



UNTERRICHTSMODUL ENERGIETECHNIK

# DAS DEUTSCHE STROMNETZ

ARBEITSBLATT UND LEHRERINFORMATION

---

**Fachinhalte:** Aufbau und Funktion energietechnischer Systeme am Beispiel des deutschen Verbundnetzes

## DAS DEUTSCHE STROMNETZ

### VORAUSSETZUNGEN

Die Schülerinnen und Schüler sind vertraut mit den Grundlagen der Physik des Wechsel- und Gleichstroms und haben ein Grundverständnis von Transformatoren. Weiterhin sind die Schülerinnen und Schüler in der Durchführung einer Internet-Recherche geübt. Für Lehrerinnen und Lehrer bietet es sich an, sich mit den verschiedenen Verbundnetzen und deren Ausbau in Deutschland und Europa und der Thematik der Netzfrequenz auseinander gesetzt zu haben. Weiterführende Informationen bieten zum Beispiel folgende Webseiten: [www.netzausbau.de/home/de.html](http://www.netzausbau.de/home/de.html) und [www.dena.de/startseite](http://www.dena.de/startseite).

### HINWEISE ZUM STUNDENABLAUF

**GESAMTZEIT: 90 MINUTEN**

PHASE	INHALT	ZEIT
1. Motivation	Verteilen Sie in der Klasse gesockelte Glühlampen, sowie ausreichend Kabel und einen Stromgenerator. Stellen Sie den Schülerinnen und Schülern die Aufgabe, sämtliche gesockelte Glühlampen mit nur einer Stromquelle zum Leuchten zu bringen. Ziel ist, ein sinnvolles Stromnetz in der Klasse aufzubauen.	20 Min.
2. Aufgabenstellung und Diskussionsphase 1	Nach Abschluss der Motivationsphase notieren die Schülerinnen und Schüler gemeinsam, welche Probleme bei der Umsetzung des Klassenverbundnetzes aufgetreten sind. Teilen Sie nun die Aufgabenblätter an die Schülerinnen und Schüler aus und lassen Sie Aufgabe 1 in Kleingruppen bearbeiten. 10 Minuten vor Ende dieser Phase regen Sie eine Diskussion an, ob ein Hochspannungs-Gleichstrom-Netz in Deutschland unter Berücksichtigung der Endgeräte sinnvoll und umsetzbar ist.	30 Min.
3. Aufgabenstellung und Diskussionsphase 2	Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten nun die Aufgaben 2 und 3. Bei Aufgabe 2 soll ein Taschenrechner verwendet werden. Dieser muss von DEG auf RAD umgestellt werden um korrekte Werte zu erhalten.	30 Min.
4. Hausaufgabe	Nach Beendigung der Aufgaben stellen Sie der Klasse die Hausaufgabe vor. Diese soll unter Berücksichtigung der Ergebnisse aus den Aufgaben bearbeitet werden.	10 Min.

#### HAUSAUFGABE:

- ▶ Der Ausbau von Höchst- und Hochspannungsnetzen ist neben den technischen Fragen oft auch eine Herausforderung für die Bundes- und Landespolitik. Die Industrie benötigt die Energie, die Bürger stören sich an Überlandleitungen. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler besteht darin, Problematik und Lösungsansätze im politischen Diskurs zu untersuchen, um dann im Klassenverbund die Diskussion zu führen. Ein mögliches Szenario wäre eine Pro/Contra-Diskussion zwischen Erdkabel-Netzen und Überland-Netzen.

#### BINNENDIFFERENZIERUNG

- ▶ Die Basisaufgabe ist von allen Schülerinnen und Schülern zu lösen.
- ▶ Die Bonusaufgabe ist optional, sie dient als Reserve oder Ergänzung für leistungsstärkere Lernende.

# DAS DEUTSCHE STROMNETZ

Wesentlicher Bestandteil der heutigen Energietechnik ist ein solides und modernes Stromverteilungsnetz. Dabei kommt es darauf an, zentralisierte Energieversorger mit dezentralen Energiequellen intelligent zu vernetzen. Die folgenden Aufgaben geben einen Einblick in den Aufbau des Deutschen Verbundnetzes und bieten einen Ausblick auf die Zukunft des Stromverteilungsnetzes in Deutschland.

## AUFGABEN

▶ Basisaufgabe

▶▶ Bonusaufgabe

### 1. KENNE DEINEN ELEKTRISCHEN STROM

- ▶ Im Alltag verwenden wir zwei unterschiedliche elektrische Stromarten, Wechselstrom und Gleichstrom. Liste auf, wann du im Alltag Wechselstrom oder Gleichstrom verwendest und notiere die jeweiligen Geräte in der Tabelle. Vergleiche deine Ergebnisse in deiner Gruppe. Erarbeite die Unterschiede zwischen den Wechselstrom- und Gleichstromverwendungen.
- ▶ Hochspannungsleitungen in Deutschland verwenden Wechselspannung. Jedoch soll in Zukunft eine Hochspannungs-Gleichstromleitung von Nord- nach Süddeutschland gebaut werden. Informiere dich online oder mit Hilfe deines Physikbuches, welche Vorteile Wechsel- und Gleichstrom-Netze heute haben.
- ▶ Diskutiert in der Klasse, ob ein Hochspannungs-Gleichstrom-Netz in Deutschland sinnvoll ist.

### 2. DEUTSCHLAND ALS TEIL DES EUROPÄISCHEN VERBUNDNETZES

Das Stromnetz in Deutschland ist mit anderen europäischen Ländern in einem Verbundnetz zusammengeschlossen. Die Wechselstromfrequenz in diesem Stromnetz sollte bei 50Hz liegen. Sind zu viele Energielieferanten ans Netz angeschlossen, steigt die Frequenz, sind es zu wenige, sinkt sie.

#### MATERIAL

WECHSELSTROM-ENDGERÄT IM ALLTAG	GLEICHSTROM-ENDGERÄT IM ALLTAG

VORTEILE WECHSELSTROM-NETZE	VORTEILE GLEICHSTROM-NETZE

- ▶ Berechne mit dieser Formel

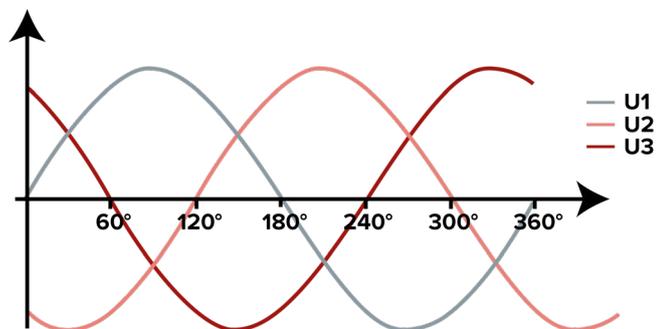
$$U = 230 \text{ V} \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot t)$$

die jeweilige Spannung zu den Zeitpunkten t. Verwende dazu einen Taschenrechner und stelle ihn von DEG auf RAD um. Was fällt dir bei den Spannungswerten auf?

- ▶ In unserem Verbundnetz werden drei gleichmäßig versetzte Wechselstromphasen eingespeist (s. Grafik). Ändert sich die Frequenz des Netzes, rücken die Sinuswellen der Phasen enger zusammen, oder weiter auseinander. Was bedeutet eine extreme Frequenzänderung für die Spannung im Netz? Verwende dazu dein Wissen aus Aufgabe 2.1.

MATERIAL	
ZEITPUNKT t	MOMENTANSPANNUNG U
0,001 s	
0,005 s	
0,01 s	

MATERIAL BONUSAUFGABE

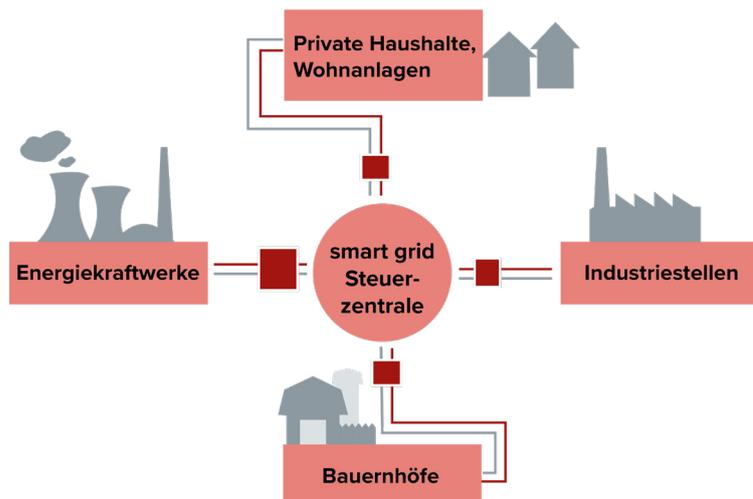


3. SMART GRID – DAS INTELLIGENTE STROMNETZ

Ein smart grid ist ein intelligent gesteuertes Stromnetz. Es kann selbstständig erkennen, wo gerade Strom benötigt wird und wo er produziert wird.

- ▶ Erstelle eine Liste, welche kleinen und großen Stromquellen deiner Stadt zur Verfügung stehen. Notiere ebenfalls, unter welchen Bedingungen der produzierte Strom zur Verfügung steht.
- ▶ Analysiere deinen alltäglichen Stromverbrauch und notiere, zu welchen Tageszeiten du mit welchem Gerät Strom verbrauchst.
- ▶ Untersuche mit einem Partner, wie der Stromverbrauch in einer Stadt allgemein aussieht. Zu welchen Tages- und Nachtzeiten wird viel bzw. wenig Strom benötigt? Wer sind jeweils die Verbraucher? Welche Regeln für lassen sich daraus für das smart grid ableiten?

MATERIAL SMART-GRID MODELL



**HINWEISE UND LÖSUNGEN ZU DEN AUFGABEN**

**1. KENNE DEINEN ELEKTRISCHEN STROM**

**Beispiele für Endgeräte mit Wechselstrom:**

- Waschmaschinen
- Heißluftgebläse
- Computernetzteile

**Zu den Endgeräten mit Gleichstrombedarf gehören**

- Smartphones
- Tablets
- LED-Leuchten

**Vorteile Wechselstrom:**

- Geringe Verluste über große Entfernung
- Konventionelle Kraftwerke erzeugen Wechselstrom

**Vorteile Gleichstrom:**

- Keine Verluste durch Umspannung bei neuen Kraftwerken, wie Photovoltaik-Anlagen
- Moderne Techniken erlauben geringe Verluste über große Entfernungen

**Diskussion:**

- Teilen Sie die Schülerinnen und Schüler in Gruppen auf, die nicht nur technische Vor- und Nachteile vertreten, sondern auch auf die Thematik von Neu- und Umbaumaßnahmen eingehen.

**2. RECHNUNG LÖSUNG**

ZEITPUNKT t	MOMENTANSPANNUNG U
0,001 s	71 V
0,005 s	230 V
0,01 s	0 V

- ▶ Bei einer Frequenzänderung bricht die Spannung ein; das hat ein netzweites „black out“ zur Folge.

**3. DIE SCHÜLERINNEN UND SCHÜLER KÖNNEN BEISPIELSGEWEISE FOLGENDE LISTE ERSTELLEN:**

- Kohlekraftwerk vor der Stadt, große Strommenge, kann immer liefern
- Wasserkraftwerk am Stausee, große Strommenge, kann immer liefern
- Photovoltaik auf dem Schuldach, mittlere Strommenge, kann nur am Tag Strom liefern
- Photovoltaik auf dem Elternhaus, kleine Strommenge, kann nur am Tag Strom liefern
- Windkraftäder am Stadtrand, mittlere Strommenge, kann nur bei Wind Strom liefern
- Blockkraftwerk in der Nachbarschaft, mittlere Strommenge, kann immer liefern

▶▶ **Möglicher Zeitplan**

- 18:00 – 08:00 Strom wird in Haushalten und Schichtbetrieben der Industrie benötigt.
- 08:00 – 16:00 Strom wird in den Bürogebäuden, Geschäften und der Industrie benötigt.
- 16:00 – 18:00 Strom wird in Geschäften und in der Industrie benötigt.

**Mögliche Regeln für smart-grid:**

- Krankenhäuser werden immer mit Strom versorgt.
- Bürogebäude werden nur am Tag mit Strom versorgt.
- Das Wasserkraftwerk wird nur dann eingeschaltet, wenn viel Strom benötigt wird.
- Das Kohlekraft wird nur zugeschaltet, wenn der Strombedarf nicht durch Wasserkraft, Photovoltaik und Windkraft gedeckt werden kann.

**HAUSAUFGABE**

- ▶ Teilen Sie die Klasse ggf. in Pro- und Contra-Gruppen ein und erklären Sie im Vorfeld die Spielregeln einer solchen, oft hitzig diskutierten, Debatte.