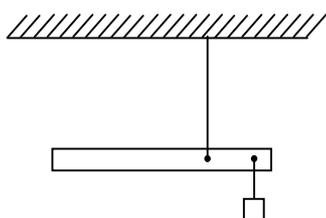


## Zeichnen mit Word an ausgewählten Beispielen in der Physik

Mit Microsoft Word 2000 lassen sich mit etwas Übung, Geduld und Know How einfache bis sehr komplexe Bilder erzeugen. Zu den einfacheren Bildern zählen z.B. Stromkreise, Kräfteparallelogramme oder auch räumliche Figuren. In der Regel benötigt man mehr Zeit für die Erzeugung dieser Bilder als mit Schreibgerät und Papier, sie besitzen aber vier unschlagbare Vorteile: (1) Sie sind haltbarer, weil sie digital vorliegen und jederzeit neu druckbar sind, (2) sie sind in andere Dateien integrierbar, (3) sie sind leicht veränderbar und (4) oft auch (mit etwas Nachbearbeitung) beliebig dimensionierbar. Im Folgenden werden anhand dreier Beispiele Tipps und Tricks zum Zeichnen mit Word gegeben.

### 1. Kleines Mobile aus Balken und Gewicht

Abbildung 1 zeigt eine typische Aufgabe zum Spiel der Kräfte.



- Dieses Bild zeigt einen Balken der an einem Faden aufgehängt ist. Befestigt man am rechten Ende des Balkens ein kleines Gewicht, so stellt sich ein Gleichgewicht ein.
- Zeichne alle am Balken angreifenden Kräfte ein.
  - Beschreibe, warum der Balken mit Gewicht schwebt, sich also im Gleichgewicht befindet.

Abbildung 1: Aufgabe zum Drehmoment (ca. 3 min Zeichendauer)

Zum Zeichnen von Bildern ist ein systematisches Vorgehen ratsam. Folgendes Raster wird vorgeschlagen:

Vorgeschlagenes Vorgehen	Vorgehen im Beispiel
1. Überlegen Sie sich, mit welchen Zeichenelementen das Bild kreiert werden kann	Obiges Bild besteht aus zwei Zeichenelementen Linien und Rechtecken.
2. Teilen Sie das zu zeichnende Bild in zusammengehörige Einheiten auf, welche Sie nacheinander erzeugen wollen.	Obiges Bild setzt sich aus fünf Einheiten zusammen Decke, Balkenaufhängung, Balken, Gewichtsaufhängung und Gewicht. Einzig die Decke bildet dabei eine zusammengesetzte Einheit. In diesem Fall nur aus Linien.
3. Erzeugen Sie die Einheiten nacheinander In der Regel sind für alle Zeichnungen vier Manipulationen nötig <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Zeichnen</b> der Einheiten.</li> <li>• <b>Ausrichten</b>,</li> <li>• <b>Gruppieren</b> und</li> <li>• <b>Dimensionieren</b>.</li> </ul> Manchmal werden auch zwei Manipulationen mit einer Aktion ausgeführt. Für komplexe Bilder sind diese Schritte pro Zeichnungseinheit notwendig.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie erzeugen Decke, Balkenaufhängung, Balken, Gewichtsaufhängung und Gewicht.</li> <li>• Die Einheiten werden ausgerichtet.</li> <li>• Gruppieren Sie die Einheiten.</li> <li>• Dimensionieren Sie die Abbildung.</li> </ul> Für die Decke müssen Sie die vier Manipulationen vor der Zusammensetzung der fünf Einheiten schon mal durchführen. Dabei kann diese Einheit wiederum in eine waagrechte Linie und viele schräge Linien aufgeteilt werden.

Um die Decke zu erzeugen, kann man wie folgt vorgehen:

- (1) *Vorbereitung von Zeichen und Ausrichten* der Objekte: Lassen Sie sich zum Zeichnen von regelmäßigen Objekten das Gitternetz mit gleichen Rastereinstellungen horizontal und vertikal anzeigen (0,5 cm hat sich bewährt) und wählen Sie die Option: *Objekte am Raster ausrichten* aus.
- (2) *Zeichnen* der Elemente: Wählen Sie aus den Autoformen die einfache Linie aus und zeichnen Sie eine Kästchendiagonale ins Gitternetz ein. Vervielfältigen Sie diese schrägen Linien (z.B. Linie anklicken, Strg C, Strg V).
- (3) *Ausrichten*: Wählen Sie die Linien nacheinander an, rücken Sie sie mit den Pfeiltasten auf gleiche Höhe und ordnen Sie sie in gleichen Abständen an. Durch die Ausrichtung am Gitternetz springen die schrägen Linien auch leichter an die richtigen Stellen.
- (4) *Zeichnen*: Erzeugen Sie die waagrechte Linie.
- (5) *Gruppieren*: Gruppieren Sie alle Linien der Decke.

Nachdem die Decke fertig ist, werden die Fäden mit den verdickten Enden erzeugt.

- (1) *Zeichnen* Sie zwei senkrechte Linien. Beginnen Sie für die Deckenaufhängung passgenau und ziehen Sie eine Linie senkrecht nach unten, bis die Länge genügt.
- (2) *Ausrichten*: Beginnen Sie mit der zweiten Linie auf derselben Höhe seitlich nach rechts versetzt und ziehen Sie ebenfalls die Linie senkrecht nach unten.
- (3) *Zeichnen*: Klicken Sie die Linie an, wählen Sie die Option *Pfeilart* aus und bestimmen Sie die Endlinienart ebenso. Wiederholen Sie die Manipulation für die andere Linie.

Zuletzt werden der Balken und das Gewicht mit der Standardform Rechteck erzeugt.

- (1) *Dimensionieren und Zeichnen*: Schalten Sie zuerst die Gitternetzoption *Objekte an Raster ausrichten* aus. Dann können Sie die Objekte in beliebiger Größe zeichnen. Wenn Sie die Gitternetzoption nicht ausschalten, werden die Rechtecke ebenfalls am Raster ausgerichtet und geraten in der Regel zu groß.
- (2) *Zeichnen*: Markieren Sie den Balken, wählen Sie die Option *Reihenfolge* aus und setzen Sie ihn in den Hintergrund. So wird die Aufhängung des Balkens vor den Balken gezeichnet. Zuletzt gezeichnete Objekte liegen immer im Vordergrund.

Setzen Sie nun die Teile nach ihrem Geschmack zusammen.

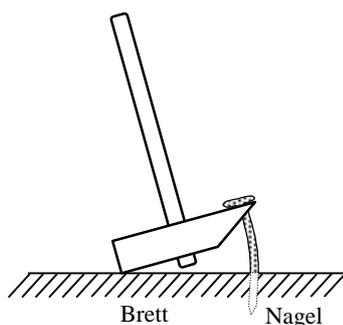
- (1) *Dimensionieren*: Da die Option *Objekte an Raster ausrichten* ausgeschaltet ist, können Sie die Größe der Decke fein abstimmen. Markieren Sie die Decke und ziehen sie die Decke auf die gewünschte Breite und Höhe. Damit wird auch die Schraffierung der Decke verändert. Bei Linien gestaltet sich eine Neudimensionierung schwierig, wenn tatsächlich eine waagrechte oder senkrechte Lage beibehalten werden soll.

- (2) *Ausrichten*: Wenn Sie die Einheiten anwählen, können Sie bei ausgeschalteter Option *Objekte an Raster ausrichten* durch die Pfeiltasten die Objekte in sehr kleinen Schritten waagrecht und senkrecht verschieben. Vor allem Balken und Gewicht müssen an den richtigen Ort geschoben werden.
- (3) *Gruppieren*: Zum Abschluss sollten Sie in diesem Fall alle Einheiten markieren und gruppieren. So können Sie das gesamte Bild nun an den optimalen Platz schieben.
- (4) *Dimensionieren*: Sollte das Bild zu klein oder zu groß geraten sein, kann es noch beliebig dimensioniert werden. Das geht aber nicht immer. In diesem Fall ist es keine Schwierigkeit, weil gleichartige Elemente (Linien und Rechtecke) verwendet wurden. Schwierigkeiten treten z.B. in jedem Fall auf, wenn Textfelder verwendet werden.

<b>1.Tipp:</b> Speichern Sie während des Zeichnens immer wieder mal die Datei ab, da Word vor allem bei sehr detailreichen Bildern mit vielen Zeichenelementen gelegentlich abstürzt.
<b>2.Tipp:</b> Nutzen Sie zum Zeichnen das Gitternetz. Es erleichtert vor allem Ausrichten von Objekten und das Zeichnen vieler gleicher Objekte.
<b>3.Tipp:</b> Nutzen Sie die Gruppierungsfunktion. Sie erleichtert vor allem das Platzieren der fertigen Zeichnung und den Transfer in andere Dateien.

## 2. Hammer und Nagel

Folgende Aufgabe zur Wirkung von Kräften beinhaltet zum vorhergehenden Beispiel neben Linien und Rechtecken zwei neue Elemente: Textfelder und Freihandformen. Dazu kommt eine weitere Manipulation von Zeichenelementen, das *Freie Drehen*.



Ein Hammer zieht an einem Nagel und ist dabei im Gleichgewicht.

Zeichne in die Skizze auf dem Beiblatt:

- den Drehpunkt D und
- die Kräfte mit den dazugehörigen Kraftarmen bei möglichst kleiner Muskelkraft ein!

Abbildung 2: Aufgabe zur Hebelwirkung (ca. 15 min Zeichendauer)

Das Bild besteht aus fünf Einheiten: Brett, Hammer, Nagel und zwei Beschriftungen. In dieser Reihenfolge soll das Bild nun erzeugt werden. Das Brett besteht aus Linien und wird wie im vorhergehenden Beispiel die Decke gezeichnet. Sollten Sie schon ähnliche Objekte in anderen Zeichnungen verwenden, können Sie diese übernehmen und gegebenenfalls anpassen. So könnte die Decke einfach horizontal gespiegelt werden, und wenn Ihnen die Strichelung nicht gefällt, noch einmal vertikal.

Der Hammer besteht aus einem *abgerundeten Rechteck* (Stiel) und einer Linienform *Freihandform* (Kopf). Benutzen Sie zur **Ausrichtung** und zum **Zeichnen** des Kopfs wieder die Gitternetzfunktionen. So können die Linien exakt waag- und senkrecht ausgerichtet werden, da sie auf den Gitternetzpunkten praktisch von alleine einrasten. Die **Dimensionen** müssen nicht gleich stimmen, da sie nach dem Ausschalten der Option *Objekte an Raster ausrichten* die Freihandform beliebig differenziert strecken können. **Zeichnen** Sie anschließend den Stiel. Dieser besteht aus einem *abgerundeten Rechteck* (unter *AutoFormen – Standardformen* zu finden). Beachten Sie die Reihenfolge der gezeichneten Elemente. Setzen Sie den Kopf in den Vordergrund oder den Stiel in den Hintergrund. **Dimensionieren** Sie Stiel und Kopf bei ausgeschalteten Gitterfunktionen beliebig und **platzieren** Sie sie exakt mit den Pfeiltasten. Gruppieren Sie Stiel und Kopf. Anschließend können Sie durch die Funktion *Freies Drehen* den Hammer beliebig in Schräglage bringen. Positionieren Sie anschließend den Hammer optimal zum Brett.

Der Nagel besteht aus zwei Freihandformen, dem oberen schraffierten Teil und dem unteren gestrichelten Teil. Schraffierung und Linienart sind lediglich unterschiedlich gewählt worden. Dieser Teil erfordert ein bisschen künstlerisches Gespür. Die Form des oberen Nagelteils, welches am stärksten gekrümmt ist, wird durch ein Polygon mit beliebig vielen Ecken erzeugt. An runden Stellen werden Eckpunkte nahe aneinander gesetzt, bei geraden Stücken werden die Ecken weiter entfernt platziert. Sie brauchen die Eckpunkte nicht gleich exakt setzen, so dass die Form schon seine perfekte Ausformung findet. Setzen Sie zuerst die Punkte so, dass sie in etwa Lage und Form entsprechen. Sie können anschließend die Eckpunkte beliebig verschieben und auch weitere einsetzen, wenn Ihnen z.B. eine Rundung durch zu wenige Punkte zu eckig geraten ist (siehe Abbildung 3). Der Menüpunkt *Punkte bearbeiten* ist unter *Zeichnen* zu finden. Für diese Filigranarbeit sollten Sie den Bildschirmausschnitt zoomen (manchmal sind beim Zeichnen sogar 500% notwendig). Dies erleichtert das Setzen der Eckpunkte. Verfahren Sie ebenso für den unteren Nagelteil. Weisen Sie den beiden Freihandformen einen beliebigen Fülleffekt (bei Füllfarbe) und eine Strichart zu. Gruppieren Sie die Nagelteile. Bevor Sie die Nagelteile zeichnen, sollten Brett und Hammer schon die entgültige Lage zueinander einnehmen, weil der Nagel zu zwei Objekten in räumlicher Beziehung steht. Wird die Lage des Hammers noch einmal ein klein wenig gedreht, so passt der Nagel nicht mehr.

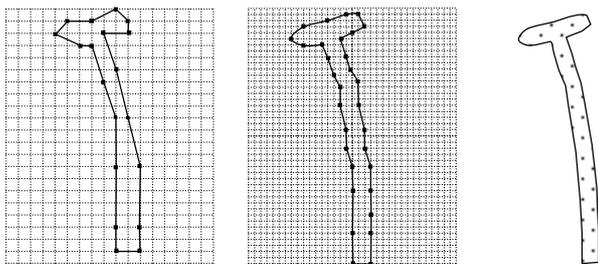


Abbildung 3: Eckbearbeitung des oberen Nagelteils und endgültige Gestalt

Gruppieren Sie jetzt Brett, Hammer und Nagel. Nun können Sie das Bild noch beliebig dimensionieren. Hat es seine entgültige Größe erreicht, können Sie die Textfelder zeichnen und entsprechend mit Text füllen. Rücken Sie die Textfelder an die passenden Stellen. Gruppieren Sie nun Bild und Textfelder. Jetzt kann das beschriftete Bild beliebig im Dokument platziert werden. Dimensionieren Sie *nie* beschriftete Bilder. Die Texte bleiben nicht dort, wo sie vorgesehen waren. Sie sollten auch immer eine Beschriftung zu einem Bild in dem Dokument vornehmen, in welchem Sie es brauchen. Wenn ein beschriftetes Bild in ein anderes Dokument transportiert wird, kann es zu Veränderungen der Schriftart und des Schriftgrads führen.

<b>4.Tipp:</b> Erzeugen Sie regelmäßige Objekte immer in waagrecht oder senkrechter Position, um sie dann durch Drehen in die gewünschte „schiefe“ Lage zu bringen.
<b>5.Tipp:</b> Zoomen kann das Zeichnen erleichtern
<b>6.Tipp:</b> Beschriften Sie ihre Zeichnung erst, wenn Sie mit der Größe der Darstellung zufrieden sind.
<b>7.Tipp:</b> Dimensionieren Sie die Gruppierungen mit Textfeldern. Dimensionieren Sie das Bild allein und rücken Sie dann die Textfelder wieder an die entsprechenden Stellen.
<b>8.Tipp:</b> Exportieren Sie ein beschriftetes Bild in ein anderes Dokument, müssen Sie vielleicht die Beschriftung nach bearbeiten.

### 3. Schaltkreise

Die folgenden Beispiele zeigen einige Schaltkreise, wie sie oftmals in Übungsblättern, Extemporalen oder Schulaufgaben verwendet werden.

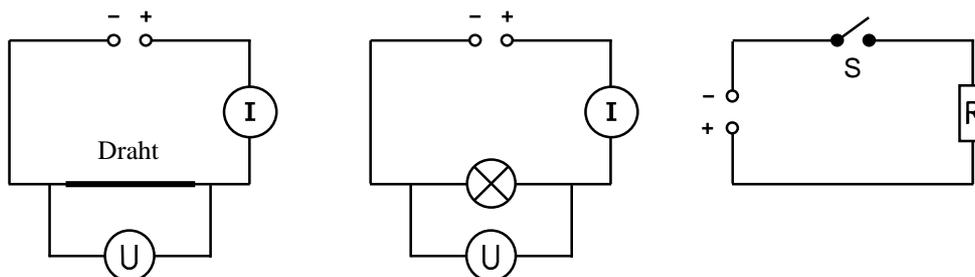
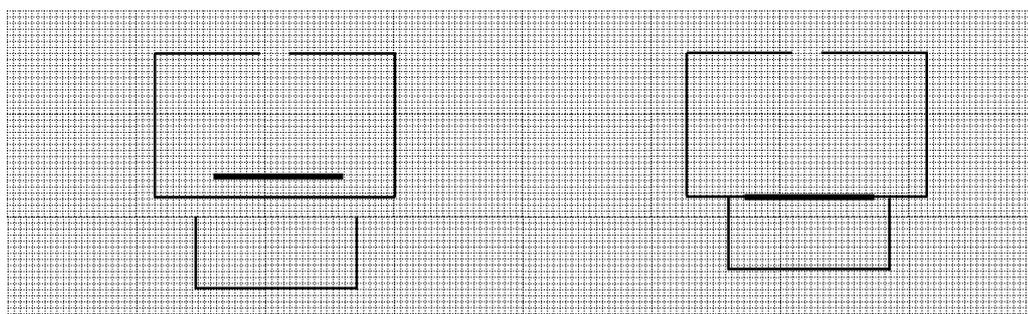


Abbildung 4: Diverse Stromkreise mit Spannungsquellen, Messgeräten und Widerständen

Der linke Stromkreis aus Abbildung 4 besteht aus Linien, Kreisen und Textfeldern, welche zu fünf Zeicheneinheiten gruppiert werden können: Leitungen, Stromquelle, Textfeld, Strom- und Spannungsmessgerät. Zuerst werden die horizontal und vertikal verlaufenden Leitungen gezeichnet. Zum *Ausrichten* und *Dimensionieren* nutzen wir wiederum die Gitternetzfunktionen (im Beispiel 0,25 cm). Die Leitungen bestehen aus drei Einheiten. Eine Einheit bildet das obere Leitungssystem, welches als Freihandfigur von einem Pol der Stromquelle zum anderen Pol verläuft. Die Leitung, welche den Spannungsmesser versorgt, wird ebenfalls durch eine Freihandfigur gebildet. Der Draht wird durch eine dickere Linie geformt. Gruppieren Sie anschließend die Leitungselemente.



*Abbildung 5:* Die Leitungen des Stromkreises werden aus drei Einheiten gebildet (linkes Teilbild). Durch die Nutzung der Gitternetzfunktionen können diese geradlinig und direkt an der richtigen Stelle gezeichnet werden (rechtes Teilbild).

Spannungs- und Stromstärkemessgerät werden jeweils aus einem Kreis (Ellipse) und einem Textfeld gebildet (Gitternetzfunktionen ausschalten). Zeichnen Sie zuerst eine reguläre Ellipse, welche weiß gefüllt und mit schwarzer Linie gezeichnet wird. Erzeugen Sie danach ein Textfeld (keine Füll- und Linienfarbe) und schreiben Sie den entsprechenden Buchstaben U oder I in der gewünschten Formatierung in das Feld. Schieben Sie das Textfeld über den Kreis, so dass der Buchstabe mittig ausgerichtet ist. Gruppieren Sie Kreis und Textfeld. Schieben Sie schließlich das Messgerät an die entsprechende Stelle im Stromkreis. Durch die weiße Füllfarbe des Kreises wird die schwarze Leitungslinie verdeckt. Sollten Sie zuerst die Beschriftung erzeugen und dann den Kreis zeichnen, müssen Sie den Kreis erst hinter das Textfeld bringen (Option Reihenfolge).

Die Spannungsquelle wird durch zwei kleine Kreise mit weißer Füllfarbe und schwarzer Linienfarbe gebildet. Zeichnen Sie erst einen beliebig kleinen Kreis und positionieren Sie ihn passend in der Leitung. Kopieren Sie diesen Kreis, bringen Sie den kopierten Kreis auf dieselbe Höhe und verschieben Sie ihn dann mit den Pfeiltasten nach rechts oder links. Den Abstand zwischen den Kreisen können Sie noch nach Berührung der Leitungsenden um zwei Durchmesser variieren, da die Kreise die Leitungsenden überdecken und somit verkürzen können.

Zum Ausrichten empfiehlt es sich, die Ansicht zu vergrößern. Zuletzt schreiben Sie in ein Textfeld Draht und platzieren es in der Nähe des Drahtes. Gruppieren Sie anschließend den Stromkreis und rücken Sie ihn an die richtige Stelle. Planen Sie das Bild gleich in der gewünschten Größe, da bei einer Dimensionierung nach der abschließenden Gruppierung die Positionen der Buchstaben in den Textfeldern nicht erhalten bleiben. Für diese Zeichnung werden ca. 5-6 min benötigt

Der mittlere Stromkreis in Abbildung 4 wird analog zum ersten Beispiel erzeugt. Hier kommt lediglich eine neue Zeichnungsform hinzu, die *Autoform Flussdiagramm: Zusammenfassung*, welche den Kreis mit dem Kreuz als Symbol für ein Lämpchen bildet.

Im rechten Stromkreis der Abbildung 4 kommt nichts neues mehr hinzu. Der Widerstand wird analog zu den Messgeräten gebildet, lediglich an die Stelle des Kreises tritt ein Rechteck. Die Kontaktpunkte des Schalters können durch die Endlinienpunkte erzeugt werden.

Natürlich kann man z.B. den linken Stromkreis auch anders erzeugen. Abbildung 6 zeigt andere Elemente, welche zu dem selben Ergebnis führen. Man benötigt aber viel mehr Zeit zum Zeichnen, weil mehr Zeichenelemente (19 gegenüber 10) erzeugt, angeordnet und exakt positioniert werden müssen (z.B. die Stromquelle, die aus kleinen Buchstaben besteht, welche durchsichtig sind). Wählen Sie die einfachste Methode. Versuchen Sie vor allem mit so wenig Zeichenelementen wie möglich auszukommen. Textelemente sollen nur zur Beschriftung verwendet werden, weil Sie eine nachträgliche Dimensionierung erschweren oder wenn die gewünschten Formen viel leichter durch Sonderzeichen dargestellt werden können, z.B. die Symbolform der Welle (~) für Wasser.

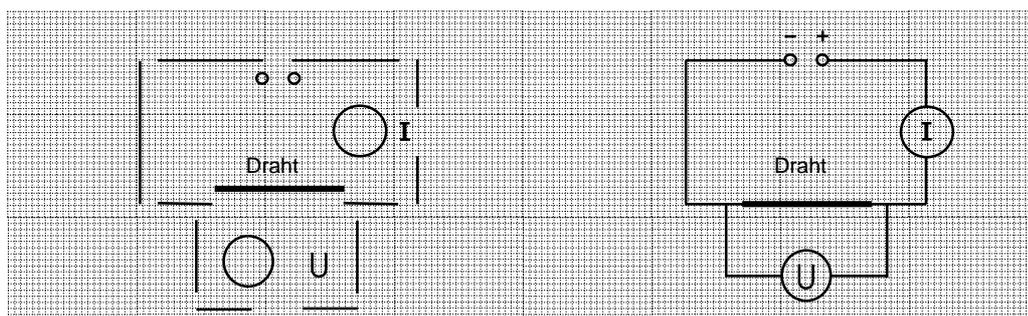


Abbildung 6: Der Stromkreis kann auch aus vielen Einzelementen erzeugt werden (linkes Bild). Die Zusammensetzung erfordert eine genauere Positionierung.

**9.Tipp:** Beachten Sie die Reihenfolge der gezeichneten Objekte. Zuletzt gezeichnete Objekte liegen im Vordergrund, die ersten im Hintergrund. Diese Reihenfolge kann geändert werden.

**10.Tipp:** Oft können bestimmte Formen durch verschiedene Möglichkeiten kreiert werden. Benutzen Sie die einfachste und als letzte Wahl erst Textelemente.

Analog zu obiger Beschreibung können auch komplexere Schaltungen gezeichnet werden.