



Stromhausen –  
Wie der Strom in  
die Steckdose kommt

## Stromhausen - wie der Strom in die Steckdose kommt

Bastelanleitung für ein Modell aus Papier zum Einsatz im Unterricht



### Einleitung

In erster Linie ist das Papiermodell „Stromhausen - wie der Strom in die Steckdose kommt“ für die 3. und 4. Jahrgänge der Grundschule konzipiert. Je nach weiterführender Fragestellung ist aber auch ein Arbeiten mit dem Modell in den 5. und 6. Jahrgängen vorstellbar. Der Bau des Modells kann in Teilen von Einzelnen, in Partner- oder Gruppenarbeit realisiert werden. Es wird der Umgang mit Papier und Schere geübt, die einzelnen Gebäude können farblich individuell gestaltet werden und der Umgang mit Tabellen, Karten und Plänen wird erarbeitet. Das Modell kann beliebig durch Tierfiguren, Modellautos und selbst entworfenen Gebäuden ergänzt werden.

Das Modell eröffnet eine strukturierte Sicht auf einen komplexen, alltäglichen Erfahrungsraum der Schülerinnen und Schüler. Bei der Erarbeitung des Modells wird kognitives Lernen mit gestalterischen Fähigkeiten und sozialen Kompetenzen kombiniert.

Das Verständnis über Erzeugung, Verteilung und Nutzung von Elektrizität gehört zu Grundvoraussetzungen unserer modernen Gesellschaft. Der Sachunterricht kann hier wichtige Zugänge zu gesellschaftlichen Fragestellungen eröffnen, bei denen die Schülerinnen und Schüler in der Zukunft ihre Lebenswirklichkeit mitgestalten können. „Wie kommt der Strom ins Haus?“ setzt hier an und schult das bewusste Beobachten, Dokumentieren und Beschreiben

von Phänomenen. Die Schülerinnen und Schüler werden angeregt, Fragen zu stellen, Probleme zu erkennen und Lösungen zu entwickeln.

Folgende Einzelteile können sie auf [www.energie-macht-schule.de](http://www.energie-macht-schule.de) herunterladen:

- 25 Bodenelemente, die zu einer großen Bodenplatte zusammengesetzt werden können (es empfiehlt sich diese auf 160g-Papier auszudrucken)
- 26 Gebäude mit insgesamt 38 Einzelgebäuden oder Gebäudeteilen (hier eignet sich 120g-Papier am besten)
- Bastelbögen mit Strommasten und Bäumen (160g oder mehr)

Zusätzlich benötigtes Material:

- Scheren
- Lineale
- Klebstoff
- Buntstifte
- 20 Büroklammern
- verschiedenfarbige Garne
- 4 kleine Perlen

Zeitaufwand:

Geplant ist die Erstellung des Modells im Klassenverband in zwei Phasen:

- Ausmalen der Gebäude, ausschneiden und zusammen kleben
- Aufbau des Modells

Für jede Phase wird eine Unterrichtsstunde veranschlagt.

## **Bastelanleitung**

Für die Bodenplatte stehen 25 Module zur Verfügung, die einen schlüssigen Stadtplan ergeben. Sie können selbstverständlich aber auch individuell zusammen gesetzt werden um einen eigenen Plan zu verfolgen. Das Modell hat insgesamt eine Größe von 1m x 1,5m.

Das Papiermodell besteht aus 26 Gebäuden, einem Solarfeld, einem Windpark mit vier Windkraftanlagen, Biomasssesilos, Strommasten und Umspannstationen. Alle Gebäude sind mit Bodenlaschen versehen. So können sie auf den Bodenplatten festgeklebt werden. Die Zuordnung erfolgt über die Bezeichnung an der Bodenlasche. Könnern nehmen die Bodenlaschen zum Ankleben nach innen. Das Ankleben auf der Bodenplatte geht einfacher, wenn man die Laschen nach außen faltet.

Die einzelnen Häuser werden entlang der gestrichelten Linie ausgeschnitten. Entlang der dicken Linien werden die Teile gefaltet. Um besonders gerade Kanten zu bekommen, kann

man ein Lineal zur Hilfe nehmen. Die umgeknickten Kanten sollten einmal zwischen Zeigefinger und Daumen durchgezogen werden (oder auf dem Tisch liegend mit dem Lineal glatt gestrichen werden). Das erhöht die Stabilität und Standfestigkeit der Gebäude.

Einige Gebäude haben Flachdächer, andere Satteldächer. Die aus mehreren Teilen zusammengesetzten Gebäude (Feuerwehr, Kirche, Bahnhof) sollten mit Klebestreifen oder Büroklammern an der Unterseite miteinander verbunden werden, das macht sie stabiler. Für die kleinen Türme der Kirche braucht man einen Bastelexperten. Es empfiehlt sich zuerst das Dach zu kleben und dann die Mauern.

Die Masten müssen besonders sorgfältig ausgeschnitten werden. Dann werden zwei Teile als Vorder- und Rückseite zusammen geklebt. Die Füße müssen gefaltet werden, damit sie ausreichend dick sind und in den dafür vorgesehenen Schlitz gesteckt werden. Sie können mit Klebestreifen auf der Bodenplatte fixiert werden.

Beim Basteln der Windkraftanlagen empfiehlt es sich die schwarzen Punkte auf den Rotorblättern vor dem Ausschneiden zu durchstechen. Wenn alles ausgeschnitten und der Mast zusammen geklebt ist (es empfiehlt sich die Vorlage einmal fest um einen Stift zu wickeln), können die Teile zusammen gesetzt werden. Dazu biegt man das innere Beinchen einer Büroklammer nach außen. Darauf steckt man dann die Rotorblätter. Zuerst fädelt man das mittlere Loch ein und dann nacheinander die Löcher in den Spitzen. Mit einer Perle und etwas Klebstoff fixiert man das Ganze. Mit dem Rest der Büroklammer kann man dann die Rotorblätter auf dem Mast befestigen.

Bei den Bäumen und Büschen bietet es sich an, die Rückseite zu bemalen. Nach dem Ausschneiden müssen sie an den senkrechten Linien von oben oder von unten eingeschnitten werden. Anschließend werden sie in einander gesteckt. Wenn die Kinder ihnen einen Platz zugewiesen haben können sie mit Klebestreifen fixiert werden.

In dem Modell wird zwischen Hochspannungsmasten und Verteilnetzmasten unterschieden. Transportleitungen und Leitungen aus dem Verteilnetz können mit verschiedenfarbigen Garnen dargestellt werden. Sie werden an den dafür vorgesehenen Schlitzten an Masten und Umspannstation befestigt. Im ersten Schritt werden die Fäden vom Kraftwerk über den Hochspannungsmasten bis zur Umspannstation gespannt. Von dort werden über Niederspannungsmasten z.B. die Fabrik oder der Bauernhof mit Strom versorgt. In den Wohnsiedlungen kommt der Strom in Oberleitungen aus dem Verteilnetz bei einem Verteilkasten an, von dem aus die einzelnen Häuser unterirdisch versorgt werden. Der Windpark und das Solarfeld speisen ihren Strom über eine Umspannstation ins Verteilnetz ein.

Die Schüler sollen erkennen, dass es unterschiedliche Erzeugungsarten gibt, dass der Strom transportiert werden muss und dass er zwischen „Stromautobahn“ und „Stromlandstraße“ heruntertransformiert werden muss.

### Schwierigkeitsgrad:

Die einzelnen Bastelbögen sind unterschiedlich komplex. Sie werden nach drei Schwierigkeitsgraden klassifiziert.

Modellbezeichnung	Teile	Schwierigkeit
Energieversorgung		
Kraftwerk	2	2
Kühlturm	2	2
Masten	4	2
Umspannstation groß	3	2
Umspannstation klein	5	2
Windpark	4	3
Solarfeld	10	1
Biogasanlage	3	1
Tankstelle	1	2
Energieberatung	1	2
Infrastruktur und Gewerbe		
Feuerwehr	2	3

Bahnhof	2	2
Schule	3	2
Kirche	4	3
Bäckerei	1	2
Fabrik	3	3
Friseur	1	2
Bauernhof	3	3
Wohnhäuser		
Einfamilienhaus	7	2
Zweifamilienhaus	5	2
Mehrfamilienhaus	3	2
Bäume/Büsche	8	1

### Unterrichtseinstieg

Auf die Gefahr durch Strom wird im Modell mit dem Gefahrenschild „Vorsicht Hochspannung“ hingewiesen. Auf dem Kraftwerk, den Umspannstationen befinden sich diese Warnschilder. Zum Einstieg könnte in diesem Zusammenhang eine separate Unterrichtseinheit zu Verbots- und Gefahrenschilder (rot), Hinweis- und Gebotsschilder (blau) sowie Warnschilder (gelb) durchgeführt werden.

Die Schülerinnen und Schüler können mit der Frage, welche Schilder sie kennen in das Thema eingeführt werden. Die verschiedenen Schilder können dann nach Farben, Formen oder Lebensbereichen klassifiziert und in eine Tabelle übertragen werden.

Die Kinder können eigene Schilder zum Thema „Vorsicht Hochspannung“ entwerfen und im Anschluss mit dem offiziell verbindlichen vergleichen. Die Bilder können im Klassenraum ausgestellt werden.

Die besprochenen Schilder können in das Modell integriert werden.

Im Zusammenhang mit der Auseinandersetzung mit dem Warnschild sollten die Schülerinnen und Schüler auch tatsächlich auf die Gefahren des elektrischen Stroms hingewiesen werden:

- Nicht in die Nähe von elektrischen Übertragungsleitungen kommen. Dies gilt auch für die Oberleitungen von Eisen- und Straßenbahnen
- Nicht auf Strommasten klettern und keine Stromleitungen berühren, denn schon vor Berührung springt ein Lichtbogen über, der tödlich sein kann.
- Keine Drachen in der Nähe von Hochspannungsleitungen steigen lassen.

## Hintergrundwissen für den Unterricht

### 1. Was ist Elektrizität?

Als Strom bezeichnet man das „Wandern“ von Elektronen, d.h. der gerichteten Bewegung von Ladungsträgern. Die sich bewegenden Ladungsträger sind häufig die negativ geladenen Elektronen in einem Metall. Die in einem Atom gebundenen Elektronen bilden dessen Elektronenhülle. In Metallen ist ein Teil der Elektronen frei beweglich und bewirkt die hohe elektrische Leitfähigkeit metallischer Leiter.

Damit Elektronen „wandern“, das heißt Strom fließt, gilt es folgendes zu beachten:

- Strom fließt nur in elektrischen Leitern. Das sind zum Beispiel Metalle, wie Kupfer und Aluminium und Wasser.
- Strom fließt nur in einem geschlossenen Kreislauf. Man spricht dann auch vom elektrischen Stromkreis.

Die elektrische Spannung ist eine physikalische Größe, die angibt, wie viel Energie nötig ist, um eine elektrische Ladung innerhalb eines elektrischen Feldes zu bewegen. Spannung ist also das spezifische Arbeitsvermögen des Feldes an einer Ladung.

Die Stromstärke gibt an, wie viel elektrische Ladung einen definierten Querschnitt passiert, bezogen auf die dazu benötigte Zeitspanne.

Spannung und Stromstärke vollbringen zusammen eine Leistung. Diese Leistung benötigen wir, um zum Beispiel elektrische Geräte in Betrieb zu nehmen: Fernseher, Computer, Kühlschrank, Wasserkocher. Die Leistung gibt an, wie viel Energie ein Gerät pro Zeiteinheit bezieht. Die Maßeinheit für die elektrische Leistung ist Watt (W) beziehungsweise Kilowatt (kW)

Um zu wissen, wie viel elektrische Arbeit geleistet wurde, müssen wir den Verbrauch messen. Der Verbrauch gibt an, wie lange eine Leistung bezogen wurde. Die Maßeinheit ist die Kilowattstunde (kWh).

Eine Kilowattstunde reicht um:

- 15 Hemden zu bügeln
- 70 Tassen Kaffee zu kochen
- 7 Stunden fernzusehen
- 2 Tage eine 300 Liter Kühlschrank zu nutzen
- ein Mittagessen für 4 Personen zu kochen
- eine Maschine Wäsche zu waschen
- 90 Stunden Licht einer Stromsparlampe mit 11 Watt
- 17 Stunden Licht einer Glühlampe mit 60 Watt
- 40 Stunden mit einem CD-Player Musik zu hören

## 2. Stromerzeugung

Die Stromerzeugung in Deutschland ist durch eine besonders große Vielfalt gekennzeichnet. Zum einen spricht man von der konventionellen Erzeugung durch Wärmekraftwerke, die mit Kohle, Gas oder Uran betrieben werden und von der Erzeugung mit Erneuerbare Energien. Dabei handelt es sich um Erzeugungsanlagen die mit Sonne, Wind oder Biomasse in Strom umwandeln.

Elektrische Energie lässt sich nach wie vor für den Bedarf der öffentlichen Stromversorgung nur bedingt speichern. Sie muss in der Regel in dem Moment erzeugt werden, in dem sie benötigt wird. Das Gleichgewicht zwischen aktuellem Verbrauch und aktueller Erzeugung wird deshalb rund um die Uhr gesteuert.

Bei jedem Umwandlungsprozess gibt es Verluste:

- Bei der Erzeugung, wenn die Primärenergie (Kohle, Gas, Sonne, Wind) in Sekundärenergie umgewandelt wird
- Beim Transport über die Leitungen
- Im Verbraucherbereich

Eine Reduzierung der Verluste beim Verbrauch, zum Beispiel bei der Raumheizung und Warmwasserbereitung, ist eines der zentralen Ziele von Energieeffizienzmaßnahmen in jedem Haushalt und auch in der Schule. Die Energieversorger selbst arbeiten an technischen Verbesserungen in den Erzeugungsanlagen und beim Transport des Stroms. Man spricht hier vom Wirkungsgrad.

Strom wird also in den unterschiedlichen Anlagen erzeugt:

- Wärmekraftwerke
- Wasserkraftwerke
- Windkraftanlagen
- Solaranlagen

Den größten Anteil haben im Moment noch die Wärmekraftwerke. In ihnen werden mit heißem Dampf Turbinen in Gang gesetzt. Daran angeschlossene Generatoren produzieren dann den Strom. Wärmekraftwerke unterscheiden sich im Großen und Ganzen durch den Einsatz des jeweiligen Rohstoffs: Kohle, Erdgas, Methan aus Biomasse, Uran oder andere Brennstoffe.

Bei der physikalisch-chemischen Umwandlung eines Brennstoffes und bei der Kernspaltung entsteht Wärme. Dadurch wird das Wasser im Kessel des Kraftwerkes verdampft. Der Dampf wird mit sehr hoher Temperatur und unter sehr hohem Druck in die Turbine geleitet. Dadurch werden die Schaufelräder der Turbine in Drehung versetzt. Mit der Turbine ist ein Generator fest verbunden. Der Generator besteht aus einem Magneten, der von elektrisch leitenden Metallspulen umgeben ist. Beginnt sich nun der Magnet, der fest mit der Turbinenwelle verbunden ist zu drehen, entsteht in der Spule eine elektrische Spannung. Das Prinzip ist vergleichbar mit einem Fahrrad-Dynamo.

In Wasserkraftwerken strömt das Wasser durch die Turbinen, deren Drehbewegung dann wiederum den Generator antreibt. In Windkraftanlagen treibt der Wind die Rotoren, d.h. die Kraft des Windes wird in eine Drehbewegung umgewandelt, die einen Generator in der Gondel der Windkraftanlage antreibt.

Solaranlagen arbeiten nach einem anderen Prinzip. In ihnen wird Sonnenlicht direkt in Strom umgewandelt. Eine Solarzelle besteht in der Regel aus Silizium. In zwei übereinander gelagerten Siliziumschichten (eine z.B. mit Phosphor versetzte negativ-leitende und eine mit Bor versetzte positiv-leitende Schicht) entstehen unter dem Einfluss von Licht freie positive und negative Ladungen, die durch ein elektrisches Feld getrennt und über einen elektrischen Leiter abfließen können. Es entsteht Gleichstrom der entweder über einen Wechselrichter ins Stromnetz eingespeist oder in Batterien gespeichert werden kann.

### **3. Stromverteilung**

Der Strom kommt also aus den verschiedenen Erzeugungsanlagen und wird dann über Leitungen im ganzen Land verteilt. Alle Freileitungen und alle unterirdischen Kabel gehören zum elektrischen Netz. Man spricht vom Übertragungsnetz und den Verteilnetzen. Im übertragenen Sinn kann man sagen, dass das elektrische Netz aus unterschiedlichen Leitungen besteht, durch die der Strom mit immer weniger „Druck“ vom Kraftwerk in unsere Steckdosen transportiert wird. Diesen „Druck“ nennt man Spannung. Die elektrische Spannung wird in Volt (V) gemessen.

Man unterscheidet das Netz nach den unterschiedlichen Spannungsebenen:

- Höchstspannungsnetz
- Hochspannungsnetz
- Mittelspannungsnetz
- Niederspannungsnetz

Das Höchstspannungsnetz (35 000 Kilometer)

Die Spannung von 380 000 Volt (380 kV) oder 220 000 (220kV) ermöglicht die Übertragung großer Leistungen über weite Strecken bei relativ geringen Leistungsverlusten. Das Höchstspannungsnetz verteilt den in Großkraftwerken (Wärme- oder Wasserkraftwerke oder große Windparks) erzeugten Strom landesweit und über die Landesgrenzen hinaus. Aus ihm werden sehr große Industriebetriebe und die Hochspannungsnetze versorgt. In Umspannanlagen wird der Strom dazu auf eine niedrigere Spannungsebene transformiert.

Das Hochspannungsnetz (77 000 Kilometer)

Es dient mit seiner Spannung von 110 000 Volt (110 kV) der Versorgung größerer Gebiete und Ballungszentren.

Das Mittelspannungsnetz (479 000 Kilometer)

Die Einspeisung erfolgt aus den Hochspannungsnetzen über Umspannanlagen. Mit Mittelspannung, die zwischen 1kV und 35 kV liegen, werden zum Beispiel Gewerbebetriebe, kleine und mittlere Industriebetriebe sowie öffentliche Einrichtungen direkt versorgt.

Das Niederspannungsnetz (1 123 000 Kilometer)

Es wird über Ortsnetztransformatoren aus dem Mittelspannungsnetz gespeist. Es versorgt die Endverbraucher mit der Spannung 230 und 400 Volt. Damit können handelsübliche elektrische Geräte direkt betrieben werden. Die Niederspannungsleitungen werden in der Regel bis zum Hausanschlusskasten geführt. Dieser markiert den Übergang vom öffentlichen Stromnetz zur hauseigenen Installation.



## Umspannanlagen und Transformatorenstationen

Umspannanlagen sind die Knotenpunkte zwischen den verschiedenen Netzen in der Energieverteilung. In ihnen wird die elektrische Spannung mit Transformatoren von einer höheren auf eine niedrigere Spannung umgespannt. Von ihnen aus erfolgt die Verteilung auf die weiteren Strecken- beziehungsweise Netzabschnitte. Sie werden dazu in ländlichen Gebieten als Freiluftschaltanlagen, in Ballungsräumen als Innenraumschaltanlagen gebaut.

Transformatorenstation (kurz Trafostationen), auch Ortsnetzstationen, sind häufig im Straßenraum (wie in unserem Modell) zu finden. Es gibt sie aber auch als Garagen-, Kompakt- oder Turmstationen und Gitter- oder Holzmaststationen. Sie sind in die Kabel- oder Freileitungsnetze integriert. Manche Trafostationen sind auf den ersten Blick nicht zu erkennen, da sie im Inneren eines Gebäudes untergebracht sind. In unserem Modell haben wir sie bewusst sichtbar gemacht, damit ihre Funktion sinnvoll thematisiert werden kann.