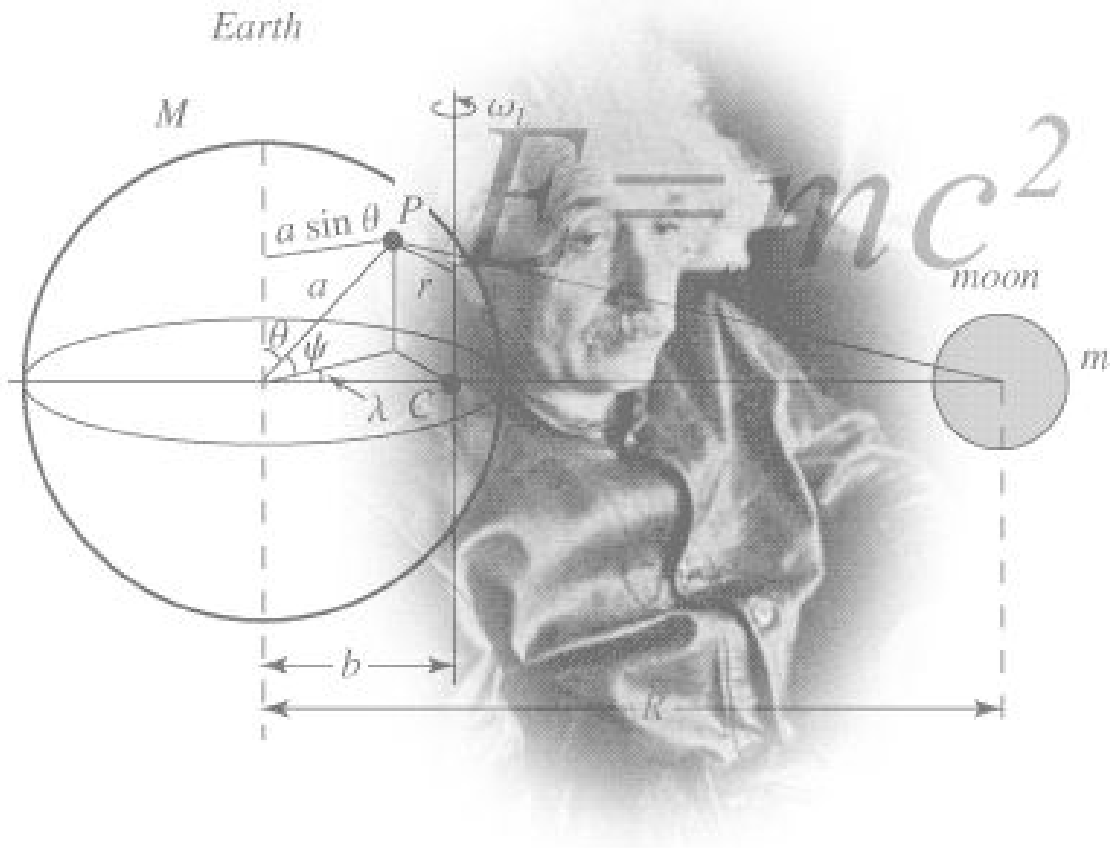


# DEUTSCH IN DER PHYSIK I

Karmen Knežević  
Lidija Kraljević



## INHALT

<b>EINLEITUNG</b> .....	3
-------------------------	---

### TEIL1

#### **HINFÜHRUNG ZUR MATHEMATISCHEN NATURWISSENSCHAFTLICHEN FACHSPRACHE**

Lektion 1	Zahlen .....	5
Lektion 2	Klammern.....	7
Lektion 3	Brüche.....	9
Lektion 4	Potenzieren.....	10
Lektion 5	Radizieren.....	11

### Teil 2

#### **PHYSIK ALS NATURWISSENSCHAFT**

Lektion 1	Physik generell.....	14
Lektion 2	Ziele und Methoden in der Physik.....	17
Lektion 3	Klassische Physik.....	19
Lektion 4	Moderne Physik.....	23
Lektion 5	Weltveränderer : Galileo Gallilei.....	27
Lektion 6	Sir Isaac Newton.....	29
Lektion 7	Nikola Tesla- Ein vergessenes Genie.....	32
Lektion 8	Albert Einstein.....	33

### Teil 3

#### **GRAMMATIK**

Liste unregelmäßiger Verben.....	38
----------------------------------	----

#### **Zeitformen**

Das Präsens.....	43
Das Perfekt.....	45
Das Präteritum.....	47
Das Plusquamperfekt.....	49
Das Futur I.....	51
Das Passiv.....	53
Das Modalverb.....	58

# EINLEITUNG

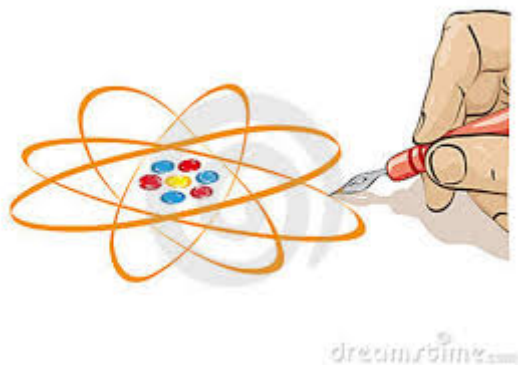
## PHYSIK IM ALLTAG

Die grundlegendste der Naturwissenschaften, die Physik, ist überall und jeden Tag um uns. Wenn Sie sich jemals gefragt haben, was ein Blitz ist, warum ein Bumerang zurück kommt, wie Schlittschuhläufer so schnell laufen, wie Michael Jordan "fliegen" kann, warum Wellen am Strand brechen, wie der winzige Computer komplizierte Probleme lösen kann, oder wie lange das Licht braucht um von einem Stern zu uns zu kommen, so denken Sie über einige der Dinge nach, die die Physiker jeden Tag studieren

Physiker stellen gerne Fragen. Sie versuchen Antworten auf alles zu finden: von der Zeit des Beginns des Universums bis auf warum Soda sprudelt.

Wenn Sie eine Back-Sitzreihe bei einem Rockkonzert gehabt haben und noch hören konnten, haben Sie die Physik bei der Arbeit erfahren! Physiker studieren den Ton und tragen zur Gestaltung von Konzertsälen bei. Laser und radioaktive Elemente sind Werkzeuge im Kampf gegen den Krebs und anderen Krankheiten. Geophysiker entwickeln Methoden zur Vorwarnung von Erdbeben. Das Labor der Physiker befindet sich vom Rand des Universums bis ins Kern eines Atoms. Physiker haben die Erde als Astronauten umkreist und die Tiefen des Ozeans erforscht. Menschen, die Physik studiert haben, versuchen, Instrumente zu entwickeln für Diagnosen und Heilungen von Krankheiten, sicherere und sauberere Kraftstoffe für unsere Autos und Häuser zu entwickeln, die Kraft des Meeres zu nutzen um die Bewegung von arktischen Gletschern berechnen zu können. Forschungsphysiker arbeiten in der Industrie und der Regierung, in Labors und Krankenhäusern und an den Universitäten. Einige Physiker dienen der Armee, unterrichten auf Schulen und Hochschulen, schreiben Bücher und Artikel über die Wissenschaft, beraten Bunde, Länder, lokale und ausländische Regierungen, Führungen von Unternehmen, auch Künstler.

Das Studium der Physik hilft Ihnen ganz besondere Problemlösungskompetenzen zu erwerben und Sie zu lehren die Welt besser zu beobachten und zu verstehen.



**TEIL 1**

**HINFÜHRUNG ZUR MATHEMATISCHEN  
NATURWISSENSCHAFTLICHEN  
FACHSPRACHE**

# Lektion 1

## Zahlen

**16** Das ist eine Zahl. Sie ist eine ganze. Sie hat zwei Stellen. Sie ist zweistellig.

**2,308** ist eine Dezimalzahl. Man liest „zwei Komma drei null acht“.

**+2** ist eine positive Zahl.

**-2** hat ein negatives Vorzeichen.

**+2,1** ist eine Dezimalzahl mit positivem Vorzeichen.

**-2,1** ist eine Dezimalzahl mit negativem Vorzeichen.

**358** ist eine gerade Zahl.

**357** ist eine ungerade Zahl.

**23** ist eine Primzahl.

**33** ist keine Primzahl.

**3+3** Das ist eine Addition. Man liest „drei plus drei gleich sechs“. **3** ist ein Summand. **6** ist die Summe.

**14-2** Das ist eine Subtraktion. Man liest „vierzehn minus zwei gleich zwölf“. Der Minuend ist 14. Der Subtrahend ist 2. Der Wert der Differenz beträgt zwölf.

**2·3** Das ist eine Multiplikation. Man liest „zwei mal drei gleich sechs“. 2 ist ein Faktor. Drei ist ein Faktor. Sechs ist das Produkt. Man kann das Produkt in Faktoren zerlegen.

**12:6** Das ist eine Division. Man liest „zwölf dividiert durch sechs gleich zwei“ /geteilt durch/durch/gleich. Das Ergebnis einer Division heißt Quotient. 12 ist der Divident. 6 ist der Divisor.

### Aufgaben

I. Übung 1

$$37+12=49$$

$$5 \cdot 10=50$$

$$39:3=13$$

$$6-2=4$$

Wie heißt der Quotient?

Welche Zahl ist der Minuend?

Wie heisst der Dividor?  
Welchen Wert hat das Produkt?  
Wie heisst der Subtrahend?  
Wie heissen die Faktoren?  
Wie heisst der Differenzwert?  
Wie heissen die Summanden?  
Wie gross ist der Summenwert?

## II. Übung 1

### **Beispiel:**

Rechenzeichen und Vorzeichen lassen sich vertauschen.  
Man kann Rechenzeichen und Vorzeichen vertauschen.

1. Eine Differenz lässt sich als Summe schreiben.  
Man kann \_\_\_\_\_.

2. Summanden lassen sich vertauschen.  
Man kann \_\_\_\_\_.

3. Minuend und Subtrahend lassen sich nicht vertauschen.  
Man kann \_\_\_\_\_.

## Übung 2

### **Beispiel:**

Summanden kann man vertauschen.  
Summanden lassen sich vertauschen.

1. Man kann Faktoren vertauschen.  
Faktoren \_\_\_\_\_.

2. Man kann Minuend und Subtrahend nicht vertauschen.  
\_\_\_\_\_.

3. Man kann eine Differenz als Summe schreiben.  
Eine Differenz lässt sich \_\_\_\_\_.

## Lektion 2

### Klammern

**a-(b+c-d)** Das ist eine algebraische Summe. Man liest „ $a$  minus Klammer auf  $b$  plus  $c$  minus  $d$  Klammer zu“.

**2a-[4b-(2a+3b)-4a]-6b** Man liest  $2a$  minus eckige Klammer auf  $4b$  minus runde Klammer auf  $2a$  plus  $3b$  runde Klammer zu minus  $4a$  eckige Klammer zu minus  $6b$ .

**4a+4b+4c** Die Summanden dieser Summe sind Produkte. Alle drei Summanden haben den Faktor  $4$ . Der Faktor  $4$  ist allen drei Summanden gemeinsam.

**ab+bc+bd-4a** Diese algebraische Summe hat vier Glieder. Jedes Glied dieser Summe ist ein Produkt. Haben die Glieder einer Summe einen gemeinsamen Faktor, so kann man ihn ausklammern.

#### Übung 1

Setzen Sie die folgenden Wörter ein: Summe, weglassen, subtrahieren, umgekehrt, Glieder/nach, Klammer.

#### 18-(2+5-7)

Wenn man von einer Zahl eine algebraische Summe \_\_\_\_\_ will, so kann man entweder von der Zahl den Wert der \_\_\_\_\_ oder die einzelnen \_\_\_\_\_ der Summe subtrahieren und \_\_\_\_\_ dem Zusammenfassen von Vorzeichen und Rechenzeichen die Aufgabe lösen.

Wenn vor der Klammer ein negatives Rechenzeichen steht, muss man die Rechenzeichen aller Glieder in der \_\_\_\_\_ beim Auflösen umkehren.

Steht vor der Klammer ein positives Rechenzeichen, so kann man die Klammer einfach \_\_\_\_\_ . Die Rechenzeichen in der Klammer werden dann also nicht \_\_\_\_\_

## Lektion 3

### Brüche

$\frac{1}{2}$  Das ist keine ganze Zahl. Da ist ein Bruch. Der Zähler beträgt 1. Der Nenner beträgt 2. Der Nenner steht unter dem Bruchstrich. Man liest „einhalb“

$\frac{8+7}{9}$  Man liest „acht plus sieben durch neun“

$\frac{1}{3}$  ein Drittel

$\frac{1}{4}$  ein Viertel

$\frac{1}{5}$  ein Fünftel

$\frac{1}{21}$  ein Einundzwanzigstel

$1\frac{1}{2}$  eineinhalb

$2\frac{1}{3}$  zwei ein Drittel

$\frac{4}{9} + \frac{6}{9}$  Bei diesen Brüchen sind die Nenner gleich. Es sind also gleichnamige Brüche.

$\frac{3}{4} + \frac{1}{2}$  Bei diesen Brüchen sind die Nenner ungleich. Es sind also ungleiche Brüche. Wenn man diese Brüche addieren will, so muss man sie gleichnamig machen. 4 ist der gemeinsame Nenner der Brüche. 4 ist der Hauptnenner.

$\frac{3}{6} = \frac{1}{2}$  Man kann Zähler und Nenner durch den gemeinsamen Faktor dividieren. Man sagt: Man kann den Bruch kürzen.

Was ist der Kehrwert von  $\frac{8}{9}$ ? Der Kehrwert ist  $\frac{9}{8}$ .



## Übung 1

Setzen Sie die fehlenden Wörter ein

1. Eine Dezimalzahl lässt sich in einen \_\_\_\_\_ verwandeln.
2.  $\frac{5}{9}$  Wie heisst der Zähler?
3. Schreiben Sie als Zahl: vier drittel , sieben Hundertstel
4.  $2 = \frac{2}{1}$  Ganze Zahlen haben den \_\_\_\_\_ 1.
5.  $\frac{1}{15} + \frac{7}{20} + \frac{28}{18}$  Diese Brüche sind \_\_\_\_\_.
6.  $\frac{1}{3} + \frac{2}{5}$  Der Hauptnenner ist \_\_\_\_\_.
7. Einen Bruch erweitern heisst \_\_\_\_\_ und \_\_\_\_\_ mit dem gleichen Faktor \_\_\_\_\_.
8. Der Kehrwert von  $\frac{4}{8}$  ist \_\_\_\_\_.

## Lektion 4

### Potenzieren

$2 \cdot 2 = 2^2$  Man kann ein Produkt mit gleichen Faktoren auch als Potenz schreiben. Nur Produkte mit gleichen Faktoren lassen sich als Potenz schreiben.

$2^2$  Man liest „zwei hoch zwei“

$2^3$  Das ist eine Potenz. 2 ist die Basis oder Grundzahl, 3 ist der Exponent oder die Hochzahl.

$2^3$  8 ist der Potenzwert.

#### Übungen

1.  $2 \cdot 2,5$  Dieses Produkt lässt sich nicht als Potenz schreiben, weil seine Faktoren \_\_\_\_\_ sind..
2. Schreiben Sie bitte als Zahl:
3. „a Quadrat“  
„drei hoch drei“
4. Der Potenzwert von  $3^3$  beträgt \_\_\_\_\_.
5. Der Exponent bei einer Potenz gibt an, wie oft die Basis als \_\_\_\_\_ gesetzt werden soll.
6. Ist bei einer Potenz die Basis negativ und der Exponent eine gerade Zahl, so ist der Potenzwert \_\_\_\_\_.

#### „Multiplizieren von Potenzen“

$2^3 \cdot 2^4$  Das sind Potenzen mit gleicher Potenz. Sie sollten multipliziert werden.

$2^3 \cdot 2 = 2^{3+4} = 2^7 = 128$  Man addiert die Exponenten und potenziert die Basis mit der Summe der Exponenten. Wie multipliziert man also die Potenz mit gleicher Basis? Man multipliziert Potenzen mit gleicher Basis, indem man die Exponenten addiert und die Basis mit der Summe der Exponenten potenziert.

#### „Dividieren von Potenzen“

Potenzen mit gleicher Basis werden dividiert, indem man die Basis mit der Differenz der Exponenten potenziert (dividieren=kürzen)

#### „Potenzieren von Potenzen“

Potenzen werden potenziert, indem man die Exponenten multipliziert.

## Lektion 5

### Radizieren

$4\sqrt{16}$  Man liest „vierte Wurzel aus sechzehn“  
Man liest auch „Quadratwurzel aus 16“  
oder einfach: „Wurzel aus 16“

$3\sqrt[3]{8}$  Man liest „dritte Wurzel aus acht“  
Man liest auch „Kubikwurzel aus 8“

$3\sqrt{x^3}$  Man liest „dritte Wurzel aus x hoch drei“  
Man liest auch „Kubikwurzel aus x hoch drei“

$2\sqrt{x^2}$  Man liest „zweite Wurzel aus x Quadrat“  
Man liest auch „Quadratwurzel aus x Quadrat“  
Oder „Wurzel aus x Quadrat“

$2\sqrt{9}$  2 ist der Wurzelexponent.  
9 ist die Basis oder der Radikant.  
Der Radikant steht unter dem Wurzelzeichen.

Bitte radizieren Sie!

$$3\sqrt[3]{8}$$

Will man den Wert einer Wurzel bestimmen, so muss man also radizieren.  
Man sagt auch: Man muss die Wurzel ziehen.

### Übung

1. Bitte radizieren Sie!  $\sqrt{49}$

2. Schreiben Sie bitte die Zahl!

„Quadratwurzel aus 144“

„Wurzel aus 2“

„fünfte Wurzel aus n“  
„Kubikwurzel aus 729“

„n-te Wurzel aus a“

3.  $3\sqrt{8} = +2$  +2 ist die \_\_\_\_\_.

4.  $4\sqrt{16}$  4 ist der \_\_\_\_\_.

5.  $n\sqrt{ab}$  Die \_\_\_\_\_ ist  $ab$ .

## **Teil 2**

# **PHYSIK ALS NATURWISSENSCHAFT**

## Lektion 1

### Physik generell

Die **Physik** (über lateinisch *physica* ‚Naturlehre‘ aus griechisch φυσική *physikē* ‚wissenschaftliche Erforschung der Naturerscheinungen‘, ‚Naturforschung‘) untersucht die grundlegenden Phänomene in der Natur. In der Absicht, deren Eigenschaften und Verhalten anhand von quantitativen Modellen und Gesetzmäßigkeiten zu erklären, befasst sie sich insbesondere mit Materie und Energie und deren Wechselwirkungen in Raum und Zeit. Die Arbeitsweise der Physik besteht in einem Zusammenspiel experimenteller Methoden und theoretischer Modellbildung. Physikalische Theorien bewähren sich in der Anwendbarkeit auf Systeme der Natur, indem sie bei Kenntnis von Anfangszuständen derselben möglichst genaue Vorhersagen über resultierende Endzustände erlauben. Fortschritte in der Physik bestehen in der Bereitstellung oder Weiterentwicklung von Theorien und von experimentellen Hilfsmitteln und Methoden. Sie führen beispielsweise zur Anwendbarkeit auf weitere Systeme, zu genaueren Beschreibungen, Vereinfachungen des theoretischen Apparats oder zu neuen oder erleichterten praktischen Anwendungen.

OPTIK  
MECHANIK  
ATOM-UND-KERNPHYSIK  
DAUERMAGNETISMUS  
ENERGIE-WÄRMELEHRE  
ELEKTIZITÄT

### Geschichte von Begriff und Disziplin der Physik

Die Disziplin der Physik hat ihre Ursprünge in den Theorien und Einzelstudien antiker Wissenschaftler. Zwar wird die Physik hier als ein Teilgebiet der Philosophie verstanden; sie hat aber, etwa in der maßgeblichen Systematik und Durchführung bei Aristoteles, einen

eigenständigen Erkenntnisbereich und eine methodische Selbständigkeit. Mitte des 13. und im Laufe des 14. Jahrhunderts plädieren mehrere Philosophen und Naturforscher – meist in Personalunion – für eine größere Eigenständigkeit der Naturerkenntnis; – eine Entwicklung, die sich in der Tat nicht aufhalten ließ und, in Aufnahme dieser Tendenzen, im 16. und 17. Jahrhundert in die Entwicklung einer Methodologie der physikalischen Erkenntnis mündet, die modernen Kriterien an experimentelle Standards nahe kommt, namentlich mit Galileo Galilei und Isaac Newton.

Damit etabliert sich die Physik endgültig als eigenständige Disziplin hinsichtlich ihrer Methode, ihres Gegenstandsbereichs, ihrer wissenschaftssystematischen und institutionellen Verortung. Diese neue Methodik teilt die Physik im Wesentlichen in zwei große Gebiete auf. Die theoretische Physik beschäftigt sich vorwiegend mit formellen Beschreibungen und den Naturgesetzen. Sie abstrahiert Vorgänge und Erscheinungen in der wirklichen Natur in Form eines Systems von Modellen, allgemeingültigen Theorien und Naturgesetzen sowie intuitiv gewählter Hypothesen. Bei der Formulierung von Theorien und Gesetzen bedient sie sich vielfach der Methoden der Mathematik und der Logik. Ziel dieser Betrachtung ist die Vorhersage des Verhaltens eines Systems sowie die experimentelle Prüfung der Gültigkeit und Vorhersagekraft der gewählten Hypothesen durch Vergleich des vorhergesagten Verhaltens mit den Vorgängen und Erscheinungen in der wirklichen Natur. Diese Überprüfung in Form reproduzierbarer Messungen oder durch Beobachtung natürlicher Phänomene macht das Teilgebiet der Experimentalphysik aus.

Die Physik steht in enger Verbindung zu den Ingenieurwissenschaften und den meisten Naturwissenschaften von der Astronomie und Chemie bis zur Biologie und den Geowissenschaften. Die Abgrenzung zu diesen Wissenschaften ergibt sich historisch aus dem Ursprung der Physik in der Philosophie. Insbesondere mit dem Aufkommen neuer Wissenschaftsdisziplinen wird eine inhaltliche Abgrenzung der Physik zu diesen anderen Feldern jedoch erschwert. Die Physik wird häufig als grundlegende oder fundamentale Naturwissenschaft aufgefasst, die sich stärker als die anderen Naturwissenschaften mit den Grundprinzipien befasst, die die natürlichen Vorgänge bestimmen.

In der heutigen Physik ist vor allem die Grenze zur Chemie, der Übergang von der Physik der Atom- und Molekülphysik, zur Quantenchemie, fließend. Allerdings konzentriert sich die Chemie häufig auf komplexere Strukturen (Moleküle), während die Physik meist die grundlegende Materie erforscht. Zur Abgrenzung gegenüber der Biologie wird die Physik oftmals als die Wissenschaft von der unbelebten Natur bezeichnet, womit jedoch eine Beschränkung impliziert wird, die so in der Physik nicht existiert. Die Ingenieurwissenschaften werden durch ihren Bezug zur praktischen Anwendung von der Physik abgegrenzt, da in der Physik das Verständnis der grundlegenden Mechanismen gegenüber der Anwendung im Vordergrund steht. Die Astronomie hat keine Möglichkeit Laborexperimente durchzuführen und ist daher allein auf Naturbeobachtung angewiesen, was zur Abgrenzung gegen die Physik herangezogen wird.

### **Aufgaben:**

I. Antworten Sie auf die folgenden Fragen:

1. Wie können wir die Physik definieren?
2. Womit befasst sich die Physik?
3. Wofür plädieren die Philosophen und Naturforscher im 13. und 14. Jahrhundert?

4. Womit steht die Physik in enger Verbindung?

II. Wo sehen Sie den Zusammenhang der Physik mit der „Welt“, die sich um Sie herum befindet?



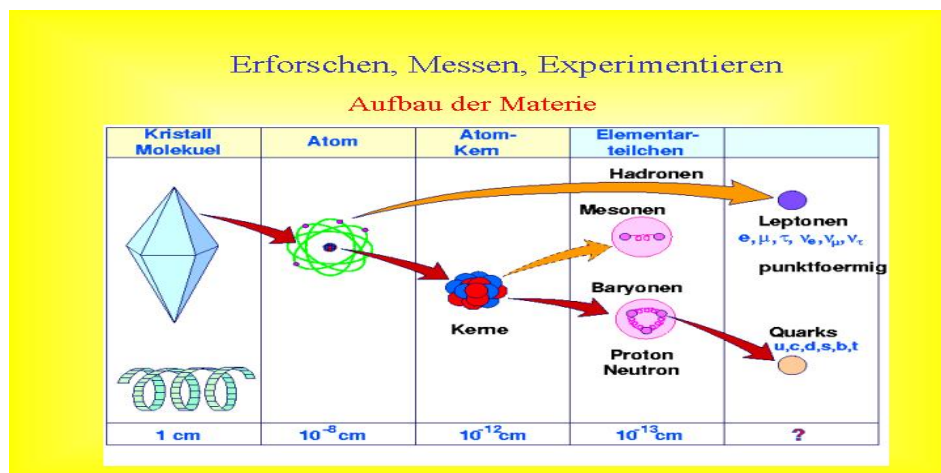
## Lektion 2

### Die Naturwissenschaft Physik und ihre Ziele und Methoden

#### Was unterscheidet verschiedene Wissenschaften?

Jede Wissenschaft hat

- Objekte, die sie untersucht,
- Ziele, die sie verfolgt,
- Methoden, die sie einsetzt,
- Kriterien, die sie festlegt,



...

und unterscheidet sich dadurch von anderen Wissenschaften. So auch die Physik.

Biologen etwa untersuchen Lebewesen, interessieren sich für Steine also nur deshalb, weil Flechten darauf wachsen, während Geologen Gestein untersuchen und sich somit für Lebewesen nur interessieren, wenn sie versteinert sind. Physiker hingegen untersuchen die Fallgesetze unabhängig davon, ob der Gegenstand, den sie fallen lassen, ein Stein, ein Lebewesen oder sonst etwas ist.

#### Beziehung zwischen Mathematik und Physik

Mathematik und Physik haben sich immer Hand in Hand entwickelt, denn die Mathematik bekommt von der Physik Anregungen, welche ungelösten Probleme interessant sein könnten, und die Physik braucht die Mathematik, um die Natur und ihre Gesetze zu beschreiben. Trotz der Verwandtschaft bestehen auch wesentliche Unterschiede zwischen Mathematik und Physik.

Die Mathematik bekommt zwar Anregungen aus der Natur, verallgemeinert die Objekte der realen Welt aber so, dass sie nicht mehr diesen wirklichen Objekten entsprechen. Zahlen sind dafür ein Beispiel.

Während in der Mathematik Zahlen einfach abstrakte Objekte sind, auf denen man nach gewissen Gesetzen operiert, haben sie in der Physik die Bedeutung von messbaren Größen. Entsprechend sind sie immer nur ungenau, wobei aber ihre Genauigkeit von den eingesetzten Messinstrumenten abhängt.

## **Ziele und Methoden der Physik**

### *Ziel der Physik*

Das Ziel der Physik ist es, Gesetzmässigkeiten in der Natur zu finden und in Form von mathematischen Zusammenhängen zu formulieren.

### *Methoden der Physik*

Physik basiert immer auf Beobachtungen, die gemessen werden können und damit quantitativer Natur sein müssen. Durch Experimente werden gezielt solche Beobachtungen ermöglicht, und die gemachten Messungen liefern Messreihen. Die Wiederholbarkeit der Experimente ist eine unabdingbare Voraussetzung dafür, dass ein Befund von Physikern akzeptiert wird. Kann ein Experiment nicht von anderen Gruppen nachvollzogen werden, ist es kein gültiges Experiment.

Messungen und Experimente führen zu Hypothesen, die in Form von mathematischen Formeln und Gleichungen geschrieben werden. Eine Hypothese ist gültig, solange die daraus abgeleiteten Voraussagen zutreten und so die Hypothese dem Kriterium experimenteller Überprüfbarkeit standhält. Viele überprüfte Hypothesen werden schliesslich in eine Theorie zusammengefasst. Die Physik erklärt die Natur nicht, liefert aber mathematisch formulierte Modelle für Teile der Natur, die Voraussagen ermöglichen.

### **Aufgaben:**

I. Stellen Sie 5 Fragen auf den Text und antworten Sie darauf!

II. Übersetzen Sie den Text!

## Lektion 3

### Klassische Physik

#### 16. und 17. Jahrhundert

Unter den Naturforschern der Renaissance hat sich der wohl bekannteste unter ihnen, Leonardo da Vinci († 1519), vor allem aus praktischen Motiven als Maler und Ingenieur für Optik, Wasserbewegungen, Kraftübertragung und Vogelflug interessiert und dabei genaue Beobachtungen der Natur durchführt.

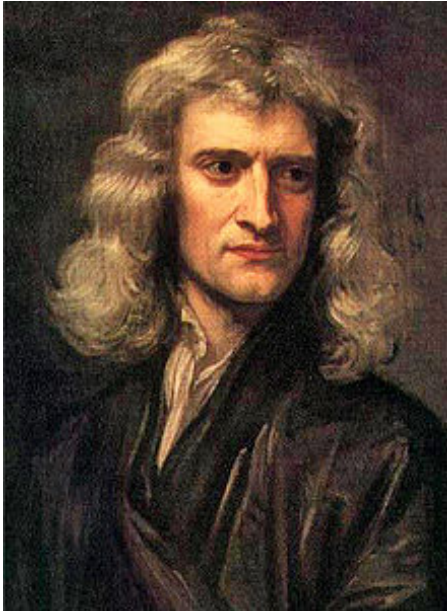
Die Überwindung von bisher vorherrschenden Vorstellungen begann in der Astronomie der Neuzeit mit Nikolaus Kopernikus (*De revolutionibus orbium coelestium*, 1543) und dem heliozentrischen Weltbild. Unterstützung fand dieses Modell, nachdem Johannes Kepler das Beobachtungsmaterial von Tycho Brahe ausgewertet hatte und insbesondere Galileo Galilei mit dem Fernrohr die beobachtende Astronomie revolutionierte.

Galilei nimmt in der Entwicklung der Physik eine zentrale Stellung ein als Vertreter einer Schule, die ihre Schlussfolgerungen auf reproduzierbaren Beobachtungen und Experimenten aufbaut. Körper auf der Erde bewegen sich nach gleichen Gesetzen, die mathematisch formuliert und experimentell überprüft werden können, wie dem Gesetz des freien Falls, das im Widerspruch zur Lehre des Aristoteles stand. Von ihm stammt auch eine Formulierung des Trägheitsgesetzes, die Wurfparabel und das Pendelgesetz. Galilei wirkte mit seiner Vorstellung der Physik als experimenteller Wissenschaft schulbildend, so in der Erforschung des Luftdrucks und der Natur des Vakuums (von Evangelista Torricelli über Blaise Pascal zu Otto von Guericke). Robert Boyle erforschte im 17. Jahrhundert die Gasgesetze und Christiaan Huygens baute schon von Galilei vorgeschlagene Pendeluhren, fand die Zentrifugalkraft und verwendete bei Betrachtung des elastischen Stoßes ein Relativitätsprinzip.

Die Grundlagen der klassischen Mechanik wurden 1688 im Wesentlichen von Isaac Newton in seinem Hauptwerk *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* begründet und ausformuliert (Newtonsche Gesetze). Hauptziel war zunächst die Erklärung der Keplerschen Gesetze der Himmelsmechanik aus einem universellen Gravitationsgesetz, das sowohl auf der Erde als auch für die Himmelskörper gilt. Newton wandte seine Gesetze aber auch schon zum Beispiel auf die Theorie der Flüssigkeiten an.

Newton nimmt insgesamt eine überragende Stellung in der Geschichte der Physik und in der Mathematisierung der Naturwissenschaften ein. Er leistete auch wichtige Beiträge zur Optik (Spiegelteleskop, Prisma) und vertrat im Gegensatz zu Christiaan Huygens (Wellenoptik) eine Korpuskulartheorie des Lichts.

## 18. Jahrhundert



 Isaac Newton

Die in der Formulierung der Mechanik benutzte, von Newton und unabhängig von Gottfried Wilhelm Leibniz erfundene Infinitesimalrechnung wurde ebenso wie die Mechanik insbesondere auf dem europäischen Kontinent ausgebaut, nachdem sich die britischen Mathematiker unter anderem in Folge des Prioritätsstreits zwischen Newton und Leibniz isoliert hatten. Differentialgleichungen bildeten danach die Grundlage für die Formulierung vieler Naturgesetze.

Mathematiker und Physiker wie Daniel Bernoulli, Jean-Baptiste le Rond d'Alembert, Leonhard Euler, Joseph-Louis Lagrange (*Mécanique analytique* 1788, Lagrange-Formalismus) und Pierre-Simon Laplace (dessen Werk als Höhepunkt der Entwicklung der Himmelsmechanik galt) entwickelten die Mechanik auf dem Kontinent wesentlich weiter unter anderem mit Verwendung von Variationsprinzipien (Prinzip der kleinsten Wirkung). Insbesondere Frankreich dominierte Ende des 18. Jahrhunderts auf dem Gebiet der theoretischen Physik, wobei die treibenden Kräfte vielfach noch in der theoretischen Astronomie (Himmelsmechanik) lagen und die Grenzen zwischen theoretischen Physikern und Mathematikern noch nicht so wie im späteren 20. Jahrhundert bestanden.

Das 18. Jahrhundert sah auch eine vielfältige Beschäftigung mit dem neu entdeckten Phänomenen der Elektrizität nach Anfängen unter anderem bei William Gilbert in elisabethanischer Zeit, der auch den Magnetismus näher erforschte. Spannungsgeneratoren (Elektriermaschinen) und Kondensatoren in Form Leidener Flaschen fanden weite Verbreitung in den physikalischen Kabinetten des Barocks. Reproduzierbare quantitative Ergebnisse ergaben sich nach Einführung der Batterie durch Alessandro Volta (um 1800).

Gegen Ende des Jahrhunderts formulierte Charles-Augustin de Coulomb die Gesetze der Elektrostatik.

## 19. Jahrhundert

Das 19. Jahrhundert ist insbesondere durch die Entwicklung der Gesetze der Thermodynamik und die Entwicklung des Feldkonzepts auf dem Gebiet der Elektrodynamik, gipfelnd in den Maxwell'schen Gleichungen, gekennzeichnet.



Die Grundlagen der Thermodynamik wurden durch Sadi Carnot 1824 gelegt, der Kreisprozesse mit idealisierten Wärmekraftmaschinen betrachtete. Dabei wurde auch das Energiekonzept und das Konzept der Energieerhaltung herausgearbeitet, unter anderem in Arbeiten von Julius Robert von Mayer, den Experimenten von James Prescott Joule (experimentelle Messung des Wärmeäquivalents von Arbeit), durch Rudolf Clausius, von dem auch Entropie-Begriff und 2. Hauptsatz der Thermodynamik stammen, Lord Kelvin und Hermann von Helmholtz. Eine mikroskopische Interpretation der Thermodynamik als statistische Theorie von Ensembles, die Gesetzen der klassischen Mechanik gehorchen, erfuhr die Thermodynamik in der statistischen Mechanik, die insbesondere von James Clerk Maxwell, Josiah Willard Gibbs und Ludwig Boltzmann begründet wurde. Max Planck und Albert Einstein, die Anfang des 20. Jahrhunderts die moderne Physik wesentlich begründeten, waren noch als Spezialisten in der Thermodynamik und statistischen Mechanik ausgebildet und machten sich zunächst auf diesen Gebieten einen Namen.

Aus Betrachtungen zur Wärmeleitung gewann Joseph Fourier die für die theoretische Physik grundlegende Methode der Fourieranalyse. Fortschritte in der Kontinuumsmechanik wurden in der Formulierung der Navier-Stokes-Gleichungen als Erweiterung der Eulergleichungen idealer Flüssigkeiten erbracht sowie in den Untersuchungen zur Turbulenz durch Osborne Reynolds. Das 19. Jahrhundert brachte auch wesentliche Fortschritte auf dem Gebiet der Technischen Mechanik, der Elastizitätstheorie und der Akustik (Wellenphänomene wie der Doppler-Effekt nach Christian Doppler).

Die Grundlagen der Elektrodynamik legten Hans Christian Ørsted (Zusammenhang von Elektrizität (Strom) und Magnetismus), André-Marie Ampère und Michael Faraday (Elektromagnetische Induktion, Feldkonzepte). Zusammengefasst und in einer einheitlichen Nahwirkungstheorie wurde die Elektrodynamik von James Clerk Maxwell beschrieben. Er

lieferte damit auch eine elektromagnetische Theorie des Lichts (die Wellennatur des Lichts hatte sich schon Anfang des Jahrhunderts mit Thomas Young und Augustin Jean Fresnel durchgesetzt). Wesentliche Anteile an der Ausarbeitung hatten danach Oliver Heaviside und Heinrich Hertz, der als Erster elektromagnetische Wellen nachwies.

Maxwell war einer der herausragenden Vertreter der theoretischen Physik, die im 19. Jahrhundert aus England kamen und das Land im 19. Jahrhundert führend in der Physik machten. Zu ihnen gehörte auch William Rowan Hamilton, der eine später in der Quantenmechanik einflussreiche neue Formulierung von Mechanik und geometrischer Optik fand (Hamiltonsche Mechanik), Lord Kelvin und Lord Rayleigh (Theory of Sound). In Deutschland war Hermann von Helmholtz in Berlin die dominierende Persönlichkeit in der Physik mit Beiträgen auf den unterschiedlichsten Gebieten.

Insgesamt breitete sich gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Vorstellung aus, die Physik wäre mehr oder weniger abgeschlossen, es gebe nichts Neues mehr zu entdecken. Im Nachhinein zeigten sich aber schon damals einige deutliche Hinweise, dass dem nicht so war. Die Erklärung der in der Spektralanalyse (Joseph von Fraunhofer, Gustav Robert Kirchhoff, Robert Bunsen) gefundenen Regelmäßigkeiten der Spektren und deren Beeinflussbarkeit durch Magnetfelder im Zeemaneffekt (ein Hinweis auf Elektronen in Atomen), Hinweise auf den atomaren Aufbau der Materie und sich daraus ergebende Regelmäßigkeiten in der Chemie (wobei es Ende des 19. Jahrhunderts auch einflussreiche Gegner des Atomismus gab), die Entdeckung des Elektrons und damit verbunden die Frage der Stabilität der Atome, die ungeklärte Frage der Herkunft der Sonnenenergie und die Entdeckung der Radioaktivität.

Verborgen in der Struktur der Maxwellgleichungen war auch die Relativitätstheorie, wie sich aus Untersuchungen der Elektrodynamik bewegter Körper von Hendrik Antoon Lorentz und Henri Poincaré andeutete und die Albert Einstein im folgenden Jahrhundert in voller Tragweite erkannte.

## **Aufgaben:**

1. Antworten Sie auf die folgenden Fragen:

- I. Welche sind die bekanntesten Namen des 16. und 17. Jahrhunderts, die wir mit der Naturforschung in Beziehung setzen?
- II. Welche sind die neu entdeckten Phänomene des 18. Jahrhunderts?
- III. Womit ist das 19. Jahrhundert gekennzeichnet? Fassen Sie es kurz zusammen!

2. Bilden Sie Sätze mit den folgenden Wörtern:

Beobachtungen, Experimente, das Trägheitsgesetz, die Wurfparabel, das Pendelgesetz, das Gravitationsgesetz, die Himmelskörper, die Thermodynamik, die Elektrodynamik, das Magnetfeld, die Radioaktivität.

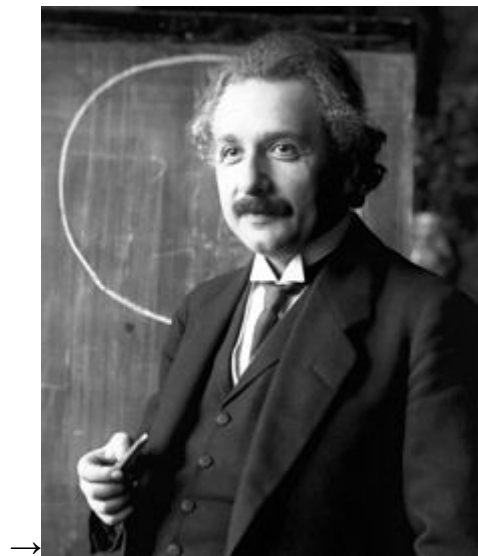
## Lektion 4

### Moderne Physik

Das 20. Jahrhundert begann mit der Entdeckung der beiden grundlegenden Säulen der modernen Physik, der Quantentheorie durch Max Planck (1900) und der Relativitätstheorie durch Albert Einstein. Beide Theorien führten zu einer grundlegenden Umgestaltung der Physik.

Auf experimenteller Seite war einerseits die Entdeckung der Radioaktivität Ende des 19. Jahrhunderts (Henri Becquerel) und deren Erforschung Anfang des 20. Jahrhunderts durch Marie Curie von ausschlaggebender Bedeutung, gefolgt von der Entdeckung des Atomkerns durch Ernest Rutherford (Rutherford-Streuversuch). Als erstes Elementarteilchen war noch im 19. Jahrhundert das Elektron in Kathodenstrahlen entdeckt worden (J. J. Thomson). Ein wichtiger Fortschritt war auch die Untersuchung bisher nicht bekannter Teile des elektromagnetischen Spektrums mit der Entdeckung der Röntgenstrahlung durch Wilhelm Conrad Röntgen, mit großen Auswirkungen auf die Medizin und die mikroskopische Untersuchung von Festkörpern (Max von Laue, William Henry Bragg, William Lawrence Bragg).

### Relativitätstheorie



Albert Einstein

Die Relativitätstheorie wurde nach Vorarbeiten von Hendrik Antoon Lorentz und Henri Poincaré durch Albert Einstein begründet, der als Erster die volle Tragweite der in ihrer Formulierung notwendigen Revision der klassischen Physik erkannte. Einstein erwies sich nicht nur damit als der einflussreichste Physiker des 20. Jahrhunderts, er lieferte auch im selben Jahr 1905 wesentliche Beiträge zur Quantentheorie und allgemein zur Bestätigung des Atommodells in der Brownschen Bewegung und setzte die Einführung der Speziellen Relativitätstheorie (SRT) mit der Entwicklung der Allgemeinen Relativitätstheorie (ART) fort (1916), die zu einem völlig neuen Bild der Gravitation führte. Auch hier war ein einfacher Grundgedanke Ausgangspunkt von Einsteins Überlegungen - war es bei der SRT die

Gleichberechtigung von Beobachtern in Inertialsystemen und die Konstanz der Lichtgeschwindigkeit (Michelson-Morley-Experiment), die eine Revision des Raum-Zeit-Begriffs nötig machten, so war es bei der ART die Gleichheit schwerer und träger Masse, ausgebaut im Äquivalenzprinzip, mit dem Konzept der Krümmung der Raumzeit als Ergebnis. Die Theorie fand schon bald nach dem Ersten Weltkrieg Bestätigung in Beobachtungen (Lichtablenkung am Rand der Sonne bei Sonnenfinsternis, Arthur Eddington) und die darin formulierten Kosmologischen Modelle (Friedmann, Georges Lemaître) in der Entdeckung der Expansion des Universums (Edwin Hubble).

## **Quantentheorie**

Die Quantentheorie entstand aus einer Formel für die Wärmestrahlung eines Schwarzen Körpers durch Max Planck (Plancksches Strahlungsgesetz, Plancksches Wirkungsquantum) und wurde von Albert Einstein (Teilchencharakter des Lichts, Photon) und Niels Bohr (Bohrsches Atommodell mit quantisierten Energien), Arnold Sommerfeld und anderen ausgebaut. Die ältere Quantentheorie erwies sich bald insbesondere in der Erklärung komplexer Spektren als ungenügend und wurde um 1925 durch Werner Heisenberg, Max Born (von dem die statistische Interpretation der Wellenfunktion stammt), Pascual Jordan und Wolfgang Pauli einerseits (Matrizenmechanik) und Erwin Schrödinger andererseits (Wellenmechanik, Schrödingergleichung) durch die eigentliche Quantenmechanik ersetzt, in der die Quantisierungserscheinungen durch die Nichtvertauschbarkeit der den grundlegenden Messgrößen wie Impuls und Ort zugeordneten Operatoren erklärt wurden. Die Matrizen- und die Wellenmechanik erwiesen sich als zwei Aspekte derselben Theorie und bis Ende der 1920er Jahre war die Formulierung insbesondere durch Paul Dirac zu einem Abschluss gebracht worden und die neue Theorie erzielte große Erfolge durch Anwendung nicht nur in der Atomphysik, sondern auch bei Molekülen, Festkörpern und auf anderen Gebieten. Spin und der grundlegende Unterschied von Bosonen (ganzzahliger Spin, Bosonenstatistik) und Fermionen (halbzahliger Spin, Fermistatistik) wurden entdeckt (Spin-Statistik-Theorem von Wolfgang Pauli) und relativistische Formulierungen der Quantentheorie (Diracgleichung bei Fermionen mit der Vorhersage von Antiteilchen, bestätigt durch Carl D. Anderson).

Die Grundlagen der Quantentheorie wurden in Schlüsselexperimenten wie denen zum Photoelektrischen Effekt (Philipp Lenard), im Franck-Hertz-Versuch (von James Franck, Gustav Hertz), im Millikan-Versuch von Robert Millikan zur Quantisierung der Ladung, im Compton-Effekt (Arthur Holly Compton), im Stern-Gerlach-Versuch (Otto Stern, Walter Gerlach) zur Richtungsquantelung und in Beugungsexperimenten für Materiewellen (Konzept von Louis de Broglie) von Clinton Davisson und Lester Germer bestätigt (Elektronenbeugung).

## **1930er Jahre, Anwendungen der Quantentheorie**

Die 1930er Jahre waren geprägt vom Ausbau der Kernphysik, die mit der Entwicklung der ersten Teilchenbeschleuniger (insbesondere das Zyklotron durch Ernest O. Lawrence) einen Aufschwung erhielt. Als weiterer grundlegender Elementarteilchen-Baustein neben dem Elektron und Proton kam das Neutron hinzu (James Chadwick) und bald darauf weitere Elementarteilchen, die zunächst vor allem durch *natürliche* Beschleuniger in Form der Kosmischen Höhenstrahlung untersucht wurden, wobei die wesentlichen neuen Entdeckungen erst nach dem Zweiten Weltkrieg ab der zweiten Hälfte der 1940er Jahre erzielt wurden (P. M. S. Blackett u. a.). Das Neutron war grundlegend für das Verständnis der Kerne und sein Zerfall führte zur Entdeckung der vierten fundamentalen Wechselwirkung (neben Gravitation,



elektromagnetischer und der die Kerne zusammenhaltenden starken Wechselwirkung), der schwachen Wechselwirkung. In den 1930er Jahren wurde auch die Quantentheorie von Feldern entwickelt (Dirac, Jordan u. a.), mit dem grundlegenden Bild von Wechselwirkungen vermittelt durch den Austausch von Teilchen (Hideki Yukawa, Fermi).

## **Aufschwung der Physik nach dem Zweiten Weltkrieg**

Ende der 1930er Jahre wurde die Kernspaltung und damit die Möglichkeit einer neuen Energiequelle und von Atombomben entdeckt, was mit anderen technologischen Entwicklungen im Zweiten Weltkrieg - besonders dem Radar - zu einem enormen Aufschwung der Förderung der Physik insbesondere in den USA führte, die danach mehr und mehr die Führungsrolle übernahmen.

Ende der 1940er Jahre entstanden durch Richard Feynman (der auch nach einer Idee von Dirac die Pfadintegral-Formulierung der Quantenmechanik begründete), Julian Schwinger, Freeman Dyson und andere konsistente Formulierungen von Quantentheorien von Feldern (Quantenfeldtheorie, Quantenelektrodynamik). Aus den Radarforschungen im Zweiten Weltkrieg kamen viele neue experimentelle Verfahren, insbesondere die Entwicklung des Masers (Mitte der 1950er Jahre) und daraus die des Lasers (um 1960), die nicht nur die Spektroskopie revolutionierten, und Methoden wie Kernspinresonanzspektroskopie. Die Festkörperphysik lieferte eine weitere Säule der technologischen Entwicklung in Form von Halbleitern und dem Transistor (John Bardeen, William B. Shockley). Auch lange unverstandene makroskopische Quantenphänomene wie die von Supraleiter (John Bardeen u. a.) und Supraflüssigkeit fanden mit hier auf die Vielteilchenphysik angewandten quantenfeldtheoretischen Methoden eine Erklärung. Die Festkörperphysik sorgte immer wieder für überraschende Entdeckungen (wie Hochtemperatursupraleiter und Quanten-Hall-Effekt in den 1980er Jahren), nicht nur mit großen technologischen Auswirkungen sondern auch mit theoretischen Ansätzen, die auch die Elementarteilchenphysik und andere Gebiete der Physik befruchteten. Von besonderer Bedeutung war hier die Entwicklung der Theorie der Phasenübergänge und Kritischen Phänomene (Lew Landau, Kenneth Wilson). Wilson arbeitete das einflussreiche Konzept der Renormierungsgruppe heraus, die zum Beispiel bei der Theorie von Phasenübergängen und in der Elementarteilchenphysik und Quantenfeldtheorie Anwendung findet.

## **Weitere Entwicklungen**

Die durch die Miniaturisierung elektronischer Schaltungen möglich gemachte Entwicklung des Computers und der Elektronik machte nicht nur die Entwicklung der Teilchenbeschleunigerexperimente, die das Standardmodell bestätigten, möglich, sondern revolutionierte auch die Theoretische Physik. Zu den vor allem durch die Computerentwicklung ermöglichten neuen Zweigen gehört auch die Chaostheorie, die in den 1970er Jahren zu einem Paradigmenwechsel auch in Gebieten wie der klassischen Mechanik führte, die bis dahin als weitgehend abgeschlossen galten. Mit dem Computer erschlossen sich ganz neue Fragestellungen und Verbesserungen der Vorhersagemöglichkeiten von vielen Modellen. Die Miniaturisierung von Schaltkreisen wurde später bis in den Quantenbereich fortgetrieben und es entstanden neue Forschungsfelder wie Mesoskopische Physik und Quanteninformationstheorie.

Im großen Maßstab der Kosmologie und Astrophysik (Quasare und aktive Galaxien, Neutronensterne und Pulsare, Schwarze Löcher) wurden in der zweiten Hälfte des 20.

Jahrhunderts ebenfalls sowohl theoretisch als auch auf dem Gebiet der Beobachtungen (Astronomie in den unterschiedlichsten Wellenlängen) große Fortschritte erzielt. Schwarze Löcher wandelten sich von einer exotischen Möglichkeit zu einem etablierten Erklärungsmodell und die Kosmologie wurde insbesondere mit der Entdeckung der 3-K-Hintergrundstrahlung zu einer quantitativen Wissenschaft. Es stellten sich auch vielfältige Verbindungen von der Physik im ganz Kleinen (Elementarteilchen) zur Astrophysik und Kosmologie heraus (Astroteilchenphysik), zum Beispiel bei der Erklärung des Problems solarer Neutrinos. Das Inflationäre Modell wurde zu einem der Bausteine der modernen Naturerklärung, wobei sich Ende des 20. Jahrhunderts in Form der Entdeckung Dunkler Materie und der beschleunigten Expansion des Universums neue grundlegende ungelöste Probleme ergaben.

## **Aufgaben:**

I. Antworten Sie auf die folgenden Fragen:

1. Womit beginnt die Moderne Physik?
2. Woraus entstand die Quantentheorie?
3. Wie wird die Quantentheorie angewendet?
4. Wie kommt es zum Aufschwung der Physik nach dem Zweiten Weltkrieg?
5. Was wurde Ende des 20. Jahrhunderts im Universum entdeckt?

II. Übersetzen Sie den Abschnitt Quantentheorie!

III. Erfahren Sie mehr über die Quantetheorie auf <http://www.quanten-web.de/> und schreiben Sie dies neue Informationen auf.

## Lektion 5

### Weltveränderer: Galileo Galilei

1564 wurde ein Mann geboren, dessen Erkenntnisse die ganze Welt veränderten. Galileo Galilei erklärte uns mit dem sogenannten heliozentrischen Weltbild, wie das Planetensystem funktioniert. Lest hier, wie er die Welt bewegte



⊕ Galileo Galilei veränderte die Welt, indem er das Planetensystem neu erklärte

Galileo Galilei war ein italienischer Physiker und Astronom. Er wurde am 15. Februar 1564 in Pisa geboren. Sein Vater, Vincenzo Galilei, war ein bekannter Musiker. Vincenzo entschied, dass sein Sohn Doktor werden sollte. Daher schickte er Galileo auf die Universität von Pisa, wo er Medizin studieren sollte. Als Student entdeckte Galileo sein Talent für Mathematik. Er schaffte es, seinen Vater dazu zu überreden, ihm zu erlauben die Universität zu verlassen, damit er Mathematiklehrer werden konnte. 1589 wurde Galileo zum Professor für Mathematik an der Universität von Pisa ernannt. Es war seine Pflicht, auch Kurse in Astronomie zu geben. 1592 wurde er zum Professor für Mathematik an der Universität von Padua ernannt. Dort blieb er bis 1610. Während seiner Zeit in Padua baute er sein erstes Teleskop. Im Jahre 1609 beobachtete er als erster Mensch den Mond durch ein Teleskop. Seine erste astronomische Entdeckung war, dass der Mond nicht glatt und eben, sondern rau ist und Berge besitzt, wie unsere Erde auch. Galileo entdeckte die vier größten Jupitermonde, er beobachtete den Saturn, die Sonnenflecken und die Phasen der Venus. Seine

Beobachtungen bestätigten seinen Zweifel an Ptolemäus Theorie über die Erde und die Sonne. Galileo war überzeugt, dass das heliozentrische Weltbild besser war. In diesem Weltbild umkreisen die Erde und alle anderen Planeten die Sonne. Dieses Weltbild wurde zuerst von Kopernikus vorgeschlagen. Galileo begann Arbeiten über seine astronomischen Entdeckungen und seinen Glauben an das heliozentrische Weltbild zu veröffentlichen. Zu jener Zeit war die Katholische Kirche sehr mächtig. Die Lehre der Kirche basierte auf dem geozentrischen Weltbild des Ptolemäus, nach dem sich die Erde im Zentrum des Universums befindet. Nach dieser Vorstellung umkreisen die Sonne und die Planeten die Erde. Im Frühjahr 1616 lud die Inquisition Galileo nach Rom vor. Er wurde angeklagt ein Ketzer zu sein, das heisst jemand zu sein, der der Lehrmeinung der Kirche widerspricht. Ketzerei war ein Verbrechen, wofür manchmal auch Leute mit dem Tode bestraft wurden. Galileo wurde nur freigesprochen, unter der Bedingung, wenn er nicht mehr behaupten würde, dass sich die Erde um die Sonne dreht. Er setzte seine astronomischen Studien fort. 1632 behauptete er in seinem Buch, dass das heliozentrische Weltbild von Kopernikus dem geozentrischen Weltbild des Ptolemäus überlegen sei. Galileo wurde wieder vor die Inquisition vorgeladen. Jetzt wurde er für schuldig befunden. ein Ketzer zu sein. Daraufhin wurde er 1633 mit lebenslanger Haft bestraft. Wegen seines Alters und seiner schlechten Gesundheit wurde ihm erlaubt, die Haftstrafe zu Hause abzusitzen. Galileo starb am 8. Januar 1642.

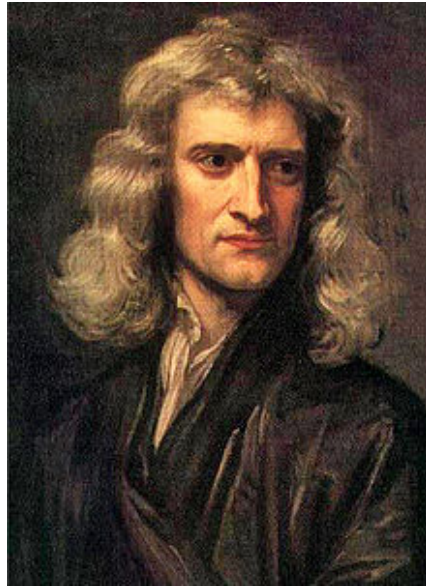
### **Aufgaben:**

- I. Lesen Sie und versuchen Sie den Text ihn nachzuerzählen!
- II. Wie änderte Galileo die Welt? (schriftliche Aufgabe 100 Wörter)
- III. Übersetzen Sie das Zitat (aus **'Dialog über die beiden hauptsächlich Weltsysteme'**):

*... so entfernt sich genannter Stern (gemeint ist die Venus) von der Sonne niemals weiter als um 40 einige Grad, kann also niemals mit ihr in Opposition, auch nicht in Quadratur, ja nicht einmal in einem Winkel von 60 Grad sich befinden; weiter zeigt sich Venus zur einer Zeit vierzigmal größer als zu anderer, am größten nämlich wenn sie rückläufig in die abendliche Konjunktion mit der Sonne sich begibt, am kleinsten, wenn sie rechtläufig unmittelbar vor der morgendlichen Konjunktion steht. Wenn es ferner richtig ist, dass sie zur Zeit, wo sie am größten erscheint sichelförmig aussieht, zur Zeit hingegen, wo sie am kleinsten erscheint, vollkommen rund ist, wenn alle diese Tatsachen richtig sind, sage ich, so kann man nicht umhin zu behaupten, dass genannter Stern sich in einem Kreis um die Sonne bewegt. Denn besagter Kreis kann unmöglich die Erde umfassen und in sich schließen, noch außerhalb der Sonne, d.h. zwischen ihr und der Erde, noch auch oberhalb der Sonne liegen: er kann die Erde nicht umfassen, weil sonst Venus bisweilen in Opposition zur Sonne käme; er kann nicht unterhalb der Sonne gelegen sein, weil sonst bei beiden Konjunktionen Venus sichelförmig erscheinen müsste; er kann endlich nicht oberhalb der Sonne gelegen sein, sonst würde sie stets rund und niemals gehörnt erscheinen. Ich werde demnach als ihren Bereich den Kreis (gemeint ist die Venusbahn) um die Sonne so zeichnen, dass er die Erde nicht umfasst.*

## Lektion 6

### Sir Isaac Newton



Sir **Isaac Newton** ( 25. Dezember 1642 in Woolsthorpe-by-Colsterworth in Lincolnshire; † 20. März 1726 in Kensington) war ein englischer Naturforscher und Verwaltungsbeamter. In der Sprache seiner Zeit, die zwischen natürlicher Theologie, Naturwissenschaften und Philosophie noch nicht scharf trennte, wurde Newton als Philosoph bezeichnet.

Isaac Newton ist der Verfasser der *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, in denen er mit seinem Gravitationsgesetz die universelle Gravitation und die Bewegungsgesetze beschrieb und damit den Grundstein für die klassische Mechanik legte. Fast gleichzeitig mit Gottfried Wilhelm Leibniz entwickelte Newton die Infinitesimalrechnung. Er verallgemeinerte das binomische Theorem mittels unendlicher Reihen auf beliebige reelle Exponenten. Bekannt ist er auch für seine Leistungen auf dem Gebiet der Optik: die von ihm verfochtene Teilchentheorie des Lichtes und die Erklärung des Spektrums.

Im Jahre 1687 erschien Isaac Newtons Werk *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* (*Mathematische Prinzipien der Naturphilosophie*), in dem Newton drei Grundsätze (Gesetze) der Bewegung formuliert, die als die **newtonschen Axiome**, **Grundgesetze der Bewegung**, **newtonsche Prinzipien** oder auch **newtonsche Gesetze** bekannt sind. Sie werden in Newtons Werk mit *Lex prima*, *Lex secunda* und *Lex tertia*, insgesamt mit *Axiomata, sive leges motus* (,Axiome, oder Gesetze der Bewegung‘), bezeichnet.

Diese Gesetze bilden das Fundament der klassischen Mechanik. Obwohl sie im Rahmen moderner physikalischer Theorien wie der Quantenmechanik und der Relativitätstheorie nicht

uneingeschränkt gelten, sind mit ihrer Hilfe innerhalb eines weit gefassten Gültigkeitsbereiches zuverlässige Vorhersagen möglich.

## Erstes newtonsches Gesetz

Das erste newtonsche Gesetz wird auch **lex prima**, **Trägheitsprinzip**, **Trägheitsgesetz** oder **Inertialgesetz** genannt. Es wurde erstmals von Galileo Galilei im Jahre 1638 formuliert. Das Trägheitsprinzip macht Aussagen über die Bewegung von physikalischen Körpern in Inertialsystemen bei Abwesenheit von äußeren Kräften:

*„Ein Körper verharrt im Zustand der Ruhe oder der gleichförmigen Translation, sofern er nicht durch einwirkende Kräfte zur Änderung seines Zustands gezwungen wird.“*

Die Geschwindigkeit  $\vec{v}$  ist also unter der genannten Voraussetzung in Betrag und Richtung konstant. Eine Änderung des Bewegungszustandes kann nur durch Ausübung einer Kraft *von außen* erreicht werden, beispielsweise durch die Gravitationskraft.

In der klassischen Mechanik entspricht das erste newtonsche Gesetz den Gleichgewichtsbedingungen.

Zur Verallgemeinerung des Trägheitsprinzips insbesondere in der speziellen Relativitätstheorie, siehe auch Bedeutung der Trägheit für wichtige Prinzipien der Mechanik.

## Zweites newtonsches Gesetz

Das zweite newtonsche Gesetz wird auch **lex secunda** oder **Aktionsprinzip** genannt.

Es ist die Grundlage für viele Bewegungsgleichungen der Mechanik:

*„Die Änderung der Bewegung ist der Einwirkung der bewegenden Kraft proportional und geschieht nach der Richtung derjenigen geraden Linie, nach welcher jene Kraft wirkt.“*

Formal wird dieser Zusammenhang zwischen Kraft und Bewegungsänderung ausgedrückt als

$$\dot{\vec{v}} \propto \vec{F}$$

Der Punkt über einem Buchstaben ist die von Newton in anderem Zusammenhang eingeführte Notation für die zeitliche Änderung einer physikalischen Größe. Das Zeichen  $\propto$  dazwischen bedeutet *proportional*, also in festem Verhältnis stehend.

Im Originalwerk von Newton wurde, in modernen Begriffen ausgedrückt, bereits die allgemein gültige Formulierung  $\vec{F} = \dot{\vec{p}}$  (mit dem Impuls  $\vec{p}$ ) beschrieben. Die Schriften Newtons arbeiten dabei mit geometrischen Darstellungen der Grenzwerte von Strecken- und Flächenverhältnissen.<sup>[2]</sup>

In der Form  $\vec{F} = m\vec{a}$  wurde das Gesetz zuerst 1750 von Leonhard Euler formuliert.<sup>[3]</sup>

Dabei ist  $\vec{a}$  die Beschleunigung, also ein Maß für die Veränderung der Geschwindigkeit.

Diese Gleichung heißt – egal ob in Newtons oder in Eulers Formulierung – häufig **Grundgleichung der Mechanik**.

## Drittes newtonsches Gesetz

Das dritte newtonsche Gesetz wird auch **lex tertia**, *Wechselwirkungsprinzip*, *Gegenwirkungsprinzip*, oder *Reaktionsprinzip* genannt. Es beinhaltet die folgende Aussage:

*„Kräfte treten immer paarweise auf. Übt ein Körper A auf einen anderen Körper B eine Kraft aus (actio), so wirkt eine gleich große, aber entgegen gerichtete Kraft von Körper B auf Körper A (reactio).“*

Das Wechselwirkungsprinzip wird auch als Prinzip von *actio* und *reactio* oder kurz „*actio* gleich *reactio*“ (lat. *actio est reactio*) bezeichnet. Das dritte newtonsche Gesetz setzt eine unmittelbare Fernwirkung voraus. Daher hat es in der speziellen Relativitätstheorie keine Allgemeingültigkeit.<sup>[4]</sup> Das Wechselwirkungsprinzip lässt sich auch so formulieren, dass in einem abgeschlossenen System die Summe der Kräfte gleich Null ist. Zusammen mit dem zweiten Axiom folgt der Impulserhaltungssatz.

## Aufgaben

### I. Erklären Sie mit eigenen Worten die drei Newtonsche Gesetze!

## Lektion 7

### Nikola Tesla - Ein vergessenes Genie



Vor 150 Jahren wurde der Erfinder Nikola Tesla geboren: Als eine seiner berühmtesten Erfindungen gilt der Wechselstrommotor. Über 100 Patente meldete der Serbe kroatischer Abstammung Zeit seines Lebens an.

Kennen Sie die physikalischen Einheiten der magnetischen Flussdichte - das Tesla? Nein? Dann wissen Sie als wissenschaftlich interessierter Laie oder gar als Fachmann, wer das Radio erfand oder wem wir es zu verdanken haben, dass wir Straßenlaternen, Computer oder Toaster mit Strom betreiben können?

Sollten ihre Antworten Marconi oder Edison lauten, so entspricht ihr Wissensstand den Angaben in Lexika oder Schulbüchern - trotzdem sind beide Antworten weitgehend falsch. Denn es war Nikola Tesla. Dieser Serbe kroatischer Abstammung wurde in der Nacht auf den 10. Juli 1856 geboren, machte seine Karriere aber in den USA

#### **Erfinder des Wechselstrommotors**

Die heute vielleicht bekannteste Erfindung von Nikola Tesla ist der Wechselstrommotor. Er beruhte auf Teslas Entdeckung des rotierenden magnetischen Feldes, wobei der Motor von ihm 1882 zum ersten Mal gebaut wurde.

Revolutionär war, dass der Motor Wechselstrom benutzte und ihn in mechanische Energie umwandelte. Etwas, das man zur damaligen Zeit nur mit Gleichstrom für möglich hielt. In Serie ging dieser Motor erst, nachdem im Jahre 1888 George Westinghouse von Tesla in



New York sämtliche Drehstrompatente kaufte. Westinghouse stieg damit zum größten Konkurrenten von Thomas Edison auf.

Zunächst hatte Tesla sogar für Edison gearbeitet. Beide schieden aber in Unfrieden, weil der Amerikaner nicht bereit war, das versprochene Honorar zu bezahlen

### **Mehr als 100 Patente eingereicht**

Doch Teslas Erfindungsreichtum war nicht auf den Wechselstrom begrenzt. Tesla reichte zwischen 1885 und 1927 mehr als 100 Patente in den USA ein und war seiner Zeit oft weit voraus.

So wurde sein Laboratorium schon mit Leuchtstoffröhren beleuchtet, ehe die Industrie diese als Leuchtmittel entdeckte. Er experimentierte mit Vakuumröhren, Jahre bevor sie offiziell erfunden wurden.

Und er erkannte als einer der ersten, wie gefährlich Röntgenstrahlen sind. Er erfand die Tesla-Spule, die noch heute eine Grundlage der Fernsehtechnik ist.

### **In Kroatien geboren**

Geboren wurde Tesla vor 150 Jahren im kroatischen Dorf Smiljan als Sohne eines serbisch-orthodoxen Priesters.

Seine Laufbahn entsprach zunächst der damaligen k&k-Monarchie: Zwei Studienjahre an der Technischen Hochschule in Graz, anschließend Universität Prag, erste Anstellung in Budapest.

Über Paris wanderte er 1884 in die USA aus, wo er sein Erfinderleben verbrachte und im Jänner 1943 verarmt in einem Hotel starb. Denn Tesla hatte es nie verstanden, sich selbst zu vermarkten.

### **Aufgaben**

I. Finden Sie noch mehr Informationen über Nikola Tesla. Schreiben Sie danach ein Essay von 150 Wörtern!

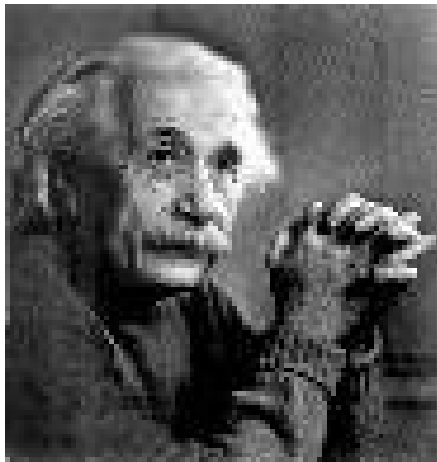
II. Übersetzen Sie den folgenden Text:

### **Mehrphasen-Induktionsmotor**

Nikola Tesla's erster bedeutender wissenschaftlicher Durchbruch war die Entdeckung des rotierenden magnetischen Feldes, auf welchem das Prinzip des Induktionsmotor beruht. 1882 zum ersten Mal gebaut, benutzte er Wechselstrom und wandelte ihn in mechanische Energie um, etwas, das man zu der Zeit nur mit Gleichstrom für möglich hielt. Wenn die Statorspulen, die fest mit dem Gehäuse verbunden sind, mit zweiphasigem Wechselstrom gespeist werden, entsteht ein rotierendes Magnetfeld. Der Rotor in der Mitte bekommt durch Induktion auch ein Magnetfeld, das dem rotierende Magnetfeld folgen will und dadurch den Rotor in Bewegung setzt. Da kein Kommutator und keine Schleifkontakte mehr notwendig war, war dieser Motor der erste, der nicht funkte und quietschte. Die nächste Verbesserung war der Drehstrom-Asynchronmotor, der mit drei Phasen arbeitet, wodurch der Rotor nicht mehr synchron im Drehfeld mitlaufen muß. Einen Motor dieser Bauart findet man heute in jeder Maschine, die Kraftstrom in Bewegung umsetzt.

## Lektion 8

### Albert Einstein



Der theoretische Physiker Albert Einstein veränderte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts mit seinen wissenschaftlichen Forschungen das physikalische Weltbild. Als Einsteins wissenschaftliche Hauptwerke werden die allgemeine und die spezielle Relativitätstheorie („Zur Elektrodynamik bewegter Körper“) angesehen, aber auch zum heute bedeutenden Feld der Quantenphysik leistete Einstein entscheidende Beiträge. Im Jahr 1921 erhielt er in Würdigung seiner wissenschaftlichen Arbeit den Nobelpreis für Physik.

Albert Einstein wurde in Deutschland geboren, während seiner 76 Lebensjahre war er aber auch Staatsbürger Österreichs, der Schweiz und der USA. Er wuchs in Ulm in einer jüdisch-deutschen Familie auf, die der Mittelschicht zuzuordnen war. Bald nach seiner Geburt zog die Familie 1880 aus der Universitätsstadt in die bayerische Landeshauptstadt München um. Bereits in der Schulzeit galten Einsteins Begabung und Begeisterung vor allem den naturwissenschaftlichen Fächern. Auch außerhalb der Schule entfaltete er sich auf diesem Gebiet und verschaffte sich mit (populär-)wissenschaftlicher Literatur einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung.

Im Alter von 15 Jahren zogen Einsteins Eltern aus beruflichen Gründen ins norditalienische Mailand, der Sohn sollte jedoch in München seine Schullaufbahn beenden. Er verließ zwei Jahre später das Gymnasium ohne Abschluss und folgte der Familie nach Italien. Kurz nach Einsteins Nachzug nach Italien ergab sich für ihn die Möglichkeit, an einem Schweizer Gymnasium weiter zur Schule zu gehen. Dort schloss er im Jahre 1896 seine Schullaufbahn mit exzellenten Noten ab. Die heute oft verbreitete These, dass Einstein ein schlechter Schüler gewesen sei, beruht auf einer Fehlinterpretation des Schweizer Notensystems.

Von 1896 bis 1900 studierte Einstein am Zürcher Polytechnikum. 1905 war das Wendejahr in Einsteins wissenschaftlichen Leben. In diesem Jahr veröffentlichte er nach langer Arbeit einige seiner frühen und zugleich mit zu wichtigsten zählende Werke: darunter eine Hypothese zu Lichtquanten und eine quantentheoretische Erklärung. Zentral in Einsteins wissenschaftlichen Werk ist die ebenfalls 1905 veröffentlichte Arbeit „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“, die heute unter dem Namen „Spezielle Relativitätstheorie“ bekannt die wohl bekannteste Formel der Physik enthält:  $E=mc^2$ . Parallel zu diesen Arbeiten hatte Einstein auch an seiner Dissertation gearbeitet, die er im selben Jahr bei der Universität Zürich einreichte und für die ihm im Folgejahr der Dokortitel der Physik verliehen wurde. Im Jahre 1909 wurde Einstein Dozent auf dem Gebiet der theoretischen Physik, zwei Jahre später bekam er den Professorentitel verliehen.

Im Jahre 1905 hat Albert vier Artikel über die Relativitätstheorie geschrieben, die die traditionelle Physik revolutionieren. Er stellt nicht nur eine neue Theorie über das Licht auf, sondern er modifiziert Isaac Newtons Lehre von Raum und Zeit. In seinem Artikel behauptet er, dass es keine absolute Zeit und keinen absoluten Raum gibt. Die Formel,  $E = mc^2$  (Energie ist Masse multipliziert mit der Lichtgeschwindigkeit in Zentimeter pro Sekunde im Quadrat), besagt, dass Masse in Energie und Energie in Masse transformieren werden kann. Diese Formel half den Atomphysikern, die Eigenschaften der Atomkerne besser zu verstehen, aber sie lässt Hoffnung entstehen, dass man eines Tages die Energie, die in der Masse eines Atomkerns liegt, befreien kann. Albert Einstein denkt über nicht an den praktischen Nutzen seiner Formel. Für ihn illustriert  $E = mc^2$  nur ein universelles Prinzip.

Teile von Einsteins spezieller Relativitätstheorie wurden erstmals 1919 bewiesen. Wissenschaftler kamen bei Untersuchungen genau auf die von Einstein vorhergesagten Werte und die Theorie der britischen Wissenschaftslegende Issac Newton wurde widerlegt. Diese Bestätigung Einsteins bis dahin oftmals belächelter Theorie machte ihn schlagartig weltberühmt. 1922 erhielt er schließlich den Nobelpreis für Physik – allerdings nicht für die spezielle oder allgemeine Relativitätstheorie sondern für seine Erklärung des photoelektrischen Effekts ebenfalls aus dem Jahr 1905.

Seinen hohen Bekanntheitsgrad nutzte Einstein für zahlreiche Reisen, auf denen er mit vielen Wissenschaftlern seiner Zeit in Kontakt kam. Im Jahre 1932 reiste Einstein einmal mehr in die Vereinigten Staaten und kehrte wegen der Machtergreifung durch die Nationalsozialisten im folgenden Jahr nicht mehr Deutschland zurück. In der Folge wurde er ausgebürgert. Einstein lebte, arbeitete und forschte fortan bis zu seinem Tod an der Universität Princeton. Er vertiefte seine Forschungen und veröffentlichte in den folgenden Jahren zahlreiche weitere Schriften, die heute Teil der allgemeinen Relativitätstheorie sind. Neben vielen anderen Wissenschaftlern suchte auch Einstein nach einer „Weltformel“ – erfolglos.

Sein Heimatland Deutschland sah Einstein nur noch einmal inkognito drei Jahre vor seinem Tod im Jahr 1952 wieder. Insbesondere in seinen letzten Lebensjahren trat Einstein nicht nur als Forscher und Wissenschaftler, sondern auch als Pazifist und Botschafter für den Weltfrieden auf.

## Unterschrift von Albert Einstein

A handwritten signature of Albert Einstein in cursive script, written in black ink on a white background.

### Aufgaben:

- I. Was können Sie über das Werk und Leben von Einstein sagen? (kurz gefasst 150 Wörter)
- II. Übersetzen Sie den Teil des Textes, in dem über die spezielle Relativitätstheorie gesprochen wird!
- III. Suchen Sie die Schlüsselwörter des Textes !



**TEIL 3**  
**GRAMMATIK**

## Liste unregelmäßiger Verben

<b>infinitiv + Ergänzung</b>	<b>3. Person Präsens</b>	<b>3. Person Präteritum</b>	<b>Hilfsverb + Partizip II</b>
backen (Dat) Akk	backt / bäckt	backte / buk	hat gebacken
befehlen Dat Akk / Inf.	befiehlt	befahl	hat befohlen
beginnen mit / Inf.	beginnt	begann	hat begonnen
beißen Akk	beißt	biss	hat gebissen
bergen Akk	birgt	barg	hat geborgen
betrügen Akk	betrügt	betrog	hat betrogen
biegen Akk	biegt	bog	hat gebogen
bieten Dat Akk	bietet	bot	hat geboten
binden Akk	bindet	band	hat gebunden
bitten Akk	bittet	bat	hat gebeten
blasen	bläst	blies	hat geblasen
bleiben Situativ-Erg.	bleibt	blieb	ist geblieben
braten (Dat) Akk	brät	briet	hat gebraten

<b>infinitiv + Ergänzung</b>	<b>3. Person Präsens</b>	<b>3. Person Präteritum</b>	<b>Hilfsverb + Partizip II</b>
brechen (Dat) Akk	bricht	brach	hat gebrochen
brennen	brennt	brannte	hat gebrannt
bringen Dat Akk	bringt	brachte	hat gebracht
denken an / über	denkt	dachte	hat gedacht
ein dringen in + Akk	dringt ... ein	drang ... ein	ist eingedrungen
empfangen Akk	empfängt	empfang	hat empfangen
empfehlen Dat Akk / Inf.	empfiehlt	empfohl	hat empfohlen
empfinden Akk	empfindet	empfund	hat empfunden
erlöschen	erlischt	erlosch	ist erloschen
erschrecken (intr.)	erschrickt	erschrak	ist erschrocken
erwägen Akk / Inf.	erwägt	erwog	hat erwogen
essen Akk	isst	aß	hat gegessen
fahren Dir.-Erg./ (Akk)/mit	fährt	fuhr	ist (hat) gefahren
fallen (Dir.-Erg.)	fällt	fiel	ist gefallen
fangen Akk	fängt	fang	hat gefangen
finden Akk	findet	fand	hat gefunden
fliegen (Dir.-Erg.) / (Akk)	fliegt	flog	ist / (hat) geflogen
fliehen vor	flieht	floh	ist geflohen
fließen Dir.-Erg.	fließt	floss	ist geflossen
fressen Akk	frisst	fraß	hat gefressen
frieren Akk	friert	fror	hat gefroren
gebären Akk	gebärt (gebiert)	gebar	(ist) hat geboren
geben Dat Akk	gibt	gab	hat gegeben
gedeihen	gedeiht	gedieh	ist gediehen
gehen Dir.-Erg.	geht	ging	ist gegangen
gelingen Dat (Inf.)	gelingt	gelang	ist gelungen
gelten	gilt	galt	hat gegolten
genießen Akk (Inf.)	genießt	genoss	hat genossen
geraten in + Akk	gerät	geriet	ist geraten
geschehen Dat Akk	geschieht	geschah	ist geschehen
gewinnen (Akk)	gewinnt	gewann	hat gewonnen
gießen Akk	gießt	goss	hat gegossen
gleichen Dat	gleicht	glich	hat geglichen
gleiten	gleitet	glitt	ist geglitten
graben Akk	gräbt	grub	hat gegraben
greifen (Dat) Akk	greift	griff	hat gegriffen
haben Akk	hat	hatte	hat gehabt
halten Akk	hält	hielt	hat gehalten
hängen Situativ-Erg.	hängt	hing	hat gehangen

<b>infinitiv + Ergänzung</b>	<b>3. Person Präsens</b>	<b>3. Person Präteritum</b>	<b>Hilfsverb + Partizip II</b>
hängen Akk Dir.-Erg.	hängt	hängte	hat gehängt
heben Akk	hebt	hob	hat gehoben
heißen (2 x Nom.-Erg.!)	heißt	hieß	hat geheißen
helfen Dat	hilft	half	hat geholfen
kennen Akk	kennt	kannte	hat gekannt
klingen	klingt	klang	hat geklungen
kneifen (Akk)	kneift	kniff	hat gekniffen
kommen Dir.Erg.	kommt	kam	ist gekommen
kriechen (Dir.-Erg.)	kriecht	kroch	ist gekrochen
laden Akk	lädt	lud	hat geladen
lassen Akk	lässt	ließ	hat gelassen
laufen (Dir.-Erg.)	läuft	lief	ist gelaufen
leiden an / unter	leidet	litt	hat gelitten
leihen Dat Akk	leiht	lieh	hat geliehen
lesen Akk	liest	las	hat gelesen
liegen Situativ-Erg.	liegt	lag	hat gelegen
lügen	lügt	log	hat gelogen
meiden Akk	meidet	mied	hat gemieden
messen Akk	misst	maß	hat gemessen
misslingen Dat (Inf.)	misslingt	misslang	ist misslungen
nehmen (Dat) Akk	nimmt	nahm	hat genommen
nennen (Dat) Akk	nennt	nannte	hat genannt
pfeifen (Akk)	pfeift	pfiff	hat gepfiffen
preisen Akk	preist	pries	hat gepriesen
quellen	quillt	quoll	ist gequollen
raten Dat Akk / Inf.	rät	riet	hat geraten
reiben Akk	reibt	rieb	hat gerieben
reißen Akk (in/an + Akk)	reißt	riss	hat gerissen
reiten (Akk)	reitet	ritt	ist (hat) geritten
rennen Dir.-Erg.	rennt	rannte	ist gerannt
riechen (Akk)	riecht	roch	hat gerochen
ringen Akk	ringt	rang	hat gerungen
rinnen Dir.-Erg.	rinnt	rann	ist geronnen
rufen Akk	ruft	rief	hat gerufen
saufen (Akk)	säuft	soff	hat gesoffen
schaffen Akk (Inf.)	schafft	schuf	hat geschaffen
scheiden	scheidet	schied	hat geschieden
scheinen	scheint	schien	hat geschienen
scheren Akk	schert	schor	hat geschoren



<b>infinitiv + Ergänzung</b>	<b>3. Person Präsens</b>	<b>3. Person Präteritum</b>	<b>Hilfsverb + Partizip II</b>
schieben Akk Dir.-Erg.	schiebt	schob	hat geschoben
schießen (Akk)	schießt	schoss	hat geschossen
s. schinden	schindet	schund	hat geschunden
schlafen (Situativ-Erg.)	schläft	schief	hat geschlafen
schlagen Akk	schlägt	schlug	hat geschlagen
schleichen	schleicht	schlich	ist geschlichen
schließen Akk	schließt	schloss	hat geschlossen
schlingen Akk	schlingt	schlang	hat geschlungen
schmeißen Akk (Dir.-Erg.)	schmeißt	schmiss	hat geschmissen
schmelzen	schmilzt	schmolz	ist/hat geschmolzen
schneiden (Dat) Akk	schneidet	schnitt	hat geschnitten
schreiben (Dat) Akk	schreibt	schrieb	hat geschrieben
schreien	schreit	schrie	hat geschrien
schreiten	schreitet	schrift	ist geschritten
schweigen	schweigt	schwie	hat geschwiegen
schwellen	schwillt	schwoll	ist geschwollen
schwimmen	schwimmt	schwamm	ist geschwommen
schwinden (Dat / Akk)	schwindet	schwand	ist geschwunden
schwingen	schwingt	schwang	hat geschwungen
schwören Dat Akk	schwört	schwor	hat geschworen
sehen Akk	sieht	sah	hat gesehen
sein Situativ-Erg.	ist	war	ist gewesen
senden Dat Akk	sendet	sandte	hat gesandt
singen (Dat) Akk	singt	sang	hat gesungen
sinken	sinkt	sank	ist gesunken
sinnen Dat nach + Dat	sinnt	sann	hat gesonnen;
sitzen Situativ-Erg.	sitzt	saß	hat gesessen
spinnen (Akk)	spinnt	spann	hat gesponnen
sprechen mit + Dat	spricht	sprach	hat gesprochen
sprießen	sprießt	spross	ist gesprossen
springen Dir.Erg.	springt	sprang	ist gesprungen
stechen Akk	sticht	stach	hat gestochen
stehen Situativ-Erg.	steht	stand	hat gestanden
stehlen (Dat) Akk	stiehlt	stahl	hat gestohlen
steigen Dir.-Erg.	steigt	stieg	ist gestiegen
sterben an	stirbt	starb	ist gestorben
stinken (nach + Dat)	stinkt	stank	hat gestunken
streichen Akk	streicht	strich	hat gestrichen
s. streiten mit	streitet	stritt	hat gestritten

<b>infinitiv + Ergänzung</b>	<b>3. Person Präsens</b>	<b>3. Person Präteritum</b>	<b>Hilfsverb + Partizip II</b>
tragen Akk	trägt	trug	hat getragen
treffen Akk	trifft	traf	hat getroffen
treiben Situativ-Erg.	treibt	trieb	hat getrieben
treten Akk	tritt	trat	hat getreten
trinken Akk	trinkt	trank	hat getrunken
tun (Dat) Akk	tut	tat	hat getan
verderben (Dat) Akk	verdirbt	verdarb	hat verdorben
vergessen Dat Akk / Inf.	vergisst	vergaß	hat vergessen
verlieren Akk / gegen	verliert	verlor	hat verloren
wachsen	wächst	wuchs	ist gewachsen
waschen (Dat) Akk	wäscht	wusch	hat gewaschen
weichen von + Dat	weicht	wich	ist gewichen
weisen Dat Akk	weist	wies	hat gewiesen
werben um + Akk	wirbt	warb	hat geworben
werden (2 x Nominativ!)	wird	wurde	ist geworden
werfen Akk	wirft	warf	hat geworfen
wiegen	wiegt	wog	hat gewogen
wissen Akk	weiß	wusste	hat gewusst
ziehen (Dat) Akk	zieht	zog	hat gezogen
zwingen Akk zu + Dat	zwingt	zwang	hat gezwungen

# DAS PRÄSENS

Bei der Bildung des Präsens treten an Stelle der Endung »-en« des Infinitivs andere Endungen, z.B. »-e«, »-st« usw. Beispiel »**lieben**«

- 1. Person Singular: ich **liebe**
- 2. Person Singular: du **liebst**
- 3. Person Singular: er/sie/es **liebt**
  
- 1. Person Plural: wir **lieben**
- 2. Person Plural: ihr **liebt**
- 3. Person Plural: sie **lieben**
- Höflichkeitsform: Sie **lieben**

Unregelmäßig konjugiert werden im Präsens die Verben »**haben**« und »**sein**«:

- 1. Person Singular: ich **bin/habe**
- 2. Person Singular: du **bist/hast**
- 3. Person Singular: er/sie/es **ist/hat**
  
- 1. Person Plural: wir **sind/haben**
- 2. Person Plural: ihr **seid/habt**
- 3. Person Plural: sie **sind/haben**
- Höflichkeitsform: Sie **sind/haben**
  
- Wenn der Wortstamm auf t/d endet, wird in der 2./3. Person Singular sowie in der 2. Person Plural ein e vor die Endung gesetzt.
- **Beispiel:** warten - du wartest, er wartet, ihr wartet
  
- Wenn der Wortstamm auf s/ß/z endet, wird in der 2. Person Singular einfach ein t angefügt.
- **Zum Beispiel bei »sitzen«:** sitzen - du sitzt
  
- Bei einigen starken (unregelmäßigen) Verben ändert sich der Wortstamm.
- **Zum Beispiel bei »treten«:** treten - ich trete, du trittst, er tritt, wir treten, ihr tretet, sie treten

## Verwendung des Präsens

### Beschreibung von gegenwärtigen Zuständen und Tatsachen.

#### *Beispiel*

Berlin **ist** die Hauptstadt von Deutschland.

**Beschreibung von Handlungen in der Gegenwart, die einmalig, mehrmals oder nie stattfinden.**

*Beispiel*

Sebastian **geht** jeden Sonntagmittag essen.

**Beschreibung von Handlungen in der Gegenwart, die gleichzeitig oder nacheinander stattfinden.**

*Beispiel*

Während die Tochter Hausaufgaben **macht**, **arbeitet** die Mutter. Danach **machen** sie einen Spaziergang.

**Beschreibung von Handlungen in der Zukunft, die festgelegt oder vereinbart sind.**

*Beispiel*

Wir **gehen** (morgen) Abend ins Kino.

**Verwendung im Erzählmodus für Gegenwart und Zukunft**

*Beispiel*

Wir **fahren** zuerst nach Hamburg. Dort besichtigen wir einige Denkmäler. Anschließend ...

## Übungen

**Setzen Sie die Verben in der richtigen Form im Präsens ein.**

1. Das Mädchen (gehen) zur Schule.
2. Ich (kochen) heute das Essen.
3. Er (wohnen) nicht hier.
4. (lernen) ihr Deutsch?
5. (Schreiben) du mir eine E-Mail?

**Setzen Sie die Verben in der richtigen Form im Präsens ein. Beachten Sie die Besonderheiten bei der Bildung.**

1. Du (sprechen) fünf Fremdsprachen.
2. Der Zug (fahren) in zehn Minuten.
3. Ihr (baden) im See.
4. Was (essen) du gerne?
5. (lesen) er gern Krimis?

# DAS PERFEKT

Bildung von Wörtern in der Zeitform Perfekt

Das Perfekt bildet eine Gruppe von Zeitformen, die verschiedene Funktionen übernehmen. So drückt das Perfekt vor allem Sachverhalte und Handlungen aus, die zum Zeitpunkt des Sprechens bereits abgeschlossen sind und in der Vergangenheit liegen.

Das Perfekt kann allerdings auch einen Sachverhalt oder eine Handlung ausdrücken, die in der Zukunft abgeschlossen sein wird. Um diese Form des Perfekts von den anderen abzutrennen, muss jedoch eine entsprechende Temporalbestimmung (z.B. morgen, nächste Woche, bald) angegeben werden.

## Bildung

Das Perfekt wird aus der Präsens-Form von »**sein**« bzw. »**haben**« und dem **Partizip II** gebildet. Konjugation des Verbs »**sein**«:

- ich **bin**
- du **bist**
- er/es/sie **ist**
- wir **sind**
- ihr **seid**
- sie **sind**

Konjugation des Verbs »**haben**«:

- ich **habe**
- du **hast**
- er/es/sie **hat**
- wir **haben**
- ihr **habt**
- sie **haben**

*Beispiele*

Ich **bin** **gelaufen**

Du **bist** **gefallen**

Wir **haben** **gelacht**

Ihr **habt** **geholfen**

### Wann wird »haben« und wann »sein« verwendet?

- Verben der **Bewegung** verwenden normalerweise **sein**.
- Beispiel: ich **bin** gelaufen, ihr **seid** gelaufen
  
- Alle anderen Verben verwenden normalerweise **haben**.
- Beispiel: ich **habe** gegessen, ihr **habt** gegessen

### Besonderheiten bei der Bildung des Perfekts

Viele starke und gemischte Verben **ändern im Partizip II den Stamm**.

*Beispiel*

singen - gesungen

**Endet der Stamm auf d/t**, wird bei schwachen/gemischten Verben einfach **-et** angefügt.

*Beispiel*

warten - gewartet

Bei Verben mit der **Endung -ieren** wird das Perfekt **ohne ge-** am Anfang gebildet.

*Beispiel*

protestieren - ich habe ( )protestiert

### Verwendung des Perfekts

- Das Perfekt beschreibt eine abgeschlossene Handlung in der Vergangenheit.
- Beispiel: Wir haben (gestern) das Auto gewaschen.
  
- Dabei steht häufig das Ergebnis oder die Folge des Geschehens im Vordergrund.
- Beispiel: Ich habe schlecht geschlafen.

## Übungen

### Schreiben Sie Sätze im Perfekt. (schwache Verben)

1. (ich/suchen/dich)
2. (er/zeigen/uns/den Weg).
3. (wir/nicht/glauben/ihm).
4. (wohin/ihr/reisen)?
5. (hören/ihr/das)?

### Schreiben Sie Sätze im Perfekt. (starke Verben)

1. (der Schnee/schmelzen).

2. (meine Großeltern/kommen/zu Besuch).
3. (ich/nicht lesen/den Text).
4. (wann/du/gehen/nach Hause)?
5. (schließen/du/das Fenster) .

## DAS PRÄTERITUM

Beispiele für die verschiedenen an den Wortstamm angefügten Endungen.  
Schwache/gemischte Verben: Verb »lernen«:

- ich **lernte**
- du **lernstest**
- er/es/sie **lernte**
- wir **lernten**
- ihr **lerntet**
- sie **lernten**

Starke Verben: Verb »sehen«:

- ich **sah** ,-,
- du **sahst**
- er/es/sie **sah** ,-,
- wir **sahen**
- ihr **saht**
- sie **sahen**

Besonders wichtig sind die Verben »sein« und »haben«: sein

- ich **war** ,-,
- du **warst**
- er/es/sie **war**
- wir **waren**
- ihr **wart**
- sie **waren**

haben

- ich **hatte**
- du **hattest**
- er/es/sie **hatte**
- wir **hatten**
- ihr **hattet**
- sie **hatten**

## Besonderheiten bei der Bildung des Präteritums

Viele starke und gemischte Verben ändern im Präteritum / Imperfekt den Stamm.

*Beispiel*

- springen - sprang
- bringen - brachte
- klingen - klang
- denken - dachte

Verwendung des Präteritum

### (1) Zustand oder abgeschlossene Handlung in der Vergangenheit

*Beispiel*

Sie **sprachen** eine völlig andere Sprache.

### (2) Das Imperfekt ist häufig mit dem Perfekt austauschbar.

*Beispiel*

Sie **lernten** eine andere Sprache. - Sie haben eine andere Sprache gelernt.

### (3) Es wird vor allem in Erzählungen und Berichten verwendet.

*Beispiel*

Es **war** einmal ein kleiner Junge. Der **lebte** im Wald.

## ÜBUNGEN

**Setzen Sie die Verben in der richtigen Form im Präteritum ein. (schwache Verben)**

1. Wir (reisen) in einem Wohnmobil durch Österreich.
2. Meine Eltern (kaufen) mir eine Gitarre.
3. Ich (tanzen) die ganze Nacht.
4. Auf wen (warten) er?
5. Mein Opa (wandern) früher viel.

**Setzen Sie die Verben in der richtigen Form im Präteritum ein. (starke/gemischte Verben)**

1. Ich (essen) den ganzen Kuchen auf.
2. Unsere Freunde (kommen) uns besuchen.
3. Du (laufen) ganz schnell weg.
4. Meine Oma (kennen) einen berühmten Schauspieler.
5. Worüber (sprechen) ?



## Das Plusquamperfekt

Das Plusquamperfekt wird wie folgt gebildet:

### Präteritum von haben / sein + Partizip II

Bei der Frage, ob das Hilfsverb mit " **haben** " oder " **sein** " gebildet wird, gelten dieselben Regeln wie beim **Perfekt**.

Perfekt	Plusquamperfekt	Beispiele
<b>ist gegangen</b>	<b>war gegangen</b>	Der Mitarbeiter <b>war</b> schon <b>gegangen</b> , als der Chef nach ihm fragte.
<b>hat gekocht</b>	<b>hatte gekocht</b>	Die Frau <b>hatte</b> bereits die Suppe <b>gekocht</b> , als ihr plötzlich der Suppentopf herunterfiel.
<b>ist gefahren</b>	<b>war gefahren</b>	Viele Gäste <b>waren</b> bereits nach Hause <b>gefahren</b> , als der Präsident kam.
<b>ist gestorben</b>	<b>war gestorben</b>	Als der Notarzt eintraf, <b>war</b> das Unfallopfer bereits an seinen starken Verletzungen <b>gestorben</b> .
<b>hat telefoniert</b>	<b>hatte telefoniert</b>	Nachdem Andreas mit seiner Exfrau <b>telefoniert hatte</b> , ist er in eine Kneipe gegangen und hat sich sinnlos betrunken.

### Anwendungsbeispiele.

Das Plusquamperfekt wird generell nicht als eine einzelne Aussage verwendet. Die Vorzeitigkeit, die das Plusquamperfekt ausdrückt, wird immer im Bezug zu einer Aussage im Präteritum bzw. dem Perfekt gestellt. Es kann zu folgenden Kombinationen kommen:

- **Plusquamperfekt im Hauptsatz**

Hauptsatz in der Vergangenheit	Hauptsatz mit Plusquamperfekt			
	Pos. 1	Verb 1	Mittelfeld	Verb 2
Ihm war schlecht.	Er	<b>hatte</b>	zuvor 8 Grillwürstchen	<b>gegessen</b> .
Sie waren sehr gut gelaunt.	Sie	<b>hatten</b>	gegen den FC mit 5:0	<b>gewonnen</b> .
Karl hatte einen Unfall.	Zuvor	<b>hatte</b>	er sehr viel Alkohol	<b>getrunken</b> .

- **Plusquamperfekt im Nebensatz**

Nebensatz mit Plusquamperfekt				Hauptsatz
Konj.	Subjekt	Mittelfeld	Verben	
Nachdem	ich	dich	angerufen hatte,	bin ich einkaufen gegangen.
Nachdem	Tom	die Wahrheit	erfahren hatte,	reichte er die Scheidung ein.
Nachdem	die Dinosaurier		ausgestorben waren,	eroberten die Säugetiere den Planeten.

Vergleiche auch **Nebensätze**

- **Plusquamperfekt mit Modalverb**

Position 1	Verb 1	Mittelfeld	Verben 2
Gestern	<b>hatten</b>	wir nur schmutzige Arbeiten	<b>machen müssen.</b>
Das Schulkind	<b>hatte</b>	seine Hausaufgaben nicht	<b>machen wollen.</b>
Der Mechaniker	<b>hatte</b>	das Auto nicht	<b>reparieren können.</b>

- **Plusquamperfekt mit Modalverb im Nebensatz**

Nebensatz mit Plusquamperfekt				Hauptsatz
Konj.	Subj.	Mittelfeld	Verben	
Nachdem	wir	nur schmutzige Arbeiten	<b>hatten machen müssen,</b>	kündigten wir.
Nachdem	Tom	das Auto nicht	<b>hatte reparieren können,</b>	ging er.
Nachdem	Tim	seine Hausaufgaben	<b>hatte machen müssen,</b>	ging er zu Bett.

## Das Futur I

Das Futur I verwenden wir hauptsächlich, um eine Absicht für die Zukunft oder eine Vermutung für die Gegenwart/Zukunft zu äußern.

Thomas sagte mir gestern: „Morgen *werde* ich die Akten *sortieren*.“

Ich sah das Chaos und antwortete: „Das *wirst* du nicht an einem Tag *schaffen*.“

So wie ich ihn kenne, *wird* sein Büro jetzt wohl immer noch so chaotisch *aussehen*.

### Verwendung

- **Absicht für die Zukunft**
- Beispiel:
- Morgen *werde* ich die Akten *sortieren*.
- **Vermutung (für die Zukunft)**
- Beispiel:
- Das *wirst* du nicht an einem Tag *schaffen*.
- **Vermutung (für die Gegenwart)**
- **Beispiel:**
- Sein Büro *wird* wohl immer noch so chaotisch *aussehen*.

### Bildung

Wir brauchen die finite Form von *werden* und die *Grundform des Vollverbs*.

Person	Form von „werden“	Vollverb
1. Person Singular ( <i>ich</i> )	ich <i>werde</i>	
2. Person Singular ( <i>du</i> )	du <i>wirst</i>	gehen
3. Person Singular ( <i>er/sie/es/man</i> )	er <i>wird</i>	lesen
1. Person Plural ( <i>wir</i> )	wir <i>werden</i>	sehen
2. Person Plural ( <i>ihr</i> )	ihr <i>werdet</i>	gewinnen
3. Person Plural/Höflichkeitsform ( <i>sie/Sie</i> )	sie <i>werden</i>	

### Beachten Sie:

Vermutungen verstärken wir oft durch Wörter wie: *wohl, sicher, bestimmt*. Da durch diese Wörter klar ist, dass es sich um eine Vermutung handelt, können wir in diesem Fall auch Präsens verwenden.

Beispiel:

Es *wird wohl* schon spät *sein*. = Es *ist wohl* schon spät.

Er *wird sicher* keine Zeit *haben*. = Er *hat sicher* keine Zeit.  
Sie *wird bestimmt* zu Hause *sein*. = Sie *ist bestimmt* zu Hause

## Übung

### Schreiben Sie Sätze im Futur I.

1. (die Verkäuferin/helfen/dir)
2. (ich/aufstehen/morgen/zeitig)
3. (die Schüler/machen/wohl/eine Klassenfahrt)
4. (du/nicht/fahren/in den Urlaub)
5. (ihr/nicht/bekommen/mehr Taschengeld)

### Schreiben Sie Fragen im Futur I.

1. (es/regnen)?
2. (ihr/abholen/uns)?
3. (wo/du/studieren)?
4. (was/er/sagen/dazu)?
5. (wann/wir/wiedersehen/dich) ?

## DAS PASSIV

Mit dem Passiv betonen wir eine Handlung (**Vorgangspassiv**) oder einen Zustand (**Zustandspassiv**). Wer/Was die Handlung oder den Zustand verursacht hat, ist unwichtig, unbekannt oder wird als allgemein bekannt vorausgesetzt.

Ein Mann *wurde angefahren*. Er *ist verletzt*.

Dem Verletzten *wurde* ein Verband *angelegt*. Jetzt *wird* der Mann ins Krankenhaus *gebracht*.



### Verwendung

Das **Vorgangspassiv** verwenden wir, wenn wir eine Handlung betonen wollen (Was passiert?). Wer die Handlung ausübt, ist nicht so wichtig oder unbekannt.

Beispiel:

Ein Mann *wurde angefahren*.

Dem Verletzten *wurde* ein Verband *angelegt*.

Jetzt *wird* der Mann ins Krankenhaus *gebracht*.

Die wichtigsten Informationen dieser Sätze sind also, dass jemand angefahren wurde, man ihm einen Verband angelegt hat und der Mann jetzt ins Krankenhaus gefahren wird. Wer den Mann angefahren hat, wer ihm den Verband angelegt hat und wer ihn ins Krankenhaus fährt, ist in diesem Fall nicht so wichtig oder nicht bekannt.

Mit dem **Zustandspassiv** beschreiben wir den Zustand nach einer Handlung.

Beispiel:

Er *ist verletzt*.

Während der Handlung wurde der Mann verletzt – jetzt ist er verletzt.

## Bildung

### Vorgangspassiv

Subjekt + Form von *werden* (+ Objekt) + Partizip II

Zeitform	Beispielsatz im Vorgangspassiv
Präsens	Der Mann wird verletzt.
Perfekt	Der Mann ist verletzt worden.
Präteritum	Der Mann wurde verletzt.
Plusquamperfekt	Der Mann war verletzt worden.
Futur I	Der Mann wird verletzt werden.
Futur II	Der Mann wird verletzt worden sein.

### Zustandspassiv

Subjekt + Form von *sein* + Partizip II

Zeitform	Beispielsatz im Zustandspassiv
Präsens	Der Mann ist verletzt.
Perfekt	Der Mann ist verletzt gewesen.
Präteritum	Der Mann war verletzt.
Plusquamperfekt	Der Mann war verletzt gewesen.
Futur I	Der Mann wird verletzt sein.
Futur II	Der Mann wird verletzt gewesen sein.

## Info

Einige Zeiten im Aktiv ähneln dem Zustandspassiv. Wenn wir wissen wollen, ob ein Satz Aktiv oder Passiv ist, versuchen wir hier einfach, das Vorgangspassiv zu bilden. Ist dies nicht möglich, handelt es sich um eine Aktivform.

Beispiel:

Ein Unfall ist passiert. (*Aktiv Perfekt; kein Zustandspassiv!*)  
*nicht möglich:*

### *Aktiv oder Passiv*

**Aktiv** verwenden wir, um zu betonen, *wer/was* die Handlung ausführt.

Beispiel:

*Der Lehrer* erklärte uns das Passiv.

**Passiv** verwenden wir, um die Handlung an sich zu betonen. Wer/was die Handlung ausführt, wird in vielen Passivsätzen weggelassen.

Beispiel:

*Das Passiv wurde uns (vom Lehrer) erklärt.*

### **Verben, die kein Passiv bilden können**

Verben ohne Akkusativobjekt können kein Passiv bilden. Dazu gehören:

- Verben, deren Perfektform mit *sein* gebildet wird (z. B. *fahren*)

Beispiel:

Ich fuhr selber nach Berlin.

Passiv ist nicht möglich, weil ich selber gefahren bin.

**Aber:** *fahren* kann auch mit *haben* + Akkusativobjekt verwendet werden. In diesem Fall ist ein Passivsatz möglich.

Beispiel:

Mein Vater *fuhr mich* nach Berlin.

Passiv: *Ich wurde (von meinem Vater) nach Berlin gefahren.*

- reflexive Verben

Beispiel:

Ich habe mich versteckt. ()

- andere Verben ohne Akkusativobjekt

Beispiel:

Er schläft. ()

**Aber:** In der Umgangssprache können wir von diesen Verben oft ein *unpersönliches Passiv* bilden (siehe Besonderheiten), z. B. als Aufforderung.

Beispiel:

Jetzt wird geschlafen!

### **Info**

Auch mit Akkusativobjekt können nicht alle Verben das Passiv bilden. Dazu gehören zum Beispiel die Verben *haben*, *kennen*, *wissen*, *es gibt*.

Beispiel:

Ich habe einen Hund. ()

Ich kenne die Frau. ()

Ich weiß die Antwort. ()  
Es gibt viele Museen. ()

### Umwandlung von Aktiv in Vorgangspassiv

Bei der Umwandlung von Aktiv in Vorgangspassiv geschieht Folgendes:

- Das Akkusativobjekt wird zum Subjekt.
- Das Subjekt wird weggelassen oder mit „von (+ Dativ)“ eingesetzt.
- Das Verb wird im Partizip II verwendet, zusätzlich benötigen wir das Hilfsverb *werden* in der konjugierten Form.

	<b>Subjekt</b>	<b>finites Verb</b>	<b>Objekt</b>	<b>infinites Verb</b>
<b>Aktiv</b>	Jemand	verletzt	den Mann.	
<b>Passiv</b>	Der Mann wird		(von jemandem)	verletzt.

Beispiel für alle Zeitformen

<b>Zeit</b>	<b>Aktiv</b>	<b>Vorgangspassiv</b>
Präsens	Jemand verletzt den Mann.	Der Mann wird (von jemandem) verletzt.
Perfekt	Jemand hat den Mann verletzt.	Der Mann ist (von jemandem) verletzt worden.
Präteritum	Jemand verletzte den Mann.	Der Mann wurde (von jemandem) verletzt.
Plusquamperfekt	Jemand hatte den Mann verletzt.	Der Mann war (von jemandem) verletzt worden.
Futur I	Jemand wird den Mann verletzen.	Der Mann wird (von jemandem) verletzt werden.
Futur II	Jemand wird den Mann verletzt haben.	Der Mann wird (von jemandem) verletzt worden sein.

### Besonderheiten

Nur das Akkusativobjekt wird zum Subjekt. Gibt es im Aktivsatz ein Dativobjekt, das an die erste Stelle rutschen soll, bleibt es im Dativ.

Aktiv:

Man lege *dem Verletzten* einen Verband an.

Passiv:

*Dem Verletzten* wurde ein Verband angelegt.

Auch Aktivsätze ohne Objekt können ins Passiv umgewandelt werden (*unpersönliches Passiv*). Wir verwenden dafür das Personalpronomen ‚es‘ oder eine adverbiale Bestimmung.

Beispiel:

Wir tanzten (gestern) viel. – *Es/Gestern* wurde viel getanzt



**Forme die Aktivsätze in Passivsätze um (Vorgangspassiv). Verwende die gleiche Zeitform wie im Aktivsatz.**

1. Ich lese das Buch.
2. Sie unterschrieb den Vertrag.
3. Ein Auto hat mich angefahren.
4. Meine Nachbarn werden meine Blumen gießen.
5. Seine Großeltern hatten das Haus gebaut.

**Bilden Sie Sätze im Vorgangspassiv. Setze das Dativobjekt an den Satzanfang.**

1. Ich gebe dir Bescheid.
2. Er schrieb ihr zwei Briefe.
3. Sie empfahlen mir das Restaurant.
4. Das Reisebüro hat ihm die Buchung bestätigt.
5. Jemand hat uns die Taschen gestohlen.

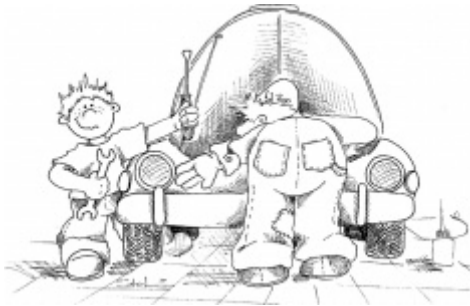
**Bilden Sie Sätze im Zustandspassiv.**

1. (das Essen/kochen – Präsens)
2. (die Betten/machen - Präsens)
3. (die Tür/verschließen – Präsens)
4. (alles/vorbereiten - Präteritum)
5. (die Fenster/offen - Präteritum)

## DAS MODALVERB

Modalverben sind *dürfen, können, mögen, müssen, sollen* und *wollen*. Mit diesen Verben können wir den Inhalt einer Aussage ändern – es ist zum Beispiel ein Unterschied, ob jemand etwas tun *muss* oder *darf*.

Max *will* Automechaniker werden. Dafür *muss* er viel über Autos wissen. Sein Vater *soll* ihm alles erklären. In der Werkstatt *darf* Max seinem Vater helfen. Max *kann* sogar schon Reifen wechseln.



### Verwendung

Modalverben verwenden wir meist mit dem Infinitiv des Vollverbs. Je nachdem, welches Modalverb wir verwenden, ändert sich die Aussage des Satzes.

Beispiel:

Max will/darf/soll Automechaniker werden.

Wenn das Vollverb als selbstverständlich vorausgesetzt wird, lassen wir es in der Umgangssprache oft weg.

Beispiel:

Kannst du Deutsch (sprechen)?

Willst du eine Pizza (essen)?

Ich darf das (machen).

### Bildung

- Im Präsens und Präteritum verwenden wir die finite Form (siehe Konjugationstabelle). Im Perfekt verwenden wir den Infinitiv des Modalverbs.

#### Präsens

Er *kann* tanzen.

#### Präteritum

Er *konnte* tanzen.

#### Perfekt

Er hat tanzen *können*.

Du *musst* schlafen. Du *musstest* schlafen. Du hast schlafen *müssen*.

- Für Sätze, in denen kein Vollverb vorkommt, verwenden wir im Perfekt/Plusquamperfekt das Partizip II des Modalverbs.

Beispiel:

Das habe/hatte ich nicht gewollt.

## Konjugationstabelle

müssen können dürfen sollen wollen mögen\* möchten\*\*

### Präsens

<b>ich</b>	muss	kann	darf	soll	will	mag	möchte
<b>du</b>	musst	kannst	darfst	sollst	willst	magst	möchtest
<b>er/sie/es/man</b>	muss	kann	darf	soll	will	mag	möchte
<b>wir</b>	müssen	können	dürfen	sollen	wollen	mögen	möchten
<b>ihr</b>	müsst	könnt	dürft	sollt	wollt	mögt	möchtet
<b>sie/Sie</b>	müssen	können	dürfen	sollen	wollen	mögen	möchten

### Präteritum

<b>ich</b>	musste	konnte	durfte	sollte	wollte	mochte	wollte
<b>du</b>	musstest	konntest	durftest	solltest	wolltest	mochtest	wolltest
<b>er/sie/es/man</b>	musste	konnte	durfte	sollte	wollte	mochte	wollte
<b>wir</b>	mussten	konnten	durften	sollten	wollten	mochten	wollten
<b>ihr</b>	musstet	konntet	durftet	solltet	wolltet	mochtet	wolltet
<b>sie/Sie</b>	mussten	konnten	durften	sollten	wollten	mochten	wollten

### Partizip II

gemusst gekonnt gedurft gesollt gewollt gemocht gewollt

### Konjunktiv II

müsste könnte dürfte sollte wollte möchte

\* *mögen* wird heute meist ohne Vollverb verwendet – *ich mag dich*

\*\* *möchten* ist eigentlich Konjunktiv II von *mögen*, wird heute aber im Präsens als eigenständiges Modalverb verwendet (für die Vergangenheitsformen nehmen wir *wollen*).

## Übungen

### Setzen Sie die Modalverben im Präsens ein.

1. Ich (können) dir helfen.
2. Ihr (müssen) noch viel lernen.
3. Du (dürfen) heute früher nach Hause gehen.
4. Er (wollen) nachher einkaufen gehen.
5. Ihr (sollen) eure Hausaufgaben machen.

### Setzen Sie die Modalverben im Präteritum ein.

1. Wir (wollen) dich nicht stören.
2. Er (müssen) zeitig aufstehen.
3. Ihr (können) es nicht sehen.
4. Ich (dürfen) es euch nicht sagen.
5. Du (sollen) den Abwasch machen.

**Bilden Sie Sätze mit Modalverben im Perfekt.**

1. (er/können/bleiben)
2. (du/sollen/nachsitzen)
3. (wir/müssen/Liegestütze machen)
4. (ihr/dürfen/nicht/das)
5. (ich/wollen/nicht/streiten)

## LITERATURA

1. Hoche, D., Küblbeck, J., Meyer, L., Reichwald, R., Schmidt, G., Schwarz, O., Spitz, Ch. (2011). Duden: Basiswissen Schule, Physik, Berlin, Duden Schulbuchverlag.
2. Bronstein, I., Semendjajev, K., Musoil, G., Mühlig, H., (2010). Taschenbuch der Mathematik, Berlin, Harri Deutsch.
3. <http://de.wikipedia.org/wiki/Physik>
4. <http://www.leifiphysik.de/>
5. <http://www.duden.de/abitur>
6. <http://deutsch.lingolia.com/de/grammatik/verben/modalverben/uebungen>
7. <http://www.cafe-lingua.de/deutsche-grammatik/deutsche-grammatik-uebersicht.php>
8. <http://www.weltderphysik.de/>