



Kofinanziert durch das  
Programm Erasmus+  
der Europäischen Union

## **SMART GRID**

Intelligente Stromnetze 4.0

Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

# **SMART GRID - PLATTFORM**

OneNote - Unterlagensammlung

## **Eine Gemeinschaftsarbeit der Projektpartner**

**Heinrich-Emanuel-Merck-Schule Darmstadt**

**Landesberufsschule für Handwerk und Industrie Bozen**

**Landesberufsschule Bregenz 2**

**Střední škola elektrotechnická a energetická Sokolnice**

**Berufsschule für Elektrotechnik und Mechatronik Wien**

Erasmus+ Projekt:  
smart grid - intelligente Stromnetze 4.0  
2018-1-DE02-KA202-005075



Kofinanziert durch das  
Programm Erasmus+  
der Europäischen Union

Bozen/IT, Bregenz/AT, Darmstadt/DE, Sokolnice/CZ, Wien/AT

2021

Projektgruppe „smart grid“

<https://ec.europa.eu/programmes/erasmus-plus/projects/eplu-project-details/#project/2018-1-DE02-KA202-005075>

[www.erasmusplus-project.eu](http://www.erasmusplus-project.eu)

Kontakt: [smartgrid@hems.de](mailto:smartgrid@hems.de)

Redaktion/Layout: Projektgruppe und DKBB Darmstadt

Photos: Projektgruppe, stock photo platform [www.pexels.com](http://www.pexels.com)

#### **Disclaimer**

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

#### **copyright**

The results of these EU projects are available under the following license:



Further information on licensing is available at: <https://creativecommons.org/licenses/?lang=de>

## INHALTSVERZEICHNIS

*Unterlagen (Grundlagen und Demosoftware)*

Landesberufsschule Bregenz 2

*Unterlagen (Smartmeter und Mikrocontrolling)*

Landesberufsschule für Handwerk und Industrie Bozen

*Unterlagen (Grundlagen und Demosoftware)*

Heinrich-Emanuel-Merck-Schule Darmstadt  
mit Partnerfirmen GSI und TUD

*Unterlagen (Smartmeter und Mikrocontrolling)*

Střední škola elektrotechnická a energetická Sokolnice

*Unterlagen (SmartGrid Modell)*

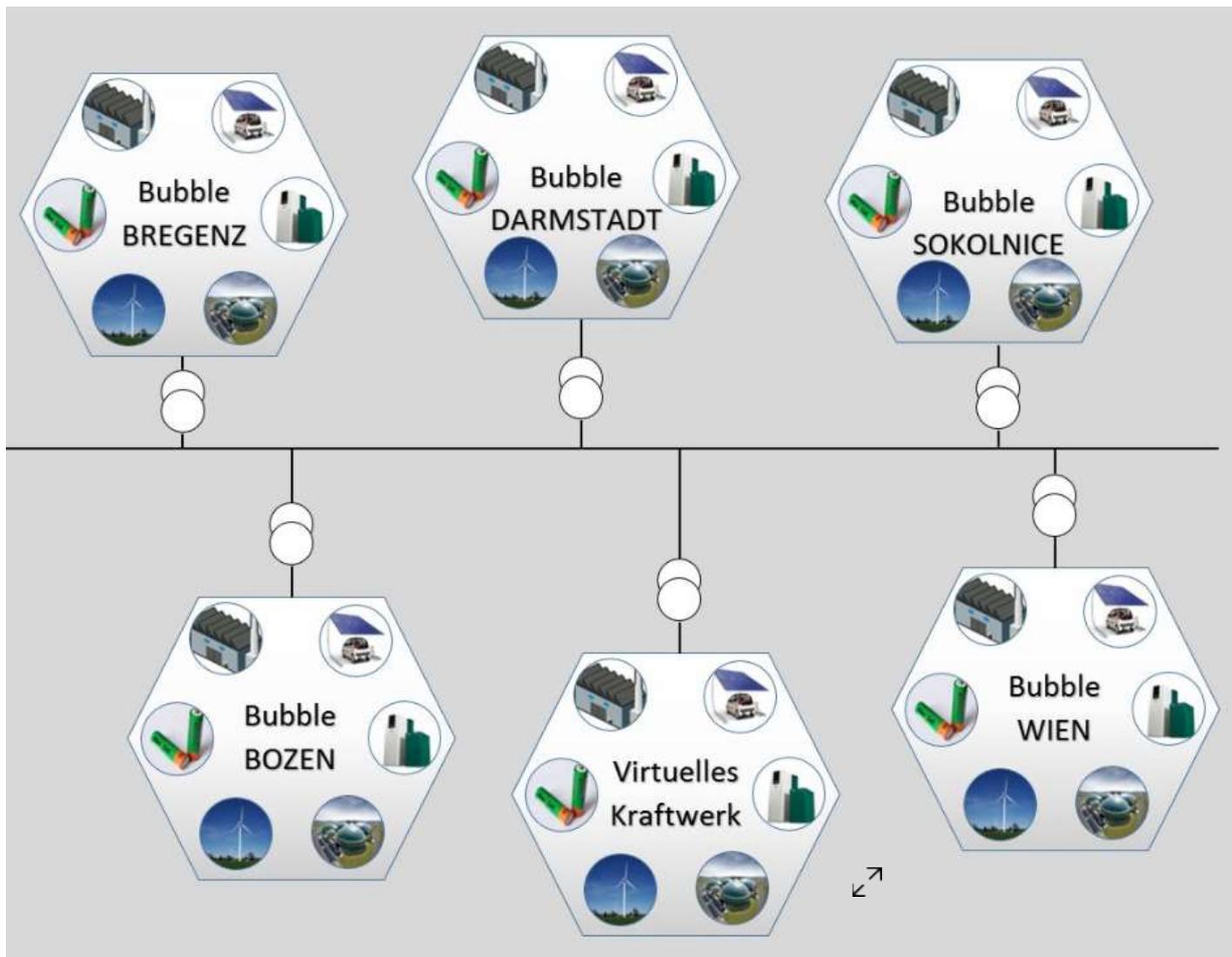
Berufsschule für Elektrotechnik und Mechatronik Wien

## ***Unterlagen (Grundlagen und Demosoftware)***

Landesberufsschule Bregenz 2

# Willkommen bei Smart Grid

Diese Lernunterlagen sind aus dem EU-Projekt Smart Grid 2019/20 entstanden und dienen der Einarbeitung in das Thema. Es soll ein erstes Kennenlernen von Smart Grid ermöglichen und ein Verständnis über intelligente Stromnetze entwickeln. Die Unterlagen sind eine Gemeinschaftsproduktion der Berufsschulen HEMS-Darmstadt (D), Bregenz (A), Sokolnice (CZ), Bozen (I), Wien (I).



# Häufig gestellte Fragen (FAQ): SMART GRID

## Was heißt Smart Grid?

Smart Grids sind Stromnetze, welche durch ein abgestimmtes Management mittels zeitnaher und bidirektionaler Kommunikation zwischen

- Netzkomponenten
- Erzeugern
- Speichern
- Verbrauchern

einen energie- und kosteneffizienten Systembetrieb für zukünftige Anforderungen unterstützen.

# Definitionen

Mittwoch, 22. Mai 2019 13:40

Wikipedialink:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes\\_Stromnetz](https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Stromnetz)

## Definition

Unterschiedliche internationale und nationale Organisationen haben bislang versucht die Anforderungen an zukünftige Netze in Form von Definitionen zu formulieren. Die weitgehend anerkannte und oft verwendete Definition der europäischen Technologieplattform „Smart Grids“ beschreibt die Integration und das intelligente Zusammenspiel der Netzbenutzer mit dem Ziel, Netze ökonomisch, ökologisch, sicher und nachhaltig zu entwickeln:

“A SmartGrid is an electricity network that can intelligently integrate the actions of all users connected to it - generators, consumers and those that do both – in order to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies.”

Eine Abwandlung dieser Definition beschreibt auch die nationale Technologieplattform Smart Grids

„Stromnetze, welche durch ein abgestimmtes Management mittels zeitnaher und bidirektionaler Kommunikation zwischen Netzkomponenten, Erzeugern, Speichern und Verbrauchern einen energie- und kosteneffizienten Systembetrieb für zukünftige Anforderungen unterstützen“.

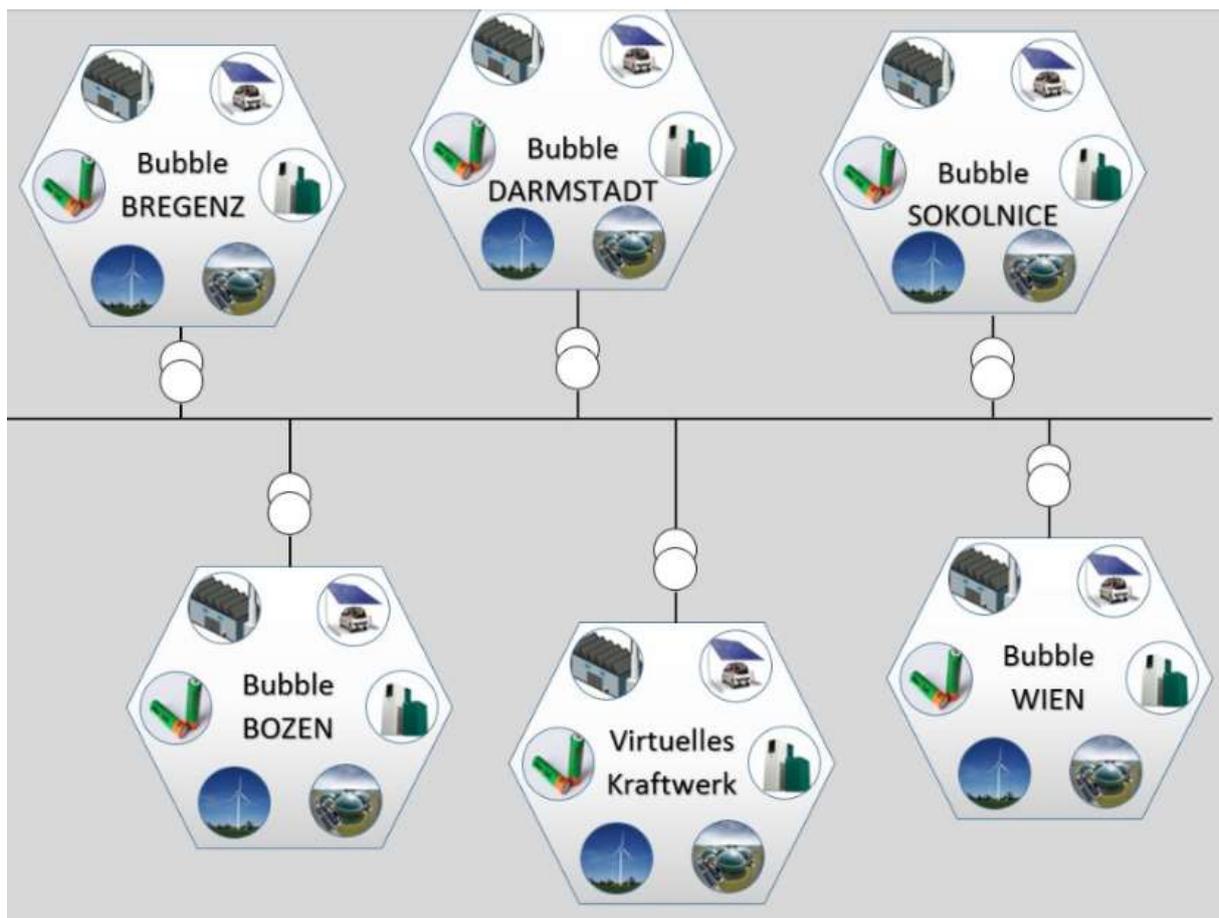
QUELLE:



## BASISINFORMATIONEN

---

Diese Lernunterlagen sind aus dem EU-Projekt Smart Grid 2019/20 entstanden und dienen der Einarbeitung in das Thema "intelligente Stromnetze". Es soll ein erstes Kennenlernen von Smart Grid ermöglichen und ein Verständnis über intelligente Stromnetze entwickeln. Die Unterlagen sind eine Gemeinschaftsproduktion der Berufsschulen HEMS-Darmstadt (D), Bregenz (A), Sokolnice (CZ), Bozen (I), Wien (I).



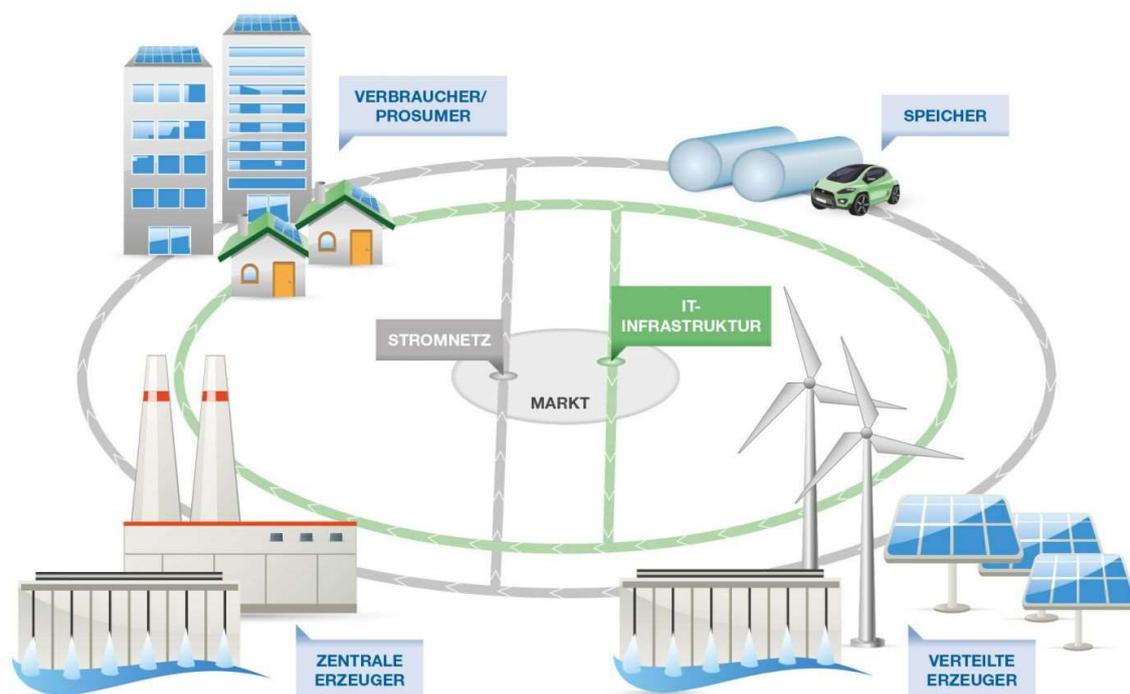
## Was sind Smart Grids?

Definition der Technologieplattform Smart Grids Austria:

Smart Grids sind Stromnetze, welche durch ein abgestimmtes Management mittels zeitnaher und bidirektionaler Kommunikation zwischen

- Netzkomponenten
- Erzeugern
- Speichern
- Verbrauchern

einen energie- und kosteneffizienten Systembetrieb für zukünftige Anforderungen unterstützen.



**Smart Grids sind intelligente Energienetze, in denen alle Akteure des Energiesystems über ein Kommunikationsnetzwerk miteinander verbunden interagieren.**

Sie ermöglichen es, auf Basis der Kommunikationstechnologien, ein energie- und kosteneffizientes Gleichgewicht zwischen einer Vielzahl von Stromverbrauchern,

Stromerzeugern und Stromspeichern, herzustellen. Eine durchgängige Kommunikationsfähigkeit von Erzeugern bis hin zu Verbrauchern ist notwendig, um eine nachhaltige, wirtschaftliche und sichere Elektrizitätsversorgung bei zunehmend volatiler Erzeugung zu gewährleisten.

Die entwickelten Smart Grids Lösungen haben folgende Zielsetzungen:

- Bestmögliche Integration erneuerbarer Energieträger und dezentraler Erzeugung
- Steigerung der Effizienz im Energiesystem und Optimierung der Infrastruktur
- Flexibilisierung der Nachfrage
- Integration neuer Technologien – PV, Speicher, Elektromobilität, Wärmepumpen

**Neue Konzepte für das Stromverteilernetz:** Kommunikative Anbindungen existieren bereits beim Management von Stromübertragungsnetzen und bei der ferngelenkten Steuerung von großen Kraftwerken. Es gilt nun, diese Konzepte ins Stromverteilernetz einzubringen, um neue Elemente zu ergänzen und diese systematisch zu kombinieren. Zusätzlich ist auch der Einsatz von intelligenten, dezentrale Lösungen, die ohne zentrale Kommunikationsanbindung autonom flexibel reagieren können notwendig. Dabei existieren große technische, organisatorische, wirtschaftliche und nicht zuletzt rechtliche Herausforderungen.

Durch den Wandel der Energienetze und der-erzeugung gilt es auch die Rollen bereits existierender und neu hinzukommender Marktteilnehmer teilweise neu zu definieren.

### **Vorteile von Smart Grids**

**Integration erneuerbarer Energien:** Smart Grids ermöglichen es, den in Zukunft massiv steigenden Anteil an dezentraler Stromerzeugung in den aktuellen Verteilernetzbetrieb optimal zu integrieren, umso mehr nachhaltige elektrische Energie zur Deckung des Verbrauchs bereitzustellen.

**Dynamische Steuerung:** Smart Grids ermöglichen eine bessere Abstimmung zwischen volatiler Erzeugung und flexiblem Verbrauch. Zur Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen liefern sie damit einen Beitrag zur effizienten Nutzung der Infrastruktur, der Netzstabilität und der Versorgungssicherheit.

**Netzoptimierung:** Smart Grids helfen die Optimierung des Gesamtsystems zu schaffen, - z. B. flexible Tarifmodelle, Virtuelle Kraftwerke, besseres Ausnützen bestehender oder zukünftig notwendiger Strominfrastruktur, Optimierung von Investitionen.

**Kostenoptimierung:** Auf lange Sicht ermöglichen Smart Grids die Mehrkosten für den Umbau des Energiesystems zu minimieren. Dies gelingt durch Netzautomatisierung und durch die Integration erneuerbarer Energien. So werden Kosten für Energieträger und CO<sub>2</sub> Emissionen reduziert und die Energieeffizienz verbessert.

## **Was ist also notwendig am Weg zum intelligenten Netz – Smart Grid?**

Der Smart-Grid-Ansatz zielt auf einen zunehmend dezentralen, regionalen Lastausgleich ab. Dies erfolgt mittels kommunikativer Vernetzung einzelner Komponenten, wie dezentraler Erzeugungsanlagen, dezentraler Speicher, flexibler Verbraucher und intelligenter Gebäude. Die Herausforderungen liegen einerseits im technischen Bereich, in der Entwicklung neuer Technologien, andererseits sind aber auch notwendige Änderungen und Anpassungen rechtlicher und ökonomischer Rahmenbedingungen von zentraler Bedeutung.

### **Das Intelligente Netz = I<sup>3</sup> = Information + Interaktion + Integration**

**„Information“ - Informationen über den jeweils aktuellen Zustand des „Gesamtsystems“ und Fähigkeit zur Kommunikation im gesamten Stromnetz.**

Je genauer man die aktuelle Erzeugung, den Verbrauch, die Speicherbeladung oder die aktuellen Belastungen des Netzes kennt, desto besser und genauer lassen sich Steuerungs- und Reglungmaßnahmen ergreifen. Das bedeutet, eine Grundvoraussetzung für Smart Grids sind geeignete „Sensoren“, sowie die zur Übertragung erforderliche Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT).

**„Interaktion“ - Steuer- und Regelmöglichkeit der Netzinfrastruktur sowie der Stromerzeugungsanlagen und (in Zukunft wachsend) der Verbraucher und Speicher.**

Einzelne Kraftwerke kann man relativ einfach regeln. Eine Vielzahl an dezentral agierenden Kleinkraftwerken, Verbrauchern und Speichern jedoch nicht mehr. In Verbindung mit neuen Regelungsmöglichkeiten im Bereich der Netzinfrastruktur müssen die individuellen und dezentralen Einflüsse technisch beherrschbar gemacht werden.

**„Integriert“ - Neue Ansätze im Strommarkt**

Im aktuellen Strommarkt agieren vor allem Akteure, die im Bereich der Stromproduktion hohe Volumina handeln können. Ein automatisierter Strommarkt soll in Zukunft neue Möglichkeiten und Geschäftsmodelle eröffnen, indem auch An- und Verkäufer von Energie mit geringerem Volumen aktive Marktteilnehmer werden können. Die Änderung und Anpassung rechtlicher und ökonomischer Rahmenbedingungen wird teilweise erforderlich sein. Die geeignete Gestaltung der Rahmenbedingungen und deren Akzeptanz durch alle Player sind daher von zentraler Bedeutung.

### **Spielregeln für den Systembetrieb**

Die zentrale Rolle für die Sicherstellung eines funktionierenden Netzbetriebes kommt den Netzbetreibern zu. Ihre Aufgabe ist das permanente Monitoring des Netzes, um den Netzzustand jederzeit beurteilen zu können. Die Netzbetreiber klassifizieren den Netzzustand in einem Ampelphasenmodell: In der grünen Phase kann Flexibilität genutzt werden, um neue Marktprozesse zu ermöglichen. In der gelben Phase können Anreize dazu führen, dass Flexibilität für netzdienliche

Aufgaben genutzt wird. In der roten Phase befindet sich das Netz in einem Betriebszustand der Maßnahmen erforderlich macht die Flexibilität systemdienlich einzusetzen.

### **Smart Grids als Voraussetzung für die Umsetzung der Energiewende**

Mit zunehmendem Anteil erneuerbarer Energien an der Gesamtenergieaufbringung werden in weiterer Folge die Planung und der Betrieb des Stromnetzes herausfordernder. Der Smart-Grid-Ansatz bietet dafür einen Ausgleich mittels kommunikativer Vernetzung einzelner Komponenten, wie dezentraler Erzeugungsanlagen, dezentraler Speicher, flexibler Verbraucher und intelligenter Gebäude. Die Energiewende bedeutet aber den möglichst vollständigen Umstieg der Energieversorgung von fossilen auf erneuerbare Energiequellen und umfasst die Sektoren Strom, Wärme, Mobilität und Industrie. Elemente der angestrebten Wende sind der Ausbau der erneuerbaren Erzeugungsanlagen, Energiespeicher, die Steigerung der Energieeffizienz und Energieeinsparmaßnahmen.

### **Sektorkopplung**

Die gemeinsame Betrachtung und Optimierung der Sektoren Elektrizität, Wärme, Mobilität und industrielle Prozesse bietet die Chance, durch Nutzung von Synergien im Energieeinsatz oder neuen Lösungsansätzen, wie z.B. die Verwendung synthetischer Kraftstoffe, fossile Energie sinnvoll zu ersetzen. Die so gekoppelten Energiesysteme werden als ‚Hybridnetze‘ bezeichnet. Neben den technologischen Entwicklungen gibt es noch weitere Herausforderungen für die Kopplung der Sektoren:

- Die vermehrte Nutzung von Strom muss tatsächlich CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren.
- Die notwendigen Infrastrukturen müssen teilweise noch errichtet und weiterentwickelt werden.
- Die gesetzlichen und regulatorischen Rahmenbedingungen, Umlagen und Abgaben müssen angepasst werden.
- Die gesellschaftliche Akzeptanz neuer Lösungswege ist Voraussetzung für das Gelingen.

Auf der Verbraucherseite sind intelligente Stromzähler „Smart Meters“ ein weiterer Bestandteil eines intelligenten Stromnetzes. Zusätzlich könnten in Zukunft weiterentwickelte Komponenten zur Messung von relevanten Parametern, Regelungen und Steuerung der untersten Netzebene eine höhere Relevanz erhalten.

Smart Home Lösungen und deren IKT Anbindung können Flexibilität nutzbar machen, die zu einer effizienteren Nutzung der Stromnetze und der Energie beitragen.

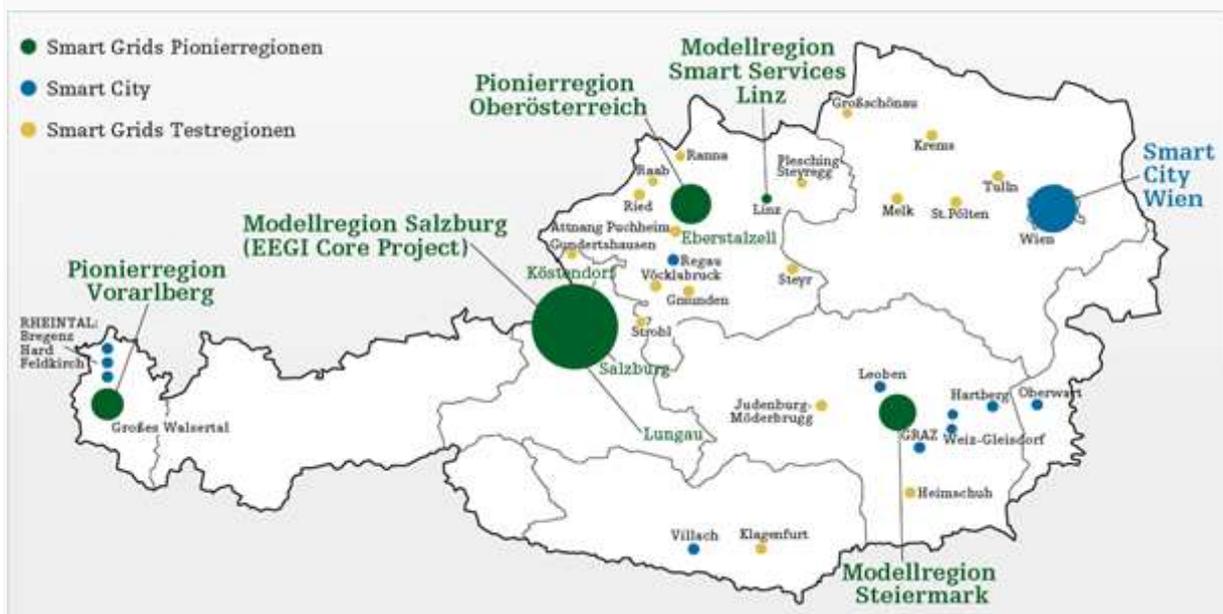


Die gegenwärtige Entwicklung der e-Mobilität zeigt, dass gleichzeitiges Laden mit hoher Leistung die größte Herausforderung für die Netze darstellt. Innovative Lösungsansätze können dazu beitragen, dass die Zeitdifferenz zwischen Energieerzeugung und Energiebedarf ausgeglichen wird.



In ähnlicher Weise kann zukünftig durch eine hohe Anzahl an Elektroautos, von denen statistisch immer ein bestimmter Anteil zum Aufladen am Stromnetz angeschlossen ist, die Speicherung der aus (volatilen) erneuerbaren Energieträgern erzeugten Energie in den Batterien der Autos ermöglicht werden.

## Modellregionen in Österreich



## **Animationsfilm: Forschungsprojekt Intelligentes Stromnetz – Power Snap Shot Analyse**

**Woher kommt denn eigentlich der ganze Strom? Wohnt der in der Steckdose?** Mit diesen Fragen startet der Animationsfilm über die Power Snap Shot Analyse und zeigt die kommenden Herausforderungen der Energieversorgung auf.

Aufgrund der verstärkten Integration erneuerbarer Energien müssen die Stromnetze aktiver und dynamischer werden. Mittels Smart Meter werden zukünftig Kommunikation und Managementfunktion im Netzbetrieb realisiert. Die Power Snap Shot Analyse - Aufzeichnung und Verarbeitung von Smart Meter Daten - ist ein wichtiger Fortschritt in der Forschung und Entwicklung zur intelligenten Stromversorgung - dem Smart Grid - im aktiven Niederspannungsnetz.

**Power Snap Shot Analyse im Praxistest:** Im Rahmen der vom Klima- und Energiefonds geförderten Forschungsprojekte ISOLVES und Smart LV Grid, wurden Smart Metering Systeme mit erweiterten Funktionalitäten in Oberösterreich, Salzburg und Wien getestet.

Der Smart Meter übernimmt hier eine wesentliche Rolle, indem er Last- und Spannungszustände erfasst und diese an eine Steuerung in der Transformatorstation überträgt. Somit entsteht ein aktiver Verteilernetzbetrieb, der Steuerbefehle und -parameter an sämtliche Komponenten – wie etwa Wechselrichter – übertragen kann. Das Smart Metering System bildet hier eine Basistechnologie, die eine optimierte Netzsteuerung mit vielen dezentralen Erzeugern erst ermöglicht.

### **Animationsfilm zur Power Snap Shot Analyse:**

SMARTGRIDS Austria - Die österreichische Technologieplattform zum Thema Smart Grids

© 2016 Smart Grids Austria

## DEFINITIONEN

---

Wikipedialink:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes\\_Stromnetz](https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Stromnetz)

## Definition

Unterschiedliche internationale und nationale Organisationen haben bislang versucht die Anforderungen an zukünftige Netze in Form von Definitionen zu formulieren. Die weitgehend anerkannte und oft verwendete Definition der europäischen Technologieplattform „Smart Grids“ beschreibt die Integration und das intelligente Zusammenspiel der Netzbewerber mit dem Ziel, Netze ökonomisch, ökologisch, sicher und nachhaltig zu entwickeln:

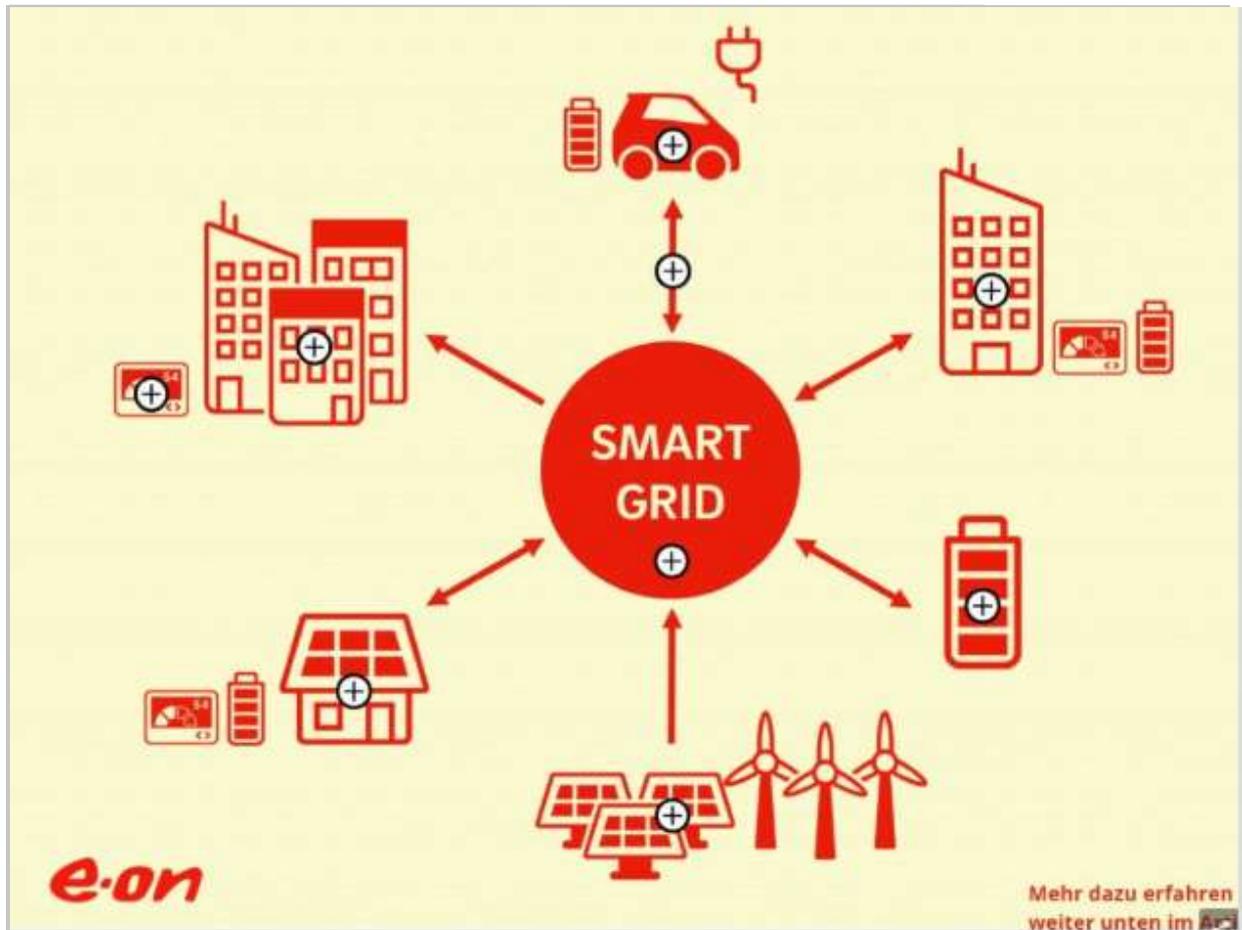
“A SmartGrid is an electricity network that can intelligently integrate the actions of all users connected to it - generators, consumers and those that do both – in order to efficiently deliver sustainable, economic and secure electricity supplies.”

Eine Abwandlung dieser Definition beschreibt auch die nationale Technologieplattform Smart Grids

„Stromnetze, welche durch ein abgestimmtes Management mittels zeitnaher und bidirektionaler Kommunikation zwischen Netzkomponenten, Erzeugern, Speichern und Verbrauchern einen energie- und kosteneffizienten Systembetrieb für zukünftige Anforderungen unterstützen“.

QUELLE:

### Wie funktioniert das Stromnetz heute und in Zukunft?



<https://www.eon.de/de/eonerleben/smart-grid-so-funktioniert-das-intelligente-stromnetz.html>

Wer heute den Föhn in die Steckdose steckt, braucht keine Angst zu haben, mit nassen Haaren nach draußen gehen zu müssen. Was aber, wenn der Wind nicht weht, die Sonne nicht scheint und ein Großteil des Stroms aus Solar- und Windparks kommt? Dann kommt das Smart Grid ins Spiel, denn ohne ein intelligentes Stromnetz könnte es sein, dass der Föhn künftig ausbleibt.

## Aufbau eines Smart Grids

**Definition Smart Grid:** Das Smart Grid ist ein intelligentes Stromnetz. Ein Netz wird dann intelligent, wenn innerhalb des Netzes ein Informationsaustausch erfolgt, mit dessen Hilfe die Stromerzeugung, der Verbrauch und die Speicherung dynamisch gesteuert werden können.

Damit intelligente Netze funktionieren, gibt es ein paar Voraussetzungen. So müssen etwa die Teilnehmer im Stromnetz ihre Verbräuche und die Erzeugung innerhalb des Grids kommunizieren können. Hier kommen die intelligenten Stromzähler ins Spiel. Diese wurden in Deutschland bereits 2015 beschlossen – im Zuge des Gesetzes der

„Digitalisierung der Energiewende“. Seit 2017 sind [Smart Meter Pflicht](#), bis 2032 muss jeder Stromzähler digital sein. Die [intelligenten Zähler](#) erfassen die Verbräuche in Echtzeit und kommunizieren diese. Der erste Schritt wäre damit also getan.

Innerhalb des Smart Grids gibt es verschiedene Elemente, die jeweils unterschiedliche Rollen übernehmen:

- [Steuerungszentrale](#)
- [Stromspeicher](#)
- [Kraftwerke/Energiequellen](#)
- [Stromerzeugende Haushalte und Betriebe](#)
- [Verbraucher](#)
- [Elektroautos](#)

## Steuerungszentrale – das Gehirn des intelligenten Netzes

In der Zentrale laufen alle Informationen zusammen. Aktuelle Stromverbräuche und Werte zur Produktion genauso wie Prognosen, die auf einer breiten Datenbasis erfolgen. Wie der Name bereits verrät, kann die Zentrale mithilfe der Informationen das Netz steuern und somit einen Angebotsüberschuss oder eine hohe Nachfrage ausgleichen. Aktuelle Entwicklungen im Themenfeld Künstliche Intelligenz legen außerdem nahe, dass intelligente Technologien auch Netzwerke in der Energiebranche erheblich effizienter steuern können. Die Kommandozentrale von SpaceX - ähnlich könnte es auch in zukünftigen Steuerungszentralen intelligenter Stromnetze aussehen. Quelle: Pixabay

## Stromspeicher – Puffer für Erneuerbare Energien

Durch den steigenden Anteil der Erneuerbaren spielen zudem Speicher eine wichtige Rolle. Diese können überschüssigen Strom – etwa an windigen, sonnigen Tagen – speichern und dann abgeben, wenn der Bedarf die Produktion übersteigt. Dank intelligenter Stromzähler weiß das Netz der Zukunft genau, wann das der Fall ist und kann dann die Energiespeicher anzapfen. Dabei sind nicht nur große Speicheranlagen gemeint. Auch heimische Speicher oder Elektroautos können in Stunden der Stromknappheit helfen, einen hohen Bedarf abzapfen.

Eine weitere Möglichkeit stellt hier die sogenannte Lastverschiebung dar. Da die Nachfrage immer dem Stromangebot entsprechen muss, wäre es auch denkbar, dass Smart Grids in Zeiten des Überangebots einzelne Solaranlagen drosseln und gleichzeitig mehr verbrauchen. Überschüssiger Strom könnte beispielsweise Kühlhäuser stärker abkühlen. Bei einem Unterangebot reicht die bestehende Kälte dann aus, um das Kühlhaus für einen begrenzten Zeitraum auch ohne Energiezufuhr kalt zu halten. Dadurch würden die Waren trotz Lastenverschiebung durchgehend ausreichend gekühlt.

Stromspeicher könnten Defizite und Überangebote innerhalb des Grids abpuffern. Quelle: E.ON

## Grüne Energiequellen – das Rückgrat im Grid

Kraftwerke erzeugen auch in Zukunft den Großteil der Elektrizität innerhalb eines Netzes. Allerdings ändern sich zwei grundlegende Aspekte der Stromerzeugung: Erstens erzeugen die grünen Energiequellen von morgen nicht mehr konstant die gleiche Menge Energie, wie das Kohle- oder Atomkraftwerke tun – sie werden volatil. Zweitens wird die Produktion dezentraler: Wo früher ein einziges Atomkraftwerk ganze Städte versorgt hat, springen nun zahlreiche kleinere Energiequellen ein, die jeweils einen Bruchteil der Energie eines AKWs

erzeugen. In Deutschland werden das zukünftig hauptsächlich [Solaranlagen](#) und [Windräder](#) sein, aber auch [Wasserkraftwerke](#), [Geothermie-](#) und [Biogasanlagen](#). Diese werden dort installiert, wo sie am effizientesten genutzt werden können.

Das Smart Grid könnte künftig außerdem viele kleine Energieerzeuger zu sogenannten virtuellen Kraftwerken zusammenfassen. Eine Gruppe aus Windrädern, PV-Anlagen, [Brennstoffzellen](#) und [Wasserkraftanlagen](#) würde so zum Beispiel virtuell zu einer Einheit zusammengefasst. Der Vorteil: Die Energieerzeugung dieser virtuellen Gruppierung schwankt nicht so stark wie etwa die eines einzelnen Windrads. Dadurch gewinnt das Netz an Stabilität. Zusätzlich könnten mithilfe von [Lastverschiebungen](#) und [Stromspeichern](#) Schwankungen ausgeglichen werden. Nur wenn ein Energiesystem intelligent ist, kann also gleichzeitig die Versorgungssicherheit sichergestellt und die Umwelt entlastet werden.

Mit Erneuerbaren Energien in die Energiewende: Viele Windkraft- und Solarparks ersetzen bald ausgediente Kohle- und Atomkraftwerke. Quelle: E.ON

## Erzeuger stabilisieren Netze mit intelligenten Stromzählern

Haushalte und Betriebe mit eigener Energieerzeugung – etwa eigenen Photovoltaikanlagen, Brennstoffzellen oder BHKWs – könnten in einem Smart Grid mithilfe der intelligenten Zähler erstmals aktiv am Stromhandel teilnehmen. Gleichzeitig wäre es denkbar, hunderte kleiner Stromproduzenten zu verknüpfen, um Schwankungen in der Produktion dynamisch auszugleichen. Dadurch leistet jeder einzelne Erzeuger durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien einen Beitrag für den Schutz der Umwelt.

Mit einer Photovoltaikanlage der Natur etwas Gutes tun. Quelle: E.ON

## Verbraucher profitieren von intelligenten Zählern

Auch für Verbraucher können sich aus einem Smart Grid viele Vorteile ergeben. Dabei nehmen intelligente Messsysteme eine Schlüsselrolle ein. So könnten Kunden in Zukunft beispielsweise mit zeitvariablen Tarifen Kosten sparen. Hinter dem etwas sperrigen Begriff verbirgt sich nichts anderes als ein Strompreis, der sich nach dem Angebot richtet. So kann etwa eine Spülmaschine sich nachts dann automatisch einschalten, wenn gerade viel Energie verfügbar ist und diese entsprechend weniger kostet. Damit werden automatisch die Netze stabilisiert und Kunden freuen sich über günstigen Ökostrom.

Städte gehören auch in Zukunft zu den größten Verbrauchern. Quelle: E.ON

## Elektroautos sind im Stromnetz auch Speicher

[Elektroautos](#) könnte innerhalb eines intelligenten Stromnetzes eine elementare Funktion als Energiespeicher zuteilwerden. Autos, die über einen längeren Zeitraum an der Steckdose eingesteckt sind, (beispielsweise über Nacht) können etwa dann aufgeladen werden, wenn ein Angebotsüberschuss im Netz verfügbar ist.

Ein mögliches Szenario: Abends nach der Arbeit, etwa gegen 19:00 Uhr, wird das E-Auto in der Garage abgestellt und zum Laden an die Steckdose gesteckt. Das Fahrzeug wird allerdings erst wieder am nächsten Tag um 08:00 Uhr morgens bewegt – steht also 13 Stunden in der Garage und ist die ganze Zeit über am Netz. Das Volttanken an sich dauert nur wenige Stunden. Deshalb wartet ein intelligenter Stromzähler, bis er die Information aus dem Smart Grid bekommt, dass gerade viel Energie verfügbar ist, und gibt der heimischen Ladebox den Befehl das Elektroauto zu laden. Das kann zum Beispiel mitten in einer stürmischen Nacht der Fall sein, wenn die Einwohner wenig Energie verbrauchen – die

Windräder aber viel produzieren. Das Überangebot kann damit ausgeglichen werden. Ein weiterer Vorteil: E-Auto-Fahrer tanken besonders günstigen Grünstrom, da der Preis je nach Angebot berechnet werden kann.

Elektroautos sorgen für saubere Atemluft, schonen die Umwelt und könnten in Zukunft auch als Speicher fungieren. Quelle: E.ON

## **Fazit: Ohne Smart Grid keine Energiewende**

Früher war alles einfacher: Ein Kraftwerk erzeugte konstant Strom und der kam bei den Verbrauchern an. Ganz egal ob Unternehmen, Privatperson, Behörde oder Industrie.

Heute fließt die Elektrizität aber nicht mehr nur in eine Richtung: Freunde der grünen Energie haben Photovoltaikanlagen auf den heimischen Dächern installiert, Unternehmen besitzen BHKWs oder Brennstoffzellen. Wird dort mehr Energie erzeugt als verbraucht, wird sie zurückgespeist. Zudem werden wenige zentrale Kraftwerke zunehmend durch viele kleine dezentrale Produzenten ersetzt. Hinzu kommt, dass Erneuerbare Energien wie Solar- und Windparks nicht rund um die Uhr die gleiche Menge Strom produzieren, sondern genau so viel wie das Wetter gerade zulässt. Und dann wäre da auch noch das Elektroauto. Heute noch kein Problem – was aber, wenn in zehn Jahren in der Nachbarschaft 20 Autos abends gleichzeitig aufgeladen werden wollen?

Die Energiewelt ist komplexer geworden und das ist auch der Grund wieso ein Smart Grid so wichtig ist. Man stelle sich nur vor, dass in Zukunft der Großteil des Stroms grün ist und fast jedes Auto elektrisch fährt. Nur wenn ein Stromnetz dann weiß, wo gerade wie viel verbraucht wird und wo wie viel produziert wird, kann es auf Umwelteinflüsse reagieren und dafür sorgen, dass das Licht nie ausgeht - zumindest nicht von alleine.

### Datenaustausch und Standardisierung im Smart Grid

Für das Smart Grid können unterschiedlich Kommunikationsnetze und Übertragungstechniken zum Einsatz kommen. Dies reicht von lokalen Netzwerken bei den Energieerzeugern über Wide Area Networks per Glasfaser zwischen verschiedenen Knotenpunkten des Smart Grids bis hin zur Datenkommunikation per Powerline und drahtlose Übertragungstechniken wie Mobilfunk, WLAN oder ZigBee im Verbraucherumfeld. Eingesetzte Kommunikationstechniken sind beispielsweise:

- Glasfaser- oder Kupferleitungen
- Schmalband-Power-Line-Carrier-Systeme zur Übertragung von Zählerdaten
- Breitband-Power-Line-Carrier-Systeme
- Wireless Mesh, WiMAX
- öffentliche Mobilfunknetze (GPRS, UMTS, LTE)
- Zugänge in das öffentliche Internet per xDSL

Die IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) standardisiert das Smart Grid unter der Standardsammlung P2030. Die Sammlung besteht aus mehreren Teilen und Unterstandards, die für die Interoperabilität zwischen Energietechnik und Informationstechnologie im Smart Grid sorgen.

QUELLE:



### VKW - Zählertausch - SMARTMETER

<https://www.vorarlbergnetz.at/wir-tauschen-die-zaehlertechnologie.htm>

<<Smart\_Meter\_Informationsbroschüre\_Kamstrup.pdf>>

<<VorarlbergNetz\_Beschreibung\_SmartMeter\_Kamstrup.pdf>>

### E-Control: - Informationen zum SMART METER

<https://www.e-control.at/konsumenten/smart-meter>

### Vorteile und Nutzen von Smart Grids

Unter der Bezeichnung Smart Grids wird das Zusammenspiel intelligenter Konzepte im Verteilernetz als auch im Übertragungsnetz beschrieben, die Ansätze vorgeben, wie zukünftige Stromnetze geplant, gebaut, betrieben und erhalten werden sollen, damit sie dem Netznutzer die erforderlichen Dienstleistungen zur Verfügung stellen. Eine erfolgreiche Umsetzung der Konzepte kann eine Vielzahl von positiven Effekten und Vorteile bringen:

- Hohes Maß an Versorgungssicherheit und –qualität
- Effizienter Mitteleinsatz zur Kosteneinsparung beim Endkunden
- Transparente und nicht-diskriminierender Netzanschluss und -zugang für alle Nutzer
- Maximierung der grenzüberschreitenden Übertragungskapazitäten zur Unterstützung des europäischen Strommarktes
- Koordinierte Planung und Entwicklung der nationalen und europäischen Netzinfrastruktur
- Reduktion der CO2 Emissionen und höhere Effizienz des Elektrischen Systems durch die optimale Integration von verbrauchernaher Erzeugung aus erneuerbaren Energieträgern.

QUELLE:

### REALISIERTE PROJEKTE (PROJEKTBEISPIELE)

---

<https://www.smartgrids.at/modellregionen/pionierregion-vorarlberg.html>

Darmstadt

Xxx

Sokolnice

Xxx

Bozen

Xxx

Wien

Xxx

## LERNAUFGABEN

---

ARBEITSBLATT 1 <<Smart Arbeitsblatt 1.docx>>

ARBEITSBLATT 2

Sammlung von Fragestellungen die mit den vorhandenen Unterlagen in diesem Notizbuch beantwortet bzw. erarbeitet werden können. Mit diesen Lernaufgaben kann im Anschluss eine Überprüfungen oder ein passendes Quiz (mit Forms erstellt) gelöst werden.

### Weitere Beispiele:

Immer häufiger hört man im Zusammenhang mit der E-Mobilität oder auch der Energiegewinnung mit

Alternativen Energiequellen von Begriffen wie Smart Home oder eben auch Smart Grid. Erkläre in zwei oder drei Sätzen was man unter Smart Grid verstehen könnte.

Welche grundsätzlichen Komponenten sind für den Aufbau bzw. Betrieb von intelligenten Stromnetzen mindestens erforderlich?

Weitere:

- Wann werden die Ferrarisähler gegen Smart Meter getauscht?
- Warum werden Smart Meter installiert?
- Welche Vorteile bringen Smart Meter?
- Verbrauchen Smart Meter mehr Energie als die alten Ferraris-Zähler?
- Können Haushalte ihren alten analogen Ferraris-Zähler behalten?
- Wie kann die tatsächliche Konfiguration des Geräts kontrolliert werden?
- Kann man einen Smart Meter ablehnen?
- Was ist eine Kundenschnittstelle?
- Erhöhen Smart Meter die Strahlenbelastung?
- Kann man durch Smart Meter erfahren, welches Fernsehprogramm angesehen wird?
- Wie geht es jetzt mit meinem Zähler weiter?
- Sie haben noch andere Fragen zu Smart Meter?

## **LINKLISTE**

---

<https://www.smartgrids.at/smart-grids.html>

[https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes\\_Stromnetz](https://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Stromnetz)

<https://www.eon.de/de/eonerleben/smart-grid-so-funktioniert-das-intelligente-stromnetz.html>

<https://www.vorarlbergnetz.at/wir-tauschen-die-zaehlertechnologie.htm>

<https://www.e-control.at/konsumenten/smart-meter>

<https://www.bigdata-insider.de/was-ist-ein-smart-grid-a-622021/>

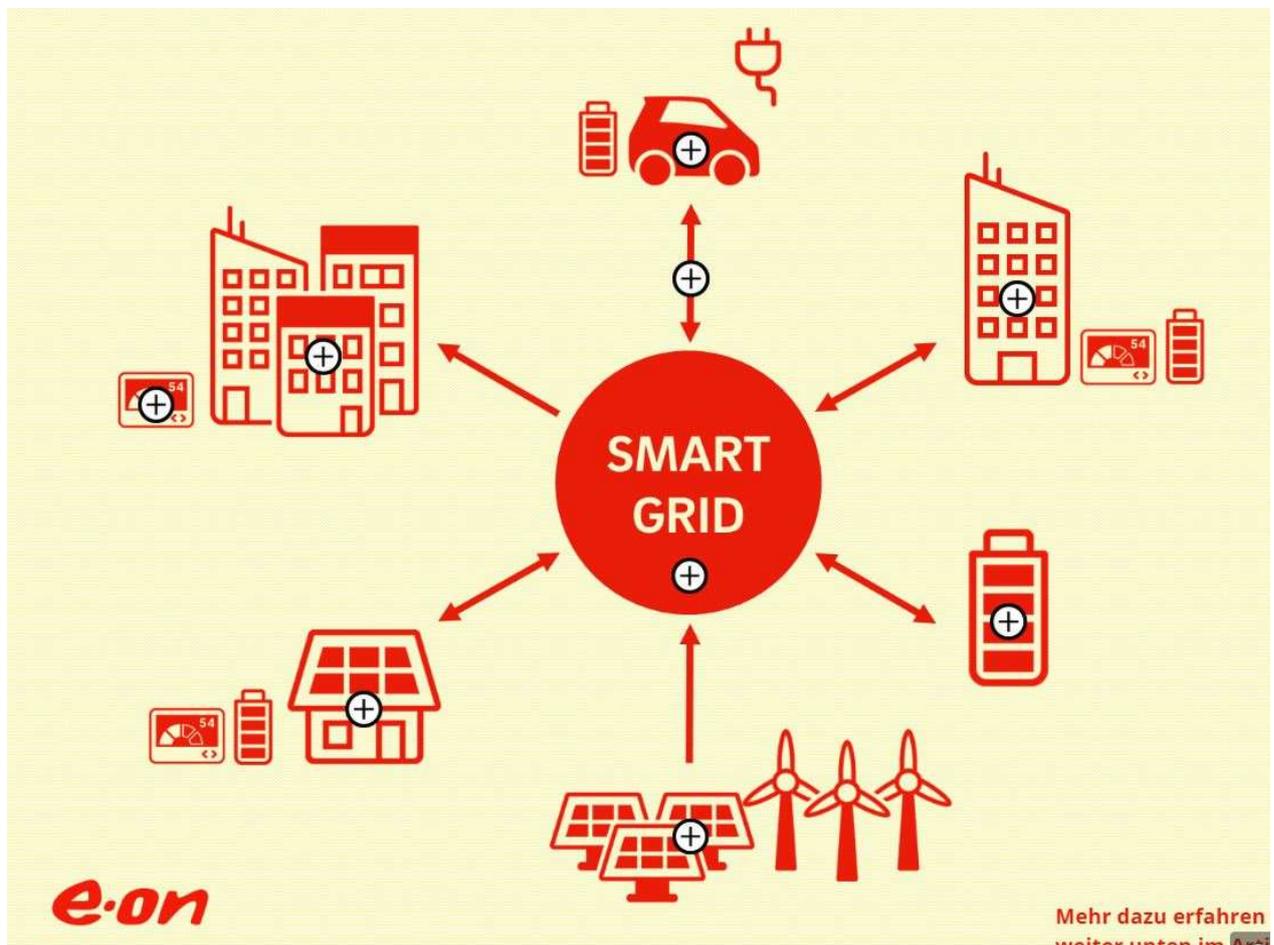
# Aufbau des Netzes

Mittwoch, 22. Mai 2019 13:41

[Wie funktioniert das Stromnetz heute und in Zukunft?](#)



<https://www.eon.de/de/eonerleben/smart-grid-so-funktioniert-das-intelligente-stromnetz.html>



Wer heute den Föhn in die Steckdose steckt, braucht keine Angst zu haben, mit nassen Haaren nach draußen gehen zu müssen. Was aber, wenn der Wind nicht weht, die Sonne nicht scheint und ein Großteil des Stroms aus Solar- und Windparks kommt? Dann kommt das Smart Grid ins Spiel, denn ohne ein intelligentes Stromnetz könnte es sein, dass der Föhn künftig ausbleibt.

## Aufbau eines Smart Grids

**Definition Smart Grid:** Das Smart Grid ist ein intelligentes Stromnetz. Ein Netz wird dann intelligent, wenn innerhalb des Netzes ein Informationsaustausch erfolgt, mit dessen Hilfe die Stromerzeugung, der Verbrauch und die Speicherung dynamisch gesteuert werden können.

Damit intelligente Netze funktionieren, gibt es ein paar Voraussetzungen. So müssen etwa die Teilnehmer im Stromnetz ihre Verbräuche und die Erzeugung innerhalb des Grids kommunizieren können. Hier kommen die intelligenten Stromzähler ins Spiel. Diese wurden in Deutschland bereits 2015 beschlossen – im Zuge des Gesetzes der „Digitalisierung der Energiewende“. Seit 2017 sind Smart Meter Pflicht, bis 2032 muss jeder Stromzähler digital sein. Die intelligenten Zähler erfassen die Verbräuche in Echtzeit und kommunizieren diese. Der erste Schritt wäre damit also getan.

Innerhalb des Smart Grids gibt es verschiedene Elemente, die jeweils unterschiedliche Rollen übernehmen:

- Steuerungszentrale
- Stromspeicher
- Kraftwerke/Energiequellen
- Stromerzeugende Haushalte und Betriebe
- Verbraucher
- Elektroautos

## Steuerungszentrale – das Gehirn des intelligenten Netzes

In der Zentrale laufen alle Informationen zusammen. Aktuelle Stromverbräuche und Werte zur Produktion genauso wie Prognosen, die auf einer breiten Datenbasis erfolgen. Wie der Name bereits verrät, kann die Zentrale mithilfe der Informationen das Netz steuern und somit einen Angebotsüberschuss oder eine hohe Nachfrage ausgleichen. Aktuelle Entwicklungen im Themenfeld Künstliche Intelligenz legen außerdem nahe, dass intelligente Technologien auch Netzwerke in der Energiebranche erheblich effizienter steuern können.

Die Kommandozentrale von SpaceX - ähnlich könnte es auch in zukünftigen Steuerungszentralen intelligenter Stromnetze aussehen. Quelle: Pixabay

## Stromspeicher – Puffer für Erneuerbare Energien

Durch den steigenden Anteil der Erneuerbaren spielen zudem Speicher eine wichtige Rolle. Diese können überschüssigen Strom – etwa an windigen, sonnigen Tagen – speichern und dann abgeben, wenn der Bedarf die Produktion übersteigt. Dank intelligenter Stromzähler weiß das Netz der Zukunft genau, wann das der Fall ist und kann dann die Energiespeicher anzapfen. Dabei sind nicht nur große Speicheranlagen gemeint. Auch heimische Speicher

oder Elektroautos können in Stunden der Stromknappheit helfen, einen hohen Bedarf abzupuffern.

Eine weitere Möglichkeit stellt hier die sogenannte Lastverschiebung dar. Da die Nachfrage immer dem Stromangebot entsprechen muss, wäre es auch denkbar, dass Smart Grids in Zeiten des Überangebots einzelne Solaranlagen drosseln und gleichzeitig mehr verbrauchen. Überschüssiger Strom könnte beispielsweise Kühllhäuser stärker abkühlen. Bei einem Unterangebot reicht die bestehende Kälte dann aus, um das Kühlhaus für einen begrenzten Zeitraum auch ohne Energiezufuhr kalt zu halten. Dadurch würden die Waren trotz Lastenverschiebung durchgehend ausreichend gekühlt.

Stromspeicher könnten Defizite und Überangebote innerhalb des Grids abpuffern. Quelle: E.ON

## Grüne Energiequellen – das Rückgrat im Grid

Kraftwerke erzeugen auch in Zukunft den Großteil der Elektrizität innerhalb eines Netzes. Allerdings ändern sich zwei grundlegende Aspekte der Stromerzeugung: Erstens erzeugen die grünen Energiequellen von morgen nicht mehr konstant die gleiche Menge Energie, wie das Kohle- oder Atomkraftwerke tun – sie werden volatil. Zweitens wird die Produktion dezentraler: Wo früher ein einziges Atomkraftwerk ganze Städte versorgt hat, springen nun zahlreiche kleinere Energiequellen ein, die jeweils einen Bruchteil der Energie eines AKWs erzeugen. In Deutschland werden das zukünftig hauptsächlich **Solaranlagen und Windräder sein, aber auch Wasserkraftwerke, Geothermie- und Biogasanlagen. Diese werden dort installiert, wo sie am effizientesten genutzt werden können.**

Das Smart Grid könnte künftig außerdem viele kleine Energieerzeuger zu sogenannten virtuellen Kraftwerken zusammenfassen. Eine Gruppe aus Windrädern, PV-Anlagen, **Brennstoffzellen und Wasserkraftanlagen würde so zum Beispiel virtuell zu einer Einheit zusammengefasst. Der Vorteil: Die Energieerzeugung dieser virtuellen Gruppierung schwankt nicht so stark wie etwa die eines einzelnen Windrads. Dadurch gewinnt das Netz an Stabilität. Zusätzlich könnten mithilfe von Lastverschiebungen und Stromspeichern Schwankungen ausgeglichen werden. Nur wenn ein Energiesystem intelligent ist, kann also gleichzeitig die Versorgungssicherheit sichergestellt und die Umwelt entlastet werden.**

Mit Erneuerbaren Energien in die Energiewende: Viele Windkraft- und Solarparks ersetzen bald ausgediente Kohle- und Atomkraftwerke. Quelle: E.ON

## Erzeuger stabilisieren Netze mit intelligenten Stromzählern

Haushalte und Betriebe mit eigener Energieerzeugung – etwa eigenen Photovoltaikanlagen, Brennstoffzellen oder BHKWs – könnten in einem Smart Grid mithilfe der intelligenten Zähler erstmals aktiv am Stromhandel teilnehmen. Gleichzeitig wäre es denkbar, hunderte kleiner Stromproduzenten zu verknüpfen, um Schwankungen in der Produktion dynamisch auszugleichen. Dadurch leistet jeder einzelne Erzeuger durch den Einsatz von Erneuerbaren Energien einen Beitrag für den Schutz der Umwelt.

Mit einer Photovoltaikanlage der Natur etwas Gutes tun. Quelle: E.ON

## Verbraucher profitieren von intelligenten Zählern

Auch für Verbraucher können sich aus einem Smart Grid viele Vorteile ergeben. Dabei nehmen intelligente Messsysteme eine Schlüsselrolle ein. So könnten Kunden in Zukunft beispielsweise mit zeitvariablen Tarifen Kosten sparen. Hinter dem etwas sperrigen Begriff verbirgt sich nichts anderes als ein Strompreis, der sich nach dem Angebot richtet. So kann etwa eine Spülmaschine sich nachts dann automatisch einschalten, wenn gerade viel Energie verfügbar ist und diese entsprechend weniger kostet. Damit werden automatisch

die Netze stabilisiert und Kunden freuen sich über günstigen Ökostrom.

Städte gehören auch in Zukunft zu den größten Verbrauchern. Quelle: E.ON

## Elektroautos sind im Stromnetz auch Speicher

**Elektroautos könnte innerhalb eines intelligenten Stromnetzes eine elementare Funktion als Energiespeicher zuteilwerden. Autos, die über einen längeren Zeitraum an der Steckdose eingesteckt sind, (beispielsweise über Nacht) können etwa dann aufgeladen werden, wenn ein Angebotsüberschuss im Netz verfügbar ist.**

Ein mögliches Szenario: Abends nach der Arbeit, etwa gegen 19:00 Uhr, wird das E-Auto in der Garage abgestellt und zum Laden an die Steckdose gesteckt. Das Fahrzeug wird allerdings erst wieder am nächsten Tag um 08:00 Uhr morgens bewegt – steht also 13 Stunden in der Garage und ist die ganze Zeit über am Netz. Das Voltanken an sich dauert nur wenige Stunden. Deshalb wartet ein intelligenter Stromzähler, bis er die Information aus dem Smart Grid bekommt, dass gerade viel Energie verfügbar ist, und gibt der heimischen Ladebox den Befehl das Elektroauto zu laden. Das kann zum Beispiel mitten in einer stürmischen Nacht der Fall sein, wenn die Einwohner wenig Energie verbrauchen – die Windräder aber viel produzieren. Das Überangebot kann damit ausgeglichen werden. Ein weiterer Vorteil: E-Auto-Fahrer tanken besonders günstigen Grünstrom, da der Preis je nach Angebot berechnet werden kann.

Elektroautos sorgen für saubere Atemluft, schonen die Umwelt und könnten in Zukunft auch als Speicher fungieren. Quelle: E.ON

## Fazit: Ohne Smart Grid keine Energiewende

Früher war alles einfacher: Ein Kraftwerk erzeugte konstant Strom und der kam bei den Verbrauchern an. Ganz egal ob Unternehmen, Privatperson, Behörde oder Industrie.

Heute fließt die Elektrizität aber nicht mehr nur in eine Richtung: Freunde der grünen Energie haben Photovoltaikanlagen auf den heimischen Dächern installiert, Unternehmen besitzen BHKWs oder Brennstoffzellen. Wird dort mehr Energie erzeugt als verbraucht, wird sie zurückgespeist. Zudem werden wenige zentrale Kraftwerke zunehmend durch viele kleine dezentrale Produzenten ersetzt. Hinzu kommt, dass Erneuerbare Energien wie Solar- und Windparks nicht rund um die Uhr die gleiche Menge Strom produzieren, sondern genau so viel wie das Wetter gerade zulässt. Und dann wäre da auch noch das Elektroauto. Heute noch kein Problem – was aber, wenn in zehn Jahren in der Nachbarschaft 20 Autos abends gleichzeitig aufgeladen werden wollen?

Die Energiewelt ist komplexer geworden und das ist auch der Grund wieso ein Smart Grid so wichtig ist. Man stelle sich nur vor, dass in Zukunft der Großteil des Stroms grün ist und fast jedes Auto elektrisch fährt. Nur wenn ein Stromnetz dann weiß, wo gerade wie viel verbraucht wird und wo wie viel produziert wird, kann es auf Umwelteinflüsse reagieren und dafür sorgen, dass das Licht nie ausgeht - zumindest nicht von alleine.

# Komponenten

Dienstag, 28. Mai 2019 13:42

## Datenaustausch und Standardisierung im Smart Grid

Für das Smart Grid können unterschiedlich Kommunikationsnetze und Übertragungstechniken zum Einsatz kommen. Dies reicht von lokalen Netzwerken bei den Energieerzeugern über Wide Area Networks per Glasfaser zwischen verschiedenen Knotenpunkten des Smart Grids bis hin zur Datenkommunikation per Powerline und drahtlose Übertragungstechniken wie Mobilfunk, WLAN oder ZigBee im Verbraucherumfeld. Eingesetzte Kommunikationstechniken sind beispielsweise:

- Glasfaser- oder Kupferleitungen
- Schmalband-Power-Line-Carrier-Systeme zur Übertragung von Zählerdaten
- Breitband-Power-Line-Carrier-Systeme
- Wireless Mesh, WiMAX
- öffentliche Mobilfunknetze (GPRS, UMTS, LTE)
- Zugänge in das öffentliche Internet per xDSL

Die IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) standardisiert das Smart Grid unter der Standardsammlung P2030. Die Sammlung besteht aus mehreren Teilen und Unterstandards, die für die Interoperabilität zwischen Energietechnik und Informationstechnologie im Smart Grid sorgen.

QUELLE:



## VKW - Zählertausch - SMARTMETER

<https://www.vorarlbergnetz.at/wir-tauschen-die-zaehlertechnologie.htm>



Smart\_Met  
er\_Inform...



Vorarlberg  
Netz\_Bes...

## E-Control: - Informationen zum SMART METER

<https://www.e-control.at/konsumenten/smart-meter>

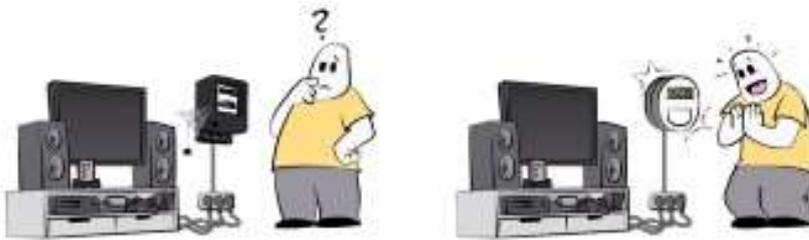


E-CONTROL

# SMART METER. WAS BRINGT IHNEN IHR NEUER STROMZÄHLER?



In den kommenden Jahren werden in ganz Österreich die alten mechanischen Stromzähler durch neue, elektronische Zähler ausgetauscht.



### Wozu ein Smart Meter?

- **Bequemere Ablesung:**

Sie müssen bei der Ablesung Ihres Stromzählers nicht mehr zu Hause sein oder eine Selbstablesung durchführen.



Der Smart Meter kann von Ihrem Netzbetreiber aus der Ferne ausgelesen werden.

- **Genauere Rechnungen:**

Bisher wurden Zählerstände sehr häufig geschätzt oder Sie mussten selbst einen Zählerstand bekannt geben. Mit einem Smart Meter können die Zählerstände genau und zeitnah ermittelt werden.



Das gilt auch für Tarifänderungen während des Jahres oder bei einem Lieferantenwechsel.





Viele Menschen möchten Energie im Haushalt möglichst effizient nutzen und damit Umwelt, Klima und das eigene Budget schonen. Daher ist der Wunsch groß, über den eigenen Stromverbrauch besser Bescheid zu wissen. Mit Smart Metern wird es möglich!

### Mehr Wissen über den eigenen Stromverbrauch

- **Besserer Überblick über Ihren Energieverbrauch:**  
Standardmäßig werden Ihnen die Tagesverbrauchswerte zur Verfügung stehen.
- **Sie haben es in der Hand:**  
Wenn Sie die Auslesung von 15-Minuten-Werten möchten, teilen Sie dies Ihrem Netzbetreiber mit. Mit diesen Viertelstundenwerten können Sie sich ein genaues Bild davon machen, wie Ihr Stromverbrauch tatsächlich aussieht. Ohne Ihren ausdrücklichen Wunsch werden aber lediglich die Tageswerte übermittelt.
- **Stromfresser können schneller erkannt werden:**  
Erst wenn Sie über Ihren Energieverbrauch Bescheid wissen, können Sie Ihren Stromverbrauch und die Kosten nachhaltig senken. So kann ein Smart Meter auch die Basis für zielgerichtete Energieberatungen sein.



*Stromfresser entlarven!*

- **Monatliche Abrechnung:**  
Wenn Sie es wünschen, können Sie eine monatliche Abrechnung fordern. Überraschende Nachzahlungen – oft Jahre später – gehören damit der Vergangenheit an.

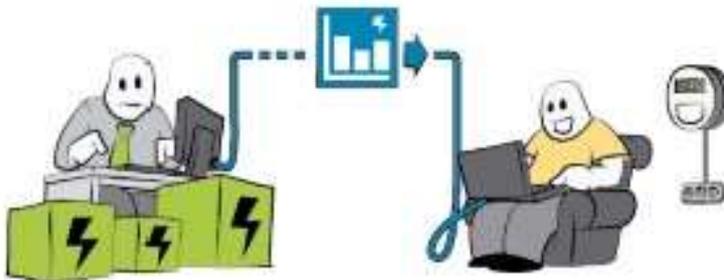




- **Basis für neue und flexible Tarife:**  
In Zukunft kann Ihr Stromlieferant Produkte mit günstigeren Preisen außerhalb der Spitzenzeiten anbieten. So wären Wochenend-, Ferienhaus- oder Singletarife denkbar.
- **Vorteile für das Stromnetz:**  
Stromausfälle können vom Netzbetreiber schneller geortet und behoben werden.
- **Ein Schritt in die Zukunft:**  
Mit Smart Metern sind zukunftssträchtige Konzepte wie Home Automation möglich.

### Ihr Stromverbrauch zeitnah auf einen Blick – nicht erst nach einem Jahr auf der Rechnung

Wenn Ihr Smart Meter installiert wurde, können Sie Ihre Verbrauchsdaten jederzeit auf einer passwortgeschützten Internetseite Ihres Netzbetreibers einsehen. Zusätzlich bekommen Sie monatlich von Ihrem Lieferanten kostenlos eine Information über Ihre Stromkosten und Ihren Verbrauch per E-Mail. Sollten Sie über keinen Internetanschluss verfügen, können Sie die Informationen in schriftlicher Form per Post verlangen.



### Welche Kosten kommen auf mich zu?

Für die Installation und den Betrieb des Smart Meters fallen für Sie grundsätzlich **keine zusätzlichen Kosten** an. Die Umstellung auf Smart Meter wird durch das Messentgelt, das auch bisher schon jeder Haushalt bezahlt, und die Netztarife abgedeckt. Diese Entgelte werden von der Regulierungsbehörde für Strom und Gas, der E-Control, festgelegt und unterliegen einer strengen Kontrolle.

festgelegt und unterliegen einer strengen Kontrolle.



### Wer hat Zugriff auf meine Daten?

Auf die Daten haben ausschließlich Sie selbst und Ihr Netzbetreiber Zugriff. Viertelstundenwerte darf Ihr Netzbetreiber ohne Zustimmung des Kunden grundsätzlich auch nicht auslesen und verwenden, außer es wäre für die Aufrechterhaltung eines sicheren Netzbetriebs absolut notwendig. Solche Daten muss der Netzbetreiber jedoch anschließend sofort löschen.



### Um welche Daten geht es?

Der Smart Meter misst den Stromverbrauch. Einmal täglich wird dieser Tageswert von Ihrem Netzbetreiber aus der Ferne ausgelesen. Wenn ein Kunde seine Zustimmung zur Übertragung der Viertelstundenwerte erteilt hat, werden ebenfalls einmal am Tag alle gemessenen 15-Minuten-Werte übermittelt. Wenn Sie mit Ihrem Lieferanten derzeit einen zeitabhängigen Tarif vereinbart haben sollten, wäre dieser nur bei Ihrer ausdrücklichen Zustimmung zur Auslesung von Viertelstundenwerten weiter nutzbar.

### Opt-out-Möglichkeit: Wenn Sie nicht möchten, dass täglich ein Verbrauchswert an den Netzbetreiber übermittelt wird

In diesem Fall setzen Sie sich bitte mit Ihrem Netzbetreiber in Verbindung und teilen ihm dies mit. Dieser wird Sie dann über alternative Möglichkeiten informieren.



**E-CONTROL**



## Sie haben noch Fragen?

### FRAGEN ZUM EINBAU IHRES SMART METERS

Wenn Sie technische Fragen zum Smart Meter haben oder wissen wollen, wann Ihr neuer Stromzähler installiert wird, wenden Sie sich bitte an Ihren Netzbetreiber. Dieser ist auch zu kontaktieren, wenn Sie sich gegen einen neuen Stromzähler aussprechen wollen. Der Netzbetreiber ist für die Einführung von Smart Metern zuständig. Bis zum Jahr 2019 sollen 95% aller Zähler ausgetauscht sein.

### ALLGEMEINE FRAGEN

Bei allgemeinen Fragen zu den kommenden digitalen Stromzählern besuchen Sie doch einfach die Webseite der E-Control unter [www.e-control.at](http://www.e-control.at)

Bei allgemeinen Fragen zu den kommenden digitalen Stromzählern besuchen Sie doch einfach die Webseite der E-Control unter **[www.e-control.at](http://www.e-control.at)**.

Unter dem Link **[www.e-control.at/smart-meter](http://www.e-control.at/smart-meter)** haben wir die wichtigsten Punkte für Sie zusammengefasst.

Auch die Energie-Hotline der E-Control steht Ihnen für Fragen rund um Smart Meter gerne zur Verfügung. Informieren Sie sich telefonisch und unkompliziert.

Montags bis donnerstags von 8:30 Uhr bis 17:30 Uhr  
und freitags von 8:30 Uhr bis 15:30 Uhr.

**Tel.:** 0810 10 25 54

(österreichweit zum Tarif von 0,044 Euro/Minute)

**E-Mail:** [hotline@e-control.at](mailto:hotline@e-control.at)

**Brief:** E-Control Hotline, Rudolfsplatz 13a, 1010 Wien

## Was passiert mit meinen Verbrauchsdaten?

Der Netzbetreiber ist gesetzlich dazu verpflichtet, alle täglich erhobenen Verbrauchswerte am Beginn des Folgemonats an Ihren jeweiligen Lieferanten zur Verrechnung und weiteren Zwecken, etwa der Verbrauchs- und Kosteninformation, zu übermitteln.

**Nur mit Ihrer ausdrücklichen schriftlichen Zustimmung** oder zur Erfüllung vertraglicher Pflichten (z.B. bei einem Stromtarif, der auf kürzeren Messintervallen beruht) können auch Viertelstundenwerte übermittelt werden. Auch in diesem Fall werden keine personenbezogenen Daten übermittelt.



Der Netzbetreiber und der Lieferant sind dazu verpflichtet, die Verbrauchs- und Abrechnungsdaten für eine Dauer von drei Jahren aufzubewahren.

## Wie läuft der Zählertausch bei Ihnen zuhause ab?

Einer unserer Monteure kommt zum vereinbarten Termin bei Ihnen vorbei und nimmt den Zählertausch vor. Dies dauert im Durchschnitt rund 20 Minuten. Bitte beachten Sie, dass zu diesem Zweck Ihre Stromversorgung kurzzeitig unterbrochen werden muss. Bitte trennen Sie während dieser Zeit empfindliche Geräte (z.B. Computer) vom Stromnetz.

Ist Ihr Zähler für unsere Monteure frei zugänglich (z.B. Mehrfamilienhaus) werden Sie über den Tauschtermin durch einen Aushang im Eingangsbereich informiert.

## Was kostet der Zählertausch?

Der Wechsel auf die neue Stromzähler-Technologie ist für Sie kostenlos. Dem erhöhten Wert der Hardware stehen Einsparungen durch den Entfall der Ablesung entgegen.

### Ihr Recht nach §83 Abs. 1 EIWOG 2010

Als Endverbraucher haben Sie die Möglichkeit, den Wunsch zu äußern, keinen intelligenten Stromzähler zu erhalten. Senden Sie uns in diesem Fall bitte eine schriftliche Information über den so genannten Opt-Out-Wunsch:

Opt-Out-Wunsch per E-Mail:  
[kundenservice@vorarlbergnetz.at](mailto:kundenservice@vorarlbergnetz.at)

Opt-Out-Wunsch schriftlich:  
**Vorarlberger Energienetze GmbH**  
Weidachstraße 10, 6900 Bregenz  
Betreff: Opt-Out-Wunsch

## Vorarlberg Netz wechselt die Stromzähler-Technologie

Energiezukunft gestalten.

**Vorarlberg Netz**

illwerke vkw



## Flächendeckender Technologiewechsel

Einen besseren Blick über den Energieverbrauch im Haushalt: das war das Ziel der Europäischen Union, als sie 2009 festgelegt hat, dass jeder Bürger grundsätzlich das Recht auf einen intelligenten Stromzähler hat. Das Bundesministerium für Wirtschaft hat daraufhin alle Netzbetreiber gesetzlich dazu verpflichtet, die alten, mechanischen Messgeräte durch neue, intelligente Stromzähler zu ersetzen.

Vorarlberg Netz kommt dieser Verpflichtung nach und tauscht in den nächsten Jahren 180.000 Zähler in ganz Vorarlberg. Die wichtigsten Informationen dazu finden Sie auf den folgenden Seiten.



Wussten Sie, dass die vom intelligenten Stromzähler übertragene Datenmenge pro Tag lediglich der Größe einer SMS entspricht?

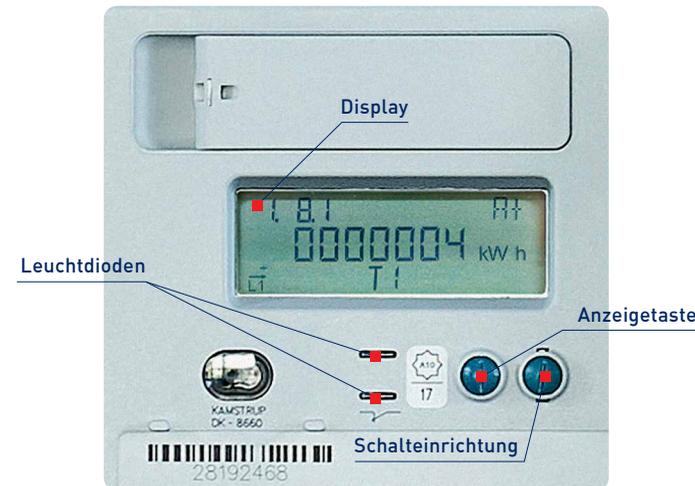
## Was ist ein intelligenter Stromzähler?

Bislang haben Netzbetreiber den Stromverbrauch ihrer Kunden großteils mithilfe eines mechanischen Zählers gemessen. Der sogenannte „Ferraris-Zähler“ musste zur Rechnungslegung einmal im Jahr abgelesen werden. Ihr neuer, intelligenter Stromzähler erfasst Ihren Verbrauch digital und schickt ihn standardmäßig einmal am Tag direkt an den Netzbetreiber. Dadurch entfällt der Besuch des Stromablesers.

- Die **Kundenselbstablesung** und der **Besuch eines Ablesers entfallen**.
- Der intelligente Stromzähler macht Ihren **Energieverbrauch direkt** für Sie sichtbar. Auf diese Weise bekommen Sie einen **idealen Überblick über Ihren Stromverbrauch**. Sie können Stromfresser leichter aufspüren, gezielter Maßnahmen treffen und auf deren Wirksamkeit hin untersuchen.
- Beim Ein- oder Auszug erfolgt eine taggenaue Abrechnung. **Schwankungen** in Ihrem Energieverbrauch können Sie auch mit der Verbrauch- und Stromkosteninformation Ihres Lieferanten genau **erkennen**. Somit können Nachzahlungen leichter vermieden werden.
- Intelligente Stromzähler sind ein wichtiges Element für die smarte Welt von morgen und die Voraussetzung für flexible Tarife. Durch die genauere Erfassung der Verbrauchsdaten kann Ihr Energieversorger Ihnen neue, flexible und kostengünstige Tarife anbieten.

Weitere interessante Fakten und Vorteile finden Sie auf [www.vorarlbergnetz.at](http://www.vorarlbergnetz.at)

## Was kann ein intelligenter Stromzähler?



Folgende Daten können Sie durch Drücken der Anzeigetaste am Display ablesen:



Standardmäßig erfasst Ihr intelligenter Stromzähler Ihre Verbrauchswerte im Viertelstundentakt. Diese werden für 60 Tage direkt im Gerät gespeichert. Einmal am Tag sendet der Stromzähler den täglichen Verbrauchswert entweder über das Stromkabel (Powerline) oder via Mobilfunk (LTE) an den Netzbetreiber.

Der Stromzähler sendet aus Datenschutzgründen ausschließlich Verbrauchsdaten und niemals personenbezogene Daten (z.B. Name, Adresse).

## Wie kann ich meine Verbrauchsdaten einsehen?

Es gibt vier verschiedene Möglichkeiten, Ihre Verbrauchsdaten einzusehen:

- 1. Direkt am Display des intelligenten Stromzählers**  
In der Spalte links sehen Sie, was am Display gezeigt wird. Diese Anzeige können Sie sperren lassen.
- 2. Auf [www.vorarlbergnetz.at](http://www.vorarlbergnetz.at)**  
In unserem gesicherten Online-Portal sehen Sie Ihre Verbrauchswerte.
- 3. Über eine Schnittstelle am intelligenten Stromzähler**  
Nur mit zusätzlichen Geräten möglich
- 4. Online-Services Ihres Stromlieferanten**  
Abhängig vom Angebot Ihres Stromlieferanten stehen unterschiedliche Online-Services zur Verfügung.

Um Ihren intelligenten Stromzähler vollumfänglich nutzen zu können ist es möglich, auch die erfassten Viertelstundenwerte an Ihren Netzbetreiber zu übertragen. **Dazu benötigen wir Ihre ausdrückliche schriftliche Zustimmung.**



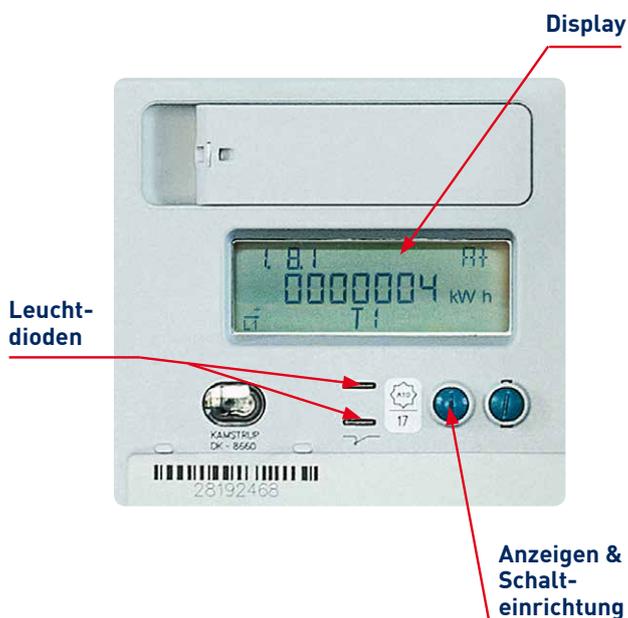
# Funktionsbeschreibung Ihres intelligenten Stromzählers (Kamstrup)



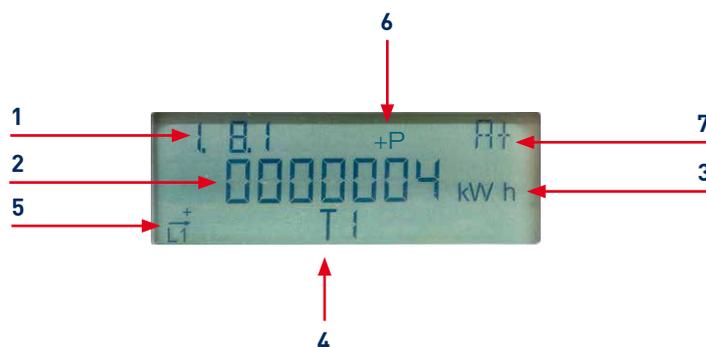
## 1. Begriffsbestimmung

- **Wirkenergie:** tatsächlich bezogene/erzeugte elektrische Energie
- **Wirkleistung:** tatsächlich bezogene/erzeugte elektrische Leistung
- **Blindenergie:** elektrische Energie, die nicht in Nutzenergie (wie zum Beispiel Beleuchtung) umgewandelt, sondern zum Aufbau von elektromagnetischen und elektrischen Feldern verbraucht wird. Eine Verrechnung dieser Energie erfolgt nur bei Sonderanlagen.
- **HT-Tarif:** Tagstrom (Hochtarif); zum Beispiel werktags zwischen 06:00 Uhr und 22:00 Uhr
- **NT-Tarif:** Nachtstrom (Niedertarif); zum Beispiel werktags zwischen 22:00 Uhr und 06:00 Uhr

## 2. Beschreibung Zähler



## 3. Erläuterung zum Display



### 1. Zählwerknummer

- 1.8.0 Wirkenergie Bezug (Netz an Kunde) bzw. Summe aus HT & NT
- 1.8.1 Wirkenergie Hoch-Tarif (HT) Bezug (Netz an Kunde)
- 1.8.2 Wirkenergie Nieder-Tarif (NT) Bezug (Netz an Kunde)
- 1.7.0 Aktuelle Wirkleistung Bezug (Netz an Kunde)
- 2.8.0 Wirkenergie Einspeisung (Kunde an Netz)
- 2.7.0 Aktuelle Wirkleistung Einspeisung (Kunde an Netz)
- 3.8.0 Blindenergie Bezug (Netz an Kunde)
- 4.8.0 Blindenergie Einspeisung (Kunde an Netz)
- 1.0.0 Datum & Uhrzeit
- 96.1.0 Seriennummer

### 2. Anzeige des Stromverbrauchs

Je nach Zählwerknummer wird der entsprechende Zählerstand bzw. Wert angezeigt.

### 3. Einheiten

- Die Wirkenergie wird in Kilowattstunden (kWh) gemessen.
- Die aktuelle Leistung wird in Kilowatt (kW) gemessen.
- Die Blindenergie wird in Kilovoltamperestunden (kvarh) gemessen.

#### 4. Tarif

Zeigt den aktuellen Tarif an, wenn die Tariffunktion verwendet wird.

#### 5. Phasenanzeige

Gibt an, an welcher Leitung die Spannung liegt.

#### 6. Energieflussdarstellung

Mittels Pfeilen wird die aktuelle Energie-flussrichtung angegeben.

- ➔+ P Wirkenergie: vorwärts (Netz an Kunde)
- P➔ Wirkenergie: rückwärts (Kunde an Netz)
- + ⬆Q Blindenergie: ankommend (Netz an Kunde)
- ⬇Q Blindenergie: abgehend (Kunde an Netz)

#### 7. Textfeld

Enthält ergänzenden Text in Verbindung mit der Funktionalität des Zählers.

- +A Positive Wirkenergie
- A Negative Wirkenergie
- +R Positive Blindenergie
- R Negative Blindenergie
- P+ Aktuelle positive Wirkleistung
- P- Aktuelle negative Wirkleistung
- T1 Tarif 1
- T2 Tarif 2
- SER NUM Seriennummer des Zählers
- DATE Datum
- TIME Uhrzeit

Durch Betätigen der Anzeige-Taste kann durch die verschiedenen Ansichten geblättert werden (der Wechsel erfolgt, wenn die Taste losgelassen wird). Beispiele sehen Sie hier:



1.8.0: Zählerstand Summe Energiebezug



2.8.0: Zählerstand Energieabgabe



1.8.1: Zählerstand Tagstrom (HT)



1.0.0: Datumsanzeige



1.8.2: Zählerstand Nachtstrom (NT)



1.0.0: Zeitanzeige

## 4. Leuchtdioden

Der Zähler verfügt über 2 rote Impulsausgabe-LEDs. Diese blinken umso schneller, je höher der Energieverbrauch ist.

## 5. Schalteinrichtung

Die Schalteinrichtung dient zum manuellen Einschalten der Kundenanlage. Dies ist möglich, wenn der Netzbetreiber den Zähler zur Einschaltung freigeben hat und erkennbar an der rot blinkenden unteren LED neben der Anzeigetaste.

Durch das Drücken der Anzeigetaste für 6 Sekunden wird die Anlage eingeschaltet. Die blinkende rote LED schaltet sich aus.

Leuchtet die untere LED neben der Anzeigetaste durchgehend rot, ist die Anlage ausgeschaltet und kann nicht eigenständig eingeschaltet werden. Zur Freigabe der Einschaltung kontaktieren Sie bitte:

#### Kundenservice der Vorarlberger Energienetze GmbH

E-Mail: kundenservice@vorarlbergnetz.at

Telefon: +43 5574 9020-189

# Einsatzbereiche und Anwendungsmöglichkeiten

Mittwoch, 22. Mai 2019 13:41

## Vorteile und Nutzen von Smart Grids

Unter der Bezeichnung Smart Grids wird das Zusammenspiel intelligenter Konzepte im Verteilernetz als auch im Übertragungsnetz beschrieben, die Ansätze vorgeben, wie zukünftige Stromnetze geplant, gebaut, betrieben und erhalten werden sollen, damit sie dem Netznutzer die erforderlichen Dienstleistungen zur Verfügung stellen. Eine erfolgreiche Umsetzung der Konzepte kann eine Vielzahl von positiven Effekten und Vorteile bringen:

- Hohes Maß an Versorgungssicherheit und –qualität
- Effizienter Mitteleinsatz zur Kosteneinsparung beim Endkunden
- Transparente und nicht-diskriminierender Netzanschluss und -zugang für alle Nutzer
- Maximierung der grenzüberschreitenden Übertragungskapazitäten zur Unterstützung des europäischen Strommarktes
- Koordinierte Planung und Entwicklung der nationalen und europäischen Netzinfrastruktur
- Reduktion der CO2 Emissionen und höhere Effizienz des Elektrischen Systems durch die optimale Integration von verbrauchernaher Erzeugung aus erneuerbaren Energieträgern.

QUELLE:



# Lernaufgaben

Mittwoch, 22. Mai 2019 13:53

## ARBEITSBLATT 1



Smart  
Arbeitsbla...

Sammlung von Fragestellungen die mit den vorhandenen Unterlagen in diesem Notizbuch beantwortet bzw. erarbeitet werden können. Mit diesen Lernaufgaben kann im Anschluss eine Überprüfungen oder ein passendes Quiz (mit Forms erstellt) gelöst werden.

### Beispiele:

- ? Immer häufiger hört man im Zusammenhang mit der E-Mobilität oder auch der Energiegewinnung mit Alternativen Energiequellen von Begriffen wie Smart Home oder eben auch Smart Grid. Erkläre in zwei oder drei Sätzen was man unter Smart Grid verstehen könnte.
- ? Welche grundsätzlichen Komponenten sind für den Aufbau bzw. Betrieb von intelligenten Stromnetzen mindestens erforderlich?

## ARBEITSBLATT 1 „Smart Grid“



Verwende für die Erarbeitung dieses Arbeitsblattes die Informationen der Lernplattform mit dem Link „[Lernplattform SmartGrid](#)“. Auf der angegebenen Seite findest du Fragen, Antworten, weiterführende Links und viele andere interessante Dinge zum Thema „Smart Grid“.



Smart Grid könnte man am Besten mit der Bezeichnung „\_\_\_\_\_“ übersetzen.

Das Lösungswort setzt sich aus den Anfangsbuchstaben der Antworten auf folgende Fragen zusammen.

1 2 3 4 5 1 6 4 2 3 4 7 7 3 8 9 10 2 4 3 11

- 1) Formelzeichen der Stromstärke.
- 2) Bezeichnung eines in blauer Farbe gekennzeichneten Leiters.
- 3) Gerät zur Umwandlung der Spannung.
- 4) Physikalische Größe die weder gewonnen noch vernichtet werden kann.
- 5) Elektrischer Wert der mit Hilfe der Spannung und der Stromstärke berechnet werden kann.
- 6) Maschinenteil zur Stromerzeugung in einem Kraftwerk.
- 7) Welche Energiequelle nutzen Kollektoren zur Stromerzeugung.
- 8) Formelzeichen für den elektrischen Widerstand.
- 9) Einheit des elektrischen Widerstandes.
- 10) Kraft die in einer Spule, durch die Strom fließt, wirkt.
- 11) Geräte zur Messung der genutzten Strommenge (Strom.....).

Finde in den Unterlagen eine einfache und kurze Definition für den Begriff „Smart Grid“ und notiere die Information nachfolgend.

---

---

---

---

Richtig oder Falsch?

- |                          |                          |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | SmartMeter ist ein intelligenter Stromzähler der für den Aufbau eines Smart Grids unbedingt notwendig ist. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | „Grüne“ Energiequellen sind das Rückgrat im Grid.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Für ein Smart Grid muss ein völlig neues Stromnetz (Kabel) aufgebaut werden.                               |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Elektrische Speicher spielen eine wesentliche Rolle in einem Smart Grid.                                   |

# Allgemeine Sammlung

Tuesday, December 17, 2019 10:35 AM

## **BASISINFORMATIONEN**

Diese Lernunterlagen sind aus dem EU-Projekt Smart Grid 2019/20 entstanden und dienen der Einarbeitung in das Thema "intelligente Stromnetze". Es soll ein erstes Kennenlernen von Smart Grid ermöglichen und ein Verständnis über intelligente Stromnetze entwickeln. Die Unterlagen sind eine Gemeinschaftsproduktion der Berufsschulen HEMS-Darmstadt (D), Bregenz (A), Sokolnice (CZ), Bozen (I), Wien (I).



04

Sammlun...

# Demosoftware

Tuesday, December 17, 2019 10:36 AM

## Demo "SmartGrid Simulator" - (Excel)



smartgrid\_s  
imulator\_...

## EU-Projekt – Erasmus Plus – Smart Grid 2019/20

Darmstadt, Bozen, Sokolnice, Wien, Bregenz

### Projektidee:

### Demosoftware mit länderübergreifendem Aspekt

### Netzsimulation

Im Überblickfenster wird das Netz mit Strombezügen bzw. Stromlieferungen dargestellt. Einzelne Bubbles (Darmstadt, Bozen, Sokolnice, Wien, Bregenz) können dabei mit aktuellen Werten oder mit Simulationswerten arbeiten. Die Bubbles können automatisch oder händisch weggeschaltet werden. Fragestellung wie „Was würde mit dem Netz passieren, wenn Bregenz vom Netz geht? Wie würde diese Veränderung im Netz kompensiert? Kommt es zu einem kritischen Zustand?“ können beantwortet und danach kontrolliert werden.

Bild A

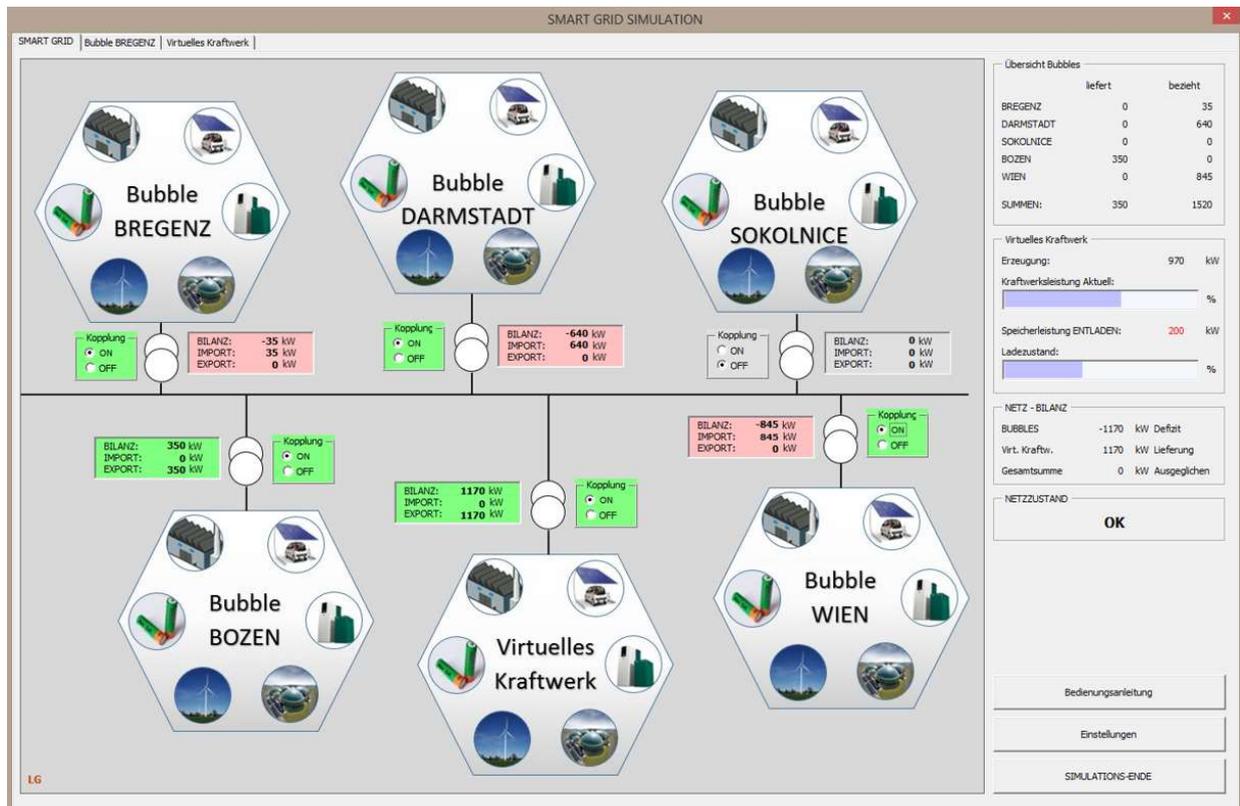
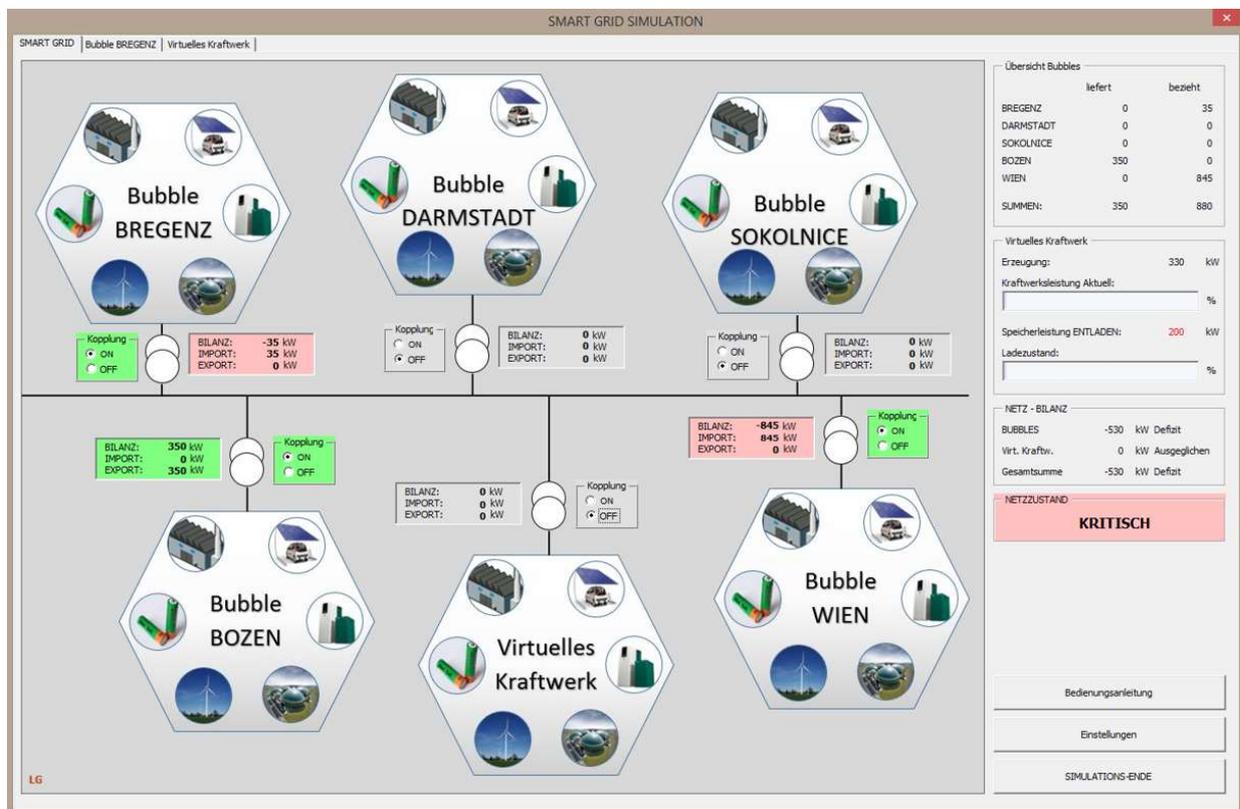


Bild B



## Bubblesimulation

Jedes Bubble (Darmstadt, Bozen, Sokolnice, Wien, Bregenz) kann als eigenständiges System (ZB entsprechend den Möglichkeiten in den Labors der Schulen) simuliert werden. Stromlieferungen bzw. Strombezüge die sich aus der Simulation ergeben werden ins Gesamtnetz übertragen. Auch hier können Fragestellungen wie „Was passiert im System, wenn die Batterien vollständig geladen sind und das gesamte Bubble vom Netz getrennt wird?“ diskutiert und beantwortet werden. Die Überlegungen können danach durch die Simulation überprüft werden. Die Messung der Stromerzeugung, der Ladevorgänge und des Stromverbrauches können gemessen und in der Simulation dargestellt werden.

Bild C

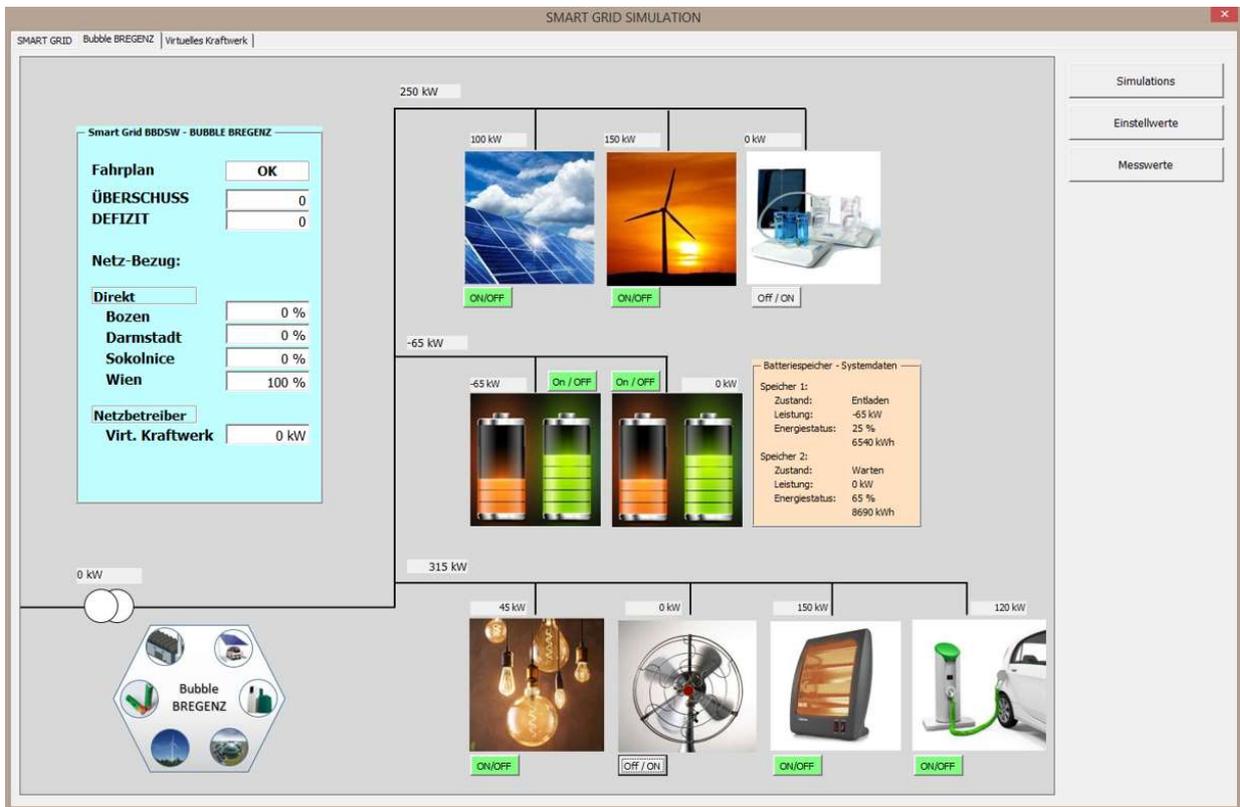
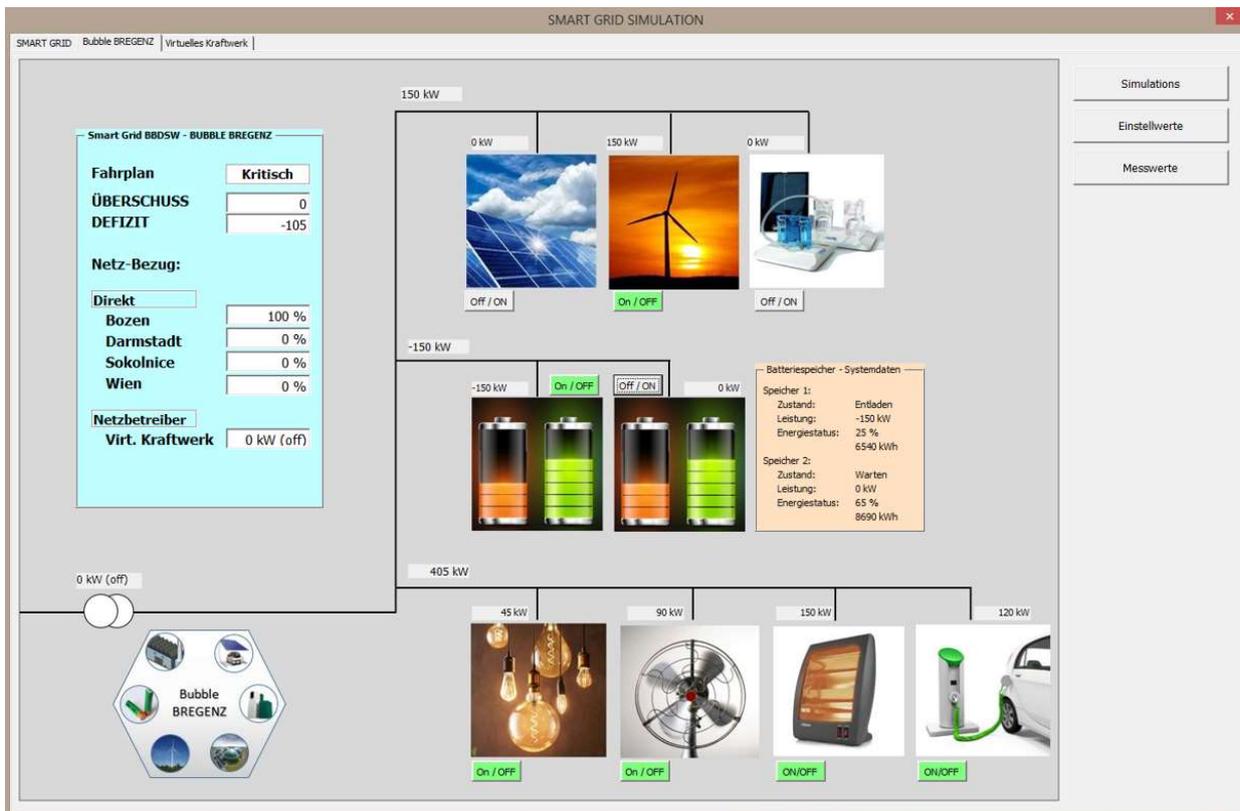


Bild D



### Virtuelles Kraftwerk

Als Regulator kann ein virtuelles Kraftwerk verwendet werden. Parameter wie Generatorenleistung oder Speicherkapazitäten können eingestellt werden. Das Bild gibt einen Überblick über die Stromerzeugung bzw. Stromspeicherung im virtuellen Kraftwerk.

SMART GRID SIMULATION

SMART GRID | Bubble BREGENZ | Virtuelles Kraftwerk

**Lieferinformationen**

Lieferung an	
Bregenz	66 kW
Darmstadt	0 kW
Sokolnice	0 kW
Bozen	0 kW
Wien	534 kW

**Netzbetreiber OUT**

Generator 1	400 kW
Generator 2	0 kW
Speicher 1	100 kW
Speicher 2	100 kW

**Lieferinformationen**

Lieferung von	
Bregenz	0 kW
Darmstadt	0 kW
Sokolnice	0 kW
Bozen	0 kW
Wien	0 kW

**Netzbetreiber IN**

Speicher 1	0 kW
Speicher 2	0 kW

**Einstellung**

**max. Lade- / Entladeleistung:** 100 kW

55

**Speicher 1**

**Einstellung**

**max. Lade- / Entladeleistung:** 100 kW

25

**Speicher 2**

**Einstellung**

**Nennleistung** 800 kW

50

**GENERATOR 1**

auto

**Einstellung**

**Nennleistung** 800 kW

0

**GENERATOR 2**

auto

# Aufgabensammlung

Tuesday, December 17, 2019 10:37 AM



05 Smart  
Arbeitsbla...

## Unterlagen (Smart meter und Mikrocontrolling)

Die elektronischen Energiezähler (smart meter) sind ein sehr wichtiger Bestandteil eines smart grids. Sie dienen prinzipiell zur Messung und Erfassung des Energiebedarfs der Kunden. Über die Datenkonzentratoren werden die Informationen an ein zentrales System weitergeleitet, das Entscheidungen auf smart grid Ebene ermöglicht. Deshalb ist die Idee entstanden, im Rahmen des Projektes „smart grid Intelligente Stromnetze 4.0“, ein didaktisches smart meter zu entwickeln und in zwei Ausführungen zu bauen:

- Version für den Theorieunterricht für Vorführzwecke im Unterricht
- Version für den Laborunterricht/Praxisunterricht (Steckbrettversion)

Folgende Ziele wurden gesetzt:

1. den Schüler\*innen den Begriff „smart grid“ näherzubringen und somit den Einsatz der smart meter zu begründen.
2. den Schüler\*innen die notwendigen Grundkenntnisse aus der Physik zu vermitteln, damit sie den Begriff „Energie“ erklären können.
3. den Schüler\*innen die notwendigen Grundkenntnisse und Fertigkeiten zu vermitteln, um ein smart meter auf einem Steckbrett aufzubauen.
4. den Schüler\*innen die Möglichkeit zu bieten, die Zeitdiagramme der elektrischen Wechselspannung, des Wechselstromes, der Leistung, der Energie messtechnisch zu erfassen, auf einem Bildschirm grafisch darzustellen und weiterzuverarbeiten.
5. den Schüler\*innen die Möglichkeit zu bieten, im Labor verschiedene Tagesenergiebedarfe exemplarischer Kunden in Kurven festzuhalten.
6. den Schüler\*innen die Möglichkeit zu bieten, Grundlagen zu den Entscheidungen auf smart grid Ebene zu erarbeiten.

Die Entwicklung der Unterlagen ist noch nicht vollständig abgeschlossen (Stand August 2021). Deshalb freuen wir uns über Anregungen, Ideen und bedanken uns für evtl. Rückmeldungen.

Das Erasmus+ Team  
der  
Landesberufsschule für Handwerk und Industrie Bozen

# 01 Smart grid Grundbegriffe

Thursday, August 26, 2021 6:50 AM

Datei



01 Smart  
grid Grun...



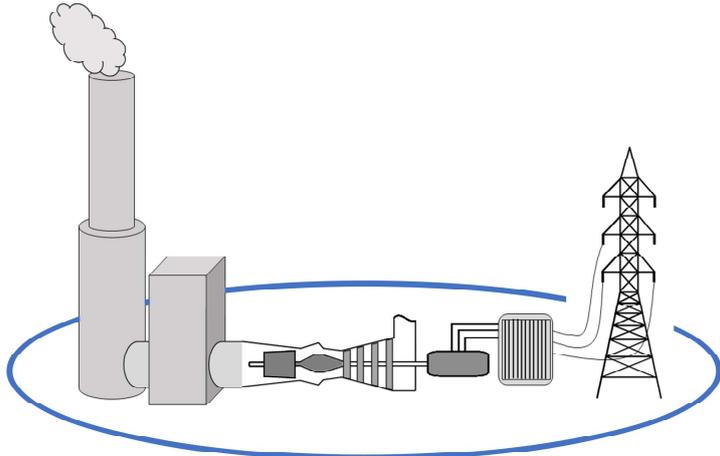
02 Material



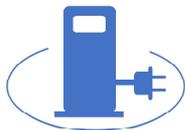
Erasmus+

# Smart grid Intelligente Stromnetze 4.0

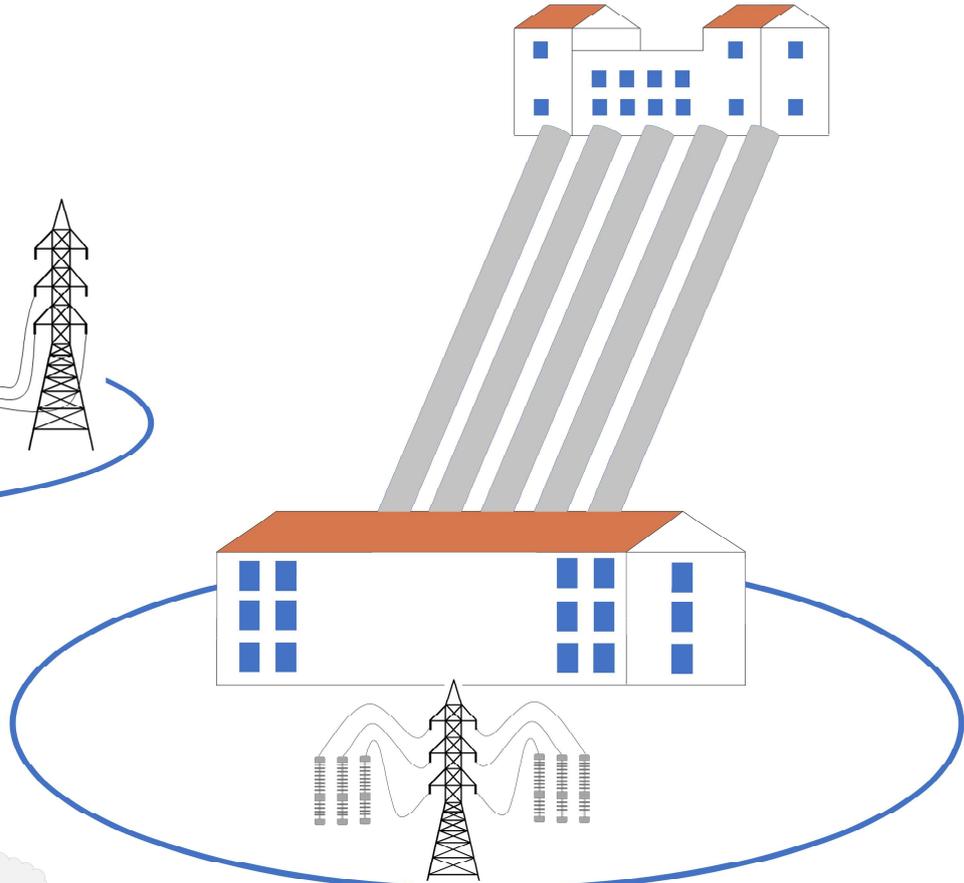
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075



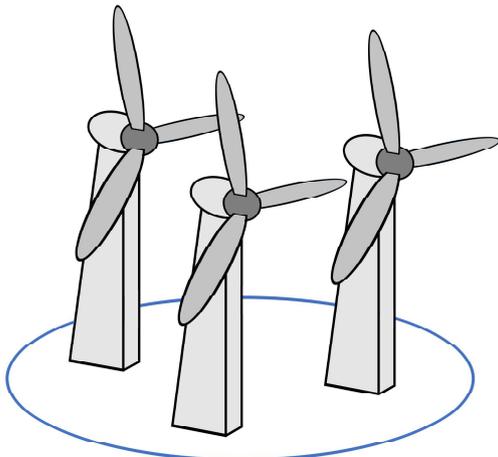
Gasturbinenkraftwerke



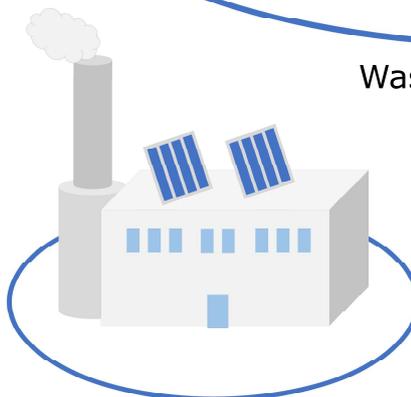
E-Mobility  
Ladestationen



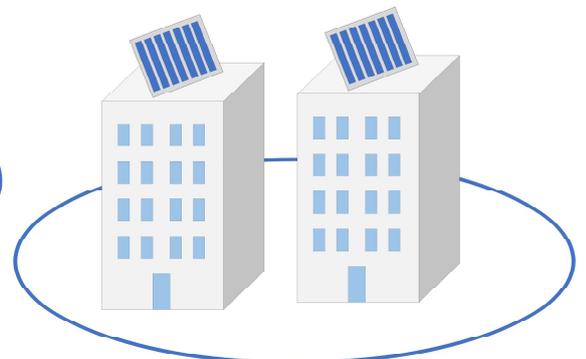
Wasserkraftwerke



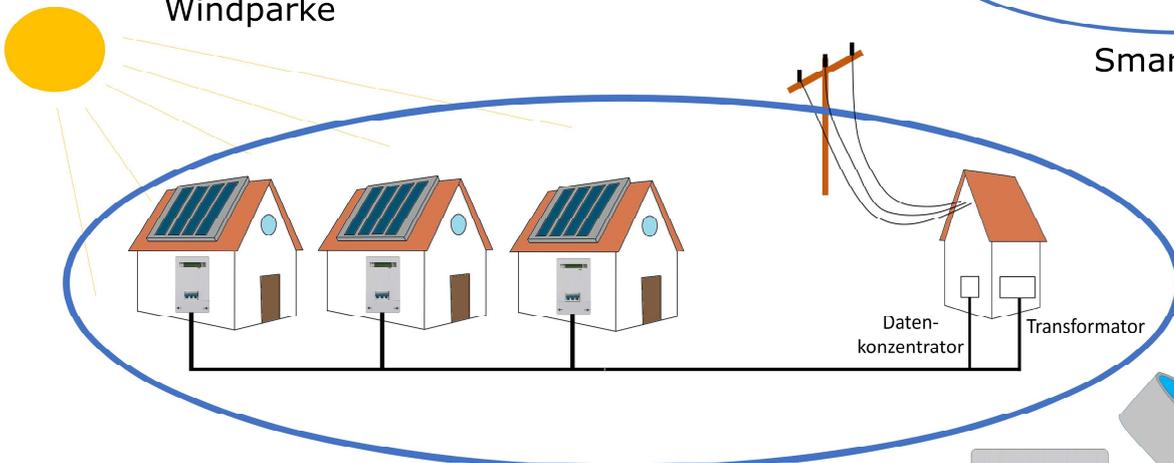
Windparke



Smart factories



Smart cities



Smart houses

Daten-  
konzentrator    Transformator



Smart  
meter

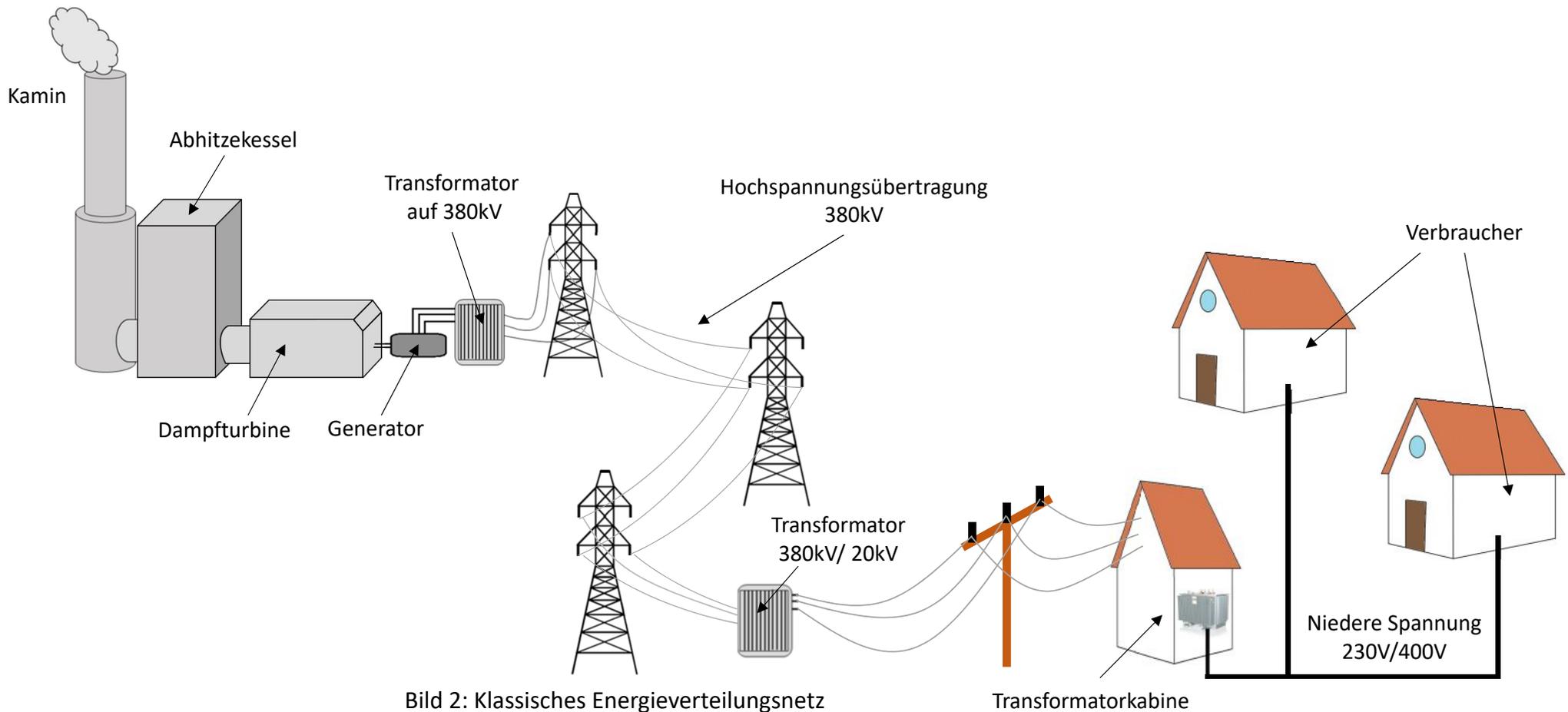


**BZ**  
LANDESBERUFSSCHULE FÜR  
HANDWERK UND INDUSTRIE

# Einführung

## Situation in Italien und in vielen anderen Staaten weltweit

Die Energieversorgungsnetze bestehen überwiegend aus **großen zentralen Kraftwerken**, die über das Verteilungsnetz (Hochspannungsübertragungsnetz, Mittel- und Niederspannungsübertragungsnetz) die Endkunden mit Energie versorgen (Bild 2). *Die Energie wird vorwiegend nur in eine Richtung übertragen.*



## Schwachstellen des klassischen Energienetzes

- 1) Zentrale Einrichtungen steuern die Verteilung der Energie mehrerer Regionen von einem Ort aus über SCADA Systeme (z.B. Terna S.p.A.). Diese Einrichtungen sind noch sehr stark auf den Menschen angewiesen (wenig automatisiert) <sup>[1]</sup>.
- 2) Viele Transformatorstationen sind noch nicht in Echtzeit mit den Steuerzentralen verbunden. Diese müssen bei Überlastung autonom Sicherheitsmaßnahmen einleiten, um sich selbst und die Kunden zu schützen. Sie sind aber nicht in der Lage eine „intelligente Lösung“ zum Problem zu finden <sup>[1]</sup>.
- 3) Wenn ein Übertragungsnetz aus irgend einem Grund ausfällt, dann kann die Energiezufuhr, aufgrund einer Kettenreaktion, flächendeckend ausfallen<sup>[1]</sup>. Am 28. September 2003 blieb Italien (mit Ausnahme von Sardinien und Elba) für 12 Stunden ohne Energiezufuhr, weil zwei Hochspannungsleitungen aus der Schweiz und Frankreich ausgefallen waren<sup>[2]</sup>. Dieser Ausfall löste eine Überlastung des gesamten Energieverteilungsnetzes aus. Es war Nacht und viele Kraftwerke arbeiteten auf dem Mindestwert ihrer Erzeugungskapazität. Im gleichen Jahr gab es ähnliche Ereignisse im Nordosten der USA und in Schweden<sup>[2]</sup>. Solche Ausfälle geschehen selten, decken aber Netzschwachstellen auf.
- 4) Viele Privatbenutzer schaffen sich kleine Photovoltaikanlagen an. Das könnte der Weg für die Zukunft sein. Diese Energiekonsumenten sind gleichzeitig Energieproduzenten. Sie könnten bei Bedarf auch Energie in das Netz einspeisen. Für diese Entwicklung ist die bestehende zentrale Energienetzarchitektur nicht geeignet.<sup>[1]</sup>



Bild 3: Zentrale Steuerung der Energieverteilung, Terna S.p.A.

## Energieproduktion- und verteilung in Südtirol

---

Alperia betreibt in Südtirol 34 Groß- und Kleinwasserkraftwerke<sup>[3]</sup> <sup>[4]</sup>. Einige davon sind<sup>[5]</sup>:

Kraftwerk	Durchschnittliche Jahresproduktion
Kardaun	659 GWh
Kraftwerk S. Floriano (50%)	482 GWh
Brixen	450 GWh
Kastelbell	417 GWh
Töll+Marling	381 GWh

Mit einem Jahresumsatz von ungefähr 1,5 Milliarden Euro gehört Alperia zu den großen Energieunternehmen in Italien. Südtirol erzeugt schon heute weitaus mehr Energie als es selbst verbraucht.

Edyna ist der größte Energieverteiler in Südtirol. Mit einem Stromverteilernetz von 8.558 km Länge<sup>[8]</sup> (Leitungen in Nieder-, Mittel- und Hochspannung), sowie mit den dazugehörigen Anlagen und Infrastrukturen, bringt Edyna die elektrische Energie in 96 Südtiroler Gemeinden.

Südtirol hat auch sehr viele Photovoltaikanlagen. Zurzeit befinden sich in Südtirol ca. 7.800 Photovoltaikanlagen. Damit werden rund 248 GWh Energie produziert.<sup>[6]</sup>

## Was ist ein „smart grid“?

---

### Der neue Trend

Der Begriff „smart grid“ bezieht sich auf ein besonderes Modell der Energieerzeugung und – verteilung, in dem *dezentrale Erzeugungsanlagen*, meistens erneuerbare Energiequellen wie:

- Pumpspeicherkraftwerke
- Photovoltaikanlagen (öffentliche und private Anlagen)
- Biomasseanlagen und Windkraftanlagen

*miteinander kommunizieren*, um *gemeinsam* den Energiebedarf der Energieverbraucher zu decken.

*Der Energieverbraucher kann gleichzeitig auch Energieproduzent sein.*

Wie man sich leicht vorstellen kann, führt dieses durchaus positive Modell, im Gegensatz zu zentralen Erzeugungsanlagen, zu einigen technischen Herausforderungen, wie z.B.:

- eine wesentlich komplexere Lastregelung im Netz
- Spannungshaltung im Verteilnetz
- Netzfrequenzhaltung im Verteilnetz

um die Netzstabilität zu gewährleisten.

Der Ferraris-Energiezähler (elektromechanischer Zähler) ist für dieses Modell nicht geeignet, da:

- keine Datenübertragung (Zählerstand) zwischen Verbraucher und Erzeuger, ohne nachgerüstete Fernauslesetechnik, möglich ist.<sup>[7]</sup>
- der Ferraris Zähler der Zählung keine Uhrzeit und kein Datum zuordnet. Somit ist dieser Zähler nicht für zeitvariable Energietarife geeignet.<sup>[7]</sup>

Dieses Modell setzt den Einsatz von smart Metern voraus.

## Struktur des smart metering 1G Systems

---

Das Smart Metering 1G-System von Edyna besteht aus miteinander verbundenen elektronischen Geräten. Es wird zwischen <sup>[8]</sup>:

- den Energiezählern (auch Leistungsmessgeräte)
  - den Datenkonzentratoren
- unterschieden.

Die Energiezähler sind im Falle

- des „Energieverbrauchs“ am Übergabepunkt des Stromes
  - der „Energieproduktion“ am Produktionspunkt
- der Kundenanlage installiert <sup>[8]</sup>.

Die Datenkonzentratoren sind elektronische Schaltungen, die in der Transformator-Sekundärkabine installiert sind. Diese Schaltungen haben die Aufgabe, die gesendeten Daten der Energiezähler zum zentralen AMM-System (Automated Meter Management) weiterzuleiten<sup>[8]</sup>.

Das AMM-System sammelt/speichert die Daten der Energiezähler, verarbeitet diese Daten und kann den Energiezählern Befehle schicken<sup>[8]</sup>. Das AMM-System kann z.B. dem Energiezähler Befehle zur Abnahme oder zur Zunahme der Leistung schicken, die dem Kunden zur Verfügung gestellt wird.

# Kommunikation und Messdaten des 1G Systems

---

## Die Kommunikation

- Die Kommunikation zwischen den Energiezählern und den Konzentratoren ist bidirektional und erfolgt mittels PLC (Power Line Carrier) Verfahren auf der Stromleitung [8].
- Die Kommunikation zwischen den Konzentratoren und dem AMM-System erfolgt über das Telekommunikationsnetz mit GSM/GPRS-Protokoll [8].

## Die Messdaten des 1G smart meters

Das smart meter 1G enthält einen Mikrocontroller (Microcontroller Unit, MCU). Diese Einheit ermöglicht nicht nur über den Analog Digital – Wandler (ADC) die nötigen Messungen durchzuführen, sondern diese auch zu:

- speichern und weiterzuverarbeiten
- automatisch dem Datenkonzentrator zu senden
- einige Informationen (z.B. Kundennummer) und Messwerte (Augenblicksleistung) dem Kunden zur Verfügung zu stellen (Tastendruck)

Folgende Messungen werden durchgeführt<sup>[8]</sup>:

- aktive und reaktive Energie (sowohl dem Netz entnommene als auch ins Netz eingespeiste)
- Wirkleistung
- Lastkurven der aktiven Energie mit viertelstündlichen Musterentnahmen

## Vorteile des smart meters (1G) [8]



Bild 4

- Fernkontrolle der Energiezähler
- Steigerung der Verfügbarkeit realer monatlicher Verbräuche und somit
- Verringerung der für einen Schätzungsprozess notwendigen Messungen

Eigenschaften:

- **Offenes Protokoll für Zugriff auf die Zählerdaten** <sup>[9]</sup>  
Ermöglicht Anbindung an Hausautomationssysteme
- **Tägliche Verfügbarkeit der Lastkurven** <sup>[9]</sup>  
Die Kunden sind besser informiert.
- **Support für die Einführung neuer Tarifmodelle** <sup>[9]</sup>  
Stündlich schwankende Tarife könnten zukünftig genutzt werden. Das bedeutet, dass Kunden energieintensive Verbraucher, wie z.B. Waschmaschinen oder Trockner, nachts oder bei Ökostromüberschüssen einschalten könnten, um Geld zu sparen.
- **Aktivierung neuer Mehrwertdienste** <sup>[9]</sup>
- **Unterstützung bei der fortgeschrittenen Netzverwaltung** <sup>[9]</sup>

## Quellenverzeichnis

---

- [1]: <http://tesi.cab.unipd.it/27067/1/tesi.pdf> Juli 2020
- [2]: [https://de.wikipedia.org/wiki/Liste\\_historischer\\_Stromausf%C3%A4lle](https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_historischer_Stromausf%C3%A4lle) Juli 2020
- [3]: <https://www.alperigroup.eu/de/unsere-energie/wasserkraft/energie-aus-unseren-bergen.html>  
Juli 2020
- [4]: <https://www.alperigroup.eu/de/zukunft-gestalten/green-energy.html> Juli 2020
- [5]: Größten Wasserkraftwerke Südtirols  
[https://www.alperigroup.eu/public/user\\_upload/pdf/publicazioni/wasserkraftwerk\\_kardaun.pdf](https://www.alperigroup.eu/public/user_upload/pdf/publicazioni/wasserkraftwerk_kardaun.pdf)  
Juli 2020
- [6]: <https://www.consumer.bz.it/de/photovoltaik-strom-aus-sonnenlicht> Juli 2021
- [7]: <https://sedl.at/Stromzaehler/mechanisch> Juli 2020
- [8]: Plan der Inbetriebnahme des Systems Smart Metering 2G  
[http://www.edyna.net/fileadmin/filemount/Pdf/05\\_clienti/Smart\\_meter/Plan\\_der\\_Inbetriebnahme\\_des\\_Smart\\_Metering\\_2G-Systems.pdf](http://www.edyna.net/fileadmin/filemount/Pdf/05_clienti/Smart_meter/Plan_der_Inbetriebnahme_des_Smart_Metering_2G-Systems.pdf) Juli 2021
- [9]: Vortrag des Herrn Paulmichl (Edyna) am 06.06.2019 an der LBSHI-Bz

## Bilderverzeichnis

---

Bild 1

Selbst gezeichnetes Plakat

Bild 2

Selbst gezeichnetes Bild

Bild 3 (Juli 2020)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dispacciamento - Sala controllo.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dispacciamento_-_Sala_controllo.JPG)

**Nennung der Urheberschaft:**

Terna S.p.A., CC BY-SA 3.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>, via Wikimedia Commons

Bild 4

Smart meter

e-distribuzione S.p.A. Italia

Selbst fotografiert

# 02 Grundbegriffe Physik Elektrotechnik und Mathematik

Thursday, August 26, 2021 6:58 AM



01\_Lernfeld  
\_5\_LS5\_1



02\_Lernfeld  
\_1\_LS1\_4



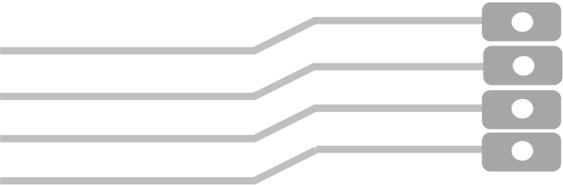
03\_Lernfeld  
\_5\_LS5\_1



04\_Effektiv  
wertbere...



Berechnung  
\_Effektiv...



Kraft, Arbeit, Energie, Ladung,  
Spannung, Strom

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021

Das Internationale Einheitensystem oder **SI ist das am weitesten verbreitete Einheitensystem für physikalische Größen**. Die durch das SI definierten Maßeinheiten nennt man SI-Einheiten.<sup>1</sup>

Das SI beruht auf **sieben Basisgrößen** mit entsprechenden Basiseinheiten, deren Auswahl nach praktischen Gesichtspunkten erfolgte.<sup>1</sup>

Basisgröße	Größensymbol	Einheitenzeichen	Einheit
<i>Masse</i>	<i>m</i>	<i>kg</i>	<i>Kilogramm</i>
<i>Länge</i>	<i>l</i>	<i>m</i>	<i>Meter</i>
<i>Zeit</i>	<i>t</i>	<i>s</i>	<i>Sekunden</i>
<i>Stromstärke</i>	<i>I</i>	<i>A</i>	<i>Ampere</i>
<i>Thermodynamische Temperatur</i>	<i>T</i>	<i>K</i>	<i>Kelvin</i>
<i>Stoffmenge</i>	<i>n</i>	<i>mol</i>	<i>Mol</i>
<i>Lichtstärke</i>	<i>I<sub>v</sub></i>	<i>cd</i>	<i>Candela</i>

Alle anderen physikalische Größen nennt man **abgeleitete Größen**.

## Die Kraft

ist eine physikalische Größe, die einen festgehaltenen Körper verformen und einen beweglichen Körper beschleunigen kann.<sup>2</sup>



Isaac Newton (1642-1726)  
Englischer Naturforscher  
Bild 1

### Merkmale 1:

Die verformende Wirkung einer Kraft hängt von deren **Betrag** (wieviel) ab.

### Merkmale 2:

Die verformende Wirkung einer Kraft hängt von deren **Richtung** ab (wohin), in der diese wirkt.

Die Kraft hat einen **Betrag** und eine **Richtung**. Diese ist somit eine **vektorielle** Größe!

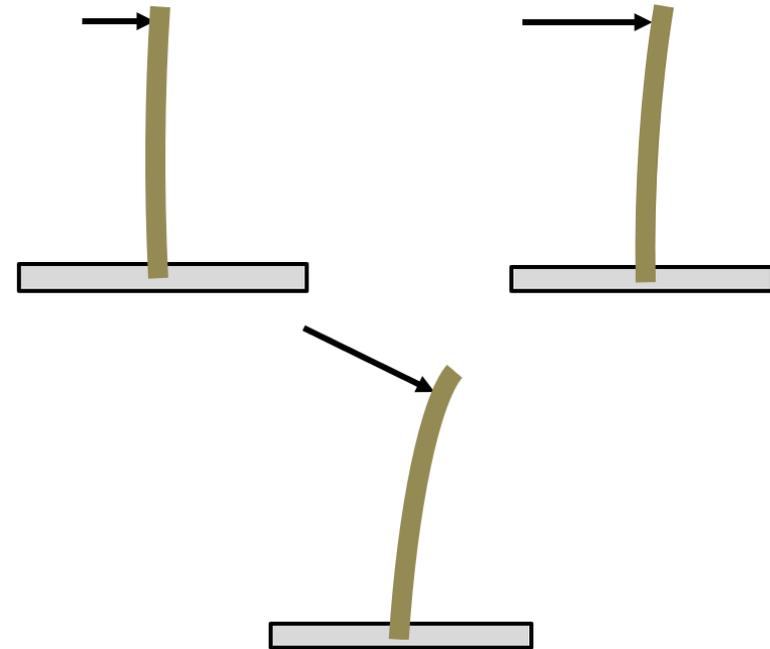


Bild 2

## Die Gewichtskraft $F_G$

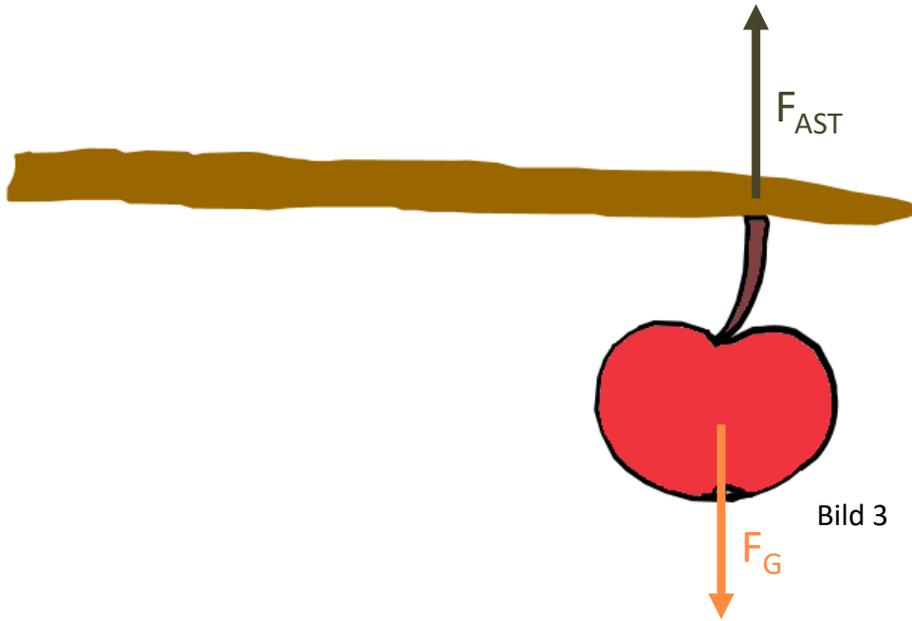


Bild 3

$$F_G = m \cdot g$$

Masse [kg]

Erdbeschleunigung  $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

$$[kg] \cdot \left[\frac{m}{s^2}\right] = [N] \quad \dots \text{Newton}$$

## Die mechanische Arbeit

Mechanische Arbeit =

„Kraft in Richtung des Weges mal Weg“

Quelle 3

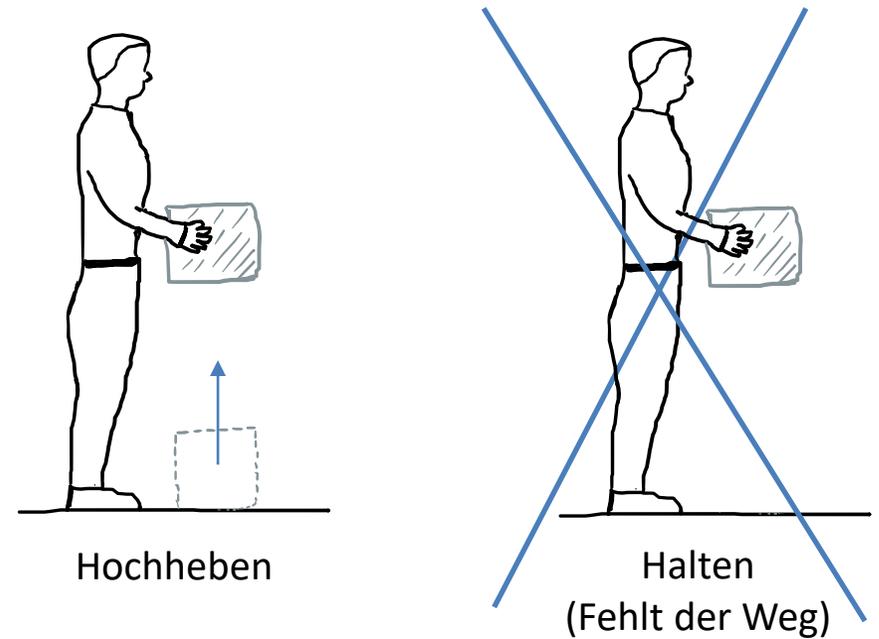


Bild 4

$$W = F_l \cdot l \quad [N] \cdot [m] = [J] \quad (\text{Joule})$$

„Gespeicherte Arbeit wird Energie genannt“

Quelle 3

Einheit:

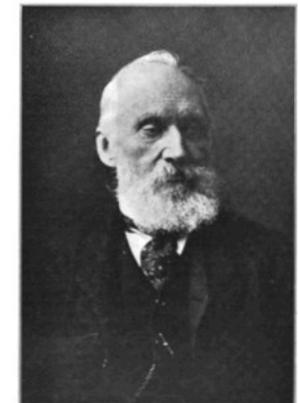
$$[N] \cdot [m] = [J]$$

## Energieerhaltungssatz

Energie kann nicht erzeugt oder verbraucht werden.  
Energie kann nur von einer Energieform in eine andere  
Energieform umgewandelt werden.

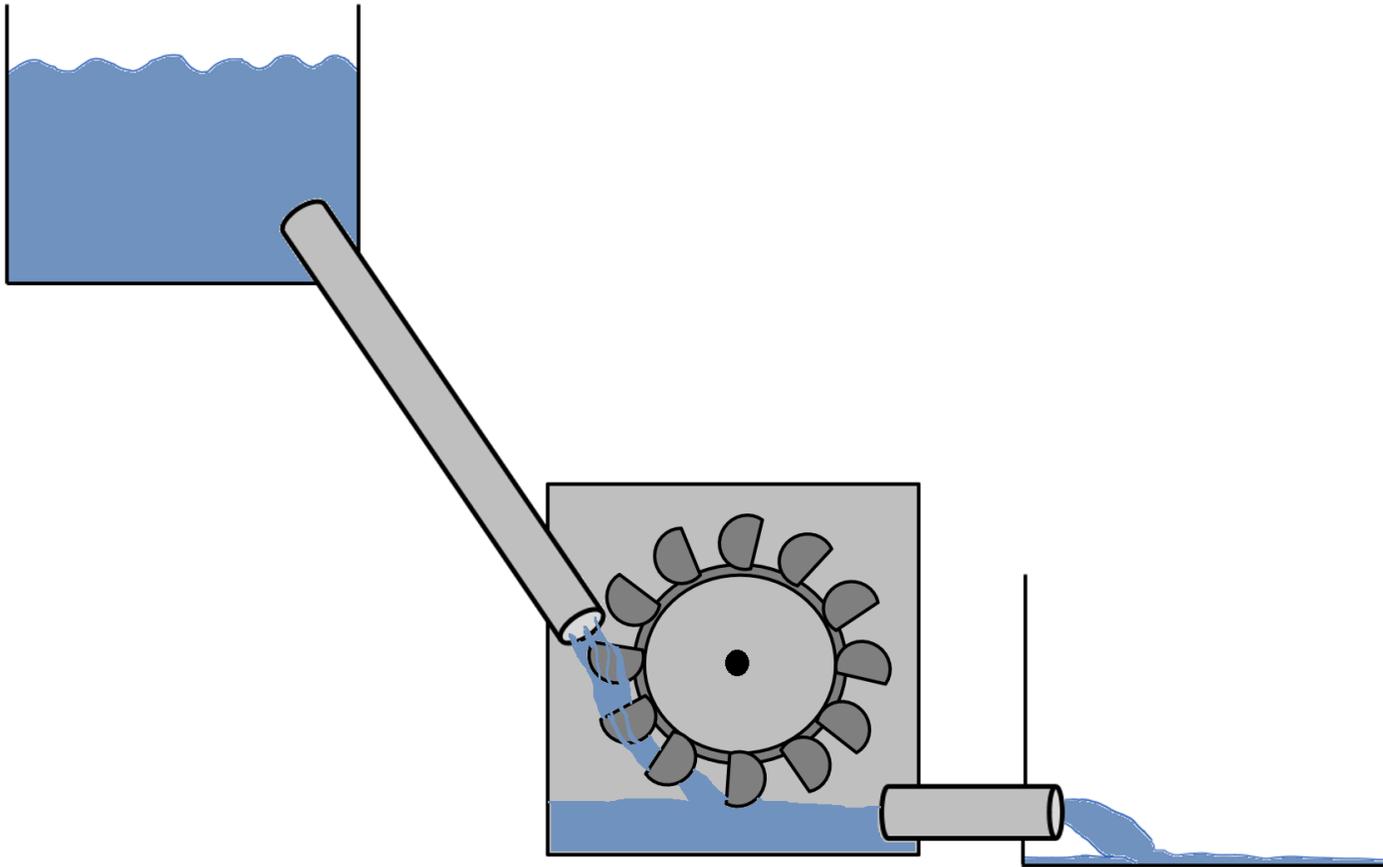


James Prescott Joule (1818-1889)  
Englischer Physiker  
Bild 5



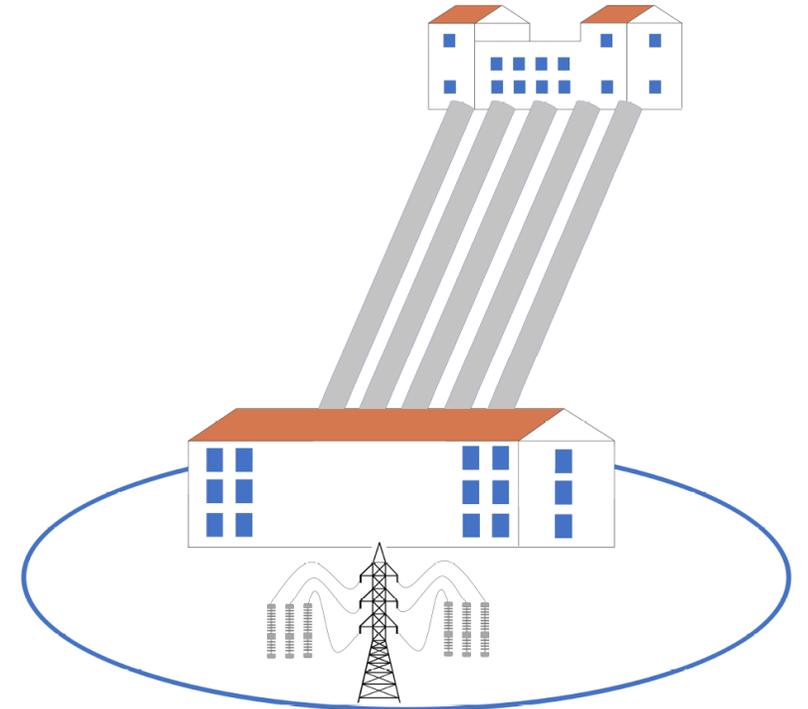
*Yours very truly  
Kelvin*

William Thomson (1824-1907)  
Britischer Physiker  
Bild 6



Pelton Turbine mit Generator

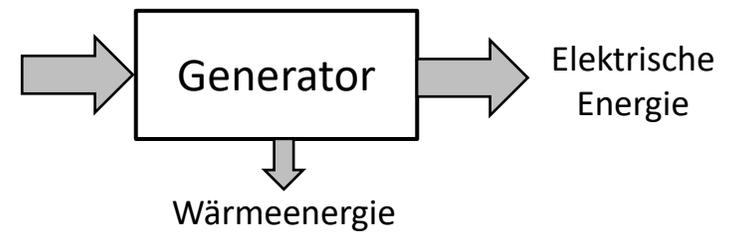
Bild 7



Wasserkraftwerk Kardaun (Bz)

Bild 8

$$W_{POT} = m \cdot g \cdot h \quad \longrightarrow \quad W_{KIN} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$



Mit der elektrischen Ladung beschreiben wir den Elektronenmangel oder den Elektronenüberschuss eines Körpers.

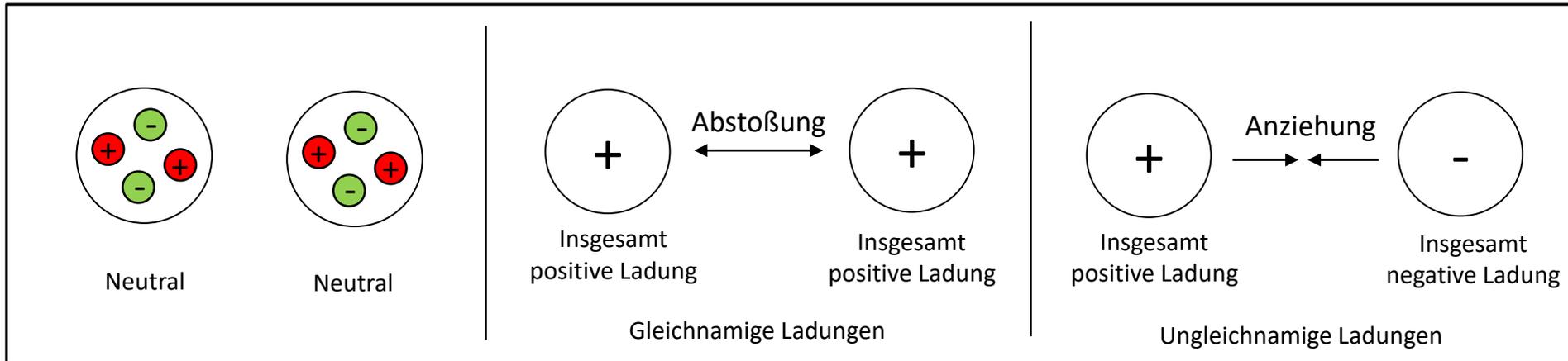


Bild 9

Die elektrische Ladung kann ganz einfach durch Reibung entstehen. Dabei werden entweder Elektronen weggenommen oder Elektronen angehäuft. Es entsteht dabei der Elektronenmangel (positive Ladung) oder der Elektronenüberschuss (negative Ladung).

Atome, bei denen sich die Anzahl der Protonen von der Anzahl der Elektronen unterscheidet, nennt man **Ionen**. Fehlen einem Atom Elektronen, so ist es **positiv geladen** und wird **positiv geladenes Ion** genannt.

Hat das Atom mehr Elektronen in der Hülle als Protonen im Kern, ist es **negativ geladen** und wird **negativ geladenes Ion** genannt.

Die elektrische Ladung wird in Coulomb C gemessen.

$$Q = n \cdot e \quad [C]$$

wobei:

Q ..... Gesamtladung

n ..... Anzahl der Elementarladungen

e ..... Elementarladung

sind.

Beispiel: Aus wie viel Elektronen besteht die Ladung  $Q = -1C$ ?

$$Q = n \cdot e \quad \rightarrow \quad n = \frac{Q}{e} = \frac{-1C}{-1,602 \cdot 10^{-19}C} = 6,242 \cdot 10^{18}$$

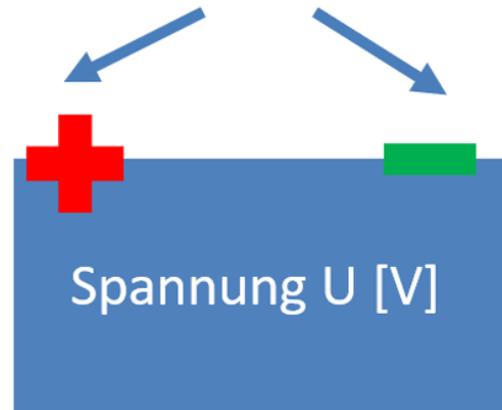


Charles de Coulomb (1736-1806)  
Französischer Physiker  
Bild 10

Die Spannung ist die zur **Trennung der Ladungen** aufgewendete **Arbeit** gebrochen durch die **Ladung**.

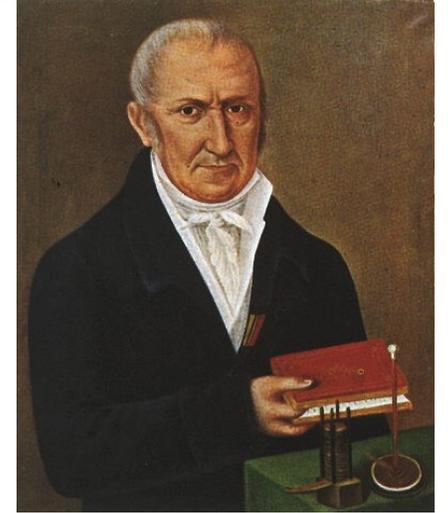
$$U = \frac{W}{Q} \quad \frac{[J]}{[C]} = [V]$$

Ladungen bewegen sich nicht!



Energiequelle!

Bild 12



Alessandro Volta  
(1745-1824)  
Italienischer Physiker  
Bild 11

# Der elektrische Strom I

Unter dem Begriff „elektrischer Strom“ verstehen wir den Transport von elektrischen Ladungsträgern.

$$I = \frac{Q}{t} \quad \frac{[C]}{[s]} = [A] \dots \text{Ampère}$$



André-Marie Ampère  
(1775-1836)

Französischer Physiker

Bild 13

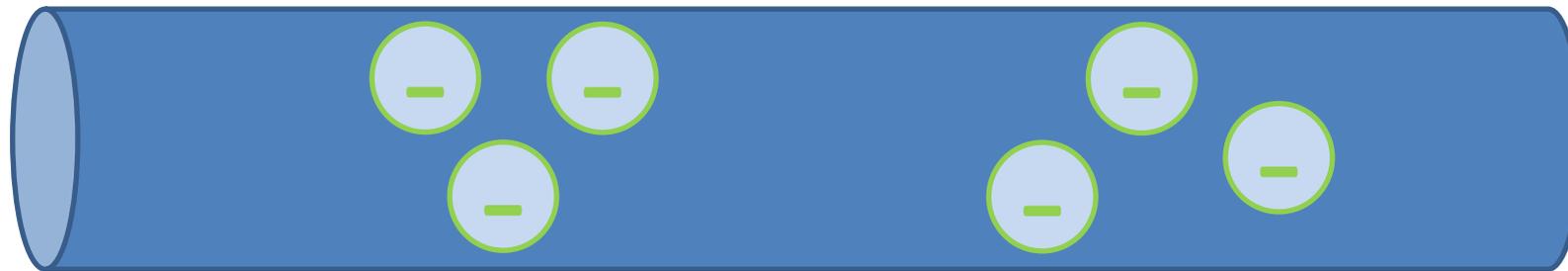
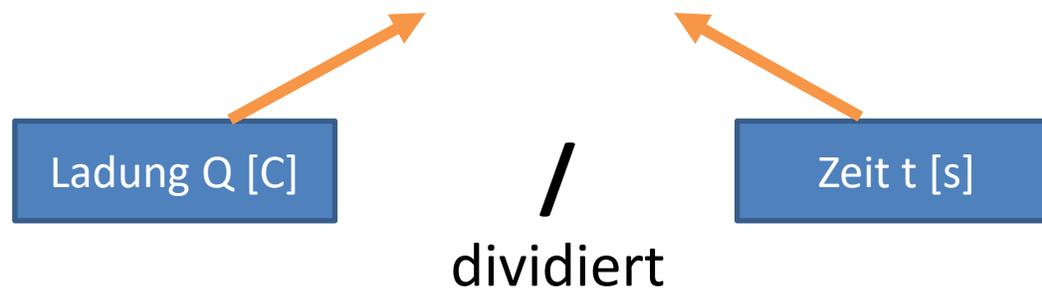


Bild 14



Wenn wir den Schalter schließen, dann bewegen sich die Elektronen vom negativen Pol über den Verbraucher zum positiven Pol.

Die **Bewegungsrichtung** der **Elektronen** nennt man „**physikalische Stromrichtung**“.

Der Stromkreis ist geschlossen.

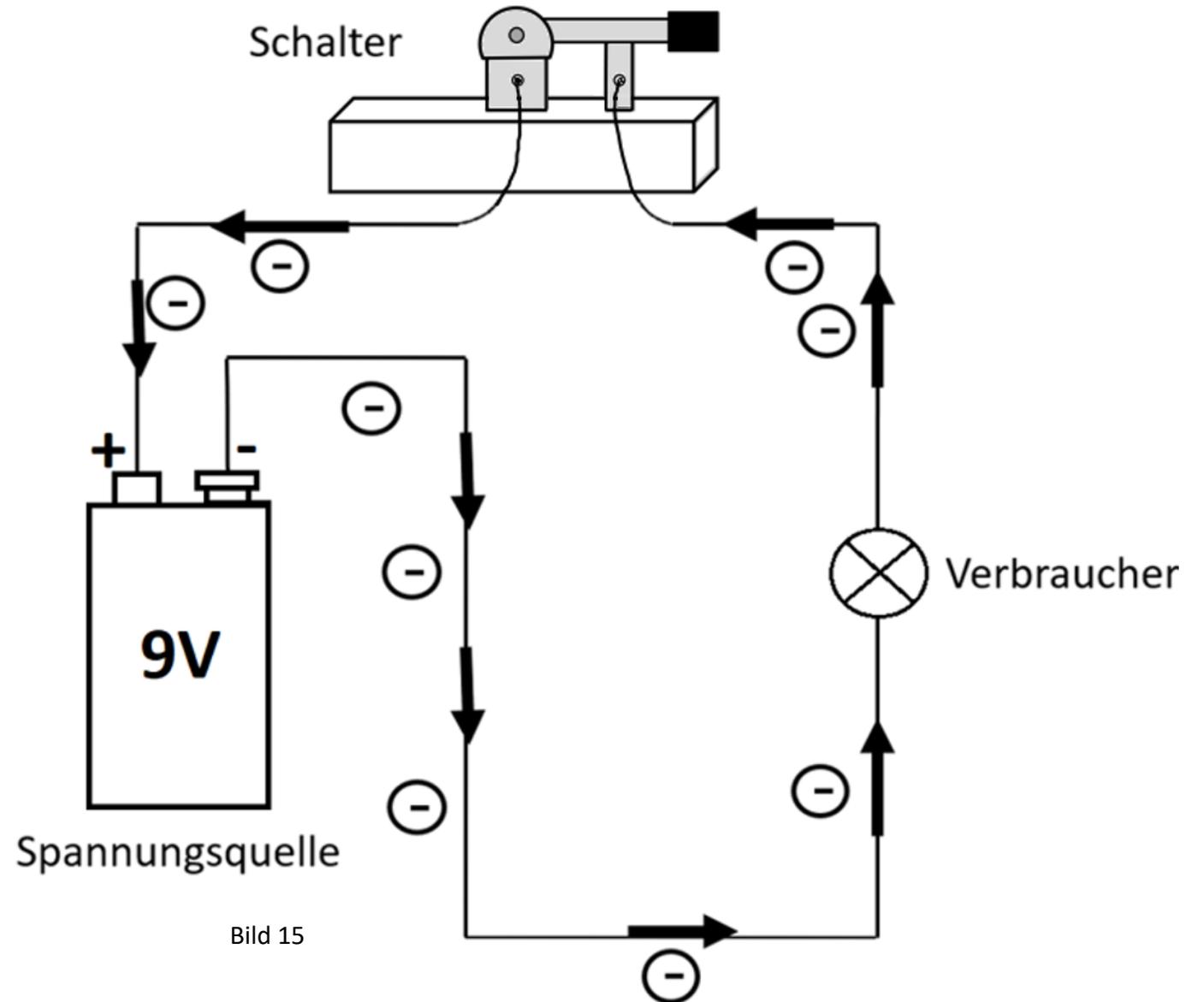


Bild 15

In der **Elektrotechnik** geben wir den Richtungssinn von Strömen grundsätzlich in der **technischen Stromrichtung** vom **Pluspol zum Minuspol der Spannungsquelle** an. In dieser Richtung wird der elektrische Strom  $I$  als **positiv** bezeichnet.

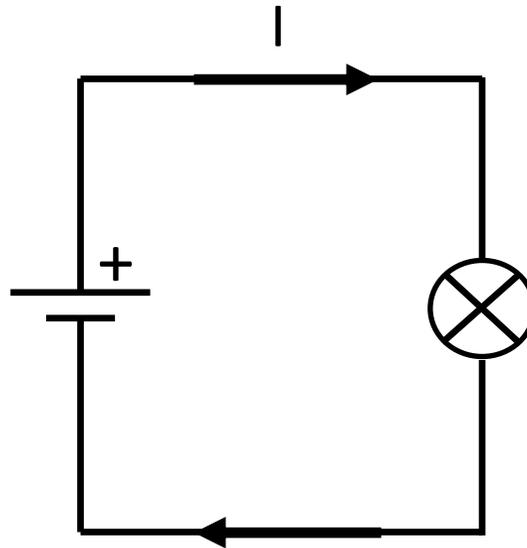


Bild 16

**Quelle 1: 23.07.21**

[https://de.wikipedia.org/wiki/Internationales\\_Einheitensystem](https://de.wikipedia.org/wiki/Internationales_Einheitensystem)

**Quelle 2:**

**Grundlagen der Dynamik**

Robert Wichard Pohl

Springer-Verlag

**Quelle 3: 23.07.21**

<https://www.gymliestal.ch/manuelerdin/dok/arbeit%20und%20energie.pdf>

Bild 1 (23.07.21)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sir\\_Isaac\\_Newton\\_by\\_Sir\\_Godfrey\\_Kneller,\\_Bt.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sir_Isaac_Newton_by_Sir_Godfrey_Kneller,_Bt.jpg)

**Nennung der Urheberschaft:**

Godfrey Kneller, Public domain, via Wikimedia Commons

Bilder 2,3,4,7,8,9,12,14,15,16

Selbst gezeichnete Bilder

Bild 5 (23.07.21)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:James Prescott Joule by John Collier, 1882.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:James_Prescott_Joule_by_John_Collier,_1882.jpg)

**Nennung der Urheberschaft:**

John Collier, Public domain, via Wikimedia Commons

Bild 6 (23.07.21)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSM\\_V75\\_D520 William Thomson.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PSM_V75_D520_William_Thomson.png)

**Nennung der Urheberschaft:**

Unknown author, Public domain, via Wikimedia Commons

Bild 10 (23.07.21)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charles de Coulomb.png](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Charles_de_Coulomb.png)

**Nennung der Urheberschaft:**

After Hippolyte Lecomte, Public domain, via Wikimedia Commons

Bild 11 (23.07.21)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alessandro Volta.jpeg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alessandro_Volta.jpeg)

**Nennung der Urheberschaft:**

See page for author, Public domain, via Wikimedia Commons

Bild 13 (23.07.21)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ampere Andre 1825.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ampere_Andre_1825.jpg)

**Nennung der Urheberschaft:**

Ambrose Tardieu, Public domain, via Wikimedia Commons

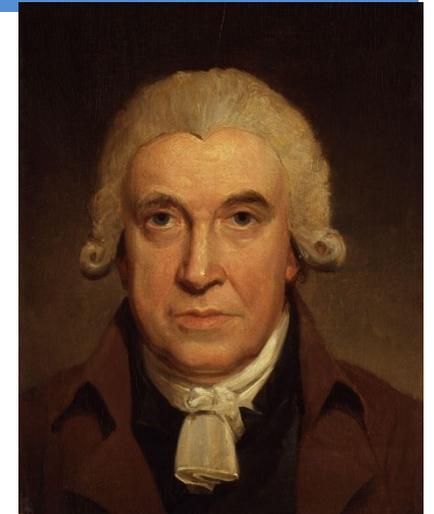
## Elektrische Leistung und Energie

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021

In der Mechanik definieren wir die Leistung als die verrichtete Arbeit geteilt durch die dazu benötigte Zeit.

$$P = \frac{W}{t} \quad \frac{[J]}{[s]} = [W] \dots \text{Watt}$$



James Watt (1736-1819)  
Schottischer Erfinder  
Bild 1

### Beispiel aus Bewegung und Sport ...

“Je **schneller** ein/e Schüler/in über die Treppe vom Parterre in den 4.Stock läuft (**dabei verrichtet er Arbeit W**),  
desto **größer ist die vollbrachte Leistung P.**”



Treppenhauflauf  
Bild 2

Die Formel für die elektrische Wirkleistung kann aus den Gesetzmäßigkeiten des Lernfeldes 5 hergeleitet werden. Wir erinnern uns an die Definition der elektrischen Spannung (siehe Bild 3).



Spannung  $U$  [V]

$$U = \frac{W}{Q}$$

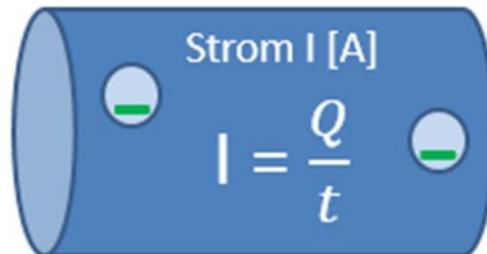
Bild 3

Wir können die Spannungsformel nach  $W$  umformen und erhalten:  $W = U \cdot Q$

Nun setzen wir diese Formel in die mechanische Leistung ein und erhalten:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{U \cdot Q}{t}$$

Aus der Elektrotechnik kennen wir diese Gesetzmäßigkeit:



Strom  $I$  [A]

$$I = \frac{Q}{t}$$

Bild 4

...nämlich den elektrischen Strom  $I$ .

Wenn wir  $Q/t$  somit mit  $I$  ersetzen, dann erhalten wir die **elektrische Wirkleistung P**, die wiederum als Einheit [W] (Watt) hat. Wenn wir also die Gleichspannung  $U$  mit dem dabei fließenden Gleichstrom  $I$  multiplizieren, so erhalten wir die elektrische Wirkleistung.

Wirkleistung P [W]

$$P = U \cdot I$$

Wenn wir wiederum bei der mechanischen Leistung beginnen:

$$P = \frac{W}{t}$$

und diese Formel nach  $W$  (mechanische Arbeit) auflösen, so erhalten wir:  $W = P \cdot t$

Dieselbe Formel gilt für die Energie, da Energie gespeicherte Arbeit ist.

Nun ersetzen wir  $P$  mit den elektrischen Größen und erhalten **die elektrische Energie**:

$$W = U \cdot I \cdot t \quad [J]=[Ws]$$

Bei rein ohmschen Verbrauchern gilt diese Formel, unter Verwendung der Effektivwerte, auch für Wechselstrom.

Der Energielieferant stellt uns ein Gerät zur Verfügung, das in den Medien irrtümlicherweise als „Stromzähler“ bekannt ist. Dieses Gerät ist aber kein Strommessgerät, sondern ein Energiemessgerät. Die vom „Energieerzeuger“ gelieferte Energie wird in kWh (Kilowattstunden) gemessen, eine Maßeinheit für größere Energiemengen.



$$[J] = [Ws]$$



$$[kWh]$$

Bild 5

**Bild 1 (23.07.21)**

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:James\\_Watt\\_by\\_Henry\\_Howard.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:James_Watt_by_Henry_Howard.jpg)

**Nennung der Urheberschaft:**

Henry Howard, Public domain, via Wikimedia Commons

**Bild 2 (23.07.21)**

<https://pixabay.com/de/photos/treppen-treppe-rennen-mann-l%c3%a4uft-101433/>

Freie kommerzielle Nutzung

**Bild 3,4**

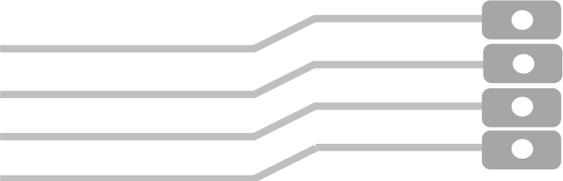
Selbst gezeichnetes Bild

**Bild 5**

Smart meter

e-distribuzione S.p.A. Italia

Selbst fotografiert

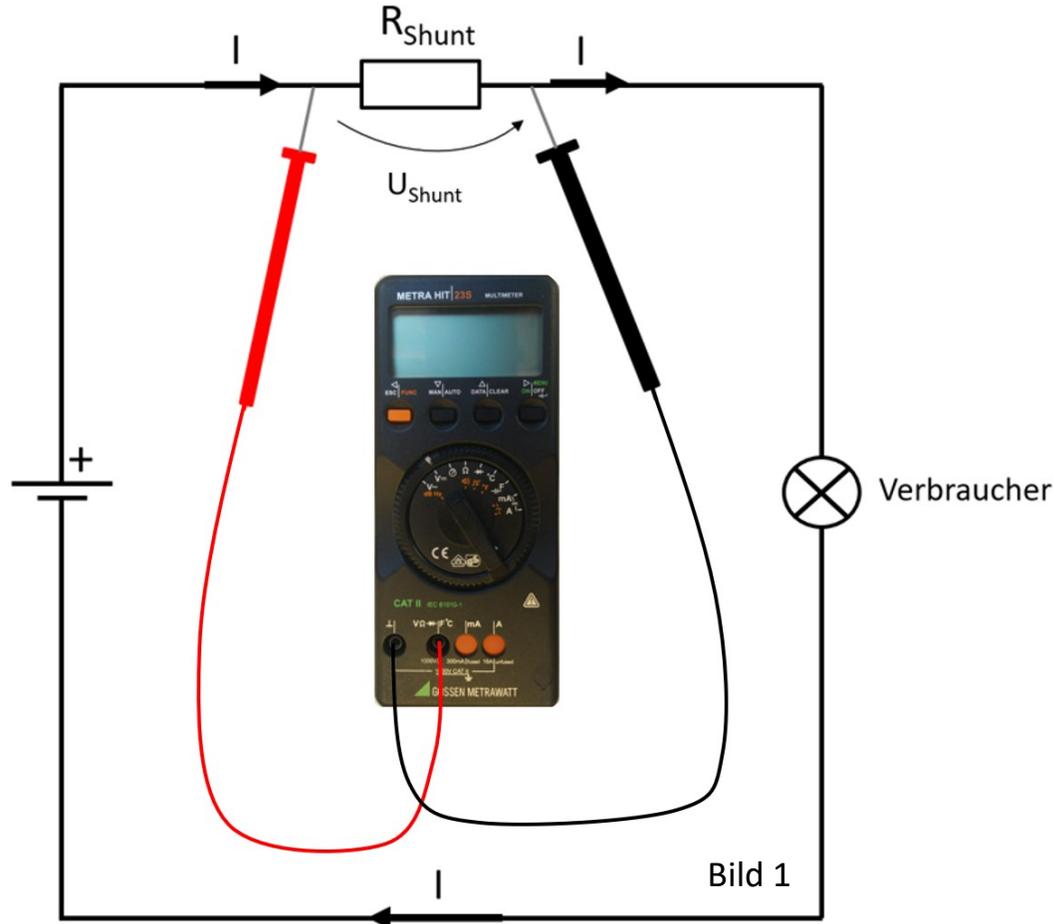


## Strom messen

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021

Der Shunt-Widerstand ist ein **niederohmiger elektrischer Messwiderstand** (z.B.  $R_{shunt}=0,1\Omega$ ). Dieser wird unmittelbar in die stromführende Leitung eingefügt.<sup>1</sup>



$$R_{Shunt} = \frac{U_{Shunt}}{I}$$

$$I = \frac{U_{Shunt}}{R_{Shunt}} = \frac{0,108V}{0,1\Omega} = 1,08A$$

Dieser Widerstand hat einen präzisen bis sehr präzisen Wert (z.B. Genauigkeitsklasse 1 bis 0,5) und eine große Leistung (z.B. 2W aufwärts).

Es gibt integrierte elektronische Schaltungen, welche den Spannungsabfall am Shunt-Widerstand messen und, mit diesem Wert und dem Wert des Shunt-Widerstands, den Strom berechnen. Der INA219 (Texas Instruments) gehört zu diesen Schaltungen. Der Spannungsabfall am Shunt-Widerstand, der Strom durch den Shunt-Widerstand und die Leistung können von den Registern der integrierten Schaltung über den I2C-Bus gelesen werden.

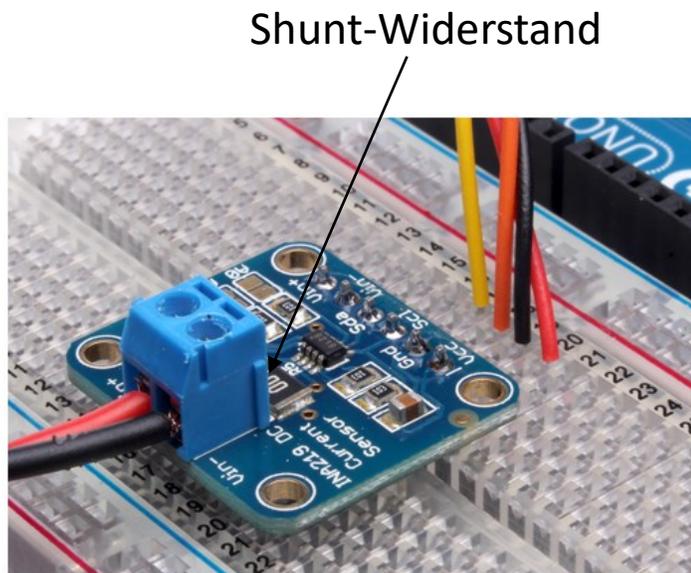
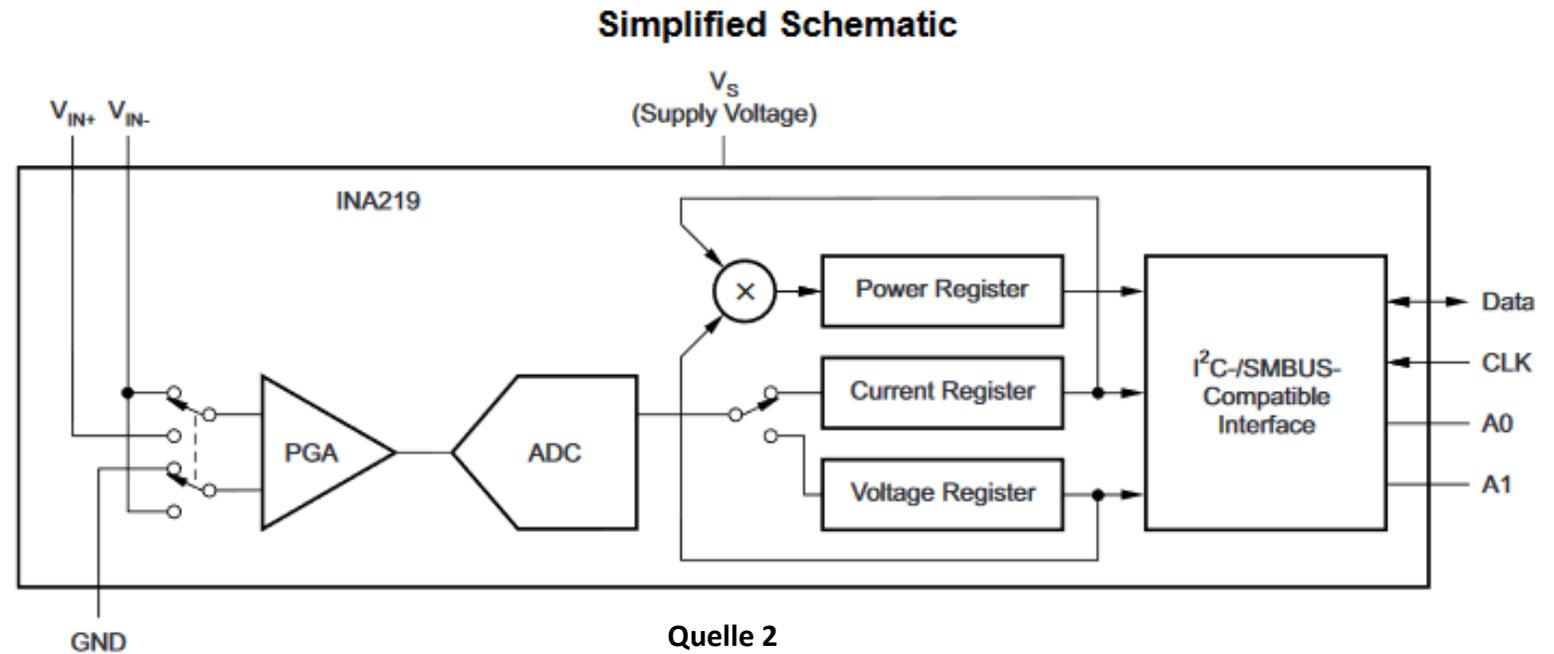


Bild 2



Quelle 2

Es gibt integrierte elektronische Schaltungen, die den sogenannten „Hall-Effekt“ nutzen, um den Strom „**contactless**“ zu messen. Der ACS712 (Allegro microsystems) gehört zu diesen Schaltungen.

Der Stromdurchfluss durch die Kupferleiterbahn (Quelle 3, Bild 4) erzeugt ein magnetisches Feld, welches vom integrierten Hall-IC erfasst und in eine proportionale Spannung umgewandelt wird.

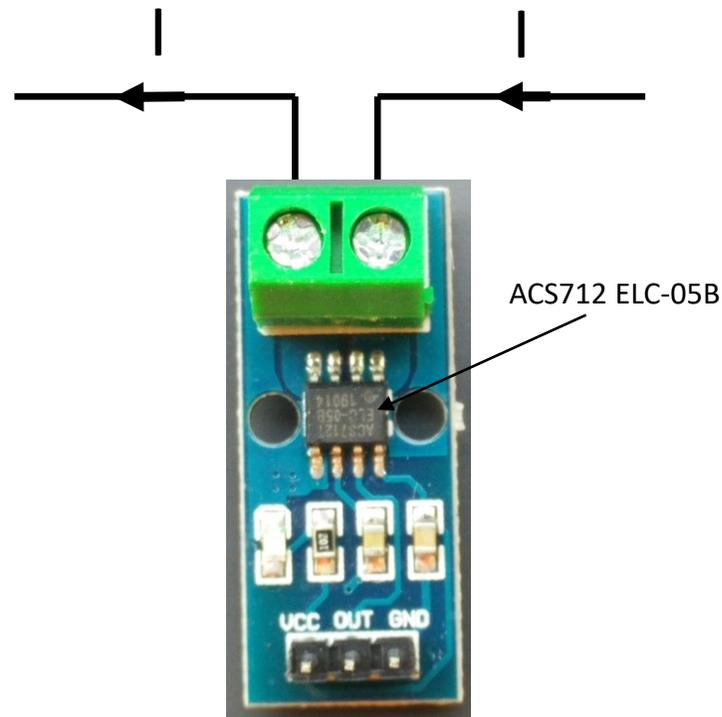


Bild 3

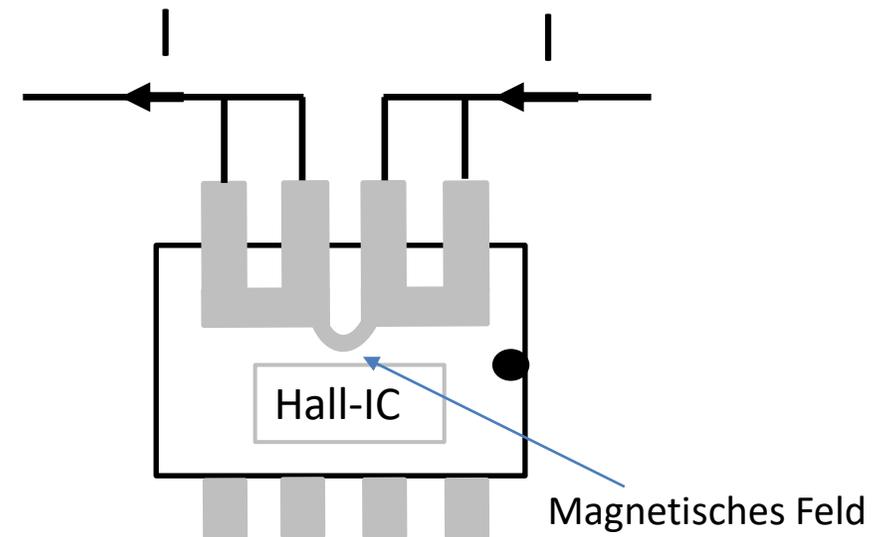


Bild 4

Wir verwenden im Labor die Sensorversion ACS712 ELC-05B. Die Information „05“ sagt uns, dass wir mit diesem Sensor einen maximalen Strom  $I_{MAX}=5A$  messen können.

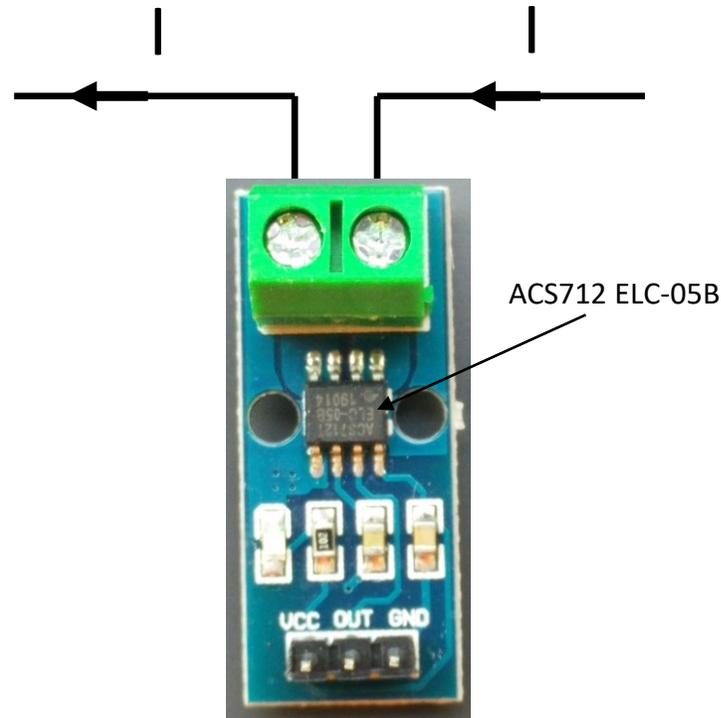


Bild 3

Der Sensor hat eine Betriebsspannung  $U_{cc}=5V$ . Der Anschluss GND im Bild ist die Masse. Zwischen OUT und GND können wir jene Spannung messen, die dem Strom proportional ist. Diese Spannung nennen wir  $U_{OUT}$ . Der Sensor hat eine Empfindlichkeit von  $185 \frac{mV}{A}$  und eine Offsetspannung  $U_{offset}$ . Offsetspannung bedeutet, dass bei keinem Strom ( $I=0A$ ) die Spannung  $U_{OUT} = U_{offset}$  gemessen wird. Mit diesen Informationen und  $U_{OUT}$  können wir den Strom berechnen.

$$185 \frac{mV}{A} = 0,185 \frac{V}{A}$$

$$I = \frac{(U_{OUT} - U_{offset})}{0,185 \frac{V}{A}}$$

Quelle 1: (23.07.21)

[https://de.wikipedia.org/wiki/Shunt\\_\(Elektrotechnik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Shunt_(Elektrotechnik))

Quelle 2: (23.07.21)

[https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf?ts=1629740035696&ref\\_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F](https://www.ti.com/lit/ds/symlink/ina219.pdf?ts=1629740035696&ref_url=https%253A%252F%252Fwww.google.com%252F)

Quelle 3: (23.07.21)

<https://www.allegromicro.com/en/products/sense/current-sensor-ics/zero-to-fifty-amp-integrated-conductor-sensor-ics/acs712>

Bild 1

Selbst gezeichnetes Bild mit selbst gemachtem Foto des Multimeters Metra Hit 23S

Bild 2 (23.07.21)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adafruit\\_INA219\\_high\\_side\\_DC\\_current\\_sensor\\_module\\_2.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Adafruit_INA219_high_side_DC_current_sensor_module_2.jpg)

**Nennung der Urheberschaft:**

oomlout, CC BY-SA 2.0 <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0>>, via Wikimedia Commons

Bild 3

Selbst gemachtes Foto mit Zeichnung der Stromrichtung

Bild 4

Selbst gezeichnetes Bild

# Ein didaktisches smart meter für den Unterricht

## Der Effektivwert einer Wechselspannung

Im Rahmen des Projektes

„smart grid“

**Intelligente Stromnetze 4.0**

Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021

## Die Netzspannung (Steckdose): Wertetabelle

Zeit t[ms]	Formel einsetzen	Wert [V]
0	$u_{NETZ}(0) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 0\text{s})$	0,00000
1	$u_{NETZ}(1\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 1 \cdot 10^{-3}\text{s})$	100,51369
2	$u_{NETZ}(2\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 2 \cdot 10^{-3}\text{s})$	191,18839
5	$u_{NETZ}(5\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 5 \cdot 10^{-3}\text{s})$	325,26912
7	$u_{NETZ}(7\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 7 \cdot 10^{-3}\text{s})$	263,14825
10	$u_{NETZ}(10\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 10 \cdot 10^{-3}\text{s})$	0,00000
11	$u_{NETZ}(11\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 11 \cdot 10^{-3}\text{s})$	-100,51369
12	$u_{NETZ}(12\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 12 \cdot 10^{-3}\text{s})$	-191,18839
15	$u_{NETZ}(15\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 15 \cdot 10^{-3}\text{s})$	-325,26912
17	$u_{NETZ}(17\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 17 \cdot 10^{-3}\text{s})$	-263,14825
20	$u_{NETZ}(20\text{ms}) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50\text{Hz} \cdot 20 \cdot 10^{-3}\text{s})$	0,00000

$$U_S = (\sqrt{2} \cdot 230\text{V}) = 325,26912\text{V} \quad \text{Spitzenwert der Netzspannung}$$

# Die Netzspannung (Steckdose): Wertetabelle

Mit mehreren Werten erhalten wir folgende Zeichnung:

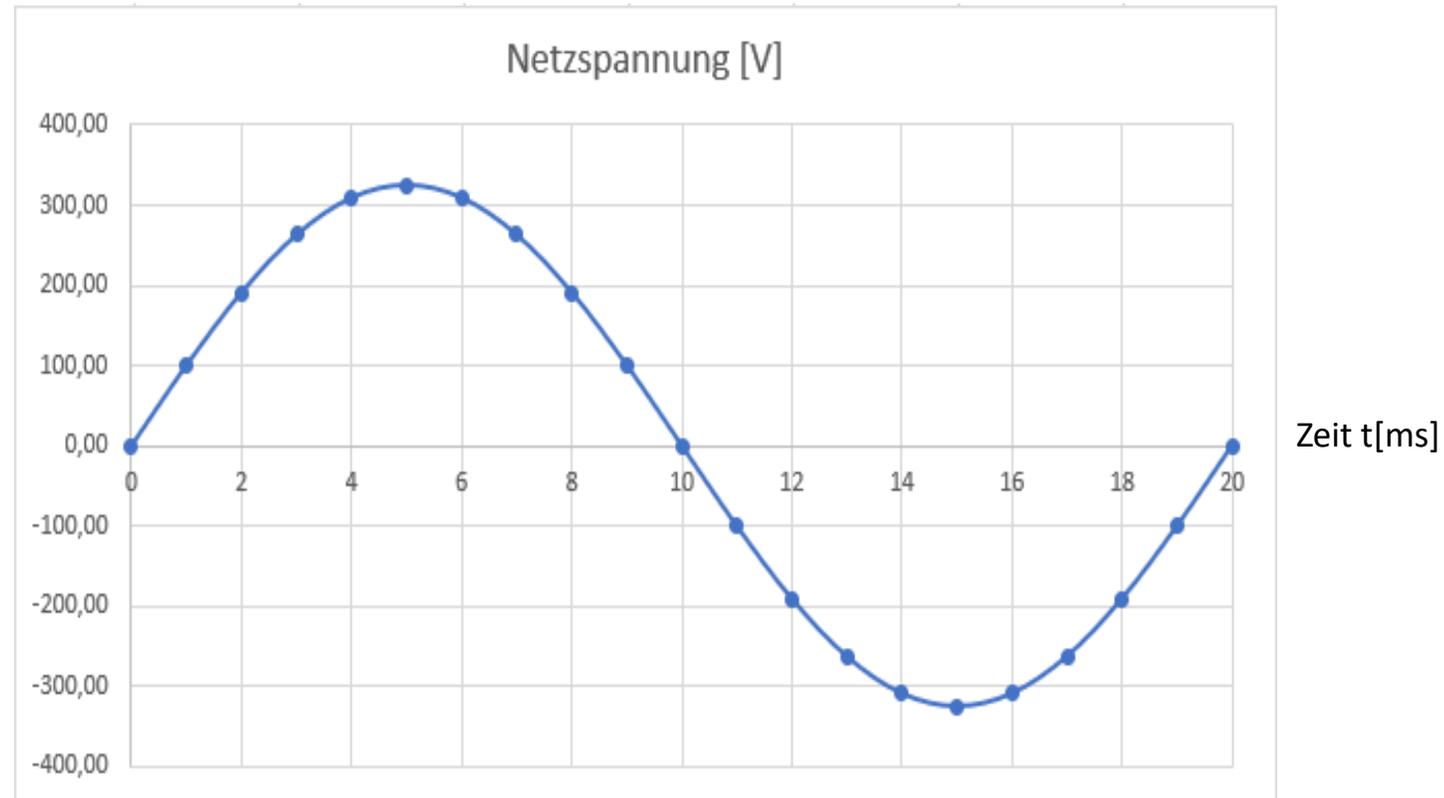


Bild 1

## Definition 1:

„Unter dem Effektivwert  $U_{eff}$  einer Wechselspannung versteht man diejenige zeitlich konstante Spannung (Gleichspannung), die am gleichen Widerstand  $R$  in der gleichen Zeit **die gleiche Energie** wie die Wechselspannung liefert.“<sup>1</sup>

## Definition 2:

**Der Effektivwert** einer Wechselspannung oder RMS-Wert (Abkürzung für “Root Mean Square”) ist der **quadratische Mittelwert** derselben.<sup>2</sup>

## Berechnung mit Integral:

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_{t_0}^{t_0+T} u^2(t) dt}$$


$T$  ist die Periode der Wechselspannung  
 $t_0$  ist ein Zeitwert, der für uns 0 beträgt.

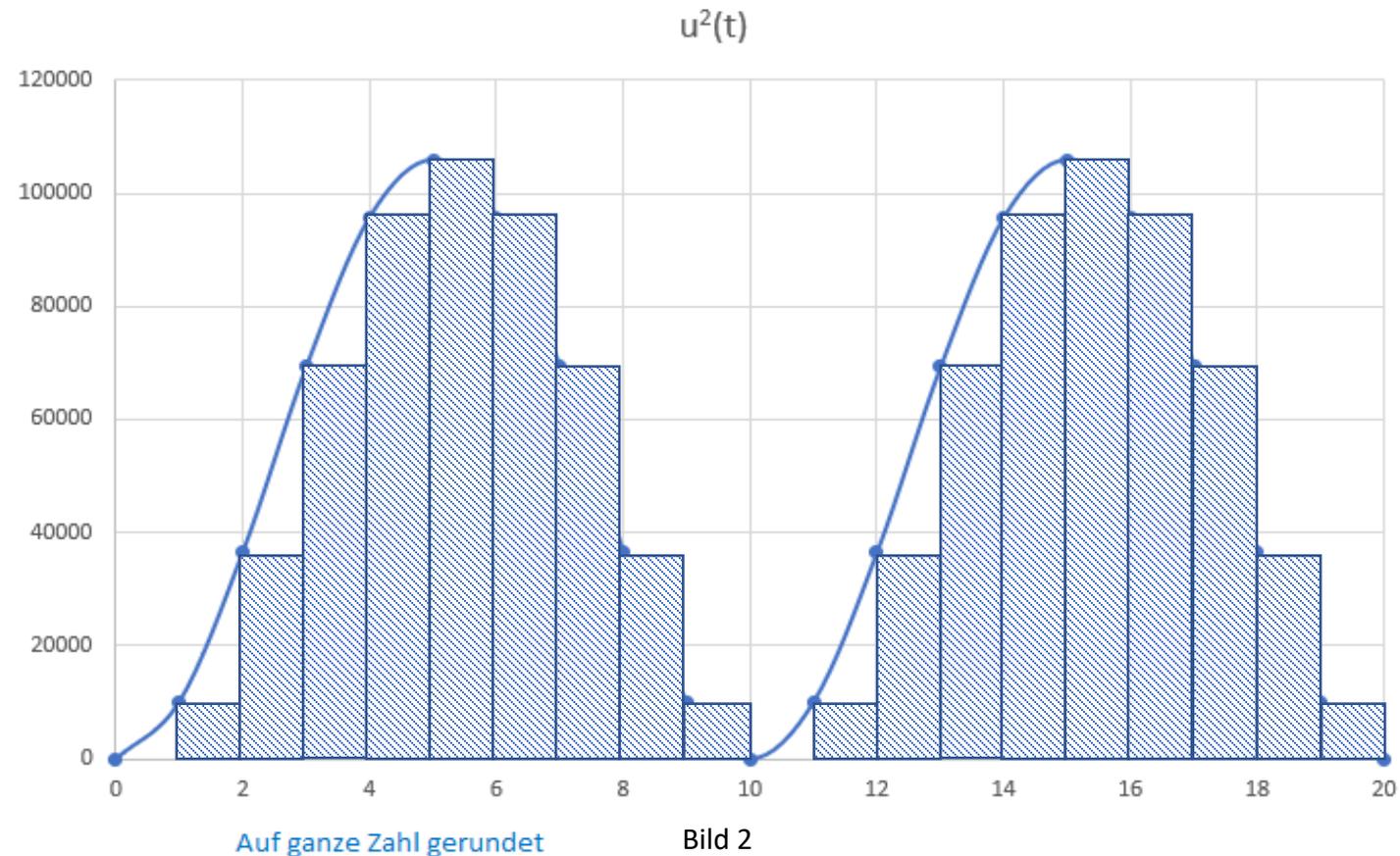
Das **Integral** ist, im Grunde genommen, eine **Flächenberechnung**. Wir werden in dieser Unterrichtseinheit eine einfache Methode kennenlernen, um diese Fläche zu berechnen. Diese nennen wir „**Riemannsche Summe**“.

# Berechnung des Effektivwertes mit der Riemannschen Summe

**1.Schritt:** Wir quadrieren die Spannungswerte in einer Periode  $T=20\text{ms}$ .

**2.Schritt:** Wir berechnen/approximieren die Fläche unterhalb der quadrierten Funktion, indem wir die Fläche in Rechtecke, (Höhe = Quadrat des Spannungswertes und Breite =  $1\text{ms}$ ) aufteilen und dann die Flächen der Rechtecke addieren.

t [ms]	u(t) [V]	u <sup>2</sup> (t) [V <sup>2</sup> ]
0	0,00000	0
1	100,51369	10103
2	191,18839	36553
3	263,14825	69247
4	309,34932	95697
5	325,26912	105800
6	309,34932	95697
7	263,14825	69247
8	191,18839	36553
9	100,51369	10103
10	0,00000	0
11	-100,51369	10103
12	-191,18839	36553
13	-263,14825	69247
14	-309,34932	95697
15	-325,26912	105800
16	-309,34932	95697
17	-263,14825	69247
18	-191,18839	36553
19	-100,51369	10103
20	0,00000	0



In unserem Fall:

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{20ms} \cdot \int_0^{20ms} u^2(t) dt}$$

reduziert sich die Berechnung:

$$\begin{aligned} U_{eff,app} &= \sqrt{\frac{1}{20ms} \cdot \sum_0^{19} (u_i^2 \cdot 1ms)} = \sqrt{\frac{1}{20ms} \cdot 1ms \sum_0^{19} (u_i^2)} = \sqrt{\frac{1}{20} \cdot \sum_0^{19} (u_i^2)} \\ &= \sqrt{\frac{1}{20} \cdot (u_0^2 + u_1^2 + \dots + u_{19}^2)} \end{aligned}$$

t [ms]	u(t) [V]	u <sup>2</sup> (t) [V <sup>2</sup> ]
0	0,00000	0
1	100,51369	10103
2	191,18839	36553
3	263,14825	69247
4	309,34932	95697
5	325,26912	105800
6	309,34932	95697
7	263,14825	69247
8	191,18839	36553
9	100,51369	10103
10	0,00000	0
11	-100,51369	10103
12	-191,18839	36553
13	-263,14825	69247
14	-309,34932	95697
15	-325,26912	105800
16	-309,34932	95697
17	-263,14825	69247
18	-191,18839	36553
19	-100,51369	10103

Summe		1058000
-------	--	---------

Auf ganze Zahl gerundet

$$U_{eff,app} = \sqrt{\frac{1058000V^2}{20}} = 230V$$

Quelle 1: 16.08.21

<https://www.leifiphysik.de/elektrizitaetslehre/wechselstromtechnik/grundwissen/effektivwerte-von-wechselstrom-und-spannung>

Quelle 2: 16.08.21

<https://de.wikipedia.org/wiki/Effektivwert>

Bild 1 und 2

Selbst gezeichnet

# 03 Grundlagen Mikrocontroller und Display

Thursday, August 26, 2021 7:04 AM



01\_Einführung Mikr...



04\_Displays  
haltung\_...



Datasheet\_  
TM1637

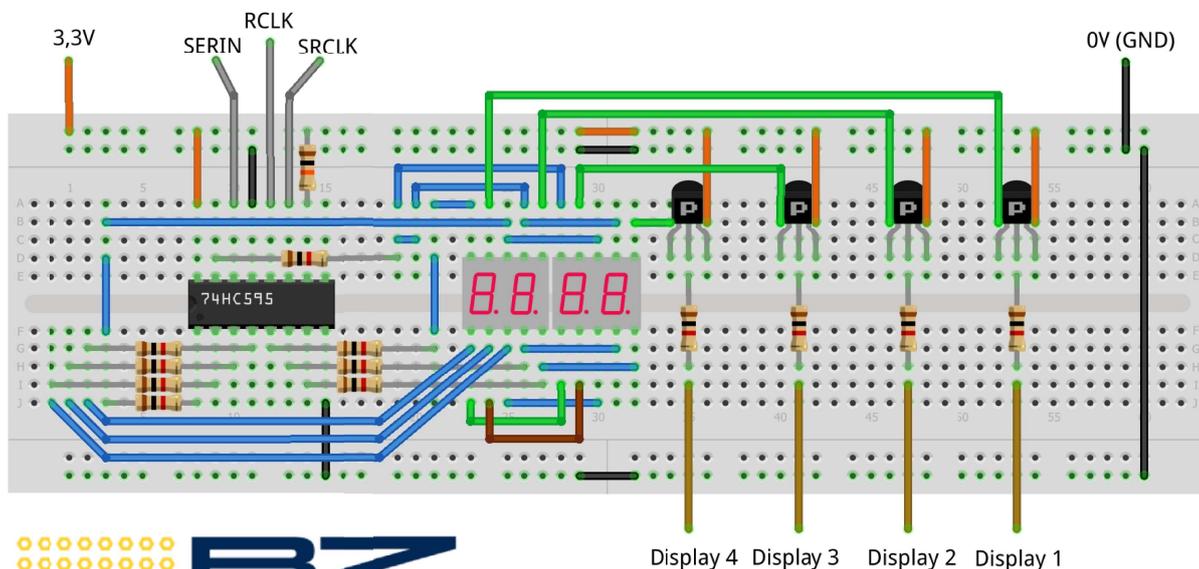
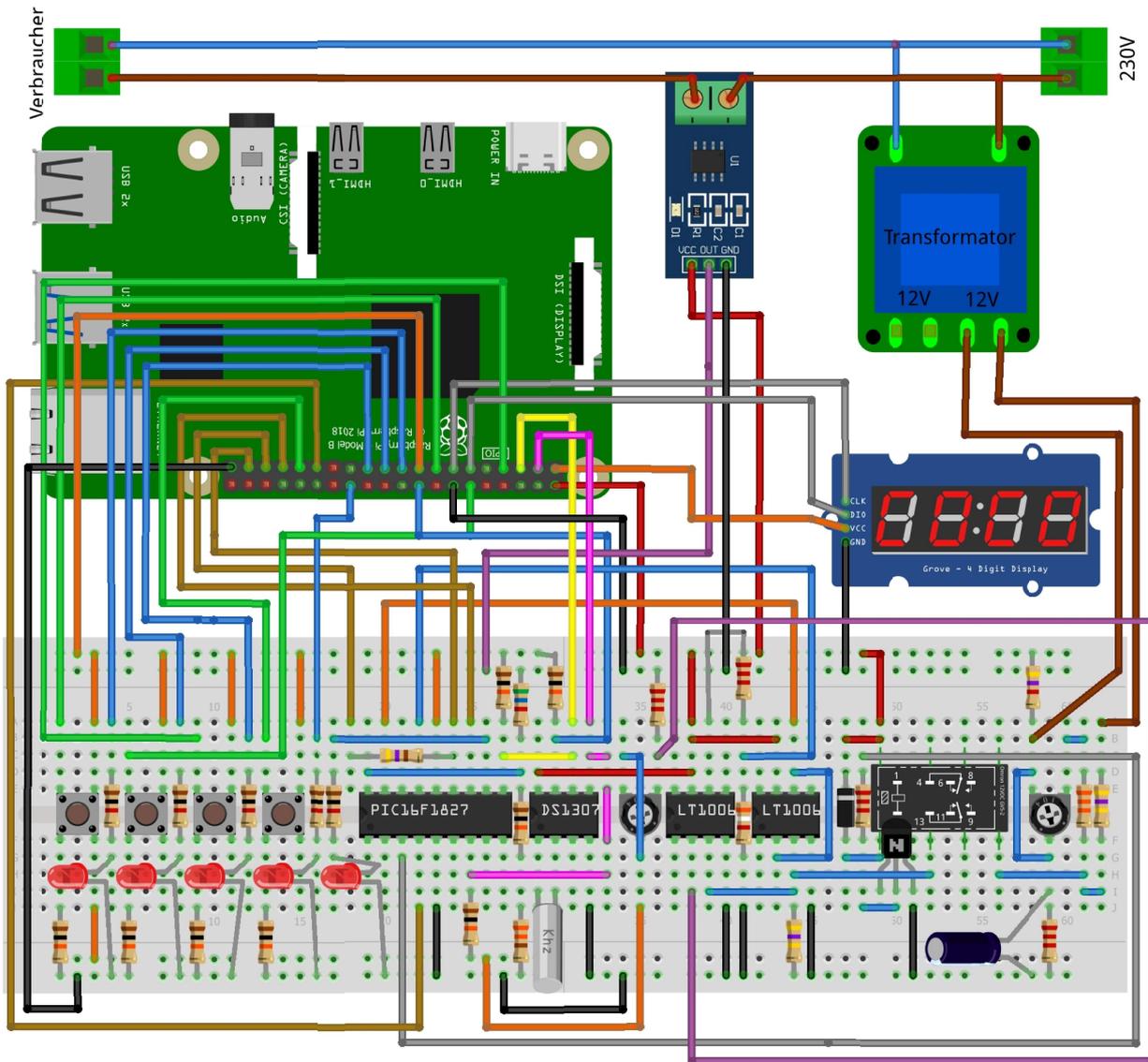


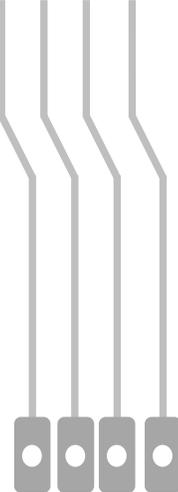
Erasmus+

# Smart grid Intelligente Stromnetze 4.0

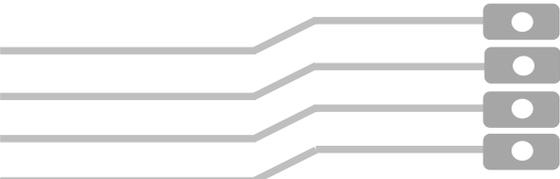
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

## Aufbau des didaktischen Smart meters im Praxisunterricht





# Landesberufsschule für Handwerk und Industrie BZ

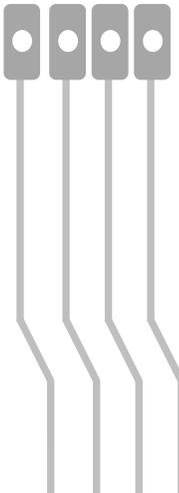


## Einführung Mikrocontroller Grundlagen für den Bau des smart meters

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075



Stand August 2021



# Was ist ein Mikroprozessor ?

Ein Mikroprozessor (Central Processing Unit, kurz CPU) ist eine integrierte Schaltung, die folgende Funktionsblöcke enthält:

## 1) **Ein Steuerwerk** (CU = Control Unit)

Das Steuerwerk hat die Aufgabe, die Befehle des Programmes einzulesen und zu dekodieren. Das Steuerwerk liefert die für die Ausführung des einzelnen Befehls nötigen Steuersignale an das Rechenwerk und an die anderen CPU-Komponenten. Die Steuersignale haben eine festgelegte zeitliche Abfolge<sup>1</sup>.

## 2) **Ein Rechenwerk** (ALU = Arithmetic Logic Unit)

Das Rechenwerk wird oft auch als Ausführungseinheit<sup>1</sup> bezeichnet, da hier die Befehle ausgeführt werden. Das Rechenwerk führt die vom Steuerwerk über Steuersignale angeforderten Rechenoperationen aus.

## 3) **Viele Register**

Register sind im allgemeinen schnelle Zwischenspeicher der CPU. Die Gesamtheit aller Register nennt man Registersatz<sup>1</sup>.

# Was ist ein Mikroprozessor ?

Ein wichtiges Register ist z.B. das **Befehlsregister** (Instruction Register), das Teil des Steuerwerks ist. In diesem Register befindet sich der auszuführende Befehl.

## 4) Zähler (Counter)

Damit die CPU ihre Aufgaben ausführen kann, braucht diese Zähler. Ein Beispiel dafür ist der sogenannte **Programmzähler** (Program Counter), der Teil des Steuerwerks ist. Abhängig von der CPU-Architektur enthält dieser Zähler entweder die Adresse des aktuellen Befehls oder des nächsten auszuführenden Befehls<sup>2</sup>.

## 5) Internes Bussystem

Steuerwerk, Rechenwerk und Registersatz sind über ein internes Bussystem verbunden, das wir in:

- Datenbus
- Adressbus
- einzelne Steuerleitungen aufteilen.

# Architektur von Mikroprozessoren

## Von Neumann Architektur (1946 John Von Neumann)

Programme und dazugehörige **Daten** der Bearbeitung sind auf demselben Speicher<sup>3</sup>.

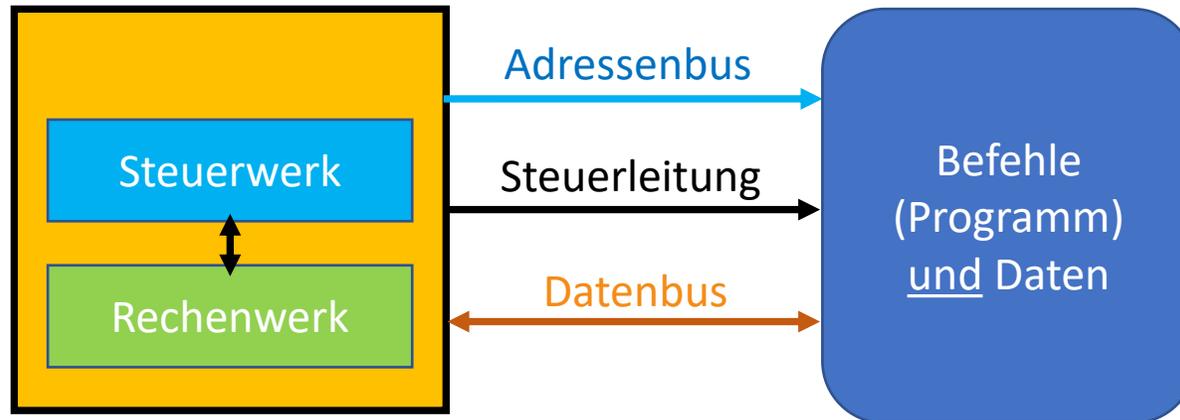


Bild 1



Bild 2

Der Mikroprozessor legt an einen unidirektionalen Adressbus die Adresse der gewünschten Speicherzelle an und liest bzw. schreibt dann den Wert über einen bidirektionalen Datenbus aus dem bzw. in den Speicher. Ob gelesen oder geschrieben wird, wird durch eine Steuerleitung festgelegt.

## Harvard Architektur (1946 Howard Aiken)

Der Name „Harvard-Architektur“ hat seinen Ursprung im elektromechanischen Computer Mark I (Kooperation zwischen IBM und der Harvard Universität, 1944)<sup>4</sup>. Howard Aiken hat diesen Rechner entwickelt.

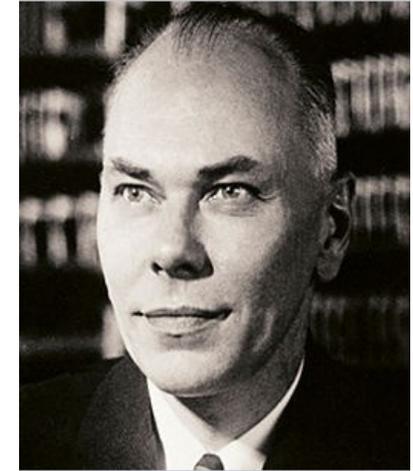


Bild 4

Die Harvard Architektur sieht vor, dass **für das Programm und für die Daten zwei getrennte Speicher** verwendet werden<sup>4</sup>. Jeder Speicher hat sein eigenes Bussystem.

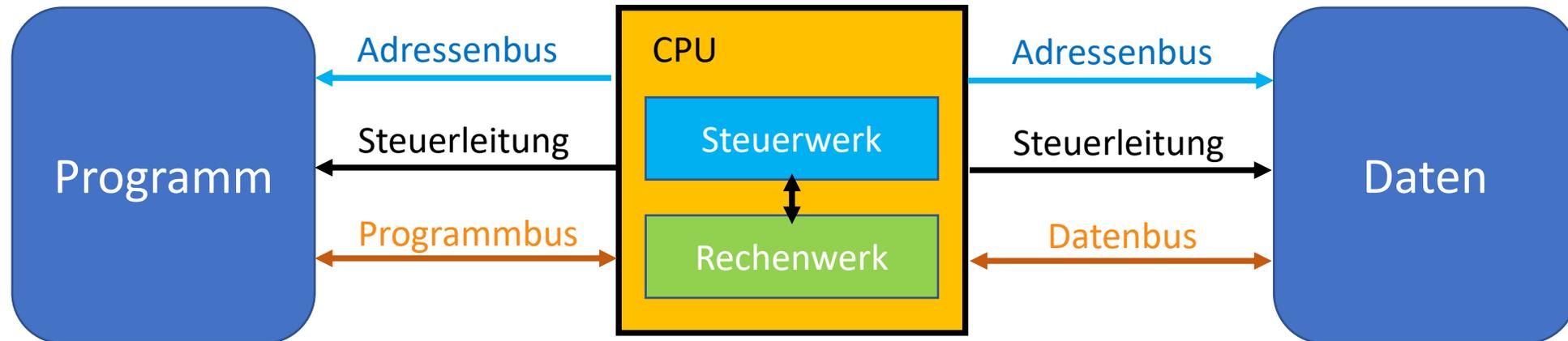


Bild 3

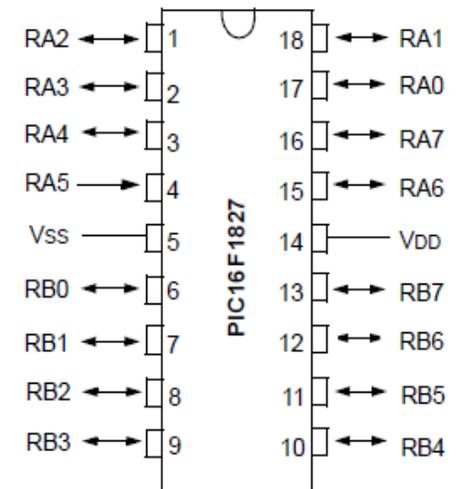
Befehle und Daten können **gleichzeitig** geladen werden<sup>4</sup>. Sehr oft wird diese Architektur für Systeme mit einem reduzierten Befehlssatz (RISC) verwendet.

# Was ist ein Mikrocontroller ?

Der Mikrocontroller (MCU, auch  $\mu$ Controller, kurz  $\mu$ C,) werden integrierte Halbleiterschaltungen bezeichnet, die einen **Prozessor** und zugleich auch **Peripheriefunktionen** enthalten<sup>5</sup>.

Welche Peripheriefunktionen?

- einen **FLASH**-Speicher für das Programm
- einen **RAM**-Speicher für die Variablen
- mehrere **I/O Ports** (Input Output Ports)
- einen **EEPROM**-Speicher für zusätzliche Daten (z.B. Userdaten)
- einen **AD-Umsetzer** (Analog/Digital Umsetzer)
- einen **DA-Umsetzer** (Digital/Analog Umsetzer)
- einen **Pulsweitenmodulator** (PWM, z.B. um Leuchtdioden zu dimmen)
- einen oder mehrere **Komparator/en**
- **Schnittstellen**, wie z.B. eine serielle Schnittstelle, I2C-Bus , SPI-Bus



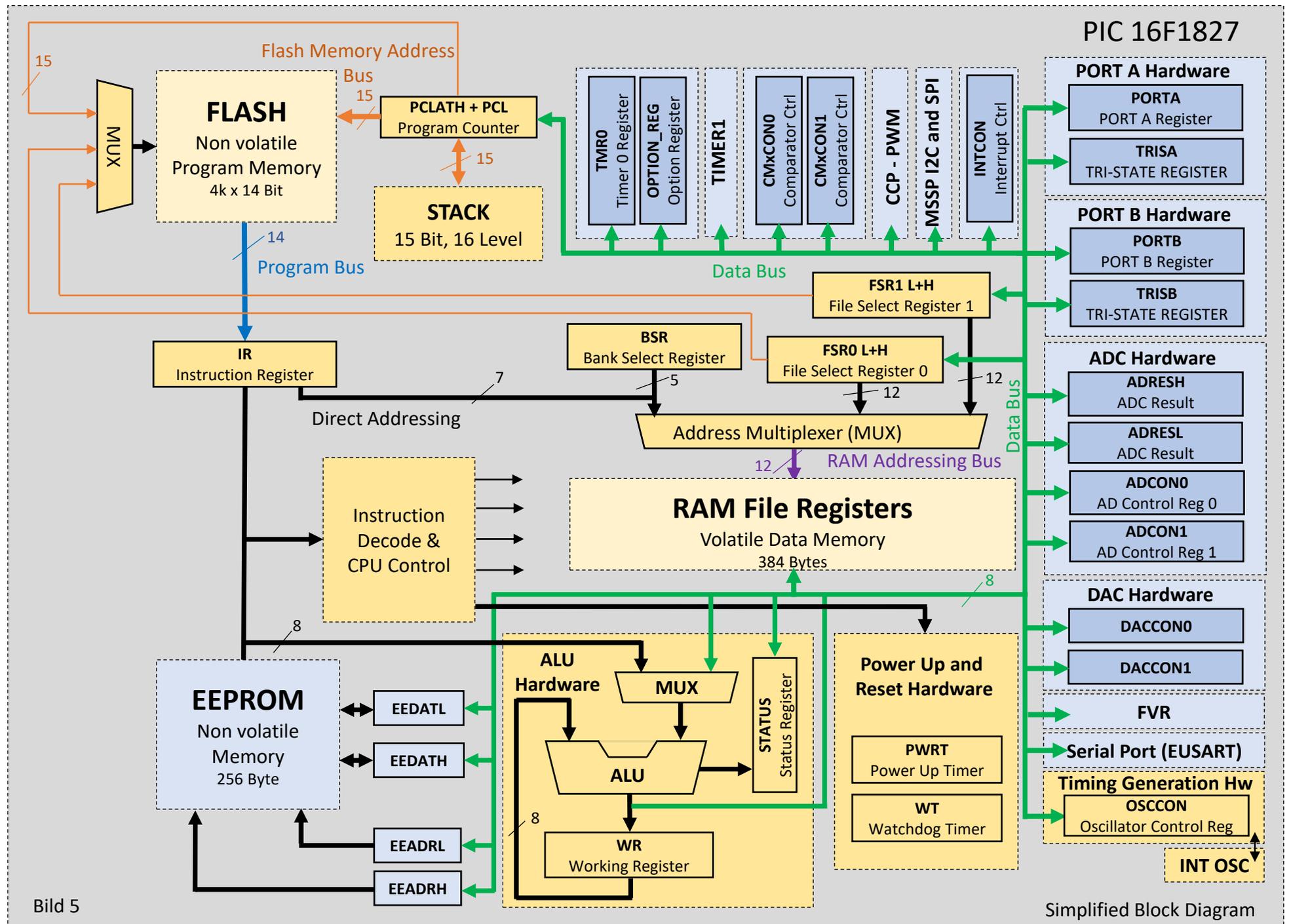
Quelle 6

Der Mikrocontroller ist für kleinere, nicht rechenintensive Aufgaben geeignet. In den meisten Fällen wird ein Mikrocontroller **für Steuerungs- und Regelungsaufgaben verwendet**.

# Blockschaltbild unseres Mikrocontrollers

Wir erkennen die  
Harvard  
Architektur.

- CPU
- Belongs to  $\mu$ C CPU Core
- Peripheral Hardware



# Speicherarten im PIC Mikrocontroller: Die Register

Register sind im allgemeinen **sehr schnelle Zwischenspeicher**. Wir unterscheiden zwischen:

## General Purpose Register

Diese Register können vom Programmierer frei gelesen oder beschrieben werden. Sie werden benutzt, um Daten und Speicheradressen abzulegen. Beispiel: Das **RAM** besteht aus General Purpose Registern.

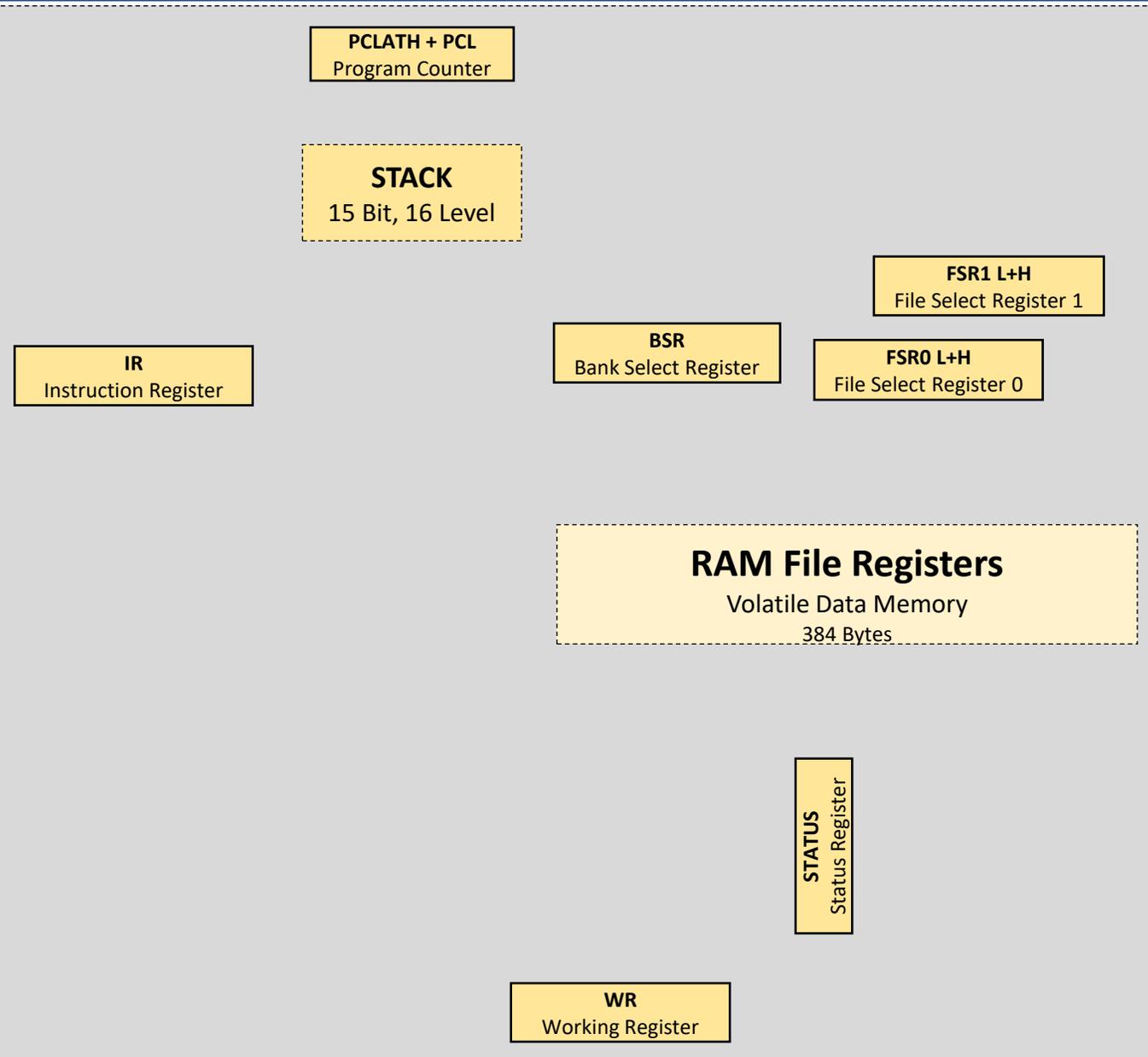
## Core Register (Core = CPU)

Diese Register werden für die interne Funktion des Prozessors benötigt und sind daher entweder überhaupt nicht für den Programmierer zugänglich, nur teilweise (Lese- oder Schreibzugriff), oder vollständig zugänglich.

z.B. Instruction Register (Befehlsregister)  
Program Counter (Programmzähler)

## Special function Register

Sind Register, mit denen der Programmierer die Peripheriefunktionen konfigurieren und nutzen kann<sup>6</sup>.



CPU

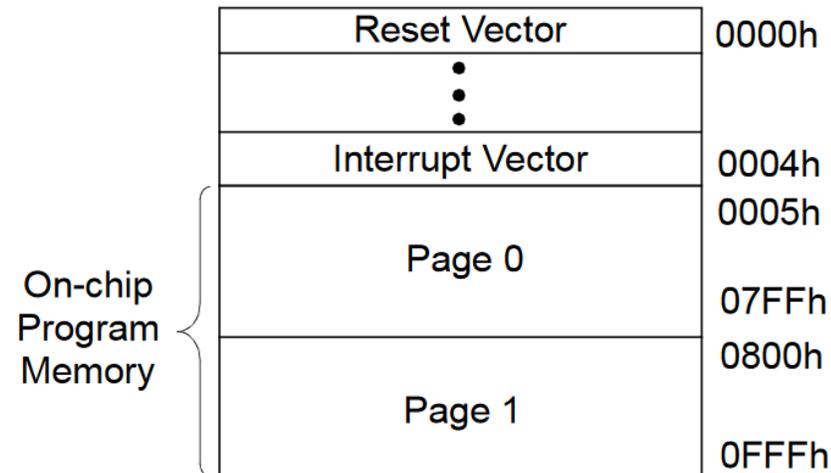
Belongs to  $\mu$ C CPU Core

Bild 6

# Speicherarten im PIC Mikrocontroller: Der Flash-Speicher

Der Flash-Speicher ist ein **nichtflüchtiger Speicher, der lösch- und wiederbeschreibbar ist**. Er enthält das kompilierte Programm des Mikrocontrollers (Maschinensprache). Unser PIC-Mikrocontroller (PIC16F1827) enthält einen **RISC (Reduced Instruction Set Computer)** Prozessor mit einem Befehlssatz von 49 Befehlen<sup>6</sup>. Der Programmspeicher ist in sogenannten Reihen<sup>6</sup> (engl. rows) aufgeteilt. Jede Reihe besteht aus 14 Bits und kann einen Befehl enthalten. Demzufolge ist der Flash Programmspeicher Bus **14 Bit** breit.

Der Flash Programmspeicher des PIC 16F1827 ist **4k x 14 Bit<sup>6</sup>** groß (Quelle 6, Table 3-1, Seite 17) und ist in zwei sogenannten Seiten (engl. pages) organisiert.



Quelle 6, Stück des Bildes Figure 3-2, Seite 18

# Program Counter und Instruction Register

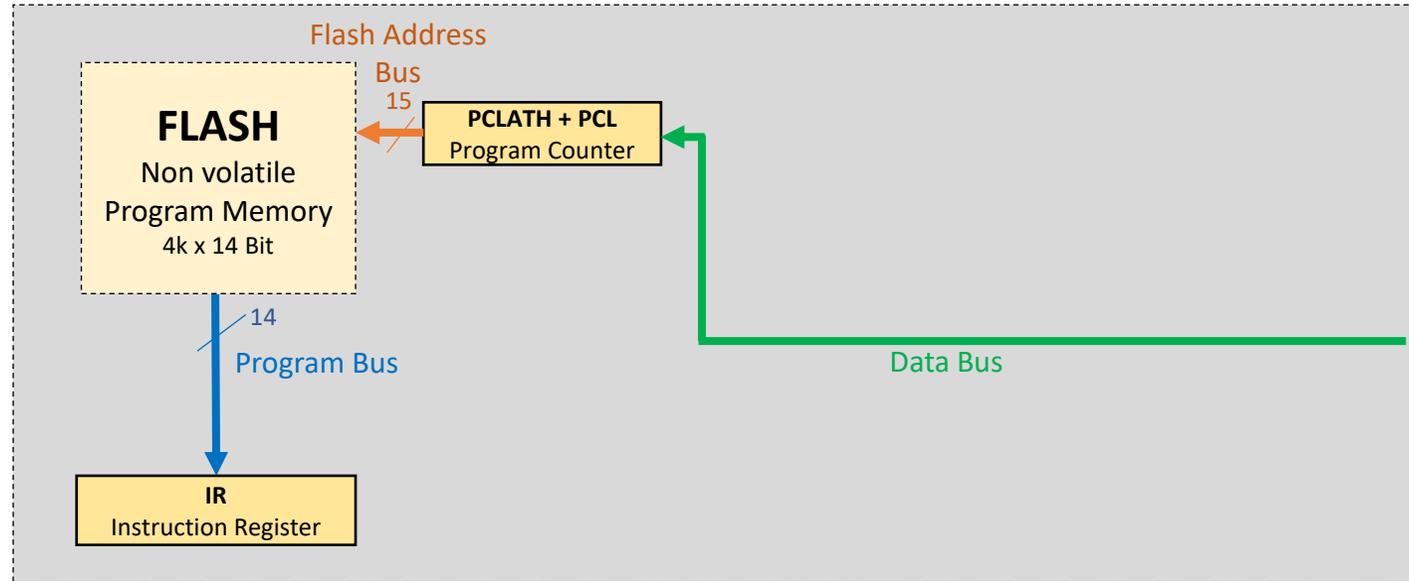


Bild 7

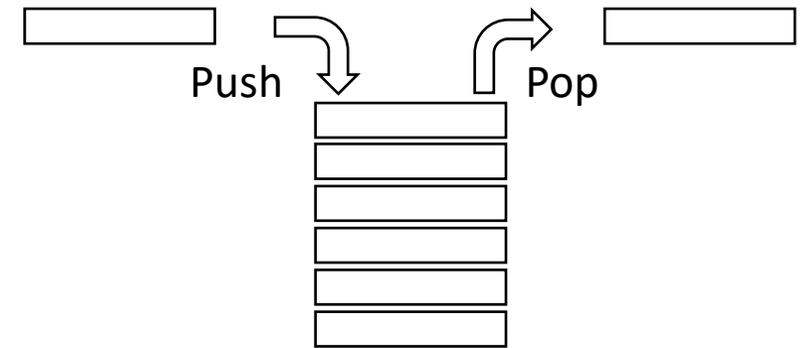
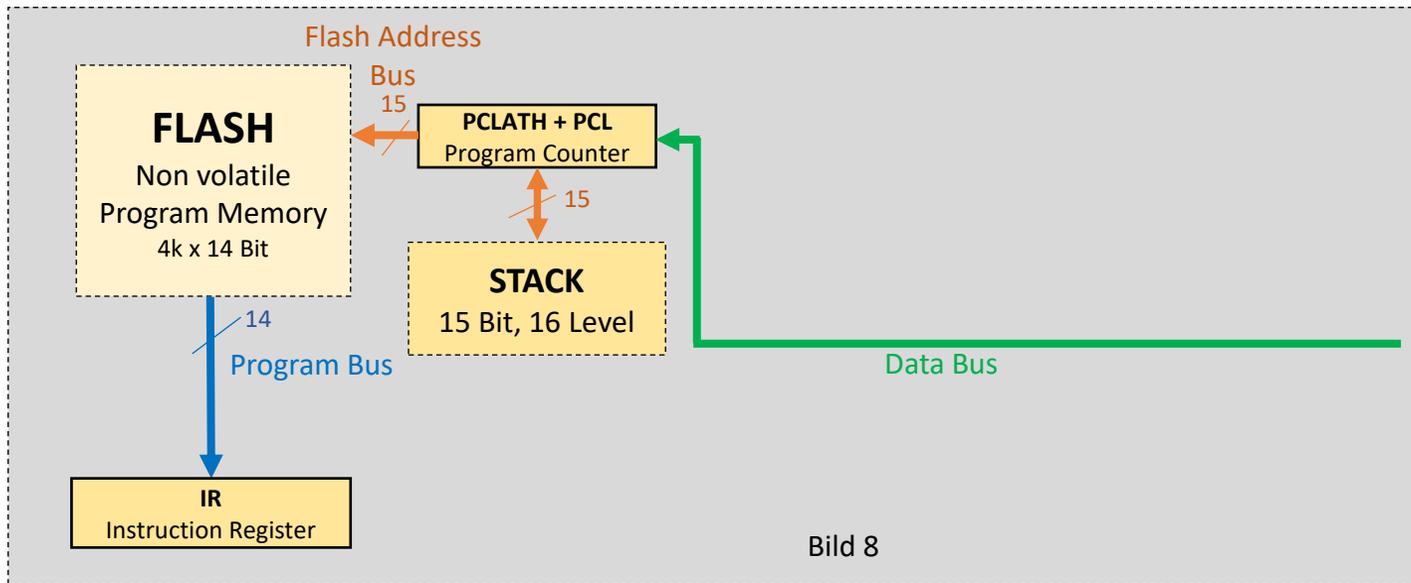
## Program Counter

Der Program Counter ist mit einem Lesezeichen vergleichbar. Dieser besteht aus einem doppelten Register. Von den  $2 \cdot 8 \text{ Bits} = 16 \text{ Bits}$  werden 15 Bits für die Adressierung des Flash-Speichers genutzt<sup>6</sup>. Der Program Counter im PIC Mikrocontroller enthält die Adresse des nächsten auszuführenden Befehls des Programmspeichers<sup>7</sup> (Flash-Speicher).

## Instruction Register

Nach der Adressierung wird der Befehl aus dem Flash-Speicher geladen und zunächst in das Befehlsregister (Instruction Register) geschrieben. Der Operation Code, nämlich der erste Teil des Befehls, wird dem Befehlsdecoder zugeführt.

# Speicherarten im PIC Mikrocontroller: Der Stack



## Stack (LIFO)<sup>8</sup>

Ein Stapelspeicher, auch Kellerspeicher, Stapel oder Stack genannt, ist ein einfacher Speicher mit beschränktem Zugriff auf die gespeicherten Informationen. Im Stapelspeicher können Daten nur „von oben“ hinzugefügt und von oben entnommen werden. Es gilt also das LIFO-Prinzip (Last in First out). Unser Mikrocontroller hat einen Hardware-Stapelspeicher<sup>6</sup>.

Verwendung:

Interrupt Management

# Speicherarten im PIC Mikrocontroller: Das RAM

Das RAM des Mikrocontrollers ist ein **flüchtiger, statischer (und somit schneller) Speicher**. Im Gegensatz zum dynamischen RAM (besteht aus Kondensatoren), besteht jede Speicherzelle (Bit) des statischen RAMs, in seinem Grundaufbau, aus einer bistabilen Kippstufe<sup>9</sup>. Acht von diesen Kippstufen ergeben ein General Purpose Register (für allgemeine Zwecke) des RAMs.

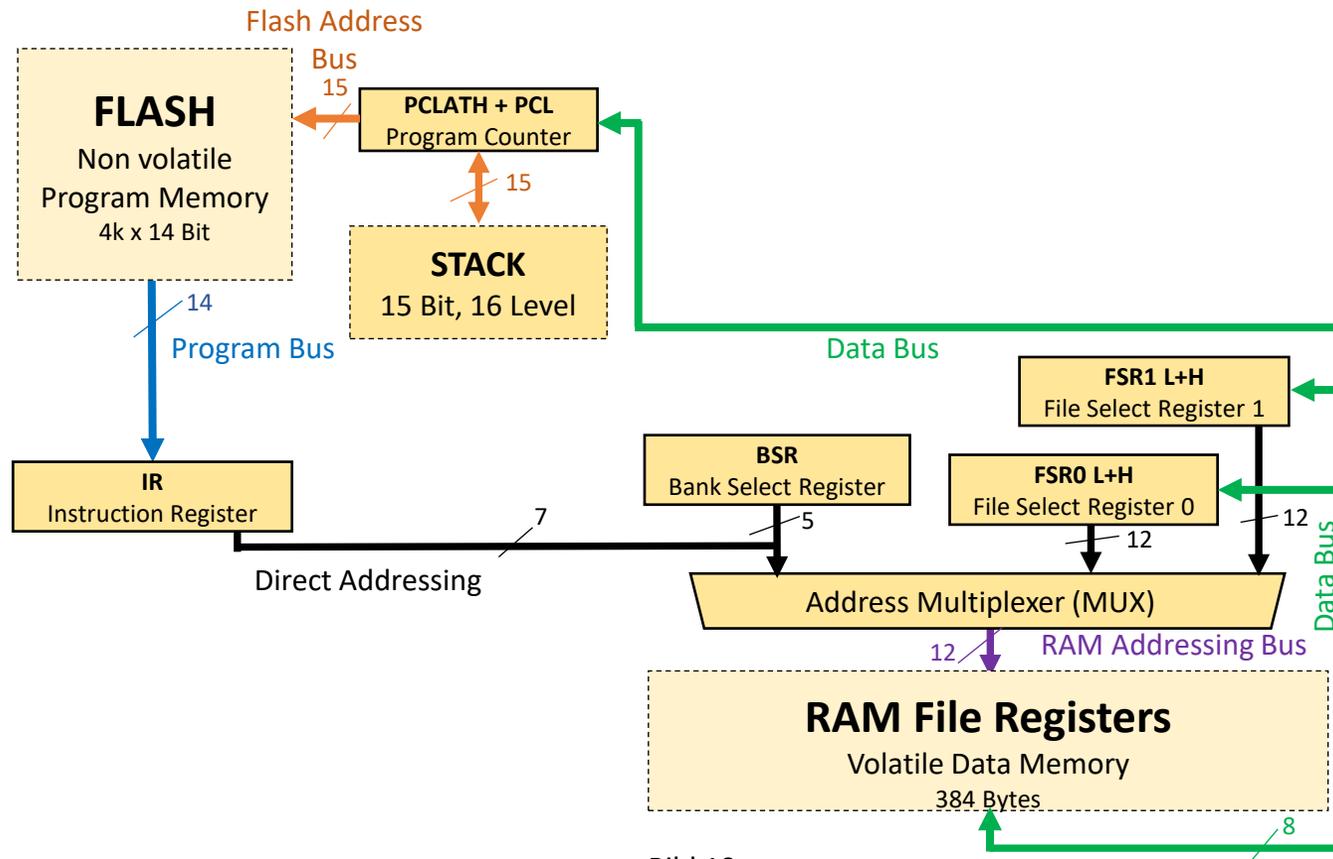


Bild 10

Jedes Register des RAMs unseres Mikrocontrollers besteht aus 8 Bits. Das hat zur Folge, dass der Datenbus nur 8 Bit breit ist. Im Vergleich ist der Program Bus (Flash-Speicher) 14 Bit breit.

Das RAM unseres Mikrocontrollers hat eine Speicherkapazität von 384 Bytes<sup>6</sup>.

Im RAM werden u.a. die Variablen des Programms gespeichert.

# ALU (Arithmetic Logic Unit)

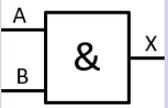
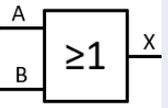
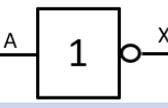
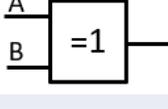
Die ALU ist eine Digitalschaltung, welche ein bzw. zwei Operanden A und B am Eingang vorsieht. Diese Operanden können über **arithmetische** oder **logische** Operationen miteinander verknüpft werden.

## Arithmetische Operationen

Name	Operation	Beschreibung
Add (Addition)	$X = A + B$	Die beiden Operanden werden binär addiert ( $X = A+B$ ). Sind beide Operanden „1“, entsteht neben dem eigentlichen Ergebnisbit noch ein Übertrag (Carry-Bit).
Mul (Multiplikation)	$X = A \cdot B$	Die beiden Operanden werden binär multipliziert.

Die Subtraktion kann auf eine Addition zurückgeführt werden:  $A - B = A + (-B)$

## Logische Operationen

Name	Operation	Symbol	Beschreibung
AND	$X = A \wedge B$		Am Ausgang liegt eine „1“ an nur wenn <i>beide</i> Operanden „1“ sind.
OR	$X = A \vee B$		Am Ausgang liegt eine „1“ an, wenn der 1.Operand, oder der 2.Operand oder <i>beide</i> Operanden logisch „1“ sind.
NOT	$X = \bar{A}$		Am Ausgang liegt der entgegengesetzte logische Zustand des Eingangsoperanden an.
XOR	$X = A \oplus B$		Am Ausgang liegt eine „1“ an, nur wenn einer der beiden Operanden logisch „1“ ist (siehe Symbol). In allen anderen Fällen liegt am Ausgang eine logische „0“ an.

# 8 Bit Integer ALU (Arithmetic Logic Unit)

Welche Operation ausgeführt wird, bestimmt das Steuerwerk **über das Schalten eines Multiplexers (MUX)**. Der Multiplexer ist ein **elektronischer Schalter**, der dem Steuerwerk ermöglicht über eine binären Eingangscode zu entscheiden, welcher der z Eingänge (in unserem Fall die Ergebnisse der einzelnen Operationen) mit dem Ausgang (Ergebnis Ausgang  $X_n$ ) verbunden werden soll.

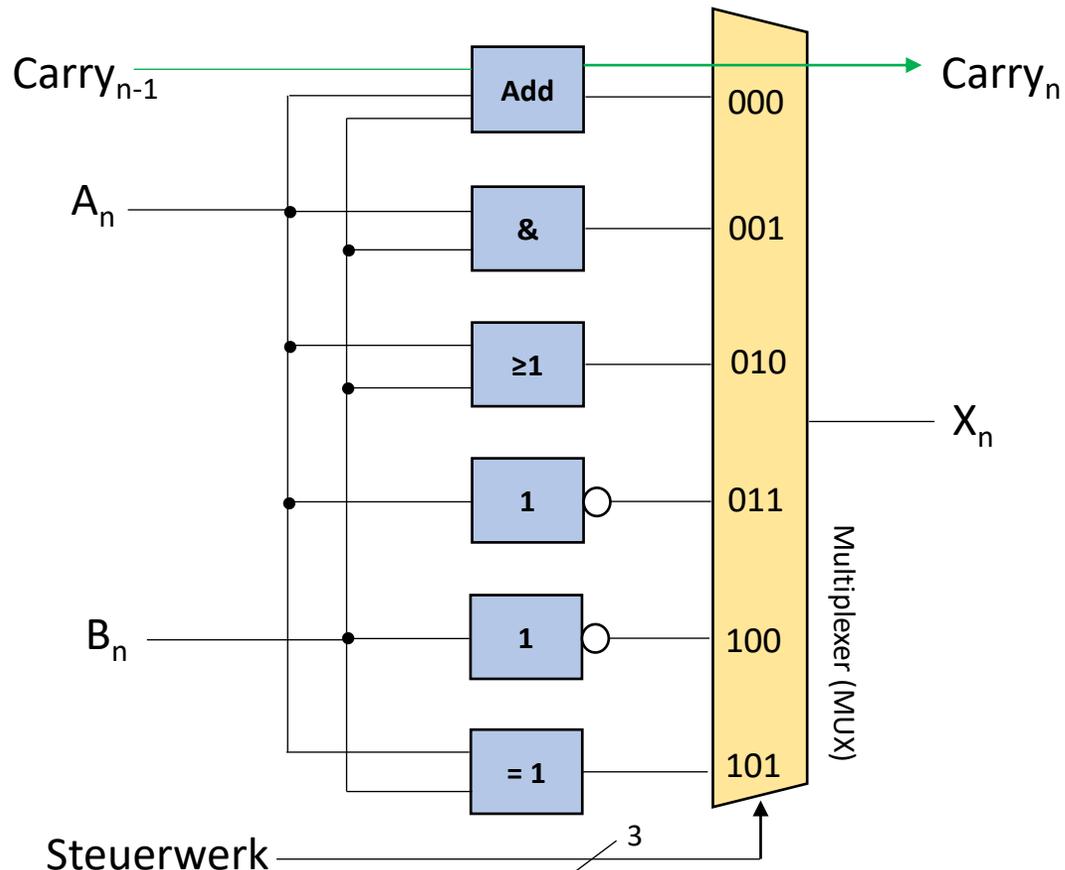


Bild 11: 1 Bit ALU

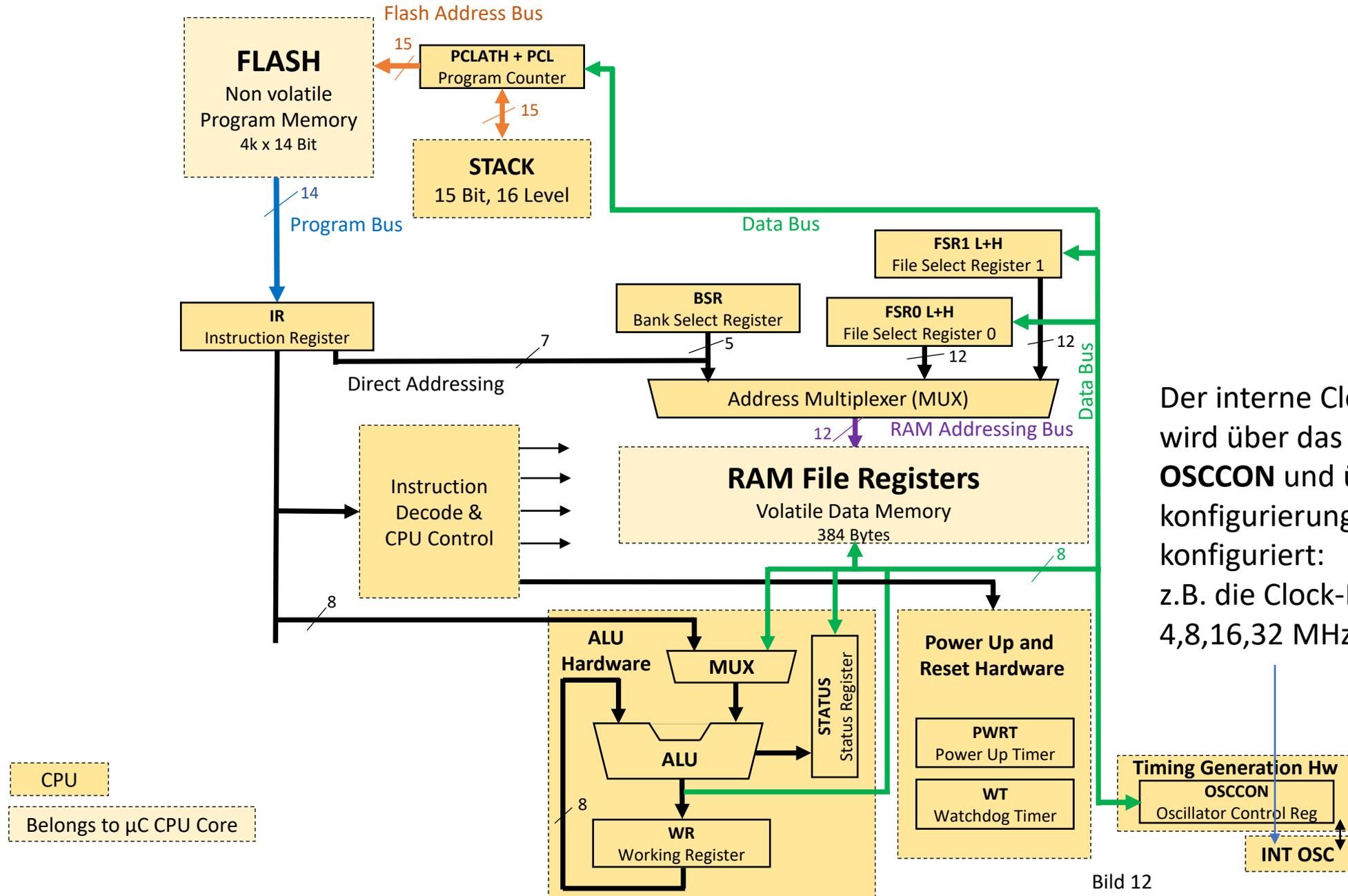
Im Bild 11 ist eine exemplarische 1 Bit ALU gezeichnet. Wenn wir acht davon parallel schalten, dann erhalten wir eine 8 Bit Integer ALU.

Das bei der Addition eventuell entstehende Carry-Bit (Übertrag) wird an den nächsten 1 Bit ALU-Block weitergereicht und dort in der Berechnung der nächsten Stelle berücksichtigt.

Eine Multiplikation kann durch eine Folge von Schiebe- und Addierschritten durchgeführt werden. Deshalb finden wir den Funktionsblock der Multiplikation nicht in der Zeichnung.

Neben dem eigentlichen Ergebnis werden noch einige Zusatzinformationen zum Ergebnis, im sogenannten **Statusregister**, gespeichert. Das Carry-Bit ist eine dieser Zusatzinformationen.

# Der Clock-Generator des Mikrocontrollers (Timing Generation Hardware)



Der interne Clock-Generator wird über das Spezialregister **OSCCON** und über die Gerätkonfigurationsregister konfiguriert:  
z.B. die Clock-Frequenz: 4,8,16,32 MHz

Bild 12

# Der EEPROM – Speicher des Mikrocontrollers

Ist ein **langsamer, nichtflüchtiger** Speicher, der **löschen- und wiederbeschreibbar** ist. Dieser Speicher ist geeignet Daten für längere Zeit aufzubewahren/zu speichern.

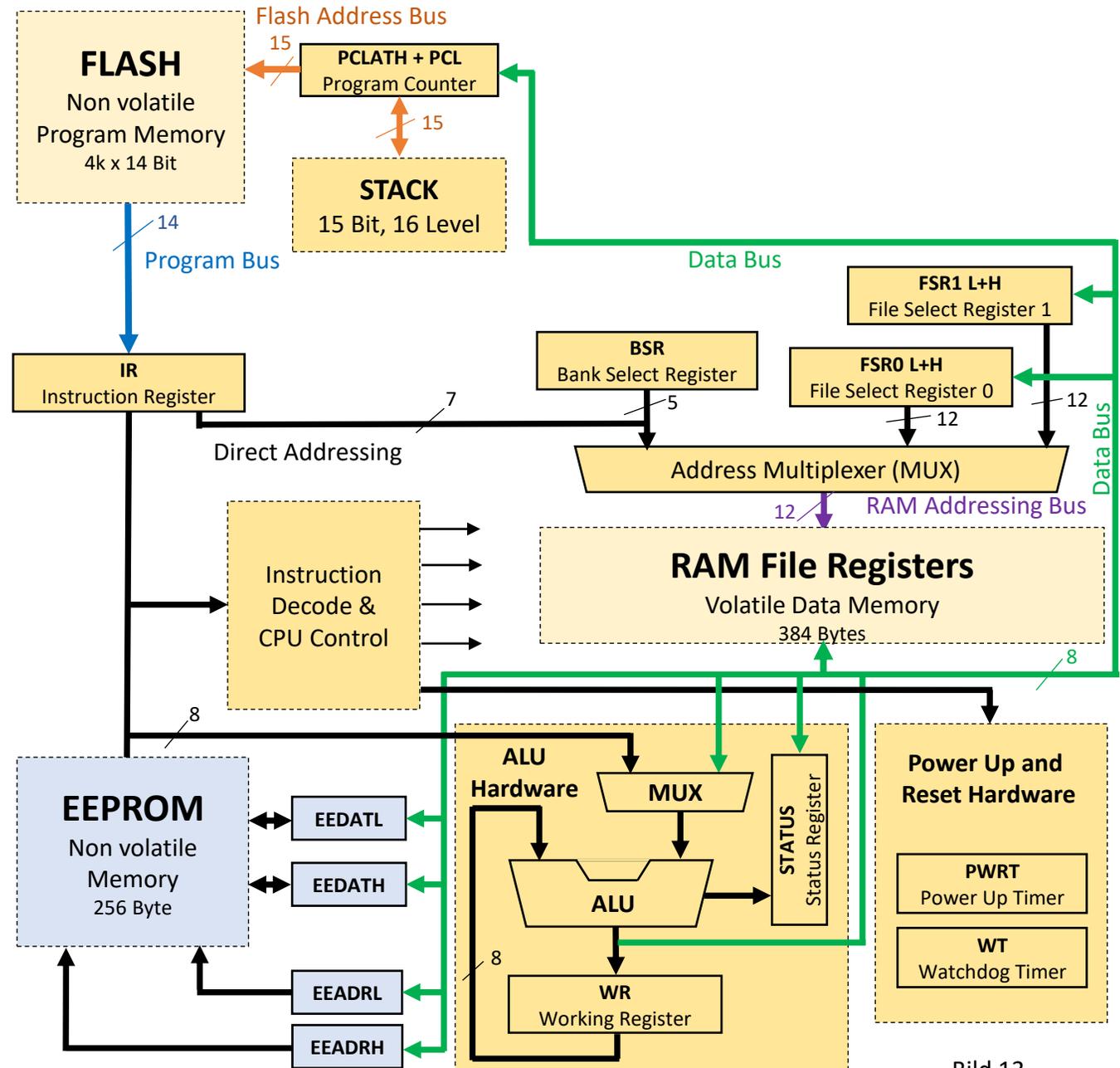
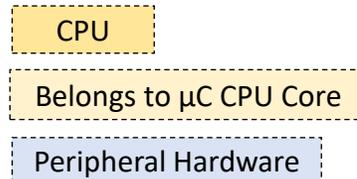


Bild 13

Quelle 1: (20.07.21)

<http://www.ch-r.de/et/nue-atmmk-mikroprozessoren.pdf>

Quelle 2: (20.07.21)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Befehlsz%C3%A4hler>

Quelle 3: (20.07.21)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Von-Neumann-Architektur>

Quelle 4: (20.07.21)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Harvard-Architektur>

Quelle 5: (20.07.21)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Mikrocontroller>

Quelle 6: (20.07.21)

Datenblatt des PIC16(L)F1826/27

<https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41391D.pdf>

Quelle 7: (20.07.21)

<http://www.iamtechnical.com/program-counter-and-program-rom-space-pic>

Quelle 8: (20.07.21)

<https://de.wikipedia.org/wiki/Stapelspeicher>

Quelle 9: (20.07.21)

[https://de.wikipedia.org/wiki/Static\\_random-access\\_memory](https://de.wikipedia.org/wiki/Static_random-access_memory)

Bilder 1,3,5 bis 13

Selbst gezeichnete Bilder

Bild 2 (20.07.21)

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:JohnvonNeumann-LosAlamos.gif>

**Nennung der Urheberschaft:**

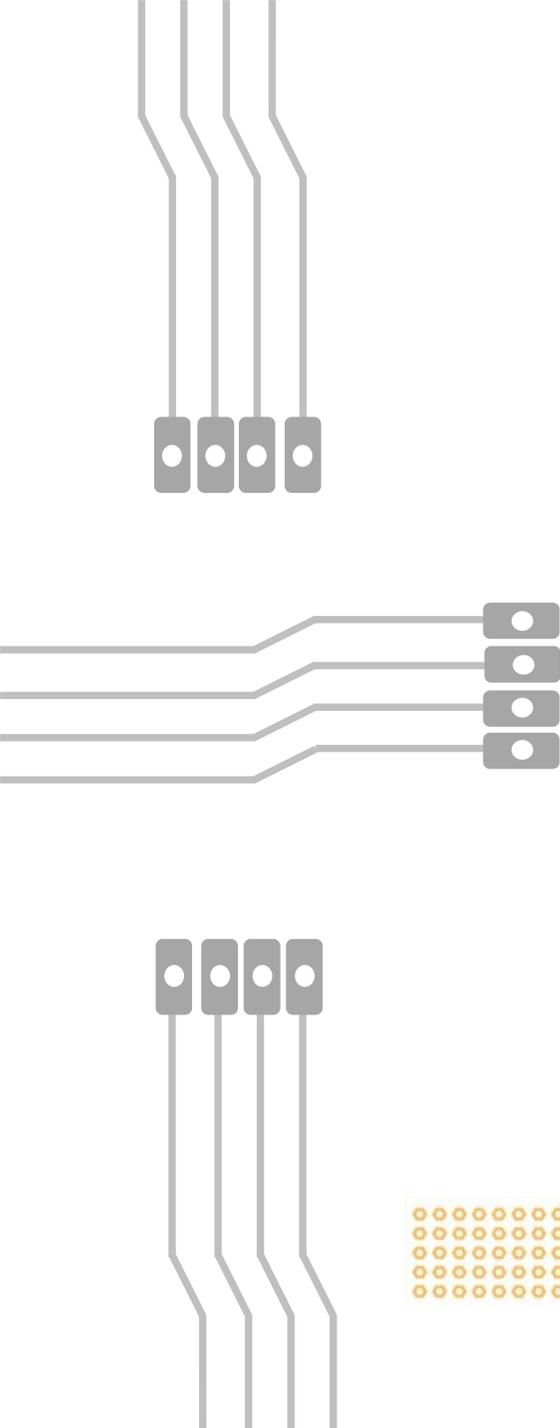
LANL, Attribution, via Wikimedia Commons

Bild 4 (20.07.21)

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aiken.jpeg>

**Nennung der Urheberschaft:**

See page for author, Public domain, via Wikimedia Commons



# Landesberufsschule für Handwerk und Industrie BZ

## Displayschaltung mit vier 7-Segmentanzeigen

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021



# Wie steuern wir die vier 7-Segmentanzeigen an?

Brauchen wir vier Schieberegister?

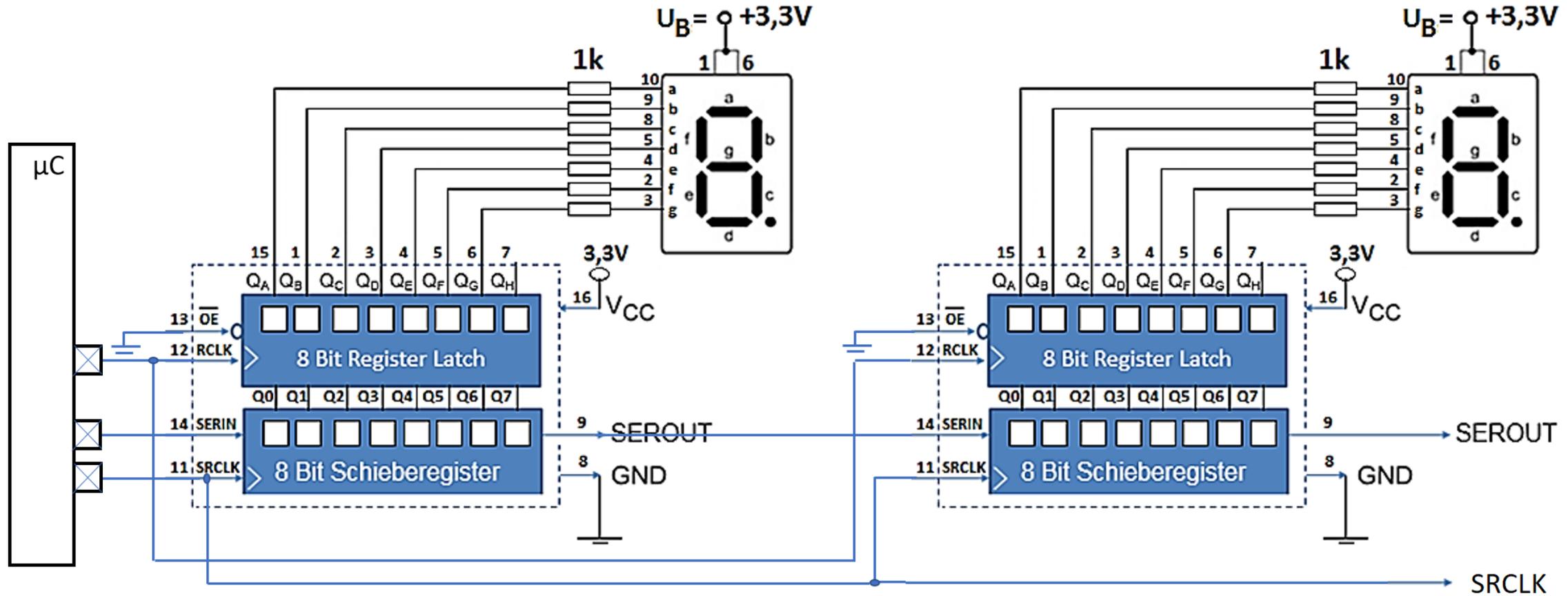


Bild 1

# Wie steuern wir die vier 7-Segmentanzeigen an?

Brauchen wir vier Schieberegister?

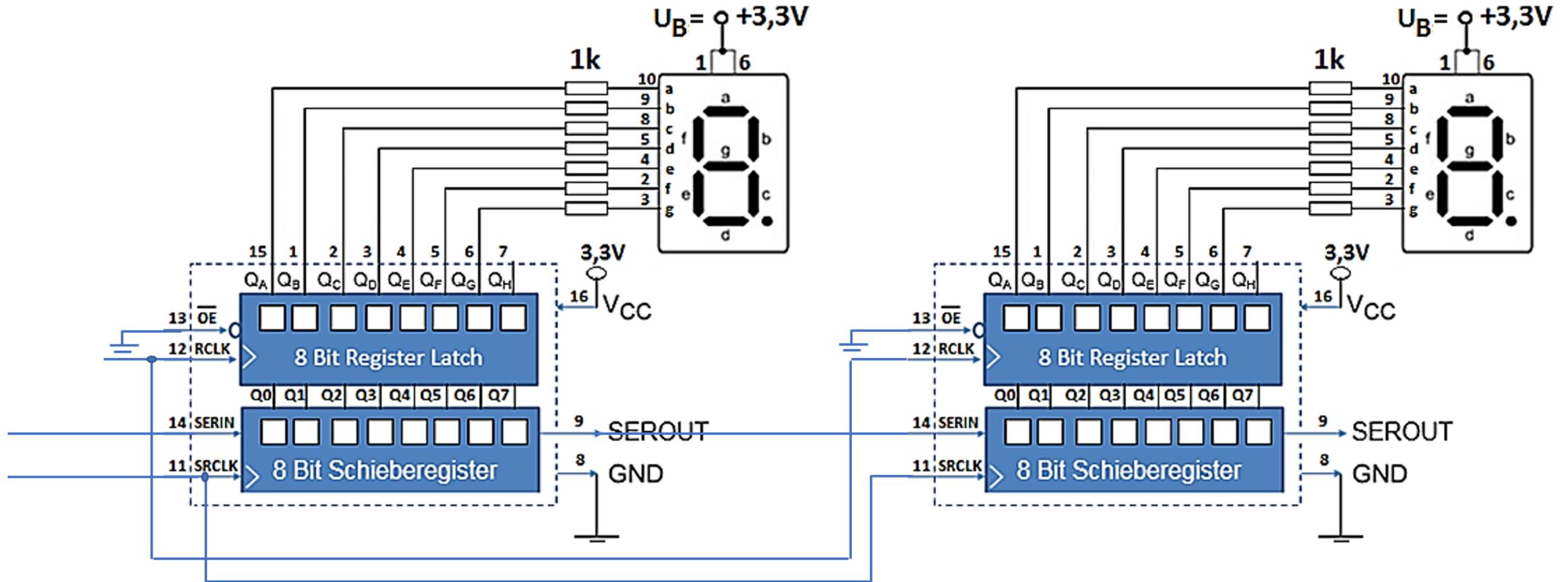


Bild 2

# Wie steuern wir die vier 7-Segmentanzeigen an?

Es genügen:

- Ein Schieberegister
- Vier PNP-Transistoren (7 Segmentanzeigen mit gemeinsamer Anode)
- Ein Mikrocontroller oder ein Raspberry Pi für die Steuerung des Schieberegisters und der PNP-Transistoren

Die Zahlen werden nicht zeitgleich, sondern mit dem Zeitmultiplexverfahren, auf den vier 7-Segmentanzeigen ausgegeben. Das bedeutet, dass der Zugriff auf jede 7-Segmentanzeige zeitlich verschoben erfolgt. Die Pausen, zwischen einem Zugriff und dem anderen, sind sehr klein (z.B. 2,5ms), sodass dem Benutzer zeitgleiche Ausgabe der Zahlen vorgetäuscht wird.

Auf der Platine des smart meters wird der Displaytreiber im Bild 3 verwendet.

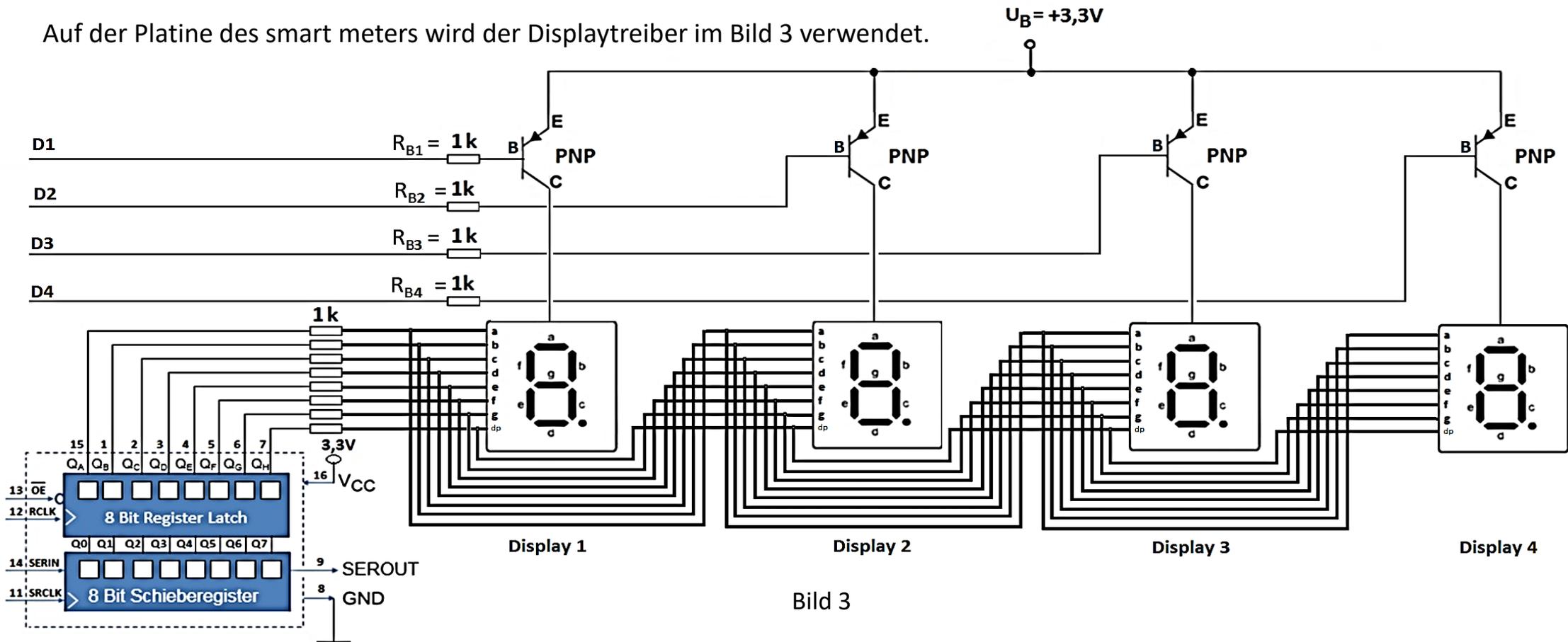
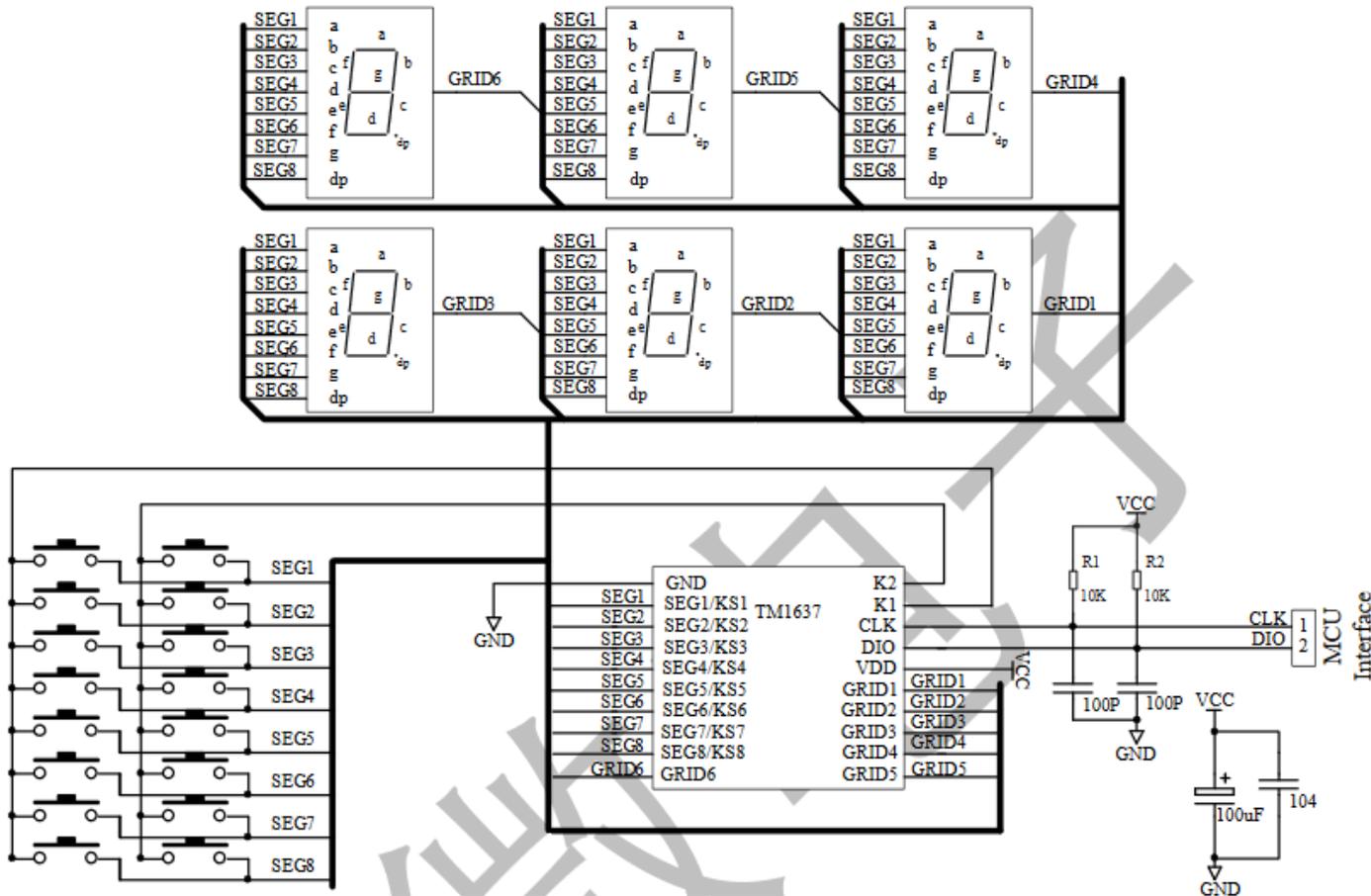


Bild 3

# Display-Treiber für den Laborunterricht

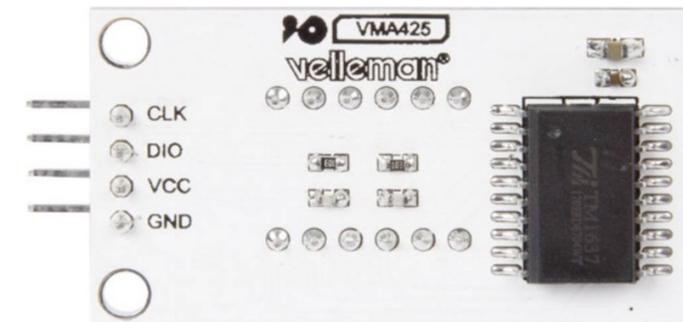
Der TM1637 ist eine integrierte Schaltung, welche das Schieberegister, die PNP-Transistoren und einen Mikrocontroller enthält. Der Zugriff auf die 7-Segmentanzeigen erfolgt über ein, im Datenblatt definiertes, Kommunikationsprotokoll. Zur Kommunikation stellt der TM1637 dem externen Mikrocontroller/Raspberry Pi ein Interface zur Verfügung. Wir verwenden im Laborunterricht (Praxis) eine Platine, die diese integrierte Schaltung nutzt.



Quelle 1: Auszug aus dem Datenblatt des TM1637



Quelle 2



Quelle 1 (25.06.2021)

[https://www.mcielectronics.cl/website\\_MCI/static/documents/Datasheet\\_TM1637.pdf](https://www.mcielectronics.cl/website_MCI/static/documents/Datasheet_TM1637.pdf)

Quelle 2 (25.06.2021)

<https://www.velleman.eu/products/view?id=439208&country=be&lang=en>

Bilder 1,2,3

Selbst gezeichnete Bilder

# 04 AD-Umformung

Thursday, August 26, 2021 7:05 AM



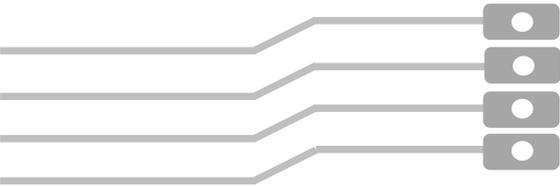
01  
Lernfeld\_...



02  
Voltmete...



04  
Lernpaket...

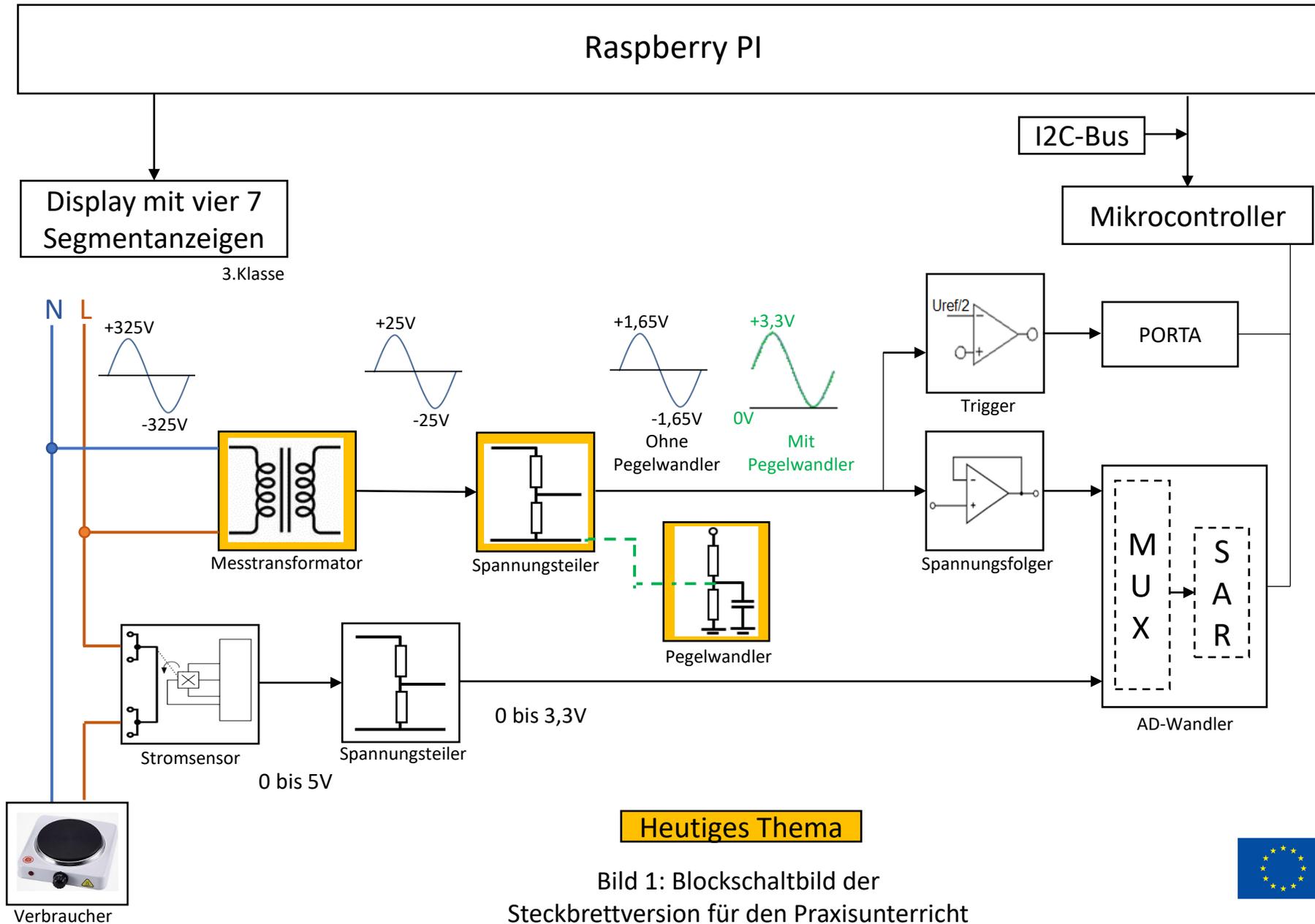


## Anpassung der Netzspannung für die Einstufung

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021

# Mit dem Raspberry Pi einen Energiezähler bauen



## Heutiges Thema

Bild 1: Blockschaubild der Steckbrettversion für den Praxisunterricht

## Die Netzspannung (Steckdose)

In der Physik und Elektrotechnik wird das Bogenmaß verwendet! Deshalb müssen wir unsere Taschenrechner auf **RAD** stellen. Unsere Eingangsvariable  $x$  hängt nämlich vom Bogenmaß  $2\pi$  (fix), von der Frequenz  $f$  (fix) und von der Zeit  $t$  (unsere Variable) ab.

Die Netzspannung hat einen sinusförmigen Verlauf, der durch die Formel:

$$u_{SIN}(t) = U_S \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t)$$

gegeben ist.

- $U_S$  ist der Spitzenwert (Amplitude) der sinusförmigen Spannung. Der Spitzenwert der Netzspannung beträgt  $U_S=325,27V$ .
- $f$  steht für die Frequenz. Die Netzspannung hat eine Frequenz  $f = 50Hz$ .

Wenn wir diese zwei Größen einsetzen:

$$u_{NETZ}(t) = 325,27V \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot 50Hz \cdot t)$$

Die Netzspannung hat eine Frequenz  $f = 50Hz$ . Der Zusammenhang zwischen Frequenz und Periode ist durch folgende Formel gegeben:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50Hz} = \frac{1}{50\frac{1}{s}} = 0,02s = 20ms$$

Definition:

Die Periode  $T$  einer Wechselspannung ist das kleinste Zeitintervall, nachdem sich der Vorgang wiederholt.

# Die Netzspannung (Steckdose): Wertetabelle

Mit mehreren Werten erhalten wir folgende Zeichnung:

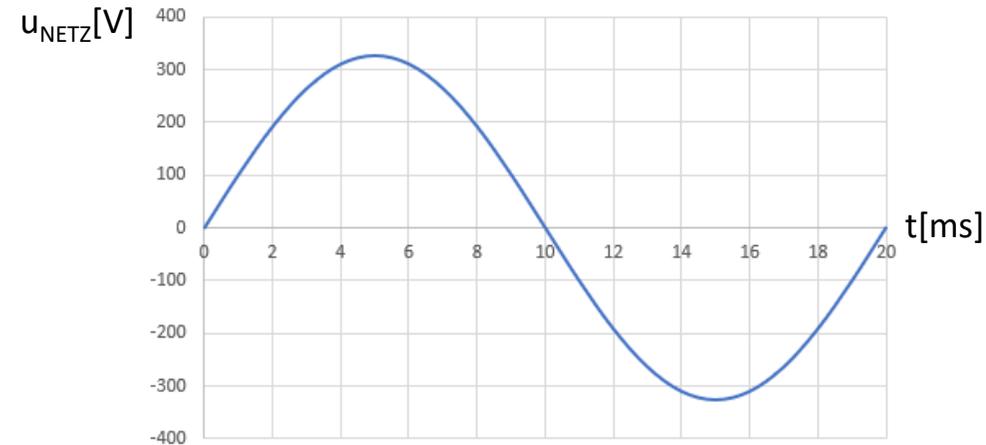


Bild 2

## Problem 1:

Die Spannungswerte sind viel zu groß, um von einem AD-Umsetzer eingestuft zu werden.

## Lösung:

Mit einem **Transformator** und einem **Spannungsteiler** können wir den Spitzenwert der Sinusspannung reduzieren.

## Problem 2:

Unser PIC Mikrocontroller hat eine Betriebsspannung von 3,3V. Der AD-Wandler kann keine negativen Spannungen einstufen.

## Lösung:

Wir heben die sinusförmige Spannung mit einer Gleichspannung  $U_{\text{DC}}$  an, sodass beide Halbwellen eingestuft werden können. Dazu verwenden wir einen Spannungsteiler, mit einer Spannungsquelle von 5V, als **Pegelwandler**.

Der PIC Mikrocontroller muss, in der Berechnung der Netzspannung, die Wirkung dieser drei Funktionsblöcke miteinbeziehen.

# Transformator + Spannungsteiler

Der Transformator liefert uns eine Leerlauf-Ausgangsspannung mit einem Spitzenwert von  $U_S=24,4V$  (gemessen). Wir brauchen eine Spannung mit einem Spitzenwert von  $(3,3V/2)=1,65V$ . Zu diesem Zweck verwenden wir den **hochohmigen Spannungsteiler**:

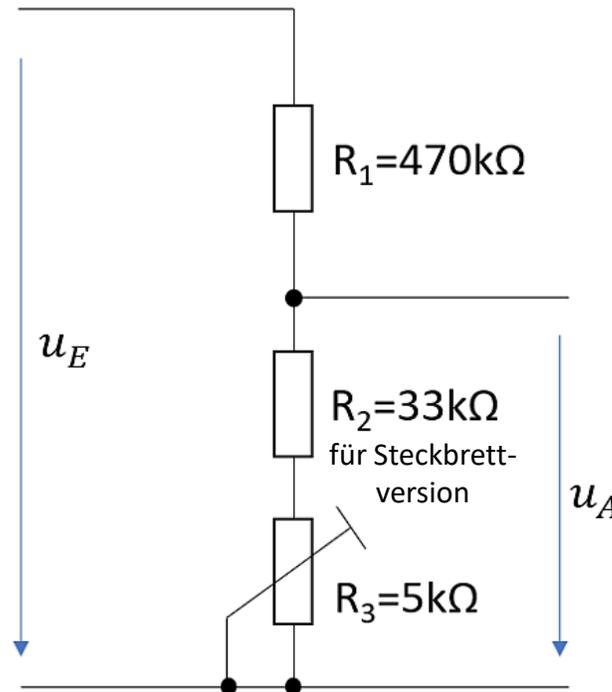
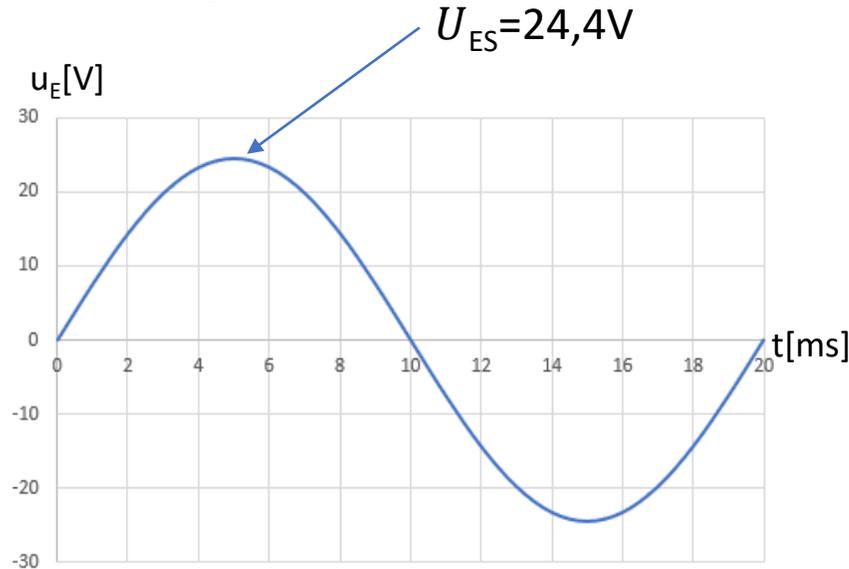
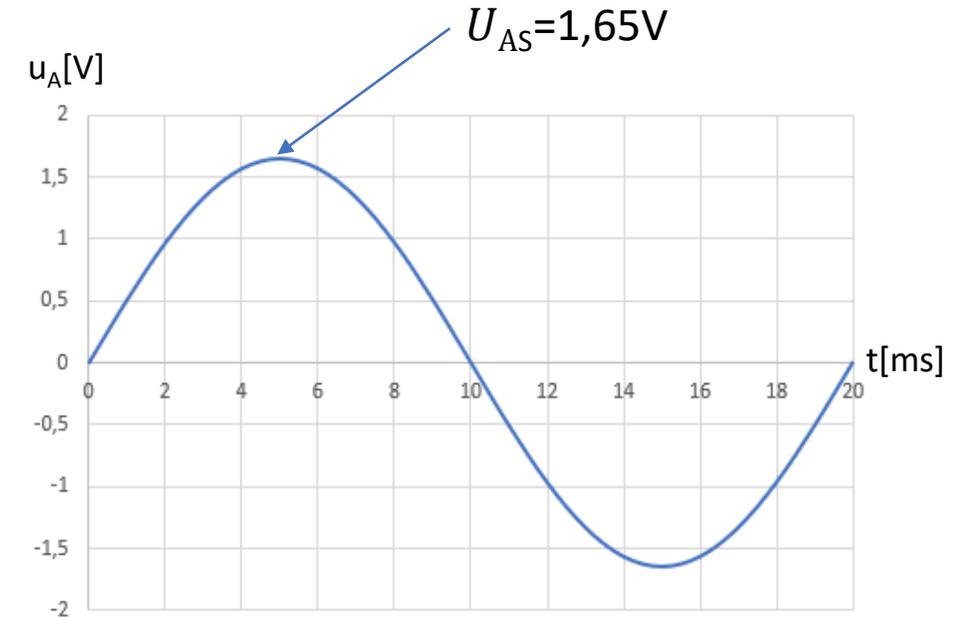


Bild 3



Die Spannungsteiler-Formel (2.Klasse):

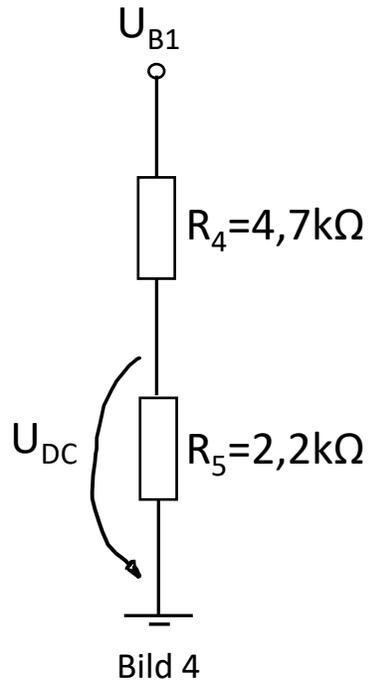
$$\frac{U_{AS}}{U_{ES}} = \frac{R_{23}}{R_1 + R_{23}} \quad \frac{U_{AS}}{U_{ES}} = \frac{1,65V}{24,4V} \cong 0,0676 \quad \frac{U_{AS}}{U_{ES}} = \frac{R_{23}}{470000\Omega + R_{23}} \quad \Rightarrow \quad R_{23} = 34077,7\Omega$$

Somit beträgt der Widerstandswert des Trimmers:  $R_3 = R_{23} - R_2 = 34077,7\Omega - 33000\Omega = 1077,7\Omega$

Diese Berechnung bezieht sich auf die Situation ohne Messschaltung.

# Anhebung der Wechselspannung mit einem Pegelwandler

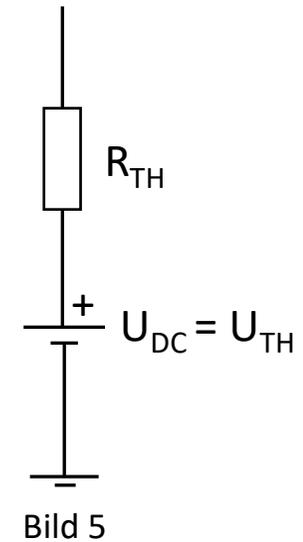
Das sinusförmige Ausgangssignal  $u_A$  im Bild 3 muss um den Gleichspannungswert  $U_{DC}=1,65V$  angehoben werden, damit die Spannungswerte vom AD-Wandler des Mikrocontrollers eingestuft werden können. Der AD-Wandler kann Spannungswerte zwischen 0V und 3,3V einstuft. Dazu wird ein Pegelwandler verwendet. Eine einfache Lösung besteht im Einsatz des Spannungsteilers im Bild 4.



$$\begin{aligned}U_{DC} &= U_{B1} \cdot \frac{R_5}{R_4 + R_5} \\ &= 5V \cdot \frac{2,2k\Omega}{4,7k\Omega + 2,2k\Omega} \cong 1,6V \\ &= U_{TH}\end{aligned}$$

$$R_{TH} \stackrel{\text{Quelle 1}}{=} \frac{U_{\text{Leerlauf}}}{I_{\text{Kurzschluss}}} = \frac{U_{DC}}{I_{\text{Kurzschluss}}} = \frac{1,6V}{0,001064A} \cong 1500\Omega$$

$$I_{\text{Kurzschluss}} = \frac{U_{B1}}{R_4} = \frac{5V}{4,7k\Omega} \cong 0,001064A$$



Quelle 1

Dieser Pegelwandler wird am hochohmigen Spannungsteiler angeschlossen (Bild 3). Um die Belastung des hochohmigen Spannungsteilers, durch den Pegelwandler, auszuwerten, verwenden wir das Ersatzschaltbild nach dem Thévenin-Theorem<sup>1</sup> (Bild 5).

# Hochohmiger Spannungsteiler und Pegelwandler

Das Strommessgerät im Bild 7 misst einen vernachlässigbar kleinen Wechselstrom von  $4,2\mu\text{A}$  bei angeschlossener Messschaltung. Somit ist die Wirkung des Widerstands  $R_{\text{TH}}$  (Bild 6) vernachlässigbar. Wir können schreiben, dass:

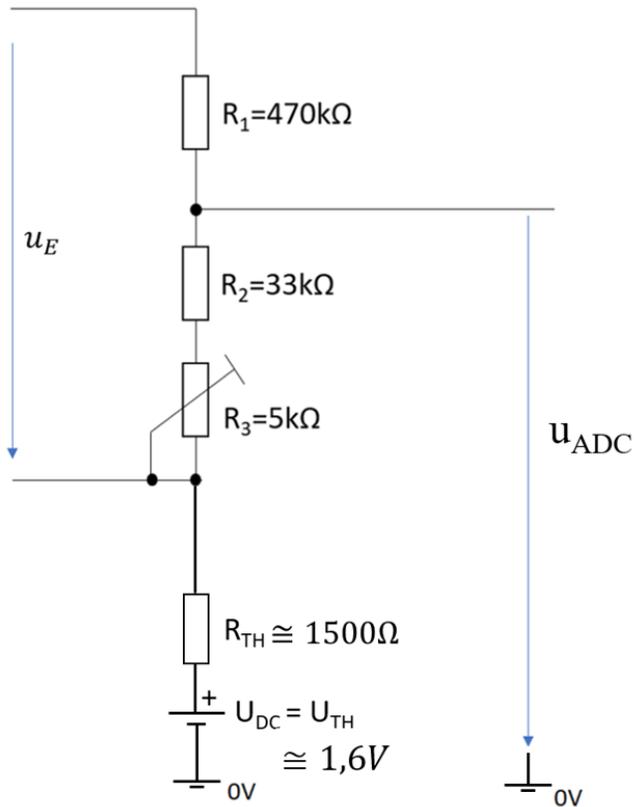


Bild 6

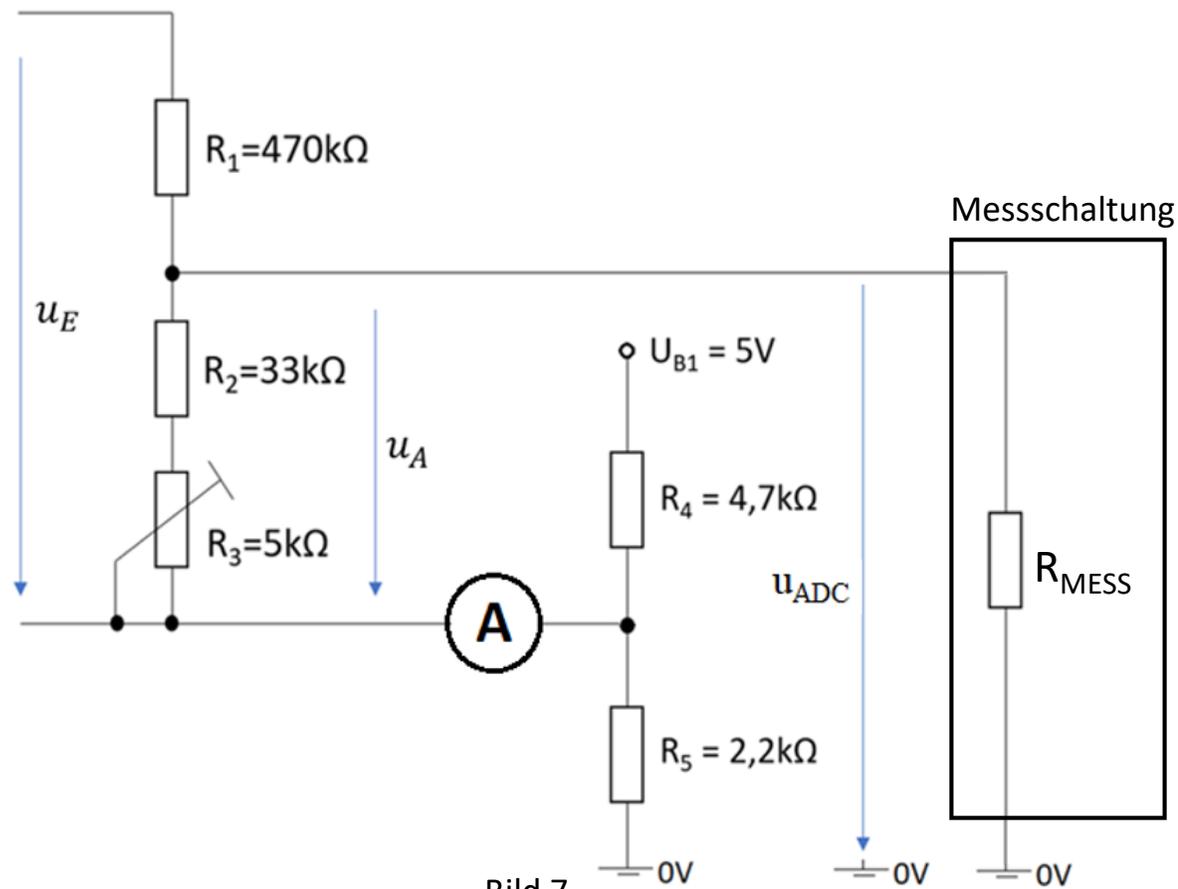
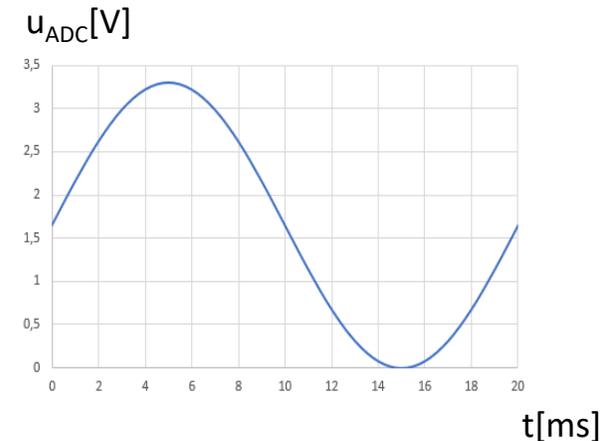


Bild 7

$$u_{\text{ADC}} = U_{\text{DC}} + u_{\text{A}}$$



Der Widerstand  $R_{\text{MESS}}$  stellt den Eingangswiderstand der Messschaltung dar. Da die OPV-Schaltung des Spannungsfolgers einen sehr hohen Eingangswiderstand hat, kann dieser Wert für die Berechnung von  $R_{\text{MESS}}$  vernachlässigt werden. Übrig bleibt ein Pull Down Widerstand, mit einem Wert von  $470\text{k}\Omega$  (siehe Schaltplan). Dieser Widerstand hat die Funktion, den

# Hochohmiger Spannungsteiler und Pegelwandler

Eingang des Spannungsfolgers auf Masse zu schalten, wenn das Relais im stromlosen Zustand ist. Somit ist  $R_{MESS}$  :

$$R_{MESS} \cong 470k\Omega$$

Durch Nachstellen des Trimmer-Wertes  $R_3$  kann die nötige Amplitude der Sinusspannung  $u_{ADC}$  erreicht werden.

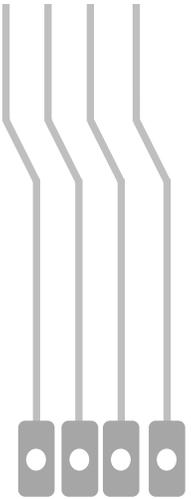
## Quellen- und Bilderverzeichnis

Quelle 1 (20.07.2021)

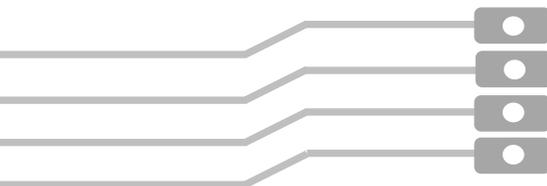
<https://de.wikipedia.org/wiki/Th%C3%A9venin-Theorem>

Bild 1 bis 7

Selbst gezeichnete Bilder



# Landesberufsschule für Handwerk und Industrie BZ



## Einführung AD-Umsetzer

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021



# Der 10 Bit AD-Umsetzer des Mikrocontrollers

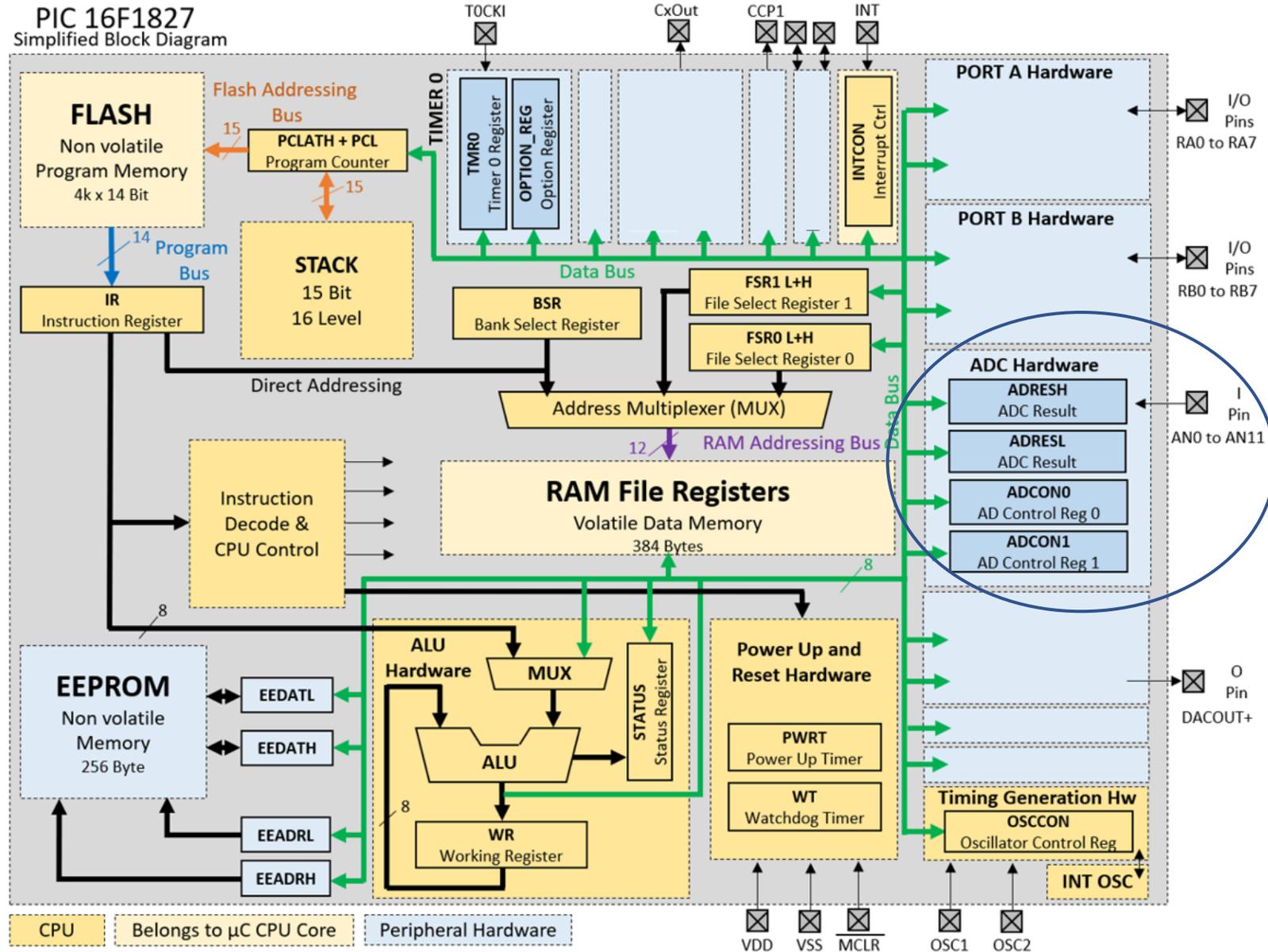
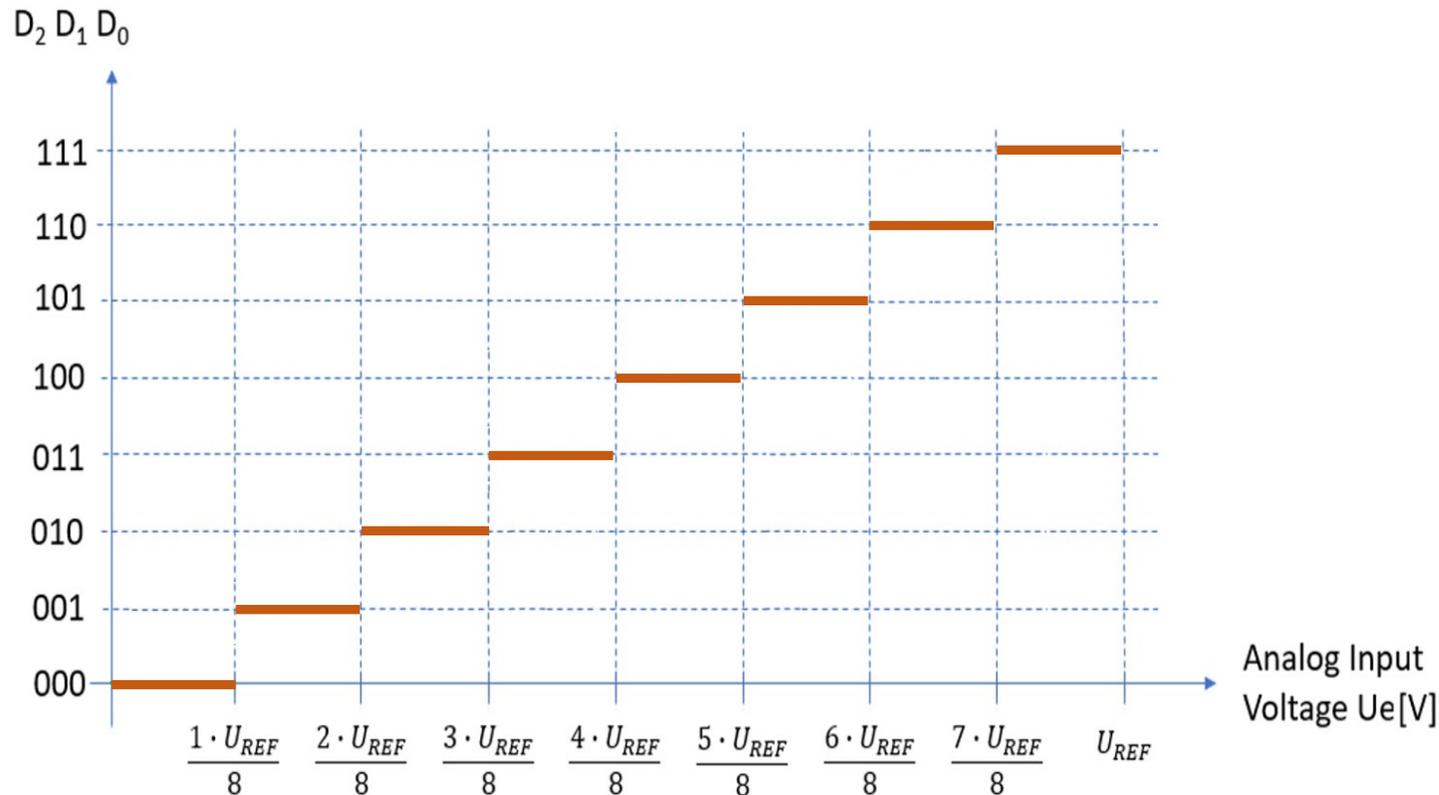


Bild 1

# Die ideale Übertragungsfunktion des 3 Bit AD-Umsetzers (nicht verschoben)

In einem AD-Umsetzer (AD-Wandler) wird eine analoge Spannung in einem digitalen n BIT- WERT (Code) umgesetzt. Die Funktion, die uns ermöglicht, mit der gegebenen analogen Eingangsspannung den n Bit – Wert abzulesen, wird **Übertragungsfunktion** (engl. transfer function) des AD-Umsetzers genannt<sup>1</sup>.

Eine **ideale Übertragungsfunktion** weist keine Fehler<sup>1</sup> auf. Im Falle des idealen AD-Umsetzers sprechen wir von einer **perfekten Stufenfunktion**.



Im Bild 2 ist eine ideale Übertragungsfunktion eines 3 Bit AD-Umsetzers gezeichnet.

Die Anzahl n der Bits des Ausgangscodes eines AD-Umsetzers nennen wir **Auflösung (engl. resolution)**.

Unser AD-Umsetzer hat somit eine Auflösung von 3 Bit.

Bild 2: Übertragungsfunktion vom Typ  
truncate (= abrunden)

# Die Quantisierung

Der zu messende Eingangsspannungsbereich wird in **Spannungsintervalle** aufgeteilt. Der AD-Umsetzer nutzt diese Spannungsintervalle für die Einstufung der Eingangsspannung. Die Größe eines Spannungsbereichs, innerhalb dessen die gleiche Bitkombination (Codewort) ausgegeben wird, nennen wir „**Quantisierungsintervall**“<sup>2</sup>.

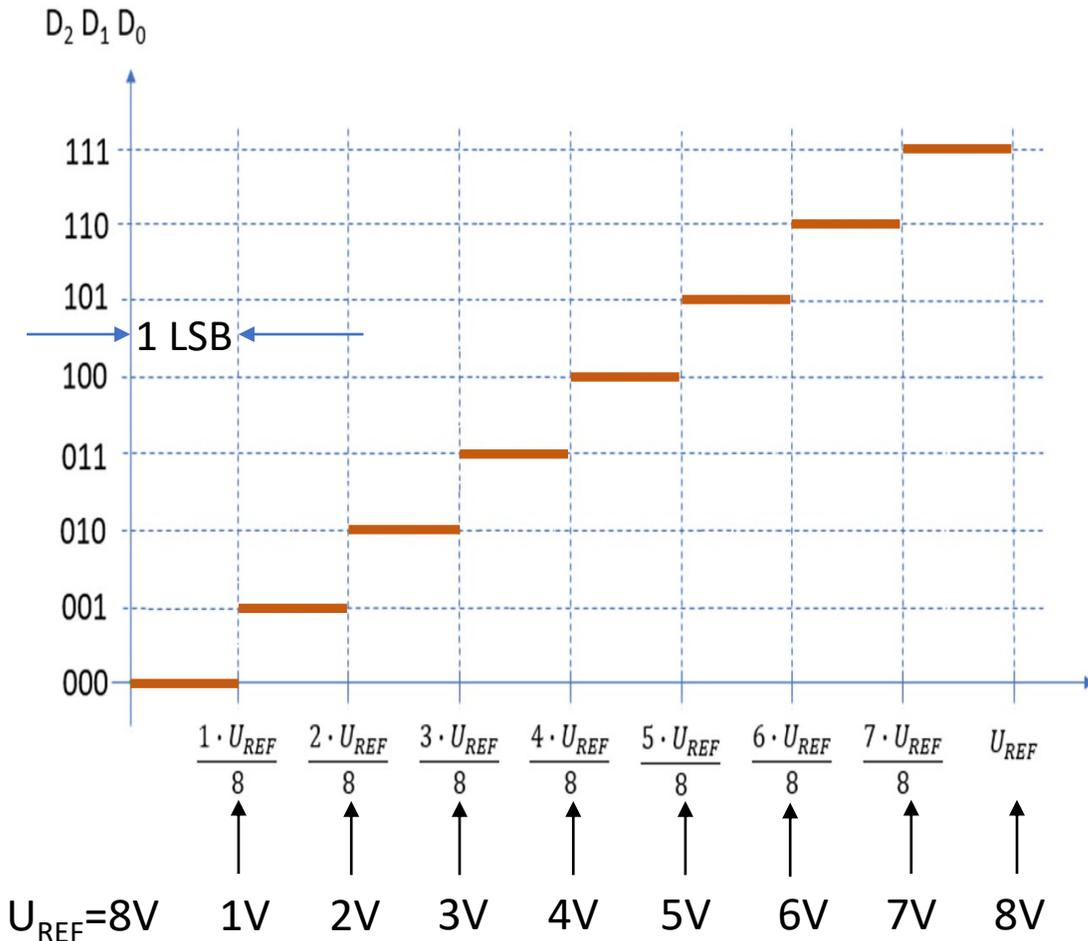


Bild 3

Wir definieren **Least Significant Bit** (oder kurz **LSB**) die kleinste Änderung der Eingangsspannung, die zu einem Wechsel des niederwertigsten Bits des Ausgangscodes führt.<sup>3</sup> **Das LSB** entspricht dem Quantisierungsintervall.

Das LSB wird wie folgt berechnet:

$$\text{LSB} = \frac{U_{REF}}{2^n}$$

mit n Auflösung des AD-Umsetzers und Referenzspannung  $U_{REF}$ .  
**In Beispiel** ist  $n=3$  und somit:

$$\text{LSB} = \frac{U_{REF}}{2^3} = \frac{8V}{8} = 1V$$

Das LSB wird auch als **Spannungsauflösung**<sup>3</sup> bezeichnet.

# Die ideale Übertragungsfunktion des 3 Bit AD-Umsetzers (nicht verschoben)

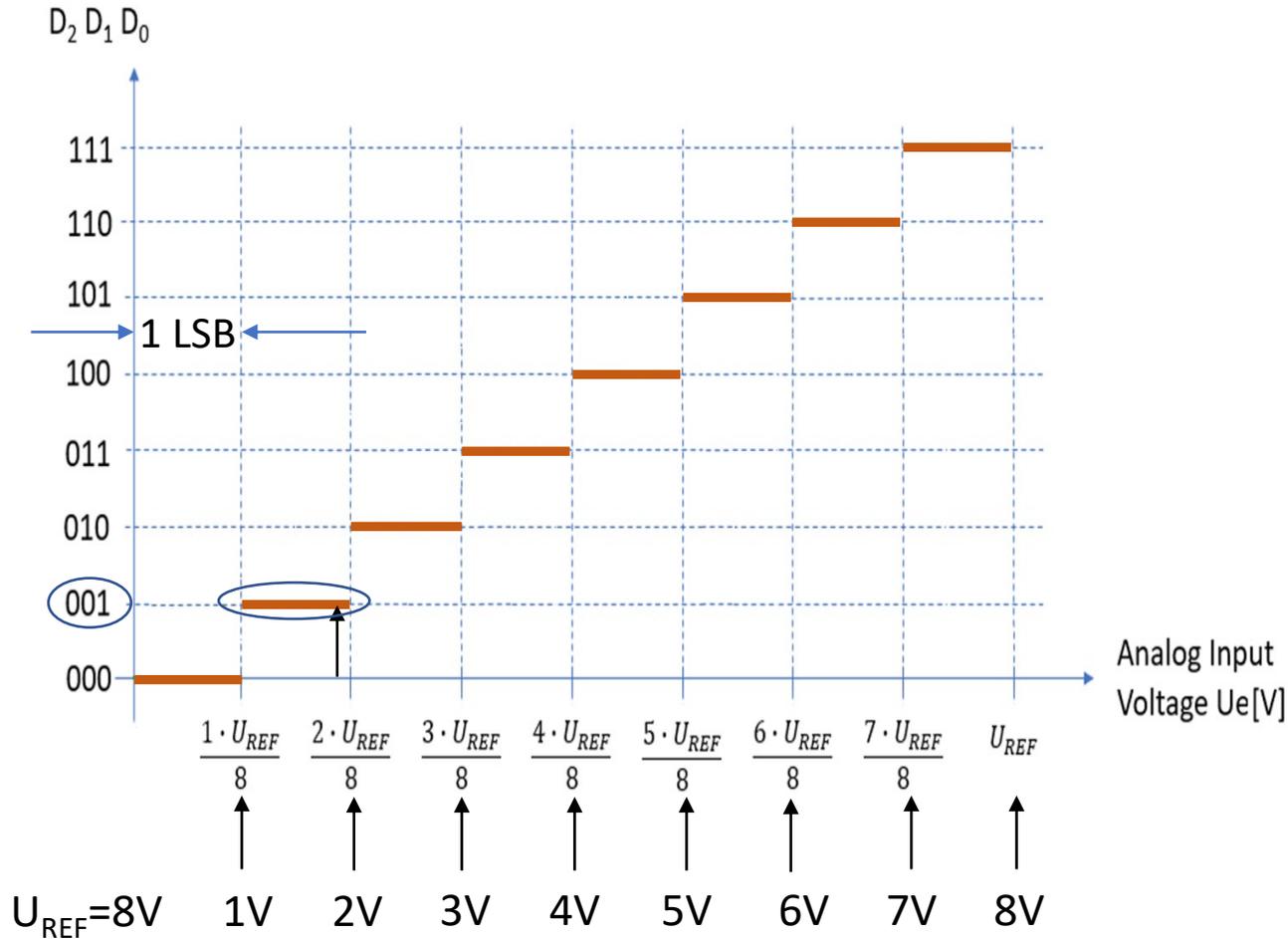


Bild 3

Nehmen wir an, wir haben eine Referenzspannung  $U_{REF}=8V$  und eine Eingangsspannung von  $U_e=1,87V$ .

## Wie „denkt“ der AD-Umsetzer?

- Er prüft, in welchem Intervall die Eingangsspannung  $U_e$  liegt. Im Beispiel liegt die Spannung im Intervall zwischen 1V und 2V.
- Diesem Intervall ist die Bitsequenz  $\langle 0,0,1 \rangle$  zugeordnet. Diese Bitsequenz liefert der AD-Umsetzer am Ausgang.

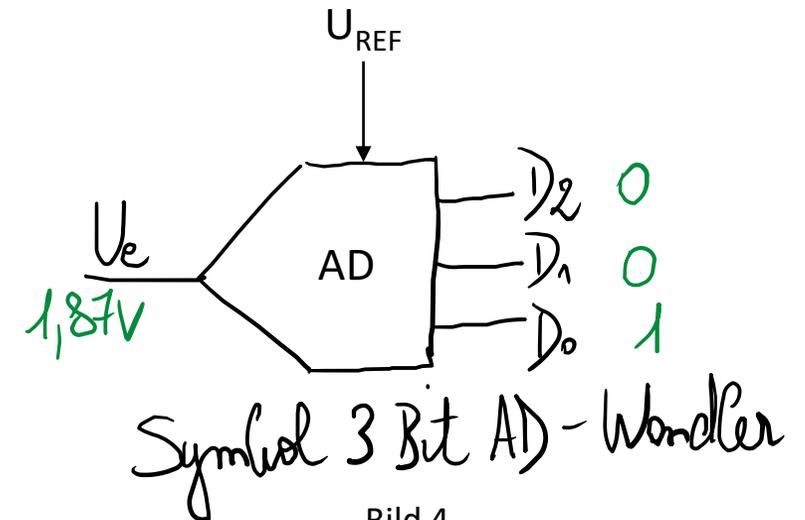


Bild 4

# Der Quantisierungsfehler zur nicht verschobenen Übertragungsfunktion

Das analoge Eingangssignal ist ein Signal, das innerhalb eines bestimmten Wertebereiches  $[U_{\min}, U_{\max}]$  jeden beliebigen Wert annehmen kann.

Der **Quantisierungsfehler** ist die Abweichung der „wahren“ Spannung von der durch den AD-Wandler gemessenen Spannung.<sup>4</sup>

Der **maximale Quantisierungsfehler** stimmt in den Bildern 2 und 3 mit 1 **LSB** überein! Je kleiner das LSB ist, desto kleiner ist der Quantisierungsfehler.

Die Verteilung des Quantisierungsfehlers schaut im Falle der Übertragungsfunktion der Bilder 2 und 3 so aus<sup>5</sup>:

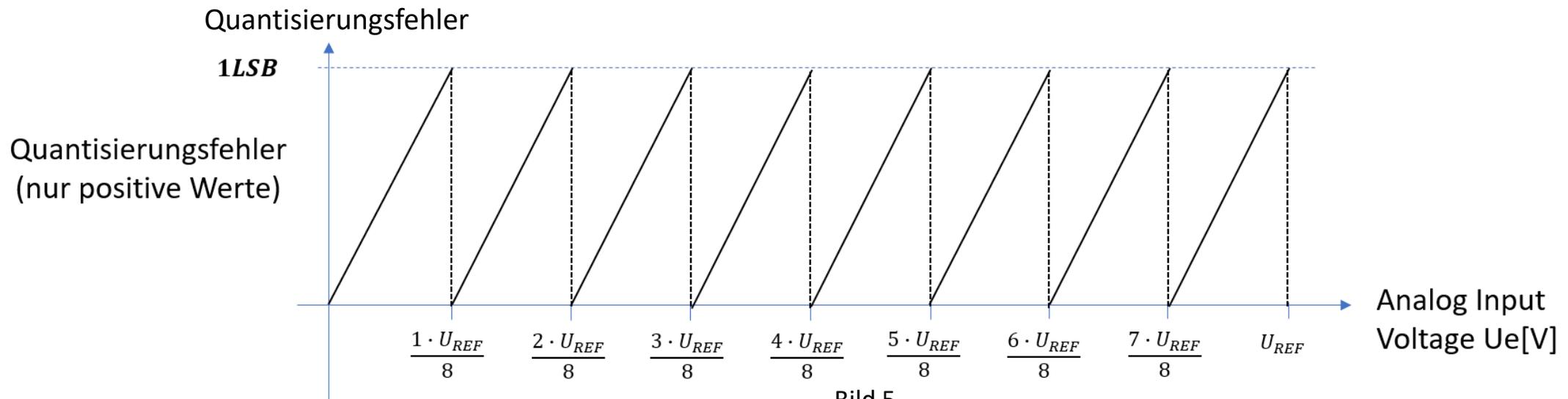


Bild 5

Wenn die Eingangsspannung, beginnend bei 0 V, ansteigt, steigt auch der Quantisierungsfehler, beginnend bei 0 LSB, an und erreicht einen maximalen Wert von 1 LSB<sup>6</sup>.

## Berechnung des LSB des 10 Bit AD-Umsetzers (Serie Mid-Range MCU Family)

Die AD-Umsetzer der Mikrocontroller der Serie „Mid Range“ haben eine nicht verschobene Übertragungsfunktion (Typ siehe Bild 2, truncate)<sup>7</sup>. In dieser Unterrichtseinheit verwenden wir auch dieses Modell (didaktische Wahl). Mit einer Auflösung von  $n=10$  Bit und einer Referenzspannung  $U_{REF} = 3,3V$  können wir das LSB berechnen, wie folgt:

$$LSB = \frac{U_{REF}}{2^n} = \frac{3,3V}{2^{10}} = \frac{3,3V}{1024} = 3,2226mV$$

Wie kann ich die gemessene Spannung  $U_{MES}$  berechnen?

$$U_{Mes} = \frac{U_{REF}}{2^n} \cdot ADC = LSB \cdot ADC$$

wobei **ADC der Dezimalwert der Bitkombination am Ausgang des AD-Umsetzers** ist. Wenn uns z.B. der AD-Umsetzer folgende Bitkombination liefert:

$$11\ 0011\ 1011_b = 827_d$$

dann hat der AD-Umsetzer eine Spannung von:

$$U_{Mes} = \frac{3,3V}{1024} \cdot 827 = 2,665V$$

gemessen.



Quelle 1: (19.07.2021)

<https://www.microchip.com/content/dam/mchp/documents/MCU08/ApplicationNotes/ApplicationNotes/00546e.pdf>

Quelle 2: (19.07.2021)

[https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/3655/1/Digel\\_Diss.pdf](https://elib.uni-stuttgart.de/bitstream/11682/3655/1/Digel_Diss.pdf)

Quelle 3: (19.07.2021)

<http://www.humerboard.at/doku/sb8/uC4.pdf>

Quelle 4: (19.07.2021)

<https://www.mikrocontroller.net/articles/Quantisierung>

Quelle 5: (19.07.2021)

<https://analogquantized.wordpress.com/2013/02/23/quantization/>

Quelle 6: (19.07.2021)

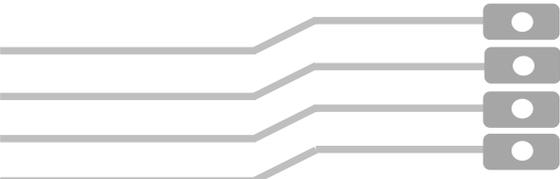
<https://microchipdeveloper.com/adc:adc-quantization-error>

Quelle 7: (19.07.2021)

<https://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/33023a.pdf>

Bilder 1 bis 5

Selbst gezeichnete Bilder



## Einstufung einer Wechselspannung

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021

# Bestimmung der Abtastperiode $T_s$

Die angegebene Sinusspannung im Bild 1 hat eine Frequenz  $f=50\text{Hz}$  (=Netzfrequenz) und somit eine Periode  $T$ :

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{50\text{Hz}} = 0,020\text{s} = 20\text{ms}$$

Wir stellen uns die Frage, mit welcher Periode  $T_s$  der AD-Wandler das Signal abtasten/einstufen muss, sodass wir dieses Signal auf dem Bildschirm „korrekt“ darstellen können?

Um diese Frage zu beantworten, brauchen wir das **Abtasttheorem von Shannon**:

Ein kontinuierliches, bandbegrenzttes Signal, mit einer Maximalfrequenz  $f_{\text{max}}$  muss mit einer Frequenz  $f_s$  ( $S = \text{Sampling}$ )

$$f_s > 2 \cdot f_{\text{max}}$$

abgetastet werden<sup>2</sup>, damit man aus dem so erhaltenen zeitdiskreten Signal das Ursprungssignal, **ohne Informationsverlust**, rekonstruieren kann.

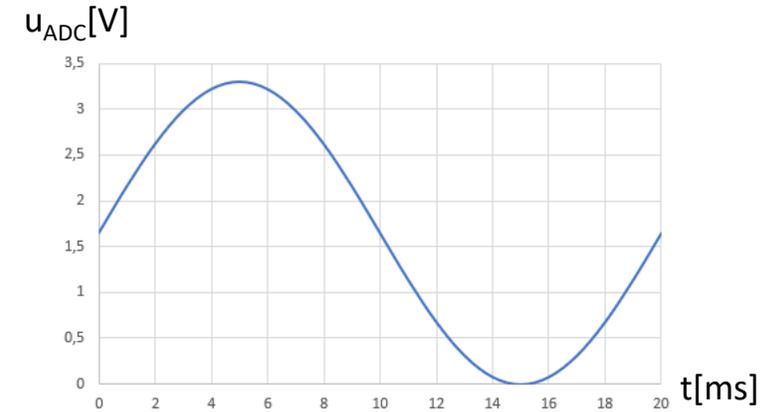
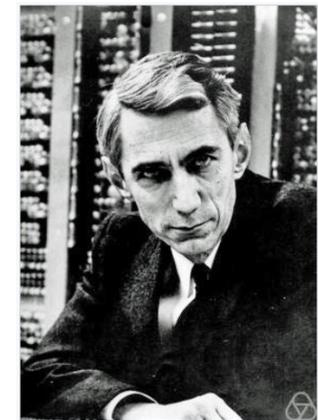


Bild 1



Claude Shannon (um 1963)

Bild 2

# Bestimmung der Abtastperiode $T_s$

In unserem Fall ist  $f_{\max} = 50\text{Hz}$ , nämlich die Frequenz der angehobenen Sinusschwingung. Somit gilt, dass:

$$f_s > 2 \cdot f_{\max} \quad \longrightarrow \quad f_s > 100\text{Hz}$$

Die Abtastperiode  $T_s$  ist der **Kehrwert der Abtastfrequenz**  $f_s$ . Die Bedingung wird somit:

$$T_s = \frac{1}{f_s} < 0,01\text{s}$$

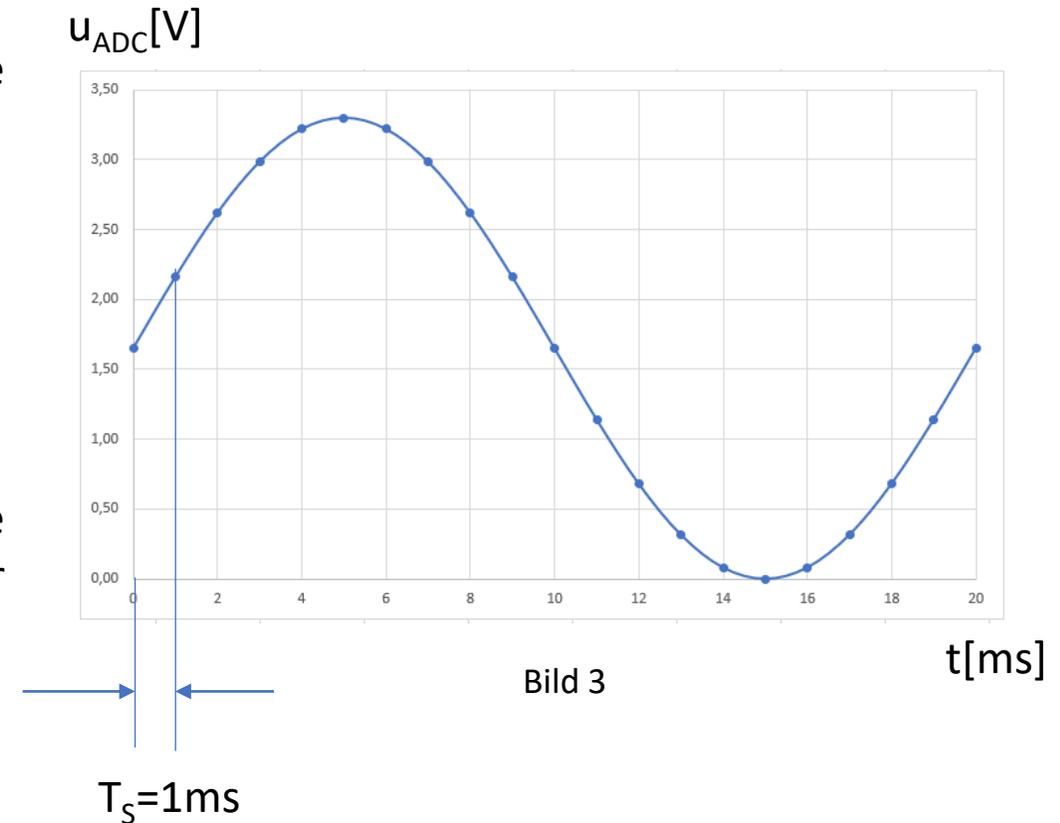
und somit:

$$T_s < 10\text{ms}$$

Unsere Sinusschwingung hat eine Periode  $T=20\text{ms}$ . Wenn wir eine Abtastperiode  **$T_s=1\text{ms}$**  wählen, sprich jede ms einen Wert der Sinusspannung einstufen, dann:

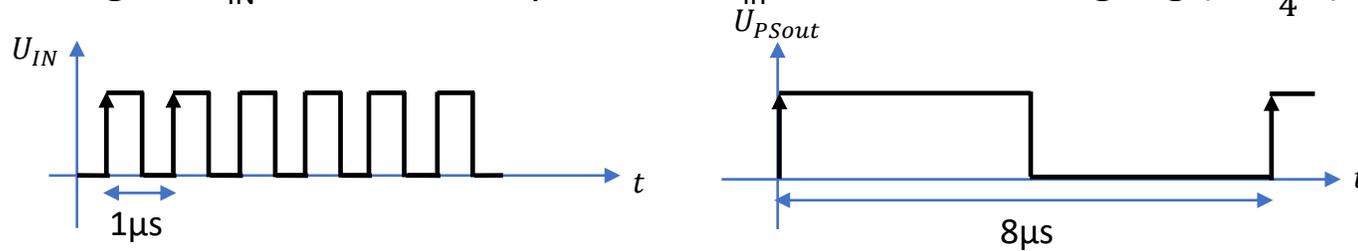
- halten wir das Theorem von Shannon ein
- erhalten wir in einer Periode 20 Werte der Sinusschwingung

$$n = \frac{T}{T_s} = \frac{20\text{ms}}{1\text{ms}} = 20$$



# Konfigurierung der Timer0-Hardware des Mikrocontrollers

Das Beispiel im Bild 4 bezieht sich auf eine Clock-Frequenz des Mikrocontrollers von  $f_{OSC} = 4\text{MHz}$ . Der Timer0-Hardware steht das Signal  $U_{IN}$  mit einer Frequenz von  $f_{in} = 1\text{MHz}$  zur Verfügung ( $= \frac{f_{OSC}}{4}$ ).



$$f_{IN} = \frac{f_{OSC}}{4} = \frac{4\text{MHz}}{4} = 1\text{MHz}$$

PSout: Alle  $8\mu\text{s}$  eine steigende Taktflanke

Schritte bis TMR0IF von „0“ auf „1“ wechselt:

$$256 - 131 = 125$$

In Zeit ausgedrückt:

$$125 \cdot 8\mu\text{s} = 1000\mu\text{s} = 1\text{ms}$$

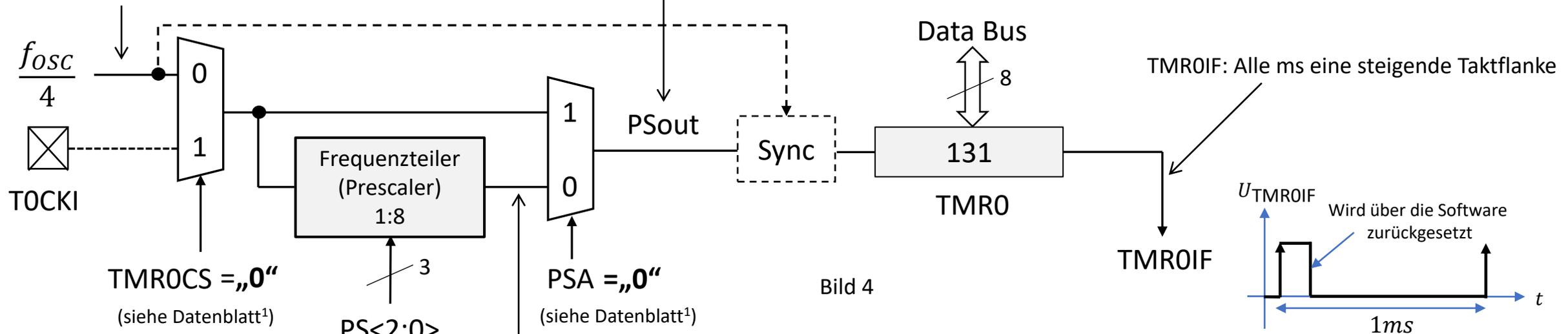


Bild 4

$$f_{PRE} = \frac{f_{IN}}{8} = \frac{1\text{MHz}}{8} = 0,125\text{MHz} = 125\text{kHz}$$

$$f_{PRE} = 125\text{kHz} \rightarrow T_{PRE} = \frac{1}{125\text{kHz}} = 8\mu\text{s}$$

# Konfigurierung der Timer0 – Hardware des PIC-Mikrocontrollers

Im Bild 4 sehen wir die Schritte, damit die Timer0-Hardware ein Signal mit einer Interrupt-Periode  $T_{TMR0IF}$  von 1ms erzeugt. Folgende Formel zeigt uns, wie der TMR0-Startwert, in Funktion der gewünschten Interrupt-Periode, berechnet wird<sup>3</sup>:

$$TMR0 = ( 256 - T_{TMR0IF} \cdot \frac{f_{OSC}}{4 \cdot PS} ) + x$$

Dieser Startwert muss von der Software, nach jedem Interrupt, ins TMR0-Zählerregister geschrieben werden. Nach einem Schreibvorgang wird für zwei Befehlszyklen die TMR0-Inkrementierung deaktiviert<sup>3</sup>. Der Wert x in der Formel ist die Anzahl der Zähl Schritte, die während dieser Zeit verloren gehen<sup>3</sup>. In unserem Beispiel betragen die Befehlszykluszeit und die Verzögerungszeit (Schreibvorgang):

$$T_{cyc} = \frac{1}{\frac{f_{OSC}}{4}} = \frac{1}{1 \cdot 10^6 Hz} = 1 \cdot 10^{-6} s = 1 \mu s \quad t_{delay} = 2 \cdot 1 \mu s = 2 \mu s$$

Somit können wir die x-Werte in Abhängigkeit der Einstellung des Frequenzteilers berechnen. Wir sehen in der Tabelle, dass bereits ab einer Einstellung des Frequenzteilers von 1:4, der Wert x=0 ist. Im Beispiel beträgt die Einstellung **1:8**.

Frequenzteiler	$T_{PSout}$	$T_{PSout} \cdot x = t_{delay}$	Berechnung x	Ganze Zahl x
1:1	$1 \mu s$	$1 \mu s \cdot x = 2 \mu s$	2	2
1:2	$2 \mu s$	$2 \mu s \cdot x = 2 \mu s$	1	1
1:4	$4 \mu s$	$4 \mu s \cdot x = 2 \mu s$	0,5	0
<b>1:8</b>	<b><math>8 \mu s</math></b>	<b><math>8 \mu s \cdot x = 2 \mu s</math></b>	<b>0,25</b>	<b>0</b>

Die Formel reduziert sich und liefert uns:

$$TMR0 = ( 256 - 0,001s \cdot \frac{4 \cdot 10^6 Hz}{4 \cdot 8} ) = 131$$

nämlich die Angabe im Bild 4.

# Konfigurierung der Timer0 – Hardware des PIC-Mikrocontrollers

**REGISTER 20-1: OPTION\_REG: OPTION REGISTER**

R/W-1/1							
WPUEN	INTEDG	TMR0CS	TMR0SE	PSA	PS<2:0>		
bit 7						bit 0	

<b>Legend:</b>		
R = Readable bit	W = Writable bit	U = Unimplemented bit, read as '0'
u = Bit is unchanged	x = Bit is unknown	-n/n = Value at POR and BOR/Value at all other Resets
'1' = Bit is set	'0' = Bit is cleared	

- bit 7 **WPUEN:** Weak Pull-up Enable bit  
1 = All weak pull-ups are disabled (except  $\overline{\text{MCLR}}$ , if it is enabled)  
0 = Weak pull-ups are enabled by individual WPUx latch values
- bit 6 **INTEDG:** Interrupt Edge Select bit  
1 = Interrupt on rising edge of INT pin  
0 = Interrupt on falling edge of INT pin
- bit 5 **TMR0CS:** Timer0 Clock Source Select bit  
1 = Transition on T0CKI pin  
0 = Internal instruction cycle clock ( $F_{osc}/4$ ) ←
- bit 4 **TMR0SE:** Timer0 Source Edge Select bit  
1 = Increment on high-to-low transition on T0CKI pin  
0 = Increment on low-to-high transition on T0CKI pin
- bit 3 **PSA:** Prescaler Assignment bit  
1 = Prescaler is not assigned to the Timer0 module  
0 = Prescaler is assigned to the Timer0 module ←
- bit 2-0 **PS<2:0>:** Prescaler Rate Select bits

Bit Value	Timer0 Rate
000	1 : 2
001	1 : 4
010	1 : 8
011	1 : 16
100	1 : 32
101	1 : 64
110	1 : 128
111	1 : 256

Quelle 1: (16.08.21)

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/41391d.pdf>

Quelle 2: (16.08.21)

<https://uol.de/f/5/inst/physik/ag/physikpraktika/download/GPR/pdf/Fourieranalyse.pdf>

Quelle 3: (16.08.21)

<http://picguides.com/beginner/timers.php>

Bilder 1 und 3

Selbst gezeichnete Bilder

Bild 2: (16.08.21)

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ClaudeShannon\\_MFO3807.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ClaudeShannon_MFO3807.jpg)

**Nennung der Urheberschaft:**

Jacobs, Konrad, CC BY-SA 2.0 DE <<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/de/deed.en>>, via  
Wikimedia Commons

Bild 4

Vereinfachte Darstellung der TMR0-Hardware

Selbst gezeichnetes Bild

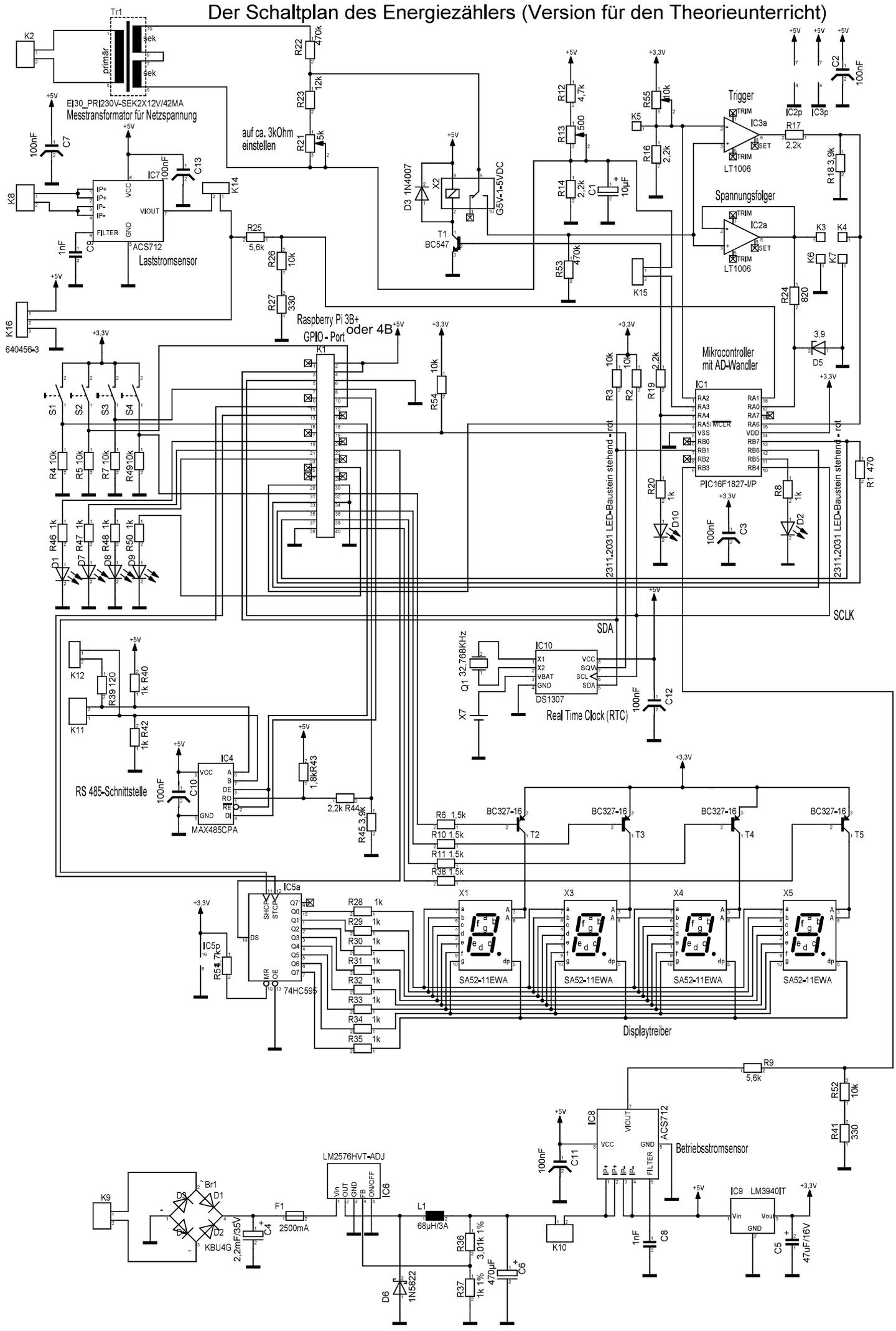
# 05 Schaltplan smart meter LBSHI

Thursday, August 26, 2021 7:10 AM



Energiezae  
hler\_V1\_...

# Der Schaltplan des Energiezählers (Version für den Theorieunterricht)



Getaktetes Netzteil +5V

Smart meter für den Theorieunterricht

# 06 Aufbau des smart meters auf einem Steckbrett

Thursday, August 26, 2021 7:11 AM



01 Lernpaket...



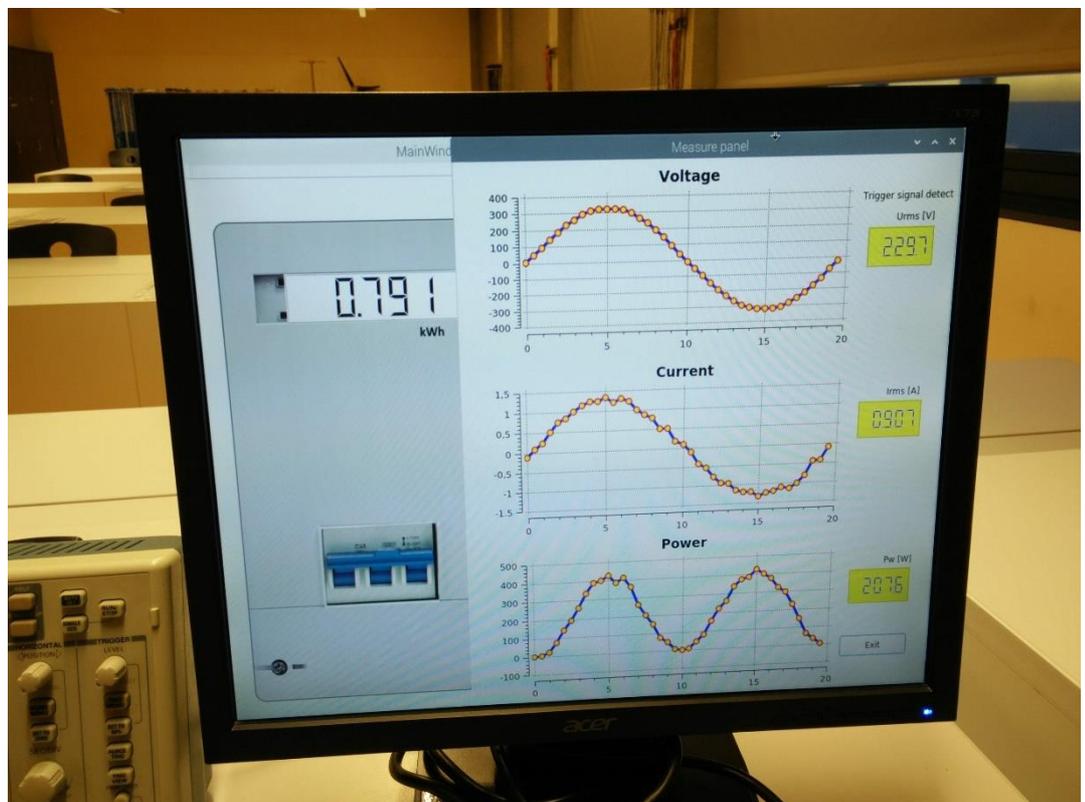
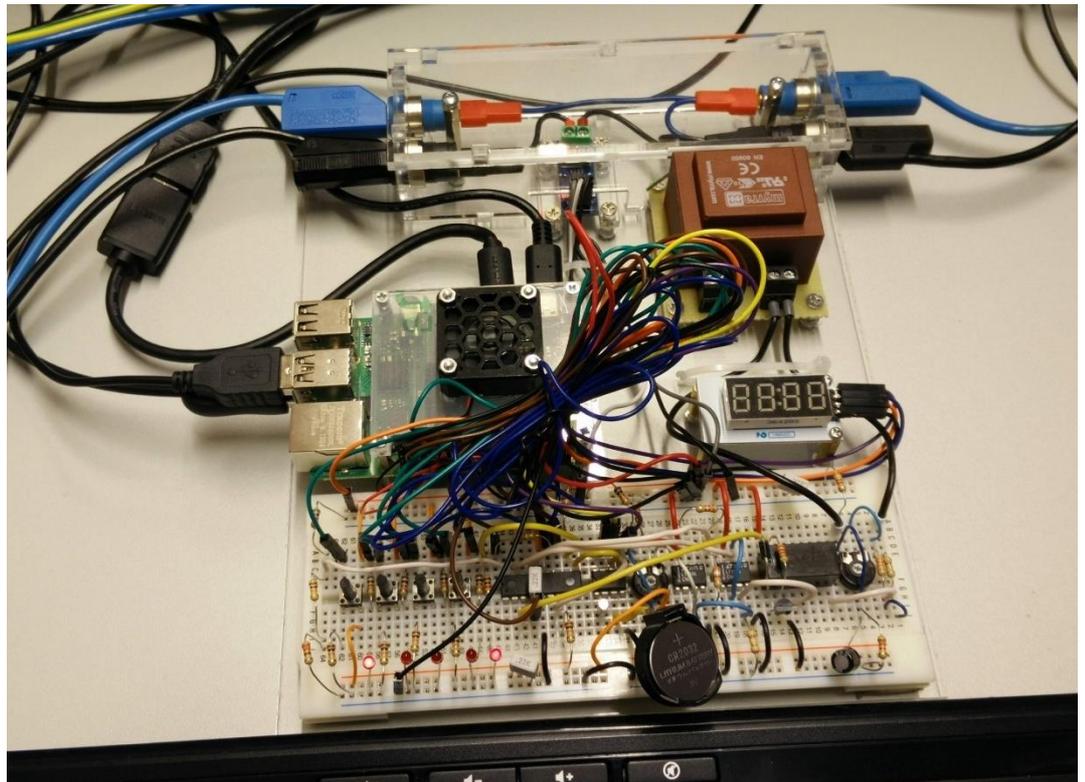
02\_Fritzing \_Dateien



03 Schritte\_J...



04 Autocadz..



Aufbau des smart meters auf einem Steckbrett  
Mit dem Raspberry Pi einen Energiezähler bauen

Im Rahmen des Projektes  
„smart grid“  
**Intelligente Stromnetze 4.0**  
Projekt Nr. 2018-1-DE02-KA202-005075

Stand August 2021

Der Raspberry Pi ist ein Einplatinencomputer (Single Board Computer), der vom britischen Hersteller „Raspberry Pi Foundation“ entwickelt wird.

Das Raspberry Pi enthält ein sogenanntes „System on a Chip“, kurz SoC genannt, das:

- einen Mikroprozessor
- eine Grafikprozessoreinheit (Broadcom VideoCore GPU)
- Peripherien, wie z.B.:
  - Timer
  - GPIO (General Purpose Input/Output)
  - Serielle Schnittstellen
  - I2C-Busse
  - SPI-Busse
  - PWM (Pulsweitenmodulatoren)

enthält.

Wenn wir auf diese Liste schauen, dann würden wir das SoC des Raspberry Pis eher als einen fortgeschrittenen Mikrocontroller bezeichnen.

Das Raspberry Pi 4 zeigt uns aber einen deutlichen Unterschied zum unserem Mikrocontrollermodell. Das SoC (BCM2711) hat nämlich keinen internen RAM-Speicher. Der RAM-Speicher befindet sich in einem zusätzlichen integrierten Baustein auf der Platine.

# Raspberry Pi 4 Model B

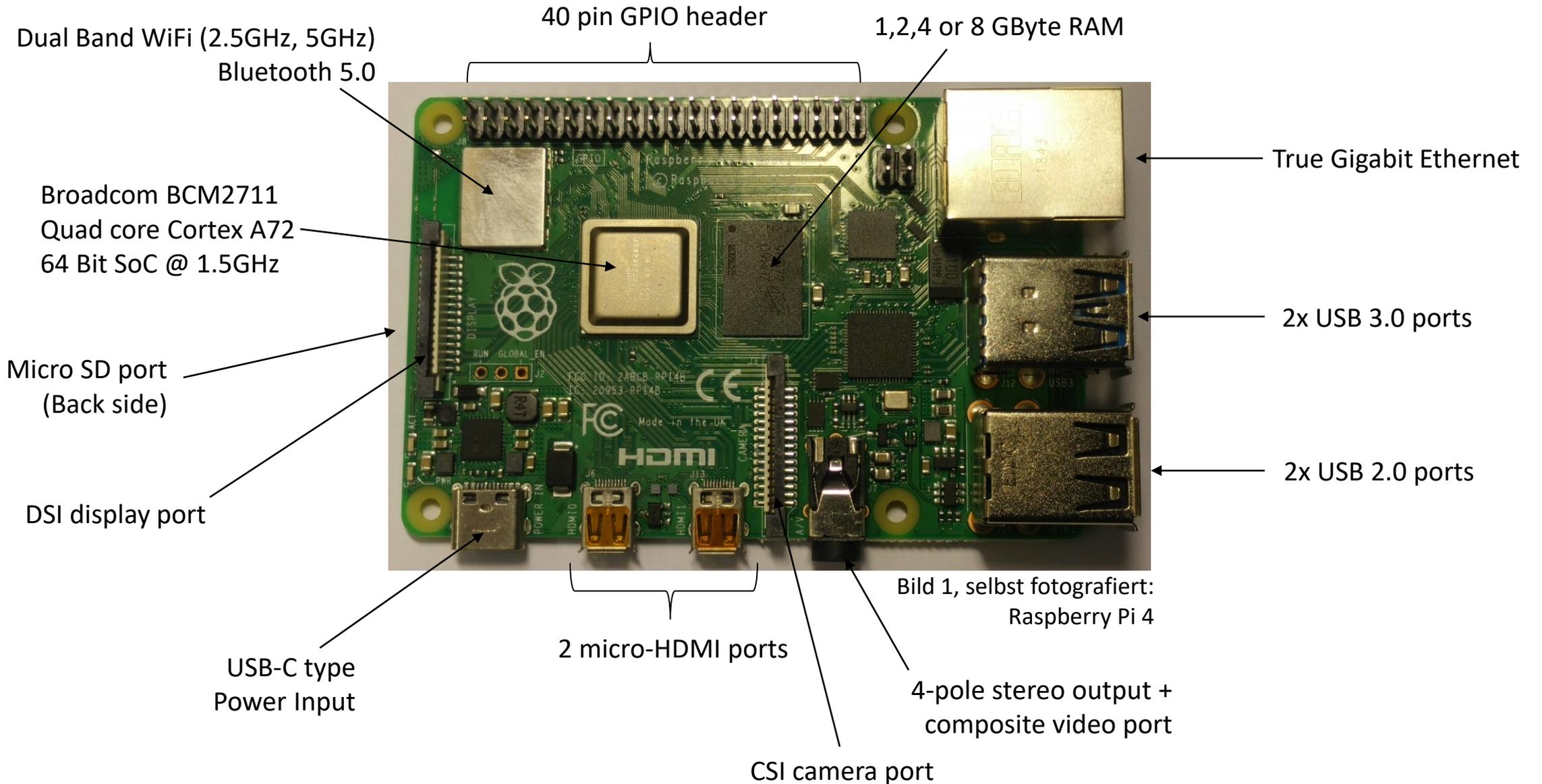


Bild 1: Übersicht Raspberry PI 4

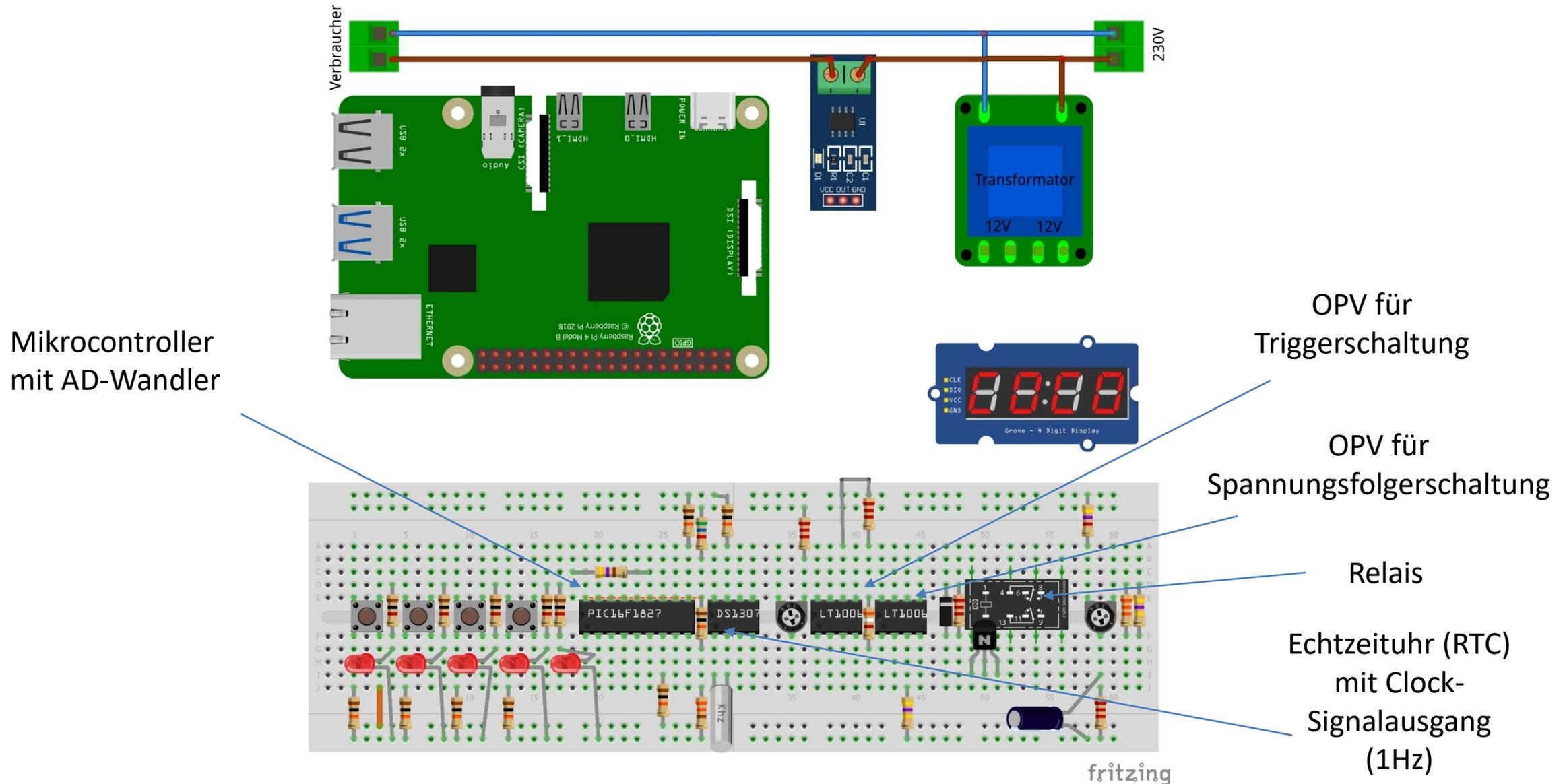


Bild 2: Erstellt mit der Software: <https://fritzing.org/>

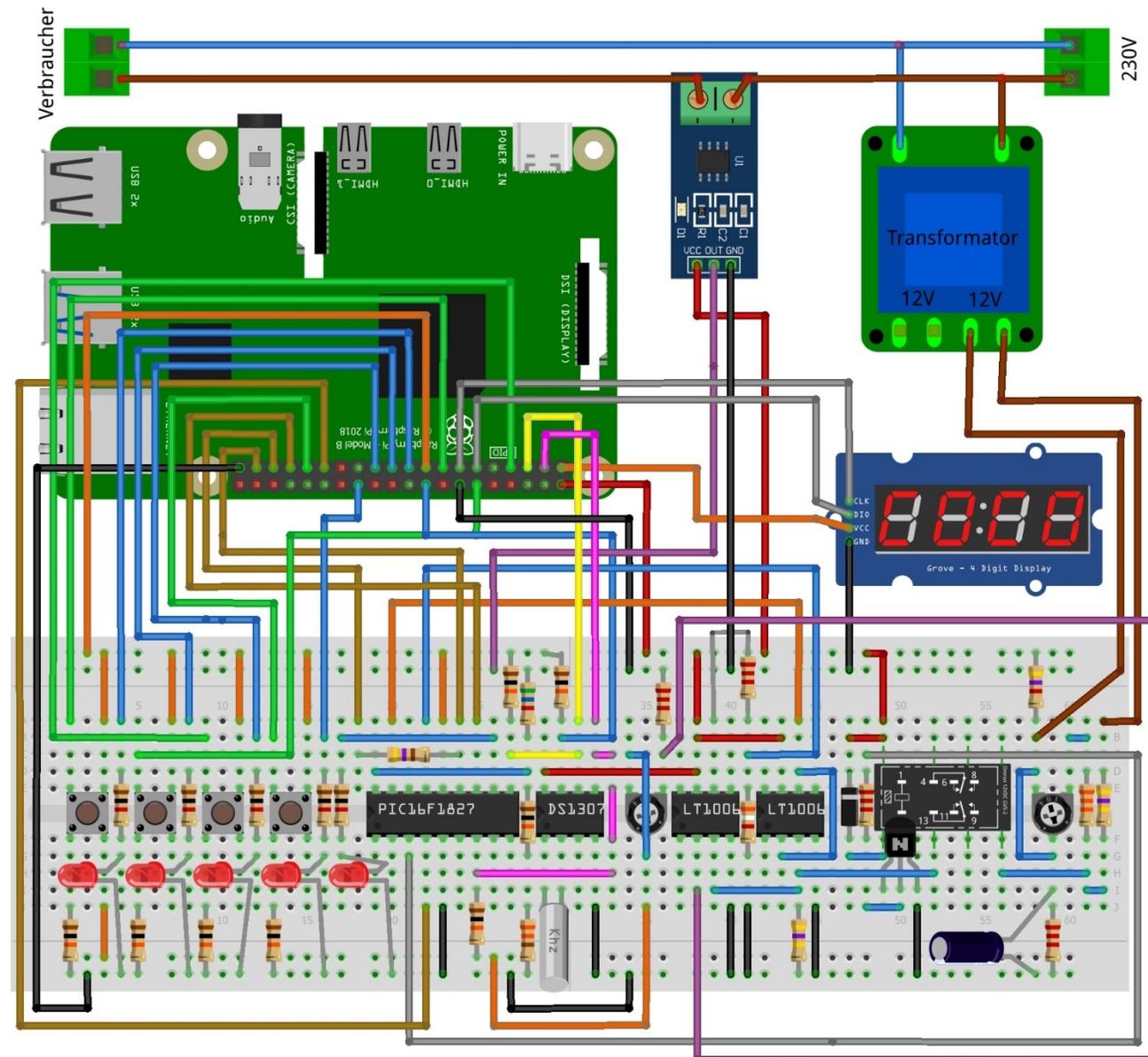
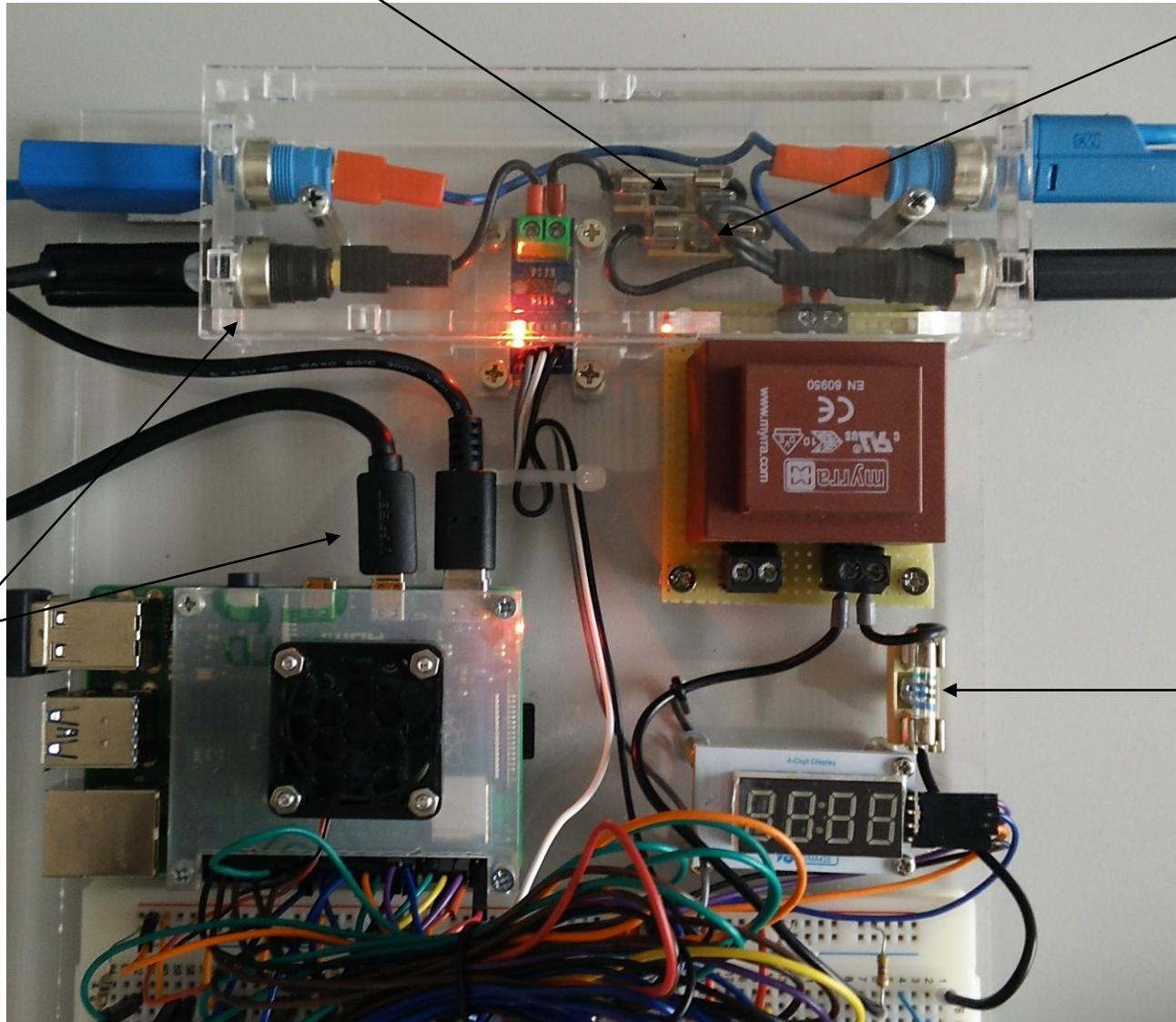


Bild 3: Erstellt mit der Software: <https://fritzing.org/> fritzing

Sicherung (2A) im Laststromkreis

Sicherung (100mA) Messtransformator



Gehäuse aus Plexiglas:  
Schutzmaßnahme  
gegen direktes  
Berühren

Sicherung (50mA) im Falle von  
Kurzschlüssen im  
Schutzkleinspannungsbereich der  
Messschaltung

Bild 4, selbst fotografiert: Sicherheitsmaßnahmen

# 07 Platine des smart meters

Thursday, August 26, 2021 7:22 AM



01\_Energie  
zaehler\_V...



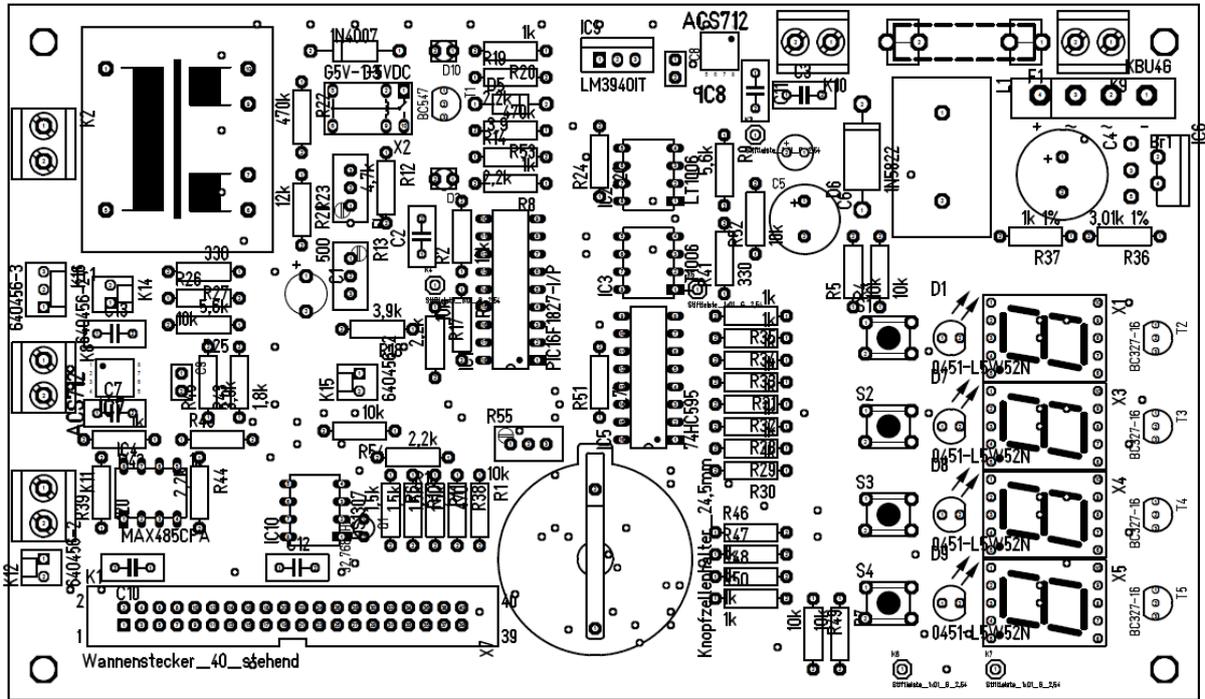
02\_Energie  
zaehler\_V...



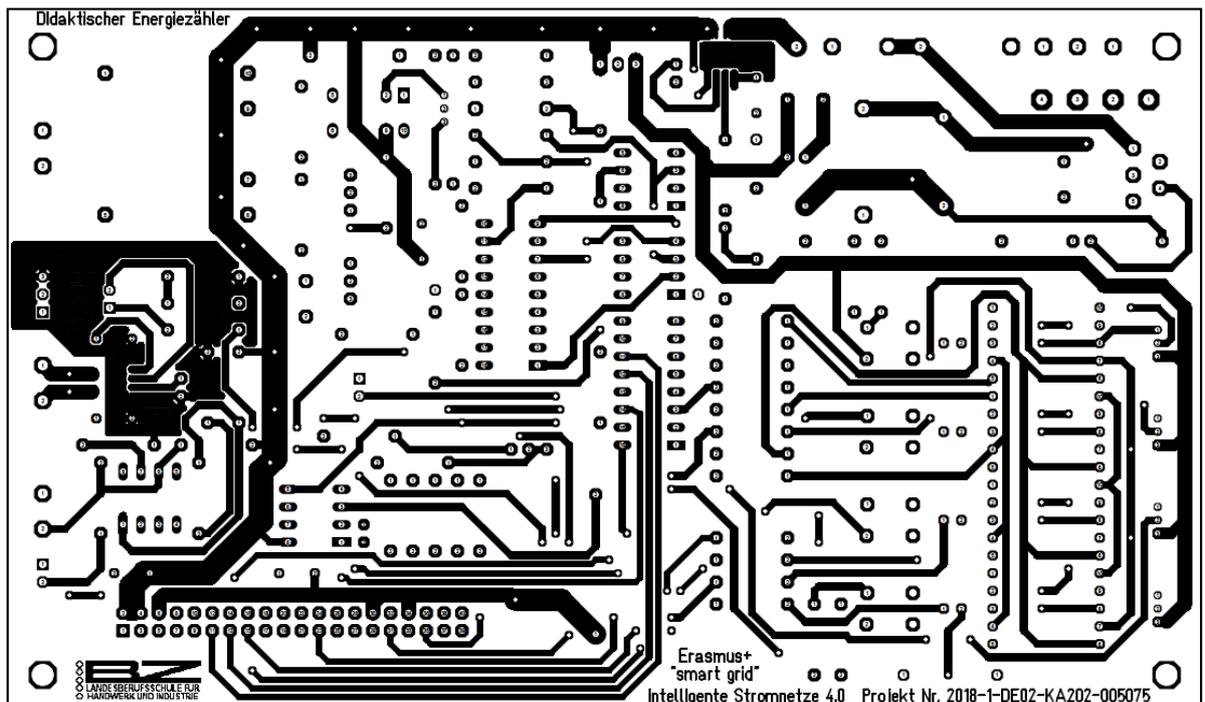
03\_Energie  
zaehler\_V...

# Die Platine des Energiezählers

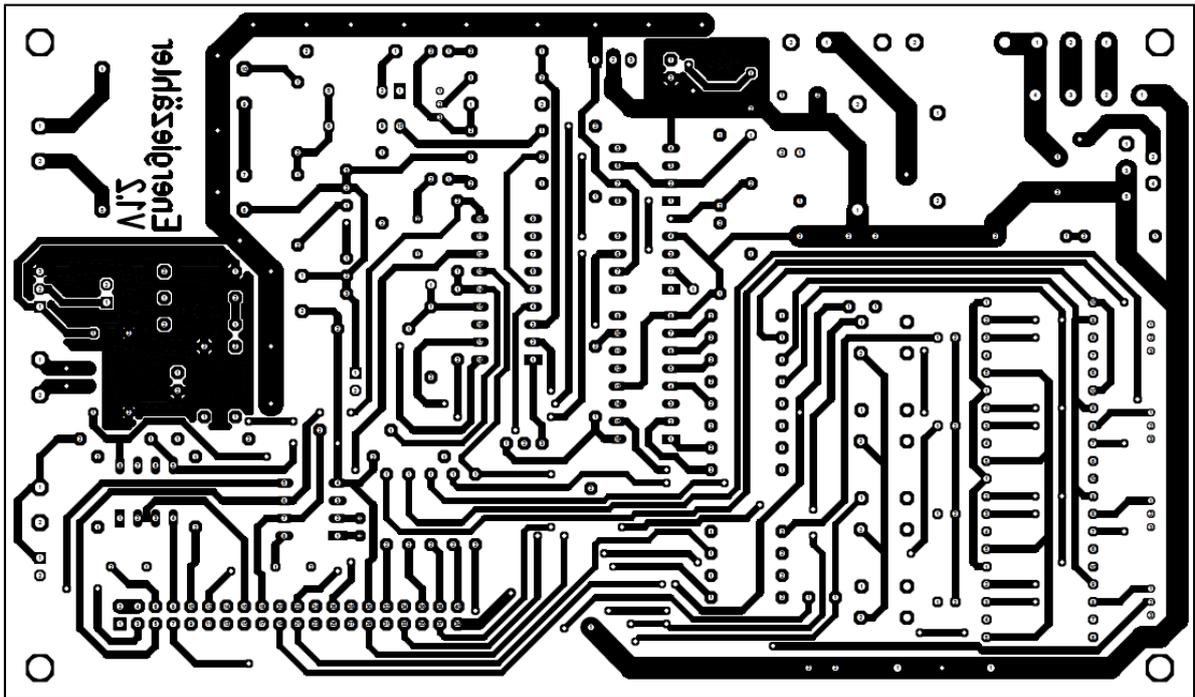
Aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Laborübung wurde das smart meter für den Theorieunterricht gebaut.



Bauteileansicht (Bestückungsseite)



Bestückungsseite der Platine



Lötseite der Platine



Taster 1:  
Anzeigewert der  
„genutzten“  
Energie in kWh

Taster 2:  
Anzeigewert der  
Wirkleistung  
in W

Taster 4:  
Anzeigewert des  
Effektivwertes  
des Stromes in A

Taster 3:  
Anzeigewert des  
Effektivwertes der  
Netzspannung in V

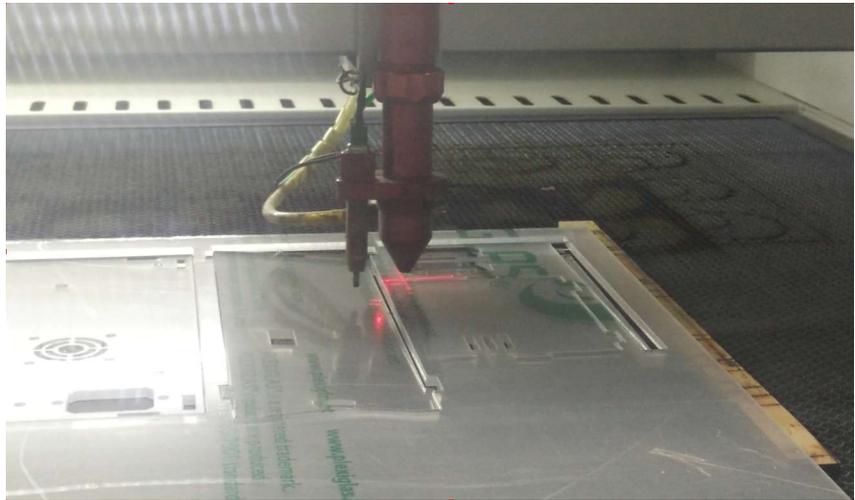
Didaktisches smart meter (Version für Theorieunterricht)

# 08 Gehäuse des smart meters

Thursday, August 26, 2021 7:24 AM



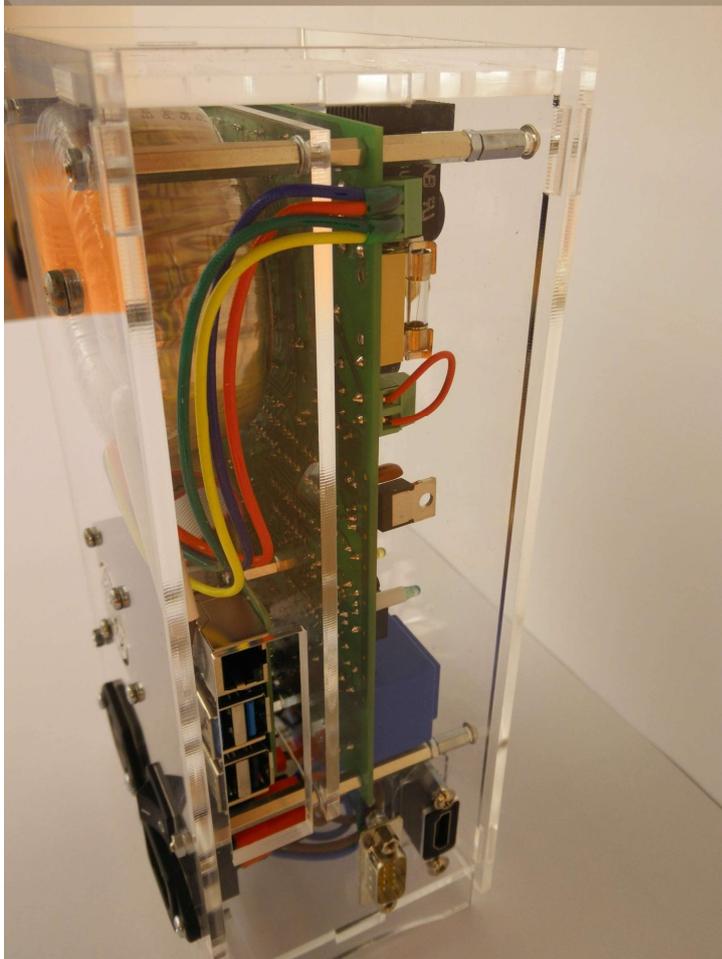
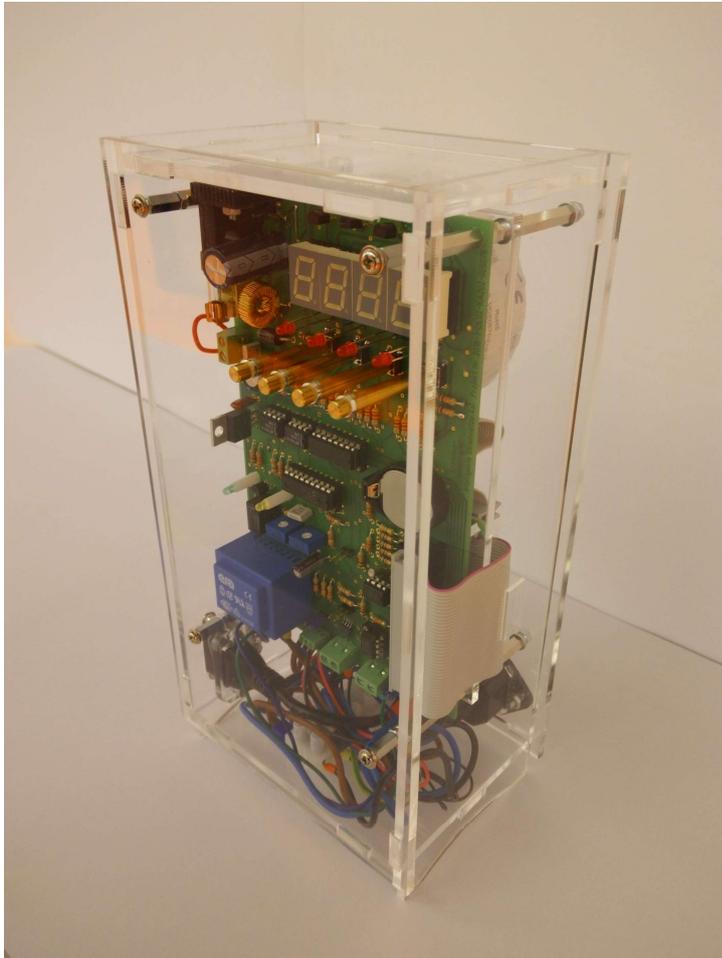
01\_Autoca  
d

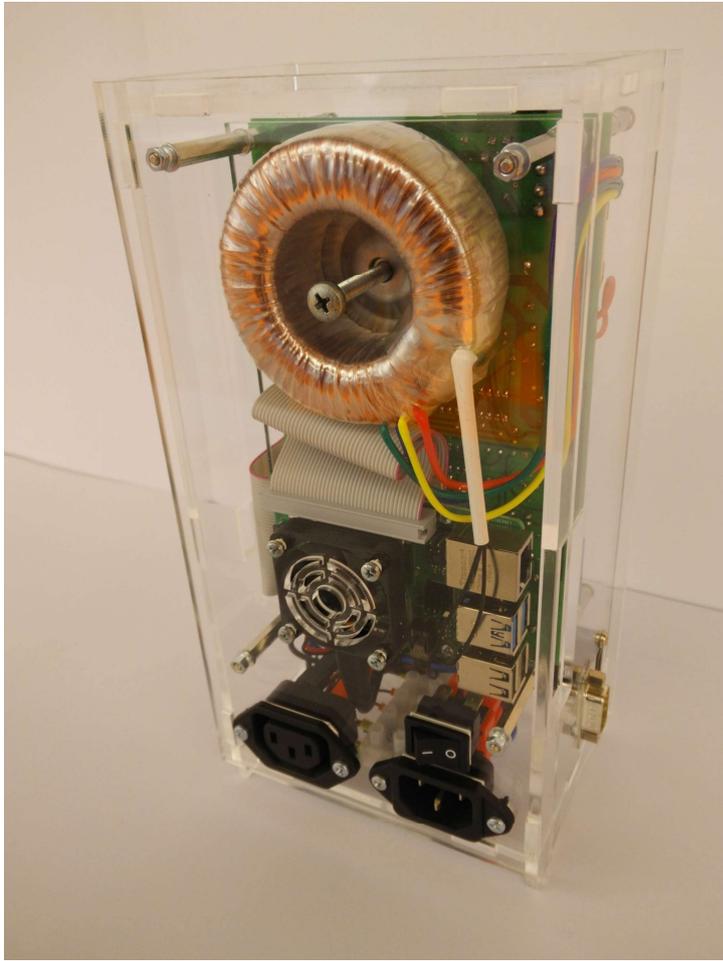


# 09 Smart meter LBSHI

Thursday, August 26, 2021 7:26 AM







## ***Unterlagen (Grundlagen und Demosoftware)***

Heinrich-Emanuel-Merck-Schule Darmstadt  
mit Partnerfirmen GSI und TUD

# Simulation V1

Wednesday, May 22, 2019 2:13 PM

Liebe Kollegen,  
anbei der Skizzenentwurf aus dem Arbeitstreffen nun in digitaler Form.  
Es fehlt noch das Arduino Datennetz. Das werde ich (oder jemand von euch) bei Gelegenheit im Bild nachtragen.

Das Bild wurde mit VISIO auf einem A3-Blatt erstellt. Die Originaldatei findet ihr weiter unten.  
Wenn ihr Änderungen vornehmt, dann einfach mit einer Unterversion z.B. V1.1 usw. erhöhen und das Ganze erneut so ablegen, wie hier gezeigt:

- Kurze Beschreibung (was wurde gemacht, warum, wie könnte es weiter gehen)

1. Überschrift mit Versionsnummer
2. Bild (in Visio alles markieren und per Copy/Paste hier einfügen)
3. Evtl. ToDo Liste verkleinern/erweitern
4. Die neue Visio-Datei und/oder weitere neue Dateien ablegen

Zukünftig können wir den Projektfortschritt in den Arbeitstreffen absegnen und so auf die nächste Versionsseite wechseln z.B. V2, V3 usw.

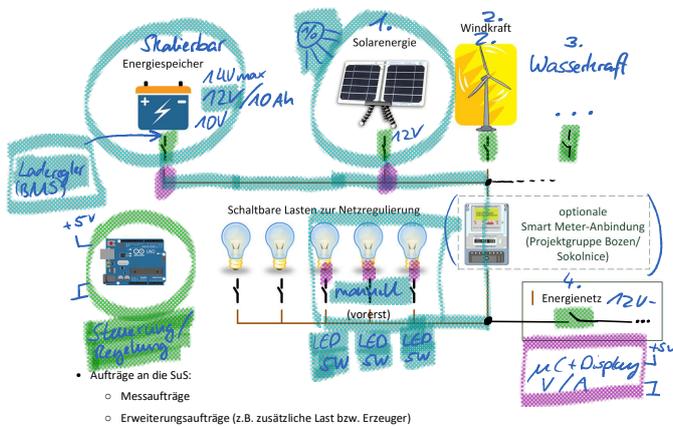
Das hier ist nur ein Gliederungsvorschlag. Die vielen Möglichkeiten von Note verleiten dazu, dass sich die zunehmende Informationsdichte negativ auf die Struktur des Notizbuches auswirkt.  
Daher bitte gut überlegen, wo welche Infos hinpassen ☺  
Änderungsvorschläge erwünscht!

1

V1:  
Modell: Energienetz mit Schaltmöglichkeit

2

Modellentwurf zum Erasmus+ Projekt  
„Simulation I eines Smart Grid“



- Aufträge an die SuS:
  - Messaufträge
  - Erweiterungsaufträge (z.B. zusätzliche Last bzw. Erzeuger)

3

- ToDo:**
- Arduino: Messung von Strom/Spannung/Temperatur an den Systemkomponenten.
  - Arduino: Schalten der Systemkomponenten.
  - Arduino/Raspberry: Verwalten/Auswerten und Reagieren auf den aktuellen Systemzustand des Energienetzes.
  - Absprache und Anpassung zu den optionalen Schnittstellen der anderen Projektgruppen, z.B. Einbindung des Smart Meters (Wechsel- oder Gleichspannung, Höhe der Spannung/des Stromes...???)
  - Praktische Umsetzung: Bauteile beschaffen, aufbauen, Software erstellen, testen usw.

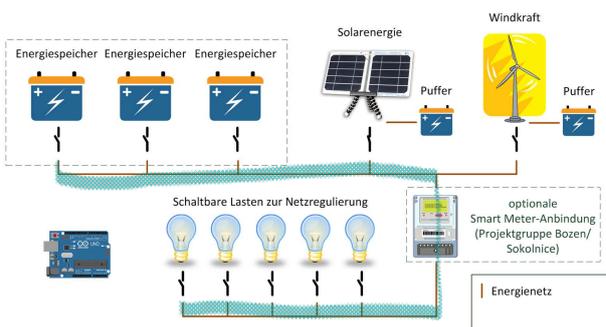
4

V1\_Energie  
netz mit S...

V1\_1:  
Modell: Energienetz mit Schaltmöglichkeit

- Änderung:**
- **jetzt auch in Power Point verfügbar**
  - **Erweiterung der Energiespeicher und Eigen-Puffer für die regenerativen Energiequellen**

Modellentwurf zum Erasmus+ Projekt  
„Simulation I eines Smart Grid“



**ToDo:**

- Arduino: Messung von Strom/Spannung/Temperatur an den Systemkomponenten.
- Arduino: Schalten der Systemkomponenten.
- Arduino/Rasperry: Verwalten/Auswerten und Reagieren auf den aktuellen Systemzustand des Energienetzes.
- Absprache und Anpassung zu den optionalen Schnittstellen der anderen Projektgruppen, z.B. Einbindung des Smart Meters (Wechsel- oder Gleichspannung, Höhe der Spannung/des Stromes...???)
- Praktische Umsetzung: Bauteile beschaffen, aufbauen, Software erstellen, testen usw.



Berufsschule – Industrie- und Handwerksberufe

# Rechercheauftrag

## Vorbemerkung:

Benutzen Sie zur Erarbeitung der Aufgaben Ihr Fachkundebuch, Recherchieren Sie im Internet oder benutzen Sie Hilfsangebote zu den Aufgaben.

Nutzen Sie bitte für die Aufgabe 3 die Google Trends Funktion. Es handelt sich dabei um einen Online-Dienst, der Informationen darüber bereitstellt, welche Suchbegriffe von Nutzern der Suchmaschine Google in einem selbst gewählten Zeitraum wie oft eingegeben wurden.

## Aufgabe 1:

In welche Spannungsebenen ist unser Versorgungsnetz gegliedert?

Benennen Sie die Spannungsebenen und ordnen Sie die maximale elektrische Spannung und die jeweilige Aufgabe in Tabelle 1 zu.

Spannungsebene	elektrische Spannung in Volt	Aufgabe

Tabelle 1: Spannungsebenen

Hilfsangebot:

<http://www.energie-macht-schule.de/bdew/files/assets/basic-html/index.html#1>

## Aufgabe 2

Abbildung 1 zeigt das klassische und das gegenwärtige Stromnetz.

- Beschreiben Sie bitte, wie das klassische Stromnetz funktionierte und wie es sich verändert hat. Gehen Sie dabei auf die Bedeutung der Farben gelb und blau sowie auf die Erzeuger und Kunden der verschiedenen Spannungsebenen ein.
- Heute wird häufig im Energiesektor auch von einem Prosumer gesprochen. Was ist ein Prosumer und in welchem Zusammenhang steht er zum heutigen Stromnetz?
- Mit welcher Netzfrequenz wird unser Stromnetz betrieben und warum ist die Stabilität dieser Frequenz „lebenswichtig“. Selbst unter extremen Bedingungen, wie zum Beispiel beim Ausfall einzelner Kraftwerke, zu Zeiten sehr hoher Netzbelastung oder nach der Unterbrechung von Versorgungsleitungen darf die Frequenz maximal um 0,05 Hz von der Netzfrequenz abweichen.

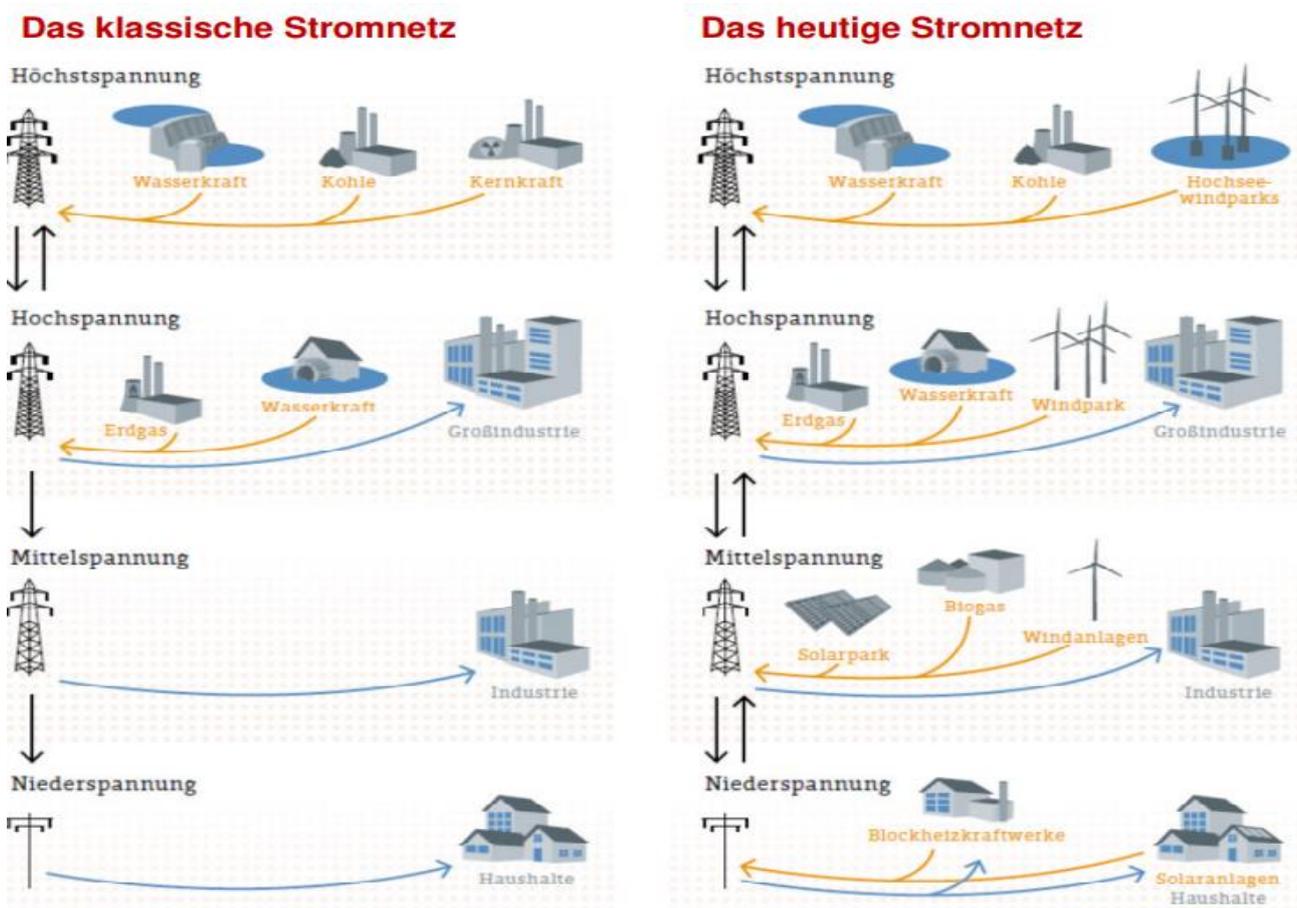


Abbildung 1: Stromnetze

Hilfsangebot:

[Energie macht Schule, Heft 3, Stromnetze](#)

[Youtube – RWE: Das Stromnetz der Zukunft](#)

[Forschung Stromnetze – Zukunftsfähige Stromnetze: Basisinformationen](#)

[Netzentwicklungsplan Strom - Wissen](#)

### Aufgabe 3:

Rufen Sie bitte die Google Trend Funktion auf: <https://trends.google.de/trends/?geo=DE>

Geben Sie in das Feld „Suchbegriff oder Thema eingeben“ den Begriff **Energiemix** ein. Wählen Sie bitte folgende Einstellungen: Deutschland, 2004 bis heute, alle Kategorien und Websuche

- Interpretieren Sie bitte den dargestellten Graph und stellen Sie Vermutungen für auftretende Extrema auf. Nutzen Sie dafür auch Abbildung 2.
- Abbildung 2 zeigt den Energiemix in Deutschland. Beantworten Sie folgende Fragen:
  - Beschreiben Sie die Entwicklung des Gesamtenergiebedarfs in Deutschland.
  - Vergleichen Sie den Energiemix in Deutschland in den Jahren 1990 und 2017 in einer Tabelle (Hilfsmittel: Infoblatt - Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern).
  - Begründen Sie Veränderung, die Sie in der Tabelle b. festgestellt haben. Gehen Sie dabei insbesondere auf gesellschaftliche/politische Ereignisse ein.
  - Wie erklären Sie sich den Energieeinbruch im Jahr 2009.
  - Finden Sie die Bedeutung der violett eingefärbten Teile des Säulendiagramms heraus.
- Fügen Sie nun in Google Trends als Vergleich zunächst den Begriff Energiespeicher und anschließend den Begriff Energiewende zusätzlich ein. Stellen Sie Thesen für die dargestellten zeitlichen Verläufe auf.
- Wodurch wird die Verfügbarkeit der PET (fossile und nukleare Primärenergieträger) und EET (erneuerbare Energieträger) beeinflusst?
- Welche Umweltbelastungen treten durch die Nutzung der PET auf bzw. verstärken sich.
- Welche Ziele hat sich die EU unter dem Slogan „20-20-20 in 2020“ gesetzt?

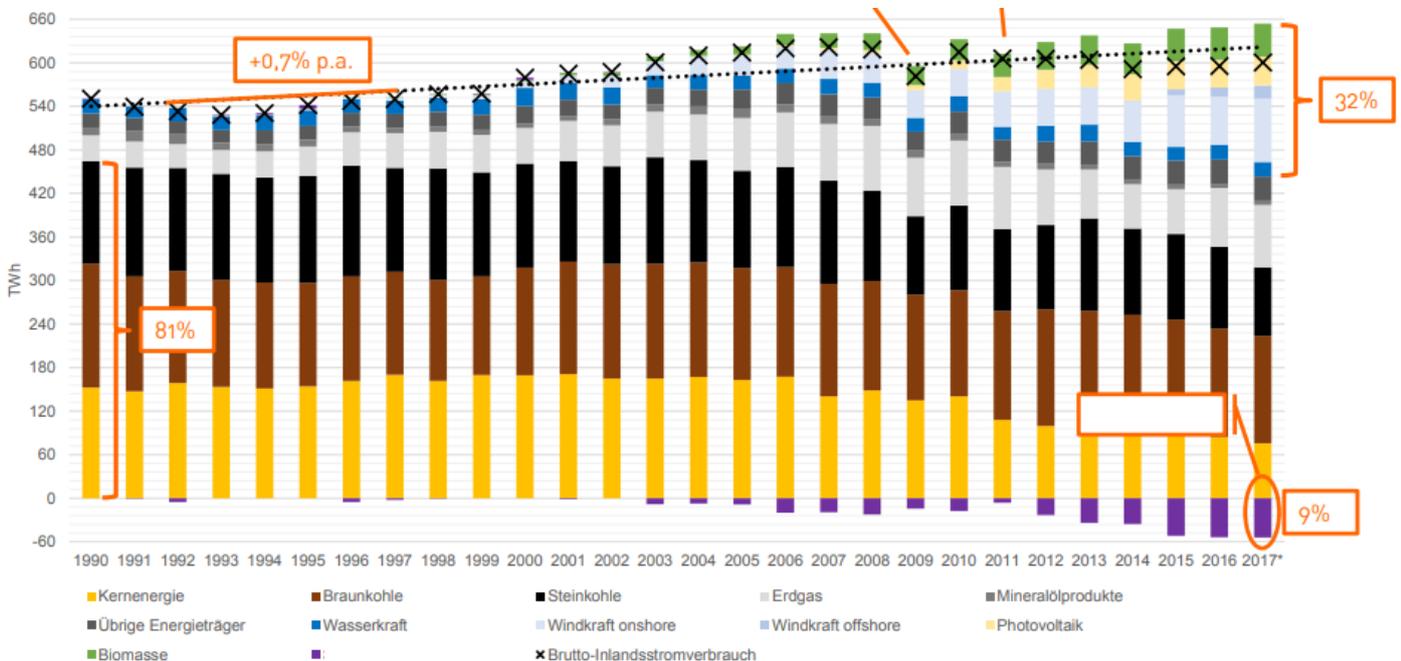


Abbildung 2: Säulendiagramm Energiemix in Deutschland

## Aufgabe 4:

Bitte beantworten Sie zum Thema erneuerbare Energien folgende Fragen:

- a) Erklären Sie bitte, welche regenerativen Energieerzeugungsarten unter dem Begriff „Erneuerbare Energien“ zusammengefasst werden?
- b) Erläutern Sie bitte die Bedeutung der internationalen Diskussion zum Klimaschutz für den Ausbau der Erneuerbaren Energien.
- c) Stellen Sie bitte auf einer Deutschlandkarte die technischen Potentiale der Erneuerbare Energien in Deutschland dar.
- d) Erklären Sie bitte die Bedeutung der Volatilität der Erneuerbaren Energien für die Energieversorgung und erläutern Sie bitte an der anliegenden Grafik den Begriff „Dunkelflaute“.

Hilfsangebote:

[Energie macht Schule, Heft 1, Erneuerbare Energien](#)

[Umweltbundesamt – Thema Internationale und EU-Klimapolitik](#)

[EnergieDialog.NRW – Herausforderungen der Energiewende: Digitalisierung und Volatilität](#)

[Youtube – Acatech: Klimawandel einfach erklärt](#)

## Infoblatt: „Stromversorgung heute“ (zu Aufgabe 4)

Auf Abbildung 3 kann man den typischen Stromverbrauch und die Stromerzeugung in den Tagen vom 4. Mai 2016 bis zum 9. Mai 2016 ablesen. Die obere Grafik bildet die Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien ab, die untere die Stromerzeugung durch konventionelle Kraftwerke. Die Bedarfsdeckung aus Erneuerbaren Energien und die Residuallast durch konventionelle Kraftwerke ergeben zusammen den Stromverbrauch.

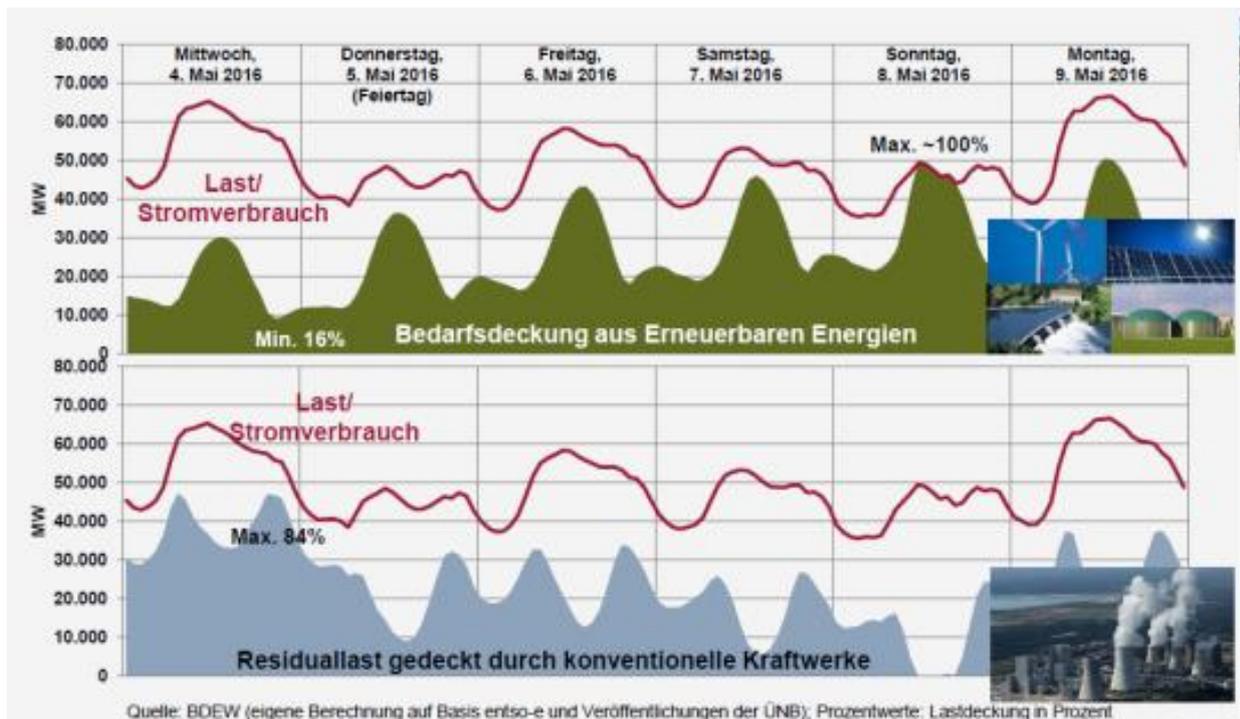


Abbildung 3: Stromversorgung heute

- Wann wird im Tagesverlauf der meiste Strom verbraucht? Warum ist das so?
- Die Erneuerbaren Energien haben in Deutschland einen gesetzlich geregelten Einspeisevorrang. Was bedeutet das für die konventionellen Kraftwerke?
- Zu welchem Zeitpunkt spricht man von „Dunkelflaute“?

## Aufgabe 5:

Bitte beantworten Sie zum Thema Wärmekraftwerke folgende Fragen:

- a) Erklären Sie bitte die technische Struktur eines Wärmekraftwerkes.
- b) Erläutern Sie bitte die einzelnen technischen Komponenten.
- c) Erläutern Sie bitte den Begriff Wirkungsgrad.
- d) Recherchieren Sie bitte, wie viele große Wärmekraftwerke es in Deutschland gibt.
- e) Stellen Sie bitte die Vor- und Nachteile eines Wärmekraftwerkes gegenüber.

Hilfsangebote:

[Energie macht Schule, Heft 2, Wärmekraftwerke](#)

[Youtube – TheSimplePhysics: Dampfturbine selbst bauen](#)

[Wikipedia – Wärmekraftwerk](#)

[Animation – Wie entsteht Strom in einem Wärmekraftwerk?](#)

## Infoblatt: „Wärmekraftwerke“ (zu Aufgabe 5)

Thermische Kraftwerke haben eines gemeinsam: Sie nutzen eine Wärmekraftmaschine zum Antrieb eines Generators. Zu ihnen zählen Kraftwerke für fossile Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas, aber auch Kraftwerke, die Müll und Biostoffe verbrennen.

Die meisten Wärmekraftwerke sind Dampfkraftwerke. Ihre Gemeinsamkeiten liegen darin, dass durch die Verbrennung eines Energieträgers in einem Kessel Wärme erzeugt und damit Wasser verdampft wird. Der Dampf treibt eine Turbine an, die ihre mechanische Energie an einen Generator überträgt, in dem Strom erzeugt wird. Bei der Umwandlung von Wärme in elektrische Energie ist das Wasser bzw. der Wasserdampf das Arbeitsmittel.

Bitte übertrage folgende Begriffe in die schematische Darstellung eines Wärmekraftwerks (Abb. 4):

Schornstein, Rauchgasreinigung, Kessel, Wasser-Dampf-Kreislauf, Turbine, Generator, Stromleitung, Kühlturm, Kühlwasserkreislauf, Kondensator, Kohlelager, Kohlemühle, Kohlenstaubgebläse, Speisewasserpumpe

Bitte übertrage folgende Begriffe in die Energieumwandlungskette (Abb. 4):

chemisch gebundene Energie, elektrische Energie, Rotationsenergie, Wärmeenergie

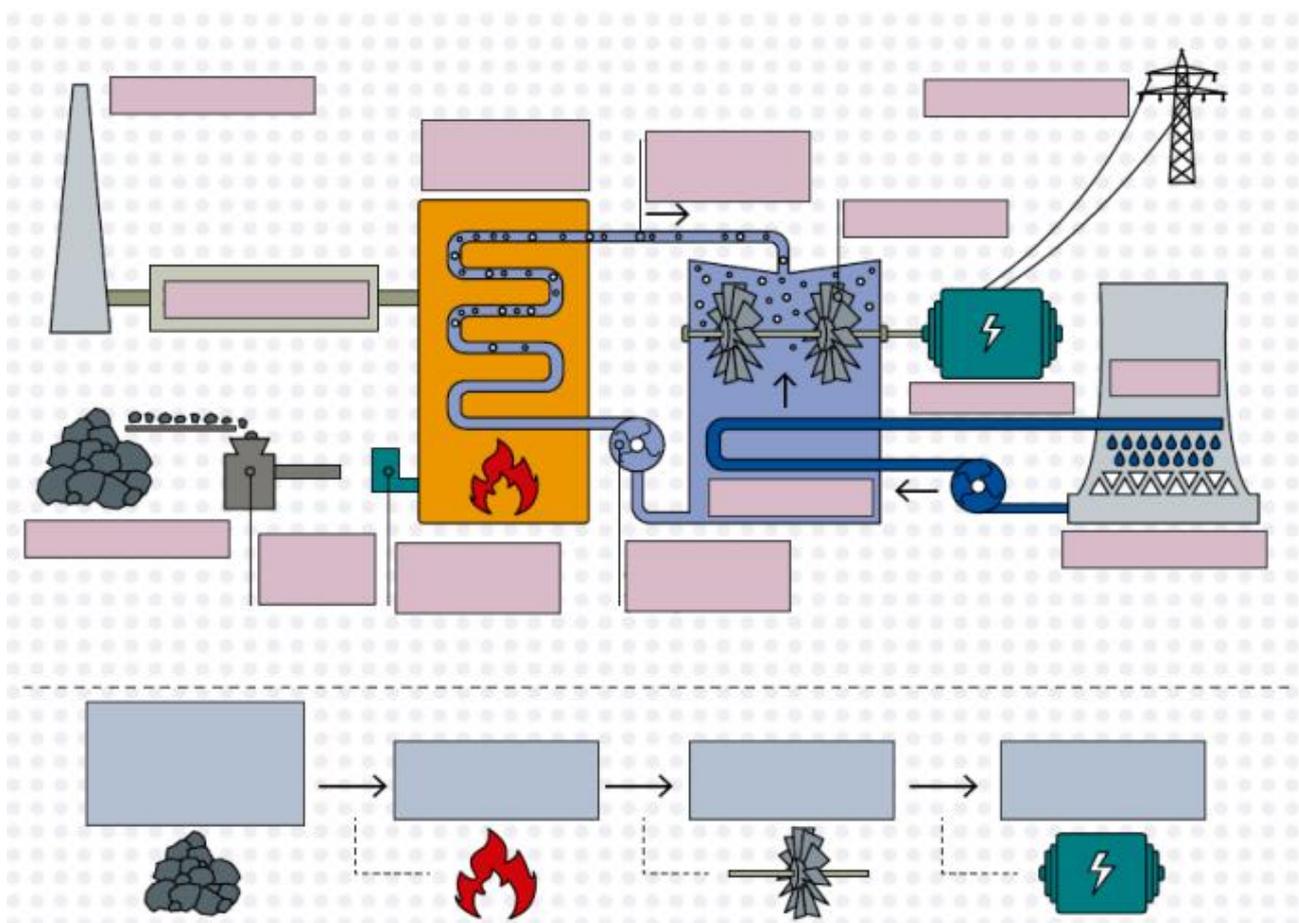
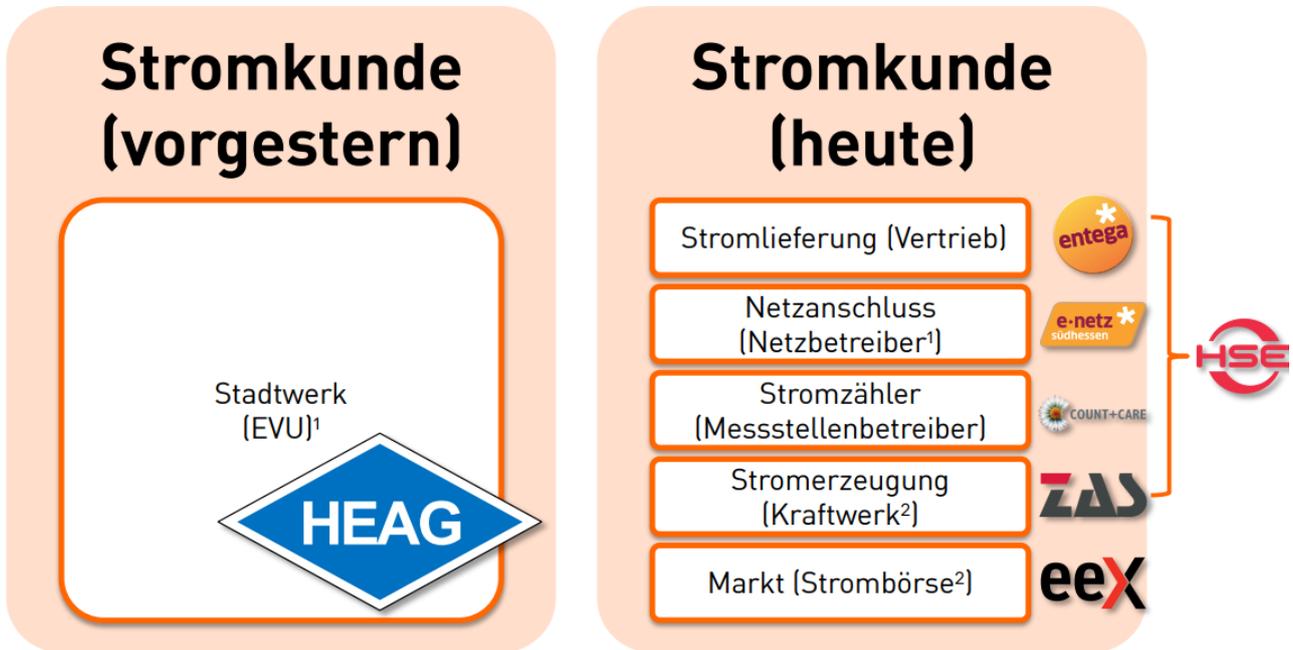


Abbildung 4: Wärmekraftwerk

### Aufgabe 6:

Erklären Sie den Begriff **Unbundling** unter Verwendung der Abbildungen 5 und 6.



1: Gebietsmonopol

2: indirekt

Darstellung exemolarisch

Abbildung 5: Unbundling

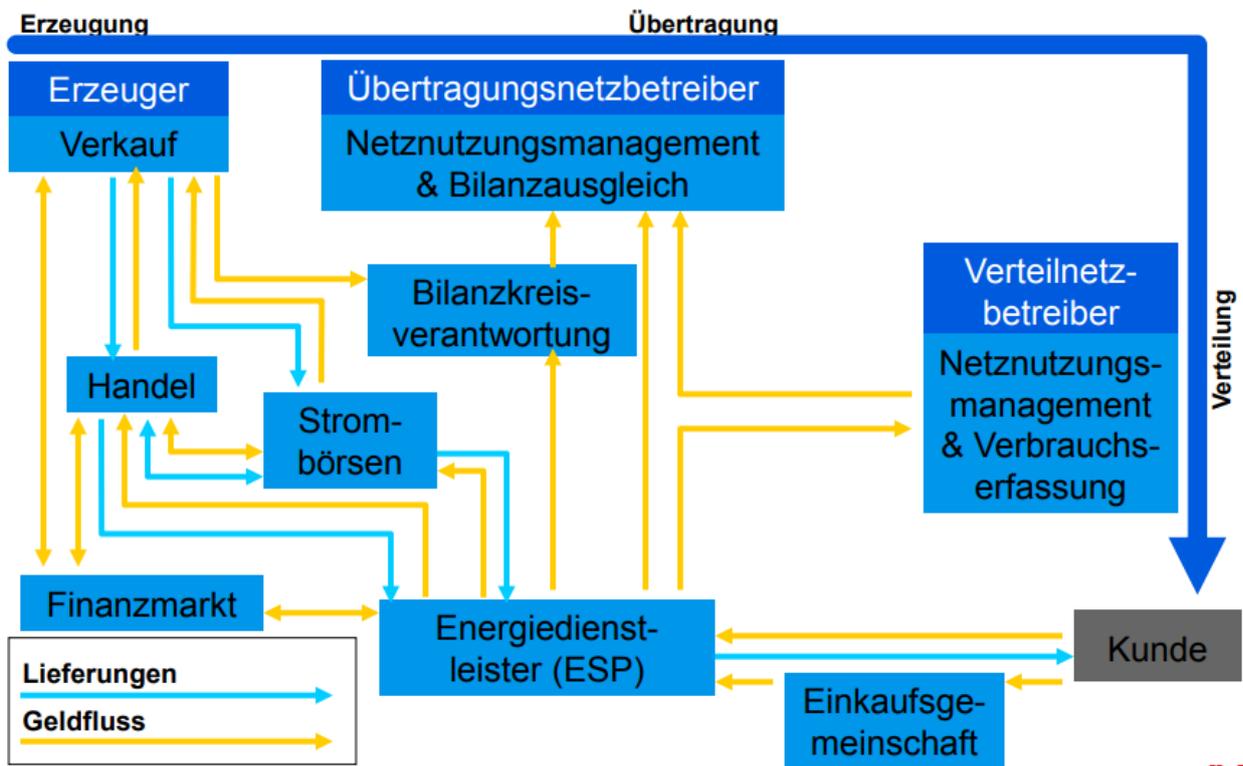


Abbildung 6: Infrastruktur Strommarkt

### Aufgabe 7:

- a) Was ist ein **smart grid**?
- b) Warum besteht etwa seit 2009 so großes Interesse daran, das sogar im Frühjahr/Sommer 2011 kurzzeitig sprunghaft angestiegen ist (Abbildung 7 und 8)?

### Google Trend zu „Smart Grid“ in Deutschland

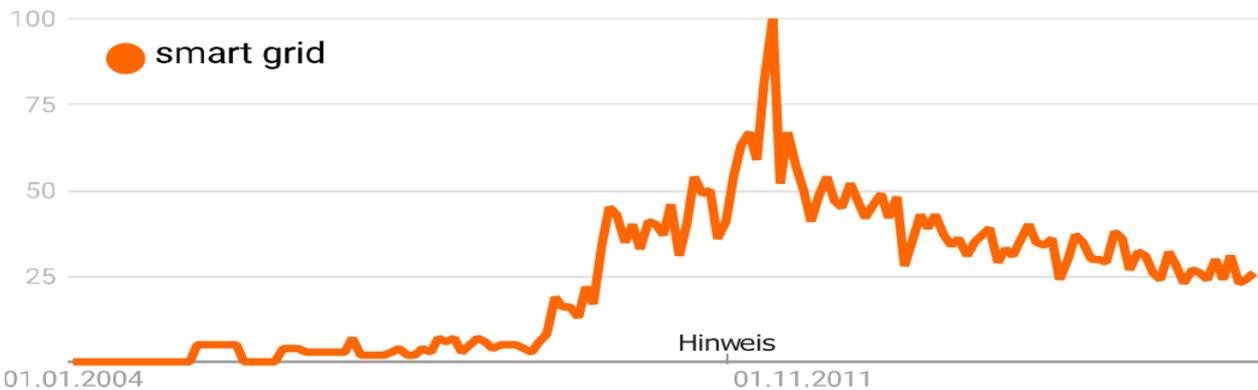


Abbildung 7: Google Trend zu smart grid



Abbildung 8: Energieversorgung im Wandel

### Aufgabe 8:

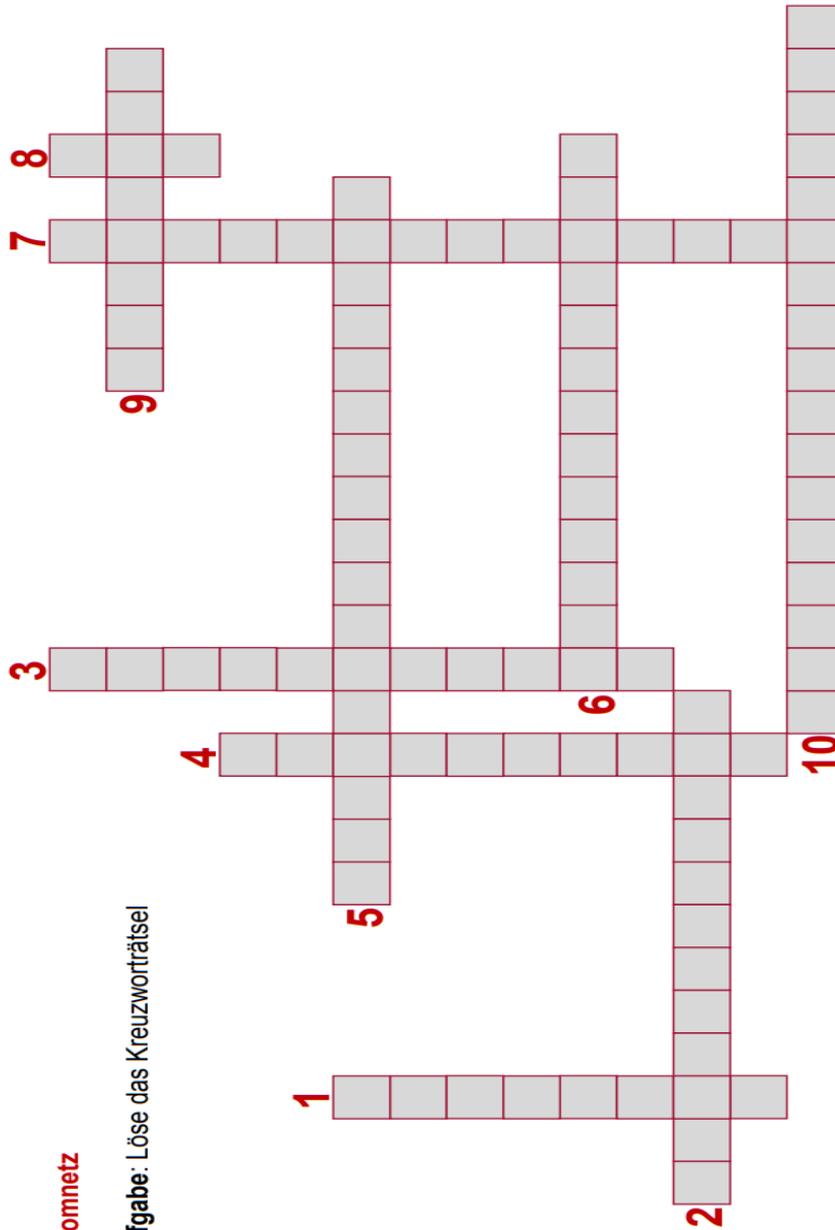
- a) Finden Sie eine Graphik, die ein smart grid zeigt und erklären Sie die Arbeitsweise.
- b) Welche Betriebsmittel (Netzkomponenten) gehören zu einem smart grid?
- c) Welche Ziele sollen mit smart grids erreicht werden? Nutzen Sie auch Abbildung 8.

## Aufgabe 9:

Lösen Sie bitte das Kreuzworträtsel.

### Stromnetz

**Aufgabe:** Löse das Kreuzworträtsel!



1. Sie sind wichtig, um die Volatilität der Erneuerbaren auszugleichen.
2. Durch die Digitalisierung können sich die Erzeuger und Verbraucher leichter an verschiedenen Situationen im Netz anpassen. Man spricht von einer höheren .... Durch sie wird das System insgesamt effizienter.
3. Sie verteilen den Strom auf regionaler Ebene.
4. Wird von allen Verbrauchern gewünscht und ist für die technische Infrastruktur unerlässlich.
5. Die Rahmenbedingungen im Stromnetz ändern sich grundlegend. Deshalb spricht man von einem ....
6. Anlage zur Erhöhung oder Verringerung der Stromspannung.
7. Hier wird das Netz mit Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik überwacht.
8. dient der Energieübertragung mittels Gleichstrom über weite Entfernungen
9. Früher gab es ein paar große, inzwischen speisen viele Tausend ins Netz ein
10. Hier gibt es viel Industrie und es leben viele Menschen in der Region. Deshalb wird hier auch der meiste Strom verbraucht.

**Infoblatt: Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern**

Energieträger	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 <sup>1)</sup>
Mrd. kWh																					
Braunkohle	170,9	142,6	148,3	154,8	158,0	158,2	158,0	154,1	151,1	155,1	150,6	145,6	145,9	150,1	160,7	160,9	155,8	154,5	149,5	148,4	145,5
Steinkohle	140,8	147,1	143,1	138,4	134,6	146,5	140,8	134,1	137,9	142,0	124,6	107,9	117,0	112,4	116,4	127,3	118,6	117,7	112,2	92,9	83,2
Kernenergie	152,5	154,1	169,6	171,3	164,8	165,1	167,1	163,0	167,4	140,5	148,8	134,9	140,6	108,0	99,5	97,3	97,1	91,8	84,6	76,3	76,0
Erdgas	35,9	41,1	49,2	55,5	56,3	62,9	63,0	72,7	75,3	78,1	89,1	80,9	89,3	86,1	76,4	67,5	61,1	62,0	81,3	86,7	83,4
Mineralölprodukte	10,8	9,1	5,9	6,1	8,7	10,3	10,8	12,0	10,9	10,0	9,7	10,1	8,7	7,2	7,6	7,2	5,7	6,2	5,8	5,6	5,2
Erneuerbare darunter	19,7	25,1	37,9	38,9	46,1	46,2	57,4	63,5	72,6	89,4	94,3	96,0	105,5	123,8	143,5	152,5	162,5	188,6	189,9	216,2	226,4
- Windkraft onshore <sup>2)</sup>	k.A.	1,5	9,5	10,5	15,8	19,2	26,1	27,9	31,4	40,5	41,4	39,5	38,9	49,7	51,7	52,0	57,0	72,2	67,9	87,9	92,2
- Windkraft offshore					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,5	8,3	12,3	17,7	19,3
- Wasserkraft <sup>3)</sup>	19,7	21,6	24,9	23,2	23,7	17,7	20,1	19,6	20,0	21,2	19,4	19,0	21,0	17,7	22,1	23,0	19,6	19,0	20,5	20,2	16,6
- Biomasse	k.A.	0,7	1,6	3,3	4,5	6,7	8,4	11,5	15,0	20,1	23,3	26,5	29,1	32,1	38,4	40,1	42,2	44,6	45,0	45,0	45,7
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,6	1,3	2,2	3,1	4,4	6,6	11,7	19,6	26,4	31,0	36,1	38,7	38,1	39,4	46,2
- Hausmüll <sup>4)</sup>	k.A.	1,3	1,8	1,9	1,9	2,2	2,3	3,3	3,9	4,5	4,7	4,3	4,7	4,8	5,0	5,4	6,1	5,8	5,9	6,0	6,2
Übrige Energieträger <sup>5)</sup>	19,3	17,7	22,6	21,4	18,2	20,2	21,1	23,8	25,2	26,3	24,5	21,2	26,6	25,4	25,5	26,2	27,0	27,3	27,3	27,5	27,0
Bruttoerzeugung insgesamt	549,9	536,8	576,6	586,4	586,7	609,3	618,0	623,2	640,3	641,4	641,5	596,5	633,6	612,9	629,7	638,9	627,8	648,1	650,7	653,6	646,8
Stromflüsse aus dem Ausland	31,9	39,7	45,1	43,5	46,2	45,8	44,2	53,4	46,1	44,3	40,2	40,6	42,2	49,7	44,2	38,4	38,9	33,6	27,0	28,4	31,5
Stromflüsse in das Ausland	31,1	34,9	42,1	44,8	45,5	53,8	51,5	61,9	65,9	63,4	62,7	54,9	59,9	56,0	67,3	72,2	74,5	85,4	80,7	83,4	82,7
Stromtauschsaldo Ausland	+0,8	+4,8	+3,1	-1,3	+0,7	-8,1	-7,3	-8,5	-19,8	-19,1	-22,5	-14,3	-17,7	-6,3	-23,1	-33,8	-35,6	-51,8	-53,7	-55,0	-51,2
Brutto-Inlandsstromverbrauch <sup>6)</sup>	550,7	541,6	579,6	585,1	587,4	601,2	610,7	614,7	620,5	622,2	619,0	582,2	615,9	606,6	606,6	605,1	592,2	596,3	597,0	598,7	595,6
Veränderung gegenüber Vorjahr in %	X	+2,0	X	+1,0	+0,4	+2,4	+1,6	+0,7	+0,9	+0,3	-0,5	-6,0	+5,8	-1,5	0,0	-0,3	-2,1	+0,7	+0,1	+0,3	-0,5
Struktur der Bruttostromerzeugung in %																					
Braunkohle	31,1	26,6	25,7	26,4	26,9	26,0	25,6	24,7	23,6	24,2	23,5	24,4	23,0	24,5	25,5	25,2	24,8	23,8	23,0	22,7	22,5
Steinkohle	25,6	27,4	24,8	23,6	22,9	24,0	22,8	21,5	22,1	22,1	19,4	18,1	18,5	18,3	18,5	19,9	18,9	18,2	17,2	14,2	12,9
Kernenergie	27,7	28,7	29,5	29,3	28,1	27,1	27,0	26,2	26,1	21,9	23,2	22,6	22,2	17,6	15,8	15,2	15,5	14,2	13,0	11,7	11,8
Erdgas	6,5	7,7	8,5	9,5	9,6	10,3	10,2	11,7	11,8	12,2	13,9	13,6	14,1	14,0	12,1	10,6	9,7	9,6	12,5	13,3	12,9
Mineralölprodukte	2,0	1,7	1,0	1,0	1,5	1,7	1,7	1,9	1,7	1,6	1,5	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8
Erneuerbare darunter	3,6	4,7	6,6	6,6	7,9	7,6	9,3	10,2	11,3	13,9	14,7	16,1	16,7	20,2	22,8	23,9	25,9	29,1	29,2	33,1	35,0
- Windkraft onshore	k.A.	0,3	1,6	1,8	2,7	3,2	4,2	4,5	4,9	6,3	6,5	6,6	6,1	8,1	8,2	8,1	9,1	11,1	10,4	13,4	14,3
- Windkraft offshore																0,1	0,2	1,3	1,9	2,7	3,0
- Wasserkraft <sup>2)</sup>	3,6	4,0	4,3	4,0	4,0	2,9	3,3	3,1	3,1	3,3	3,2	3,2	3,3	2,9	3,5	3,6	3,1	2,9	3,2	3,1	2,6
- Biomasse	k.A.	0,1	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,8	2,3	3,1	3,6	4,4	4,6	5,2	6,1	6,3	6,7	6,9	6,9	6,9	7,1
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,1	1,8	3,2	4,2	4,9	5,8	6,0	5,9	6,0	7,1
- Hausmüll <sup>4)</sup>	k.A.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0
Übrige Energieträger <sup>5)</sup>	3,5	3,2	3,9	3,6	3,1	3,3	3,4	3,8	4,0	4,1	3,8	3,5	4,1	4,2	4,1	4,1	4,3	4,1	4,2	4,1	4,1
Bruttoerzeugung insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Stand: 06.03.2019

Abweichungen in den Summen durch Rundungen

<sup>1)</sup> Vorläufige Angaben, z. T. geschätzt. - <sup>2)</sup> Rückwirkende Korrektur Windstromerzeugung onshore unter Einbeziehung des erzeugten Eigenverbrauchs ab 2003. - <sup>3)</sup> Strom aus Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherwerke. - <sup>4)</sup> Strom aus biogenem Anteil des Hausmülls (50%). - <sup>5)</sup> Strom aus nicht-biogenem Anteil des Hausmülls (50%), Pumpspeicherwerken ohne natürlichen Zulauf, sonstigen Gasen, Industrieabfall, sonstigen Energieträgern (nicht weiter differenzierbar). - <sup>6)</sup> Einschließlich Netzverluste und Eigenverbrauch.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.; Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); AG Energiebilanzen e.V.

Berufsschule – Industrie- und Handwerksberufe

## Rechercheauftrag zum Thema „*smart grid*“

### Vorbemerkung:

Benutzen Sie zur Erarbeitung der Aufgaben Ihr Fachkundebuch, Recherchieren Sie im Internet oder benutzen Sie Hilfsangebote zu den Aufgaben.

Nutzen Sie bitte für die Aufgabe 3 die Google Trends Funktion. Es handelt sich dabei um einen Online-Dienst, der Informationen darüber bereitstellt, welche Suchbegriffe von Nutzern der Suchmaschine Google in einem selbst gewählten Zeitraum wie oft eingegeben wurden.

### Aufgabe 1:

In welche Spannungsebenen ist unser Versorgungsnetz gegliedert?

Benennen Sie die Spannungsebenen und ordnen Sie die maximale elektrische Spannung und die jeweilige Aufgabe in Tabelle 1 zu.

Spannungsebene	elektrische Spannung in Volt	Aufgabe

Tabelle 1: Spannungsebenen

Hilfsangebot:

<http://www.energie-macht-schule.de/bdew/files/assets/basic-html/index.html#1>

## Aufgabe 2

Abbildung 1 zeigt das klassische und das gegenwärtige Stromnetz.

- Beschreiben Sie bitte, wie das klassische Stromnetz funktionierte und wie es sich verändert hat. Gehen Sie dabei auf die Bedeutung der Farben gelb und blau sowie auf die Erzeuger und Kunden der verschiedenen Spannungsebenen ein.
- Heute wird häufig im Energiesektor auch von einem Prosumer gesprochen. Was ist ein Prosumer und in welchem Zusammenhang steht er zum heutigen Stromnetz?
- Mit welcher Netzfrequenz wird unser Stromnetz betrieben und warum ist die Stabilität dieser Frequenz „lebenswichtig“. Selbst unter extremen Bedingungen, wie zum Beispiel beim Ausfall einzelner Kraftwerke, zu Zeiten sehr hoher Netzbelastung oder nach der Unterbrechung von Versorgungsleitungen darf die Frequenz maximal um 0,05 Hz von der Netzfrequenz abweichen.

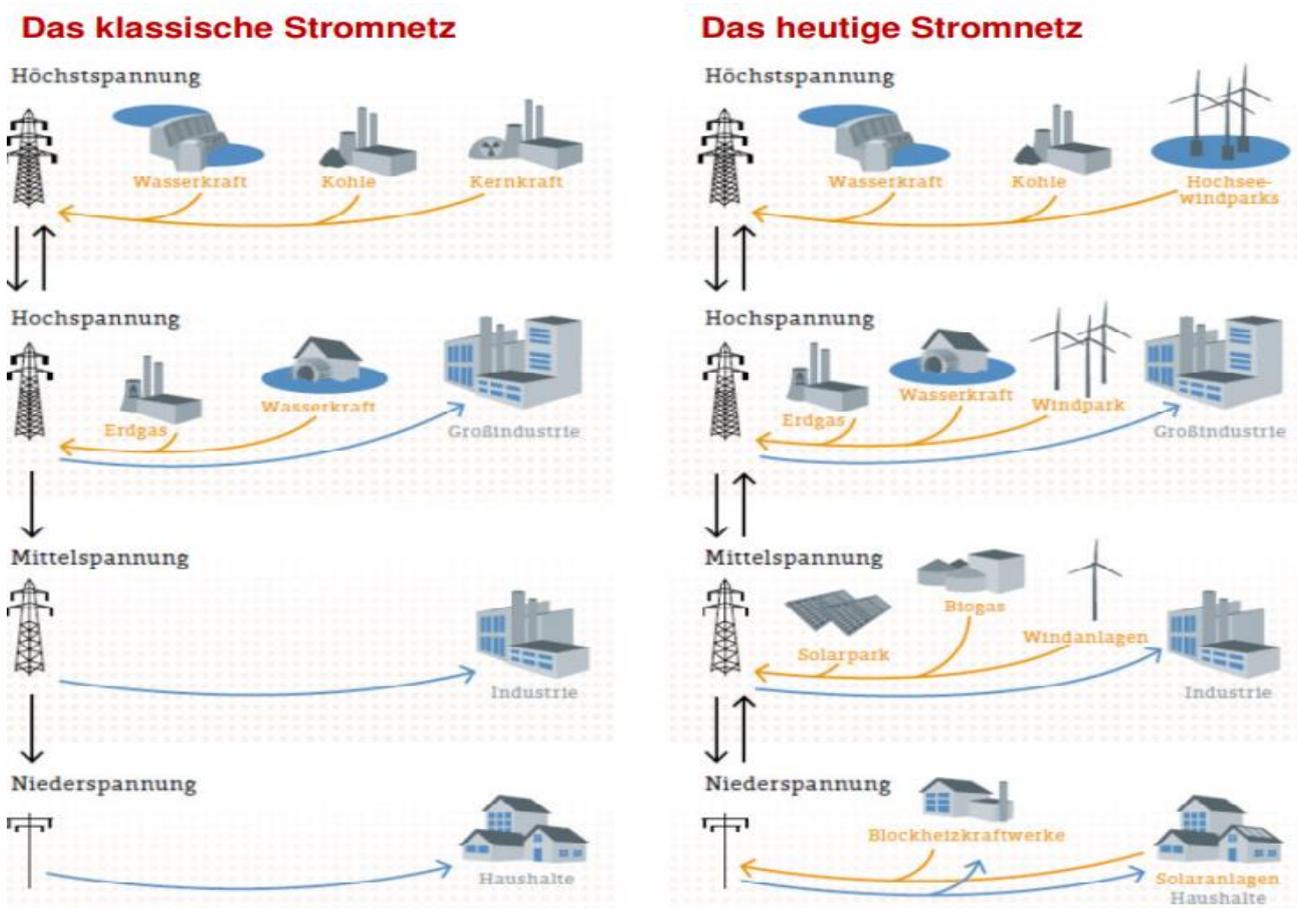


Abbildung 1: Stromnetze

Hilfsangebot:

[Energie macht Schule, Heft 3, Stromnetze](#)

[Youtube – RWE: Das Stromnetz der Zukunft](#)

[Forschung Stromnetze – Zukunftsfähige Stromnetze: Basisinformationen](#)

[Netzentwicklungsplan Strom - Wissen](#)

### Aufgabe 3:

Rufen Sie bitte die Google Trend Funktion auf: <https://trends.google.de/trends/?geo=DE>  
 Geben Sie in das Feld „Suchbegriff oder Thema eingeben“ den Begriff **Energiemix** ein. Wählen Sie bitte folgende Einstellungen: Deutschland, 2004 bis heute, alle Kategorien und Websuche

- a) Interpretieren Sie bitte den dargestellten Graph und stellen Sie Vermutungen für auftretende Extrema auf. Nutzen Sie dafür auch Abbildung 2.
- b) Abbildung 2 zeigt den Energiemix in Deutschland. Beantworten Sie folgende Fragen:
  - a. Beschreiben Sie die Entwicklung des Gesamtenergiebedarfs in Deutschland.
  - b. Vergleichen Sie den Energiemix in Deutschland in den Jahren 1990 und 2017 in einer Tabelle (Hilfsmittel: Infoblatt - Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern).
  - c. Begründen Sie Veränderungen, die Sie in der Tabelle (Aufgabe 3bb.) festgestellt haben. Gehen Sie dabei insbesondere auf gesellschaftliche/politische Ereignisse ein.
  - d. Wie erklären Sie sich den Energieeinbruch im Jahr 2009.
  - e. Finden Sie die Bedeutung der violett eingefärbten Teile des Säulendiagramms heraus.
- c) Fügen Sie nun in Google Trends als Vergleich zunächst den Begriff Energiespeicher und anschließend den Begriff Energiewende zusätzlich ein. Stellen Sie Thesen für die dargestellten zeitlichen Verläufe auf.
- d) Wodurch wird die Verfügbarkeit der PET (fossile und nukleare Primärenergieträger) und EET (erneuerbare Energieträger) beeinflusst?
- e) Welche Umweltbelastungen treten durch die Nutzung der PET auf bzw. verstärken sich.
- f) Welche Ziele hat sich die EU unter dem Slogan „20-20-20 in 2020“ gesetzt?

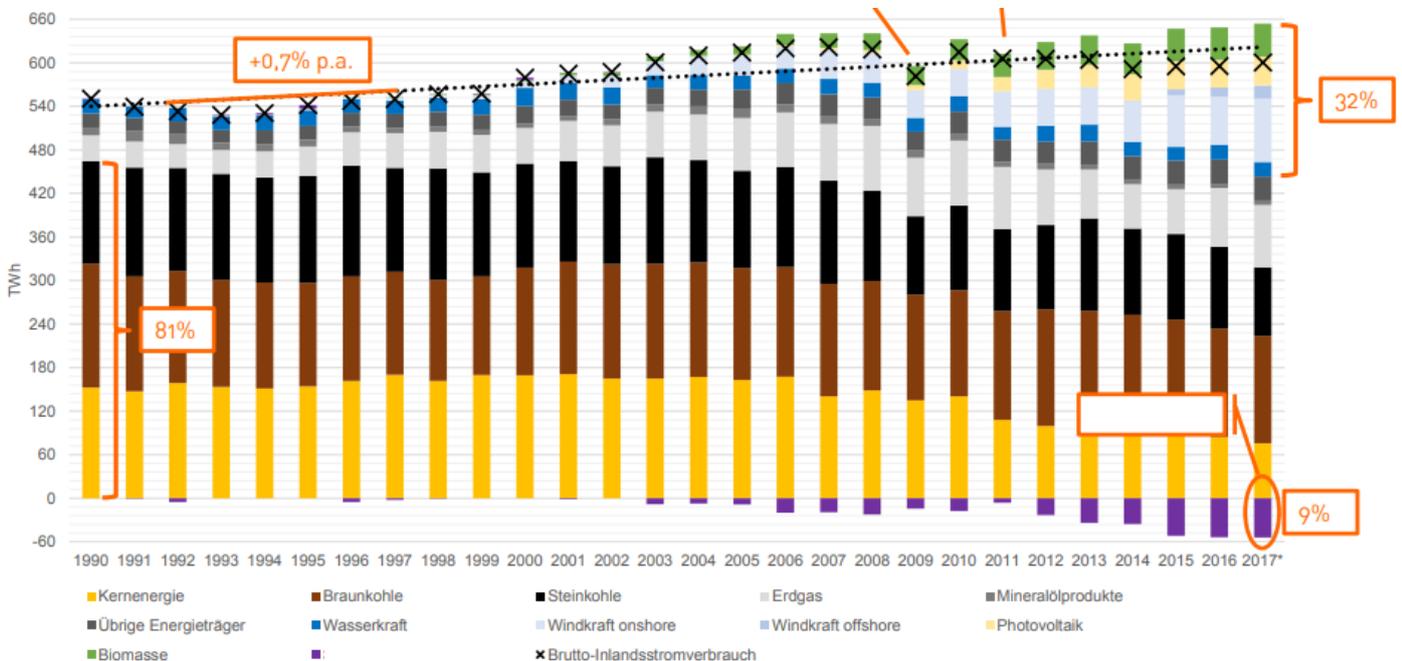


Abbildung 2: Säulendiagramm Energiemix in Deutschland

## Aufgabe 4:

Bitte beantworten Sie zum Thema erneuerbare Energien folgende Fragen:

- a) Erklären Sie bitte, welche regenerativen Energieerzeugungsarten unter dem Begriff „Erneuerbare Energien“ zusammengefasst werden?
- b) Erläutern Sie bitte die Bedeutung der internationalen Diskussion zum Klimaschutz für den Ausbau der Erneuerbaren Energien.
- c) Stellen Sie bitte auf einer Deutschlandkarte die technischen Potentiale der Erneuerbare Energien in Deutschland dar.
- d) Erklären Sie bitte die Bedeutung der Volatilität der Erneuerbaren Energien für die Energieversorgung und erläutern Sie bitte an Abbildung 3 den Begriff „Dunkelflaute“.

Hilfsangebote:

[Energie macht Schule, Heft 1, Erneuerbare Energien](#)

[Umweltbundesamt – Thema Internationale und EU-Klimapolitik](#)

[EnergieDialog.NRW – Herausforderungen der Energiewende: Digitalisierung und Volatilität](#)

[Youtube – Acatech: Klimawandel einfach erklärt](#)

## Infoblatt: „Stromversorgung heute“ (zu Aufgabe 4)

Auf Abbildung 3 kann man den typischen Stromverbrauch und die Stromerzeugung in den Tagen vom 4. Mai 2016 bis zum 9. Mai 2016 ablesen. Die obere Grafik bildet die Stromerzeugung durch Erneuerbare Energien ab, die untere die Stromerzeugung durch konventionelle Kraftwerke. Die Bedarfsdeckung aus Erneuerbaren Energien und die Residuallast durch konventionelle Kraftwerke ergeben zusammen den Stromverbrauch.

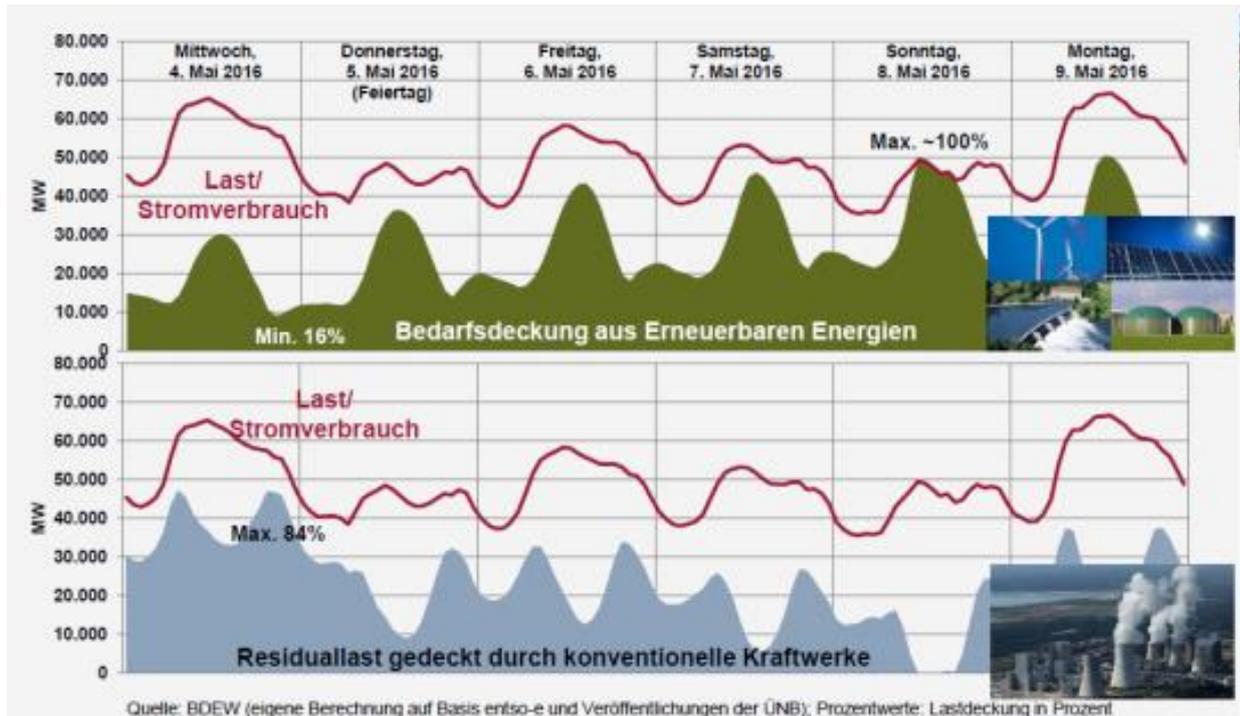


Abbildung 3: Stromversorgung heute

- Wann wird im Tagesverlauf der meiste Strom verbraucht? Warum ist das so?
- Die Erneuerbaren Energien haben in Deutschland einen gesetzlich geregelten Einspeisevorrang. Was bedeutet das für die konventionellen Kraftwerke?
- Zu welchem Zeitpunkt spricht man von „Dunkelflaute“?

## Aufgabe 5:

Bitte beantworten Sie zum Thema Wärmekraftwerke folgende Fragen:

- a) Erklären Sie bitte die technische Struktur eines Wärmekraftwerkes.
- b) Erläutern Sie bitte die einzelnen technischen Komponenten.
- c) Erläutern Sie bitte den Begriff Wirkungsgrad.
- d) Recherchieren Sie bitte, wie viele große Wärmekraftwerke es in Deutschland gibt.
- e) Stellen Sie bitte die Vor- und Nachteile eines Wärmekraftwerkes gegenüber.

Hilfsangebote:

[Energie macht Schule, Heft 2, Wärmekraftwerke](#)

[Youtube – TheSimplePhysics: Dampfturbine selbst bauen](#)

[Wikipedia – Wärmekraftwerk](#)

[Animation – Wie entsteht Strom in einem Wärmekraftwerk?](#)

## Infoblatt: „Wärmekraftwerke“ (zu Aufgabe 5)

Thermische Kraftwerke haben eines gemeinsam: Sie nutzen eine Wärmekraftmaschine zum Antrieb eines Generators. Zu ihnen zählen Kraftwerke für fossile Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas, aber auch Kraftwerke, die Müll und Biostoffe verbrennen.

Die meisten Wärmekraftwerke sind Dampfkraftwerke. Ihre Gemeinsamkeiten liegen darin, dass durch die Verbrennung eines Energieträgers in einem Kessel Wärme erzeugt und damit Wasser verdampft wird. Der Dampf treibt eine Turbine an, die ihre mechanische Energie an einen Generator überträgt, in dem Strom erzeugt wird. Bei der Umwandlung von Wärme in elektrische Energie ist das Wasser bzw. der Wasserdampf das Arbeitsmittel.

Bitte übertrage folgende Begriffe in die schematische Darstellung eines Wärmekraftwerks (Abb. 4):

Schornstein, Rauchgasreinigung, Kessel, Wasser-Dampf-Kreislauf, Turbine, Generator, Stromleitung, Kühlturm, Kühlwasserkreislauf, Kondensator, Kohlelager, Kohlemühle, Kohlenstaubgebläse, Speisewasserpumpe

Bitte übertrage folgende Begriffe in die Energieumwandlungskette (Abb. 4):

chemisch gebundene Energie, elektrische Energie, Rotationsenergie, Wärmeenergie

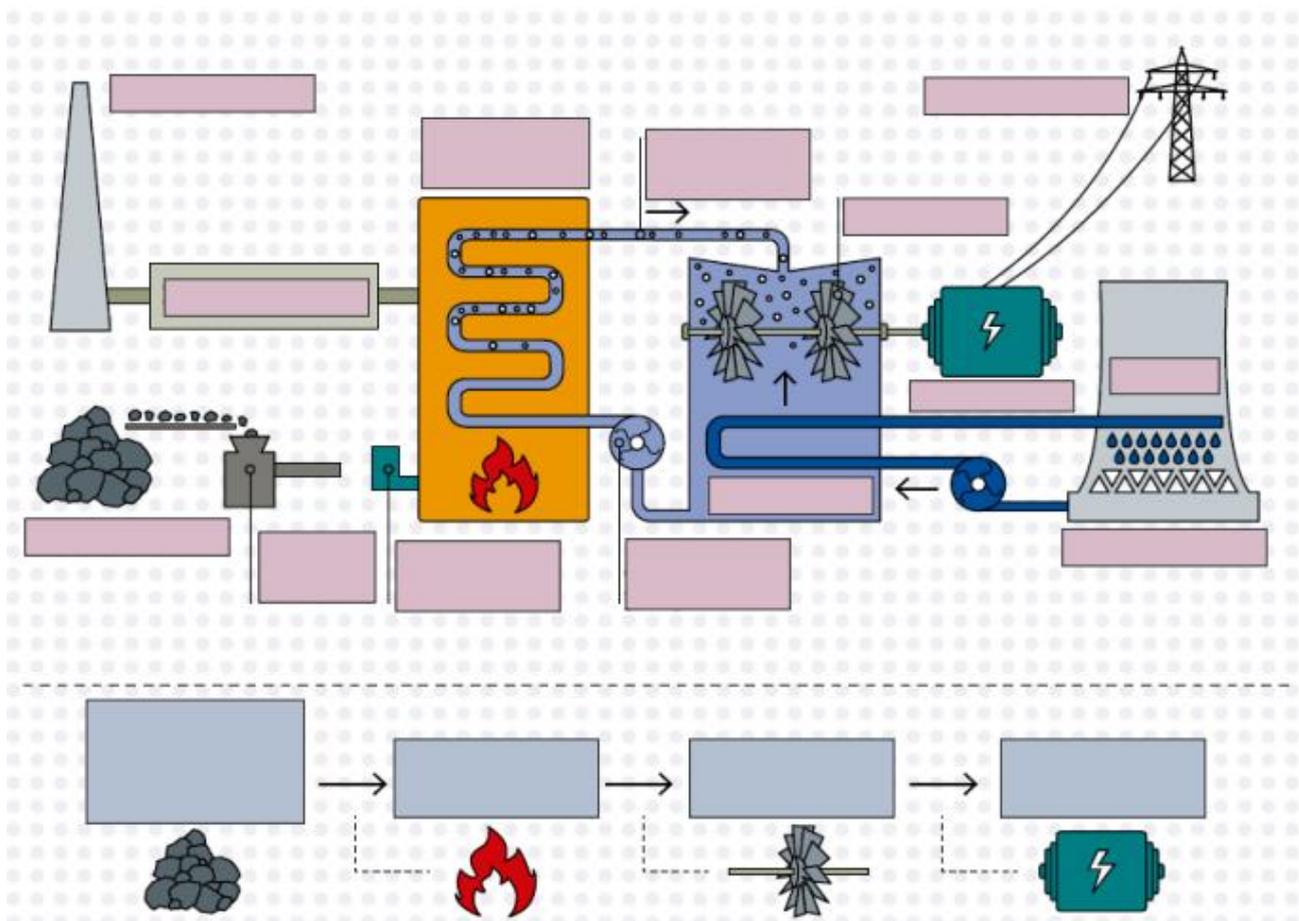


Abbildung 4: Wärmekraftwerk

## Aufgabe 6:

- a) Starten Sie die Animation „Warum Smart Grid“ <http://www.warum-smartgrid.de/> und beantworten Sie folgende Fragen:
  - a. Weshalb ist die Stromerzeugung bei Anlagen der erneuerbaren Energien (Windpark, Solaranlage, Gezeitenkraftwerk) häufig schwankend?
  - b. Weshalb führt das Einspeisen von Strom durch immer mehr Kleinanlagen (private Solaranlagen oder Windkraftträder) zu Schwierigkeiten für die Netzbetreiber?
  - c. Was ist das Besondere an der Zwei-Kanal-Kommunikation bei intelligenten Stromnetzen?
- b) Wie ändern sich die Rollen der Akteure im Stromnetz der Zukunft?  
<http://www.web2energy.com/de/ueber-das-projekt/>  
<http://www.warum-smartgrid.de/>
- c) Wie unterscheidet sich ein Smart Meter von einem herkömmlichen Stromzähler?
- d) Sie haben nun schon sehr viel herausgefunden. Beantworten Sie nun bitte folgende Frage:  
 Was ist ein **Smart Grid** und aus **welchen Elementen** (Betriebsmittel, Komponenten) besteht es?  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes\\_Stromnetz#Problematiken\\_und\\_Herausforderungen\\_bei\\_Smart\\_Grids](http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Stromnetz#Problematiken_und_Herausforderungen_bei_Smart_Grids)  
<http://www.tagesschau.de/wirtschaft/smartgrid100.html> Was ist ein smart grid?
- e) Warum besteht etwa seit 2009 so großes Interesse daran, das sogar im Frühjahr/Sommer 2011 kurzzeitig sprunghaft angestiegen ist (Abbildung 5 und 6)?

## Google Trend zu „Smart Grid“ in Deutschland

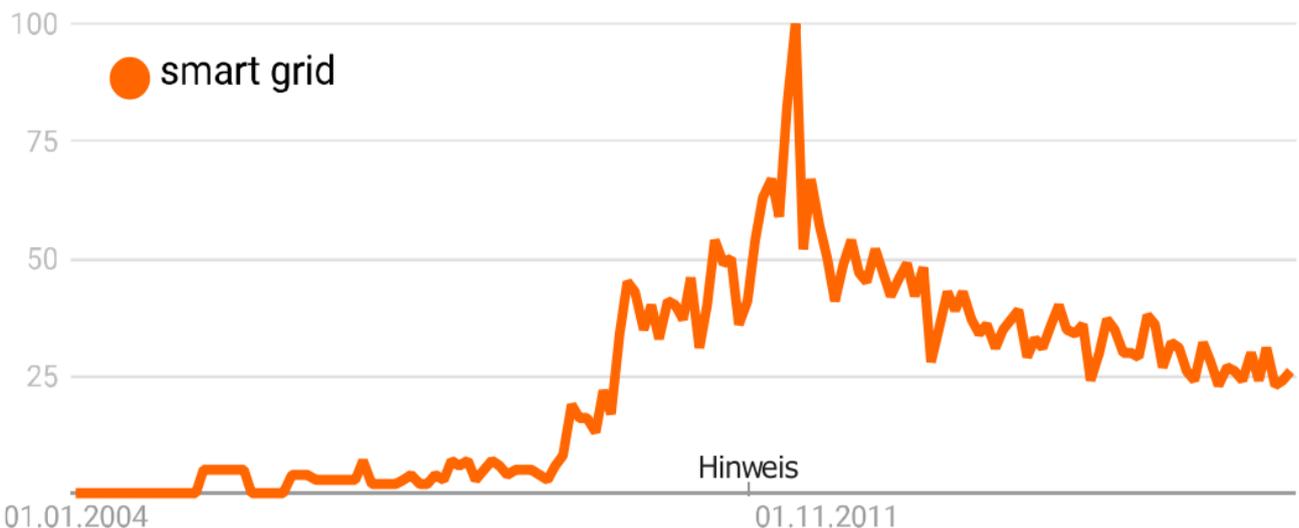
FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIK


Abbildung 5: Google Trend zu smart grid

## Aufgabe 7:

- Finden Sie eine Graphik, die ein smart grid zeigt und erklären Sie die Arbeitsweise.
- Welche Ziele sollen mit smart grids erreicht werden? Nutzen Sie auch Abbildung 6.



Abbildung 6: Energieversorgung im Wandel

### Aufgabe 8:

Betrachten Sie bitte die Grafik (Abbildung 7).

Was kann man aus dieser Tagesverbrauchskurve ablesen?

Wie viele Personen leben wahrscheinlich in diesem Haushalt und wie gestaltet sich der Tagesablauf?

Kann man erkennen, ob ständig jemand zu Hause ist?

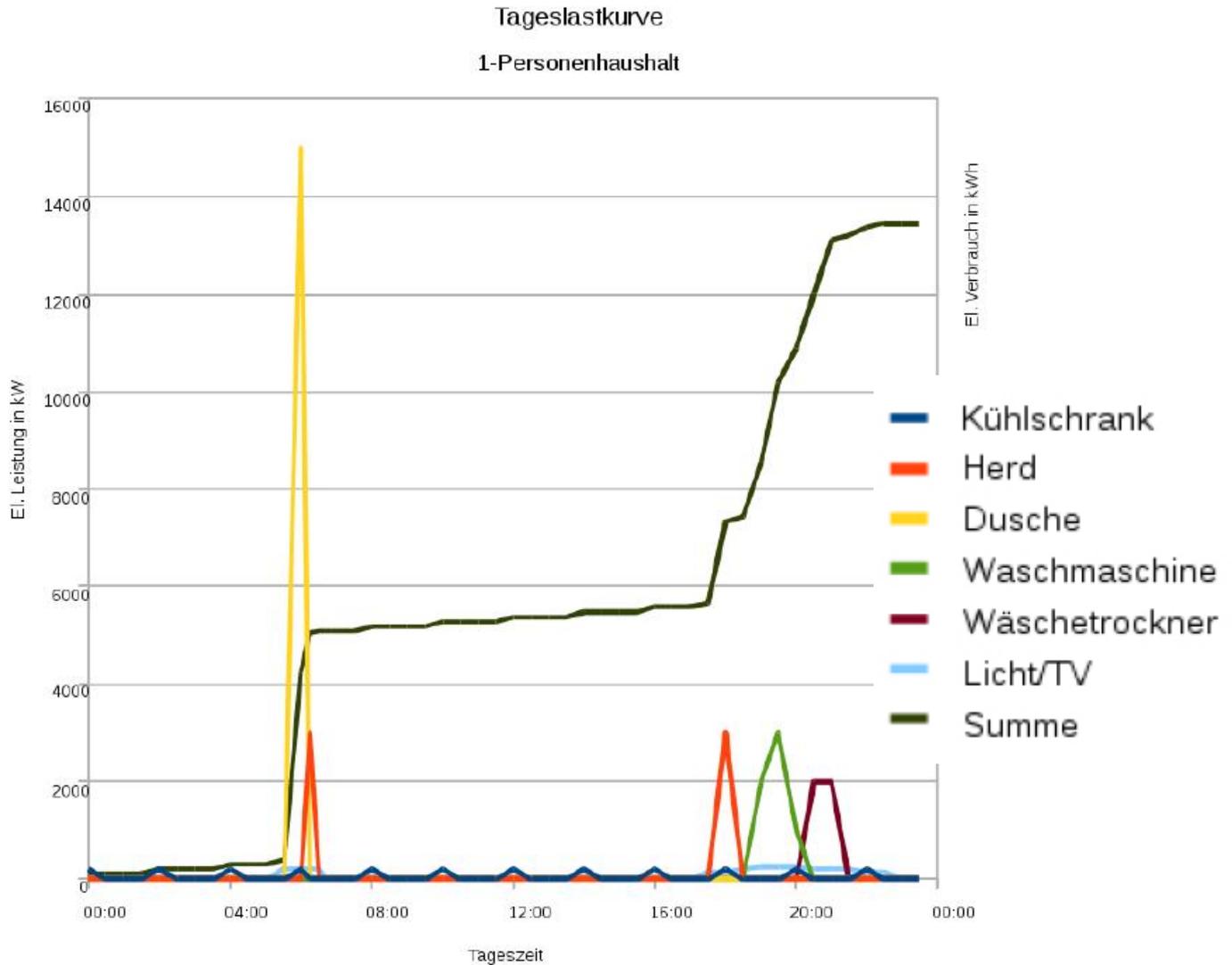


Abbildung 7: Tageslastkurve

### Aufgabe 9:

Welche Rolle können Elektrofahrzeuge in einem Smart Grid spielen?

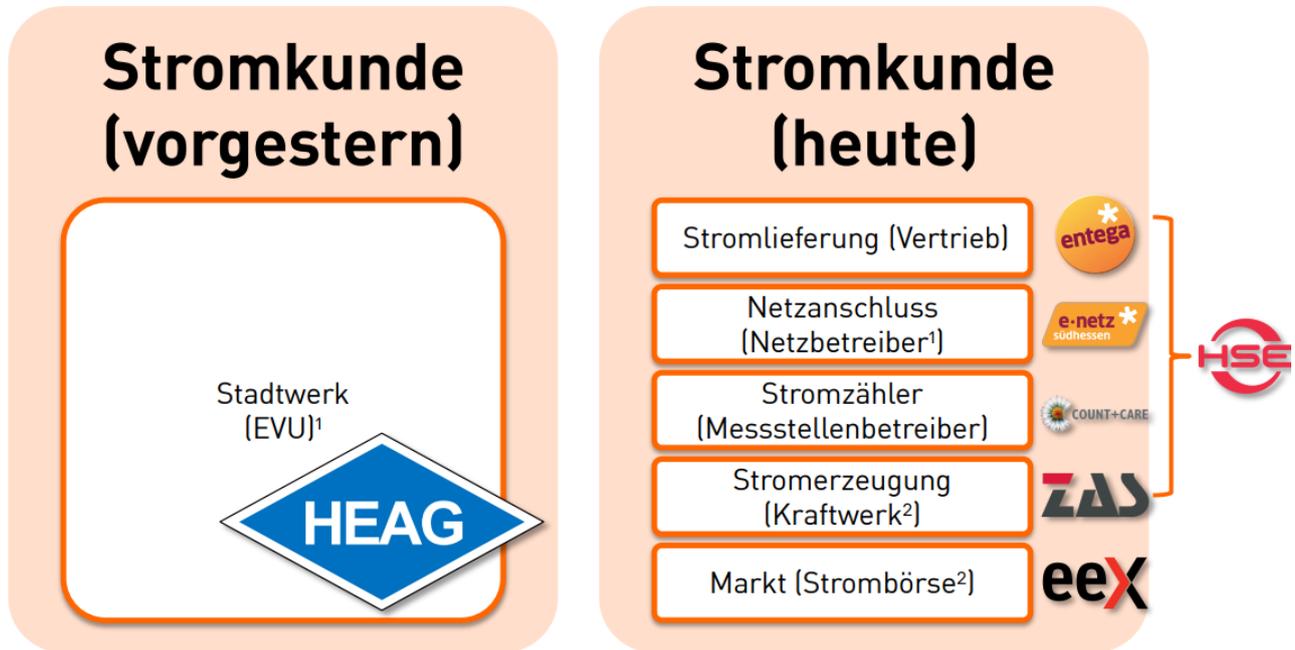
Recherchieren Sie bitte auf den beiden Internetseiten über die Modellregion Harz Elektromobilität:

<http://www.mein-elektroauto.com/news/projekte/harz-ee-mobility>

<https://www.harzee-mobility.de/>

**Aufgabe 10:**

Erklären Sie den Begriff **Unbundling** unter Verwendung der Abbildungen 8 und 9.



1: Gebietsmonopol

2: indirekt

Darstellung exemolarisch

Abbildung 8: Unbundling

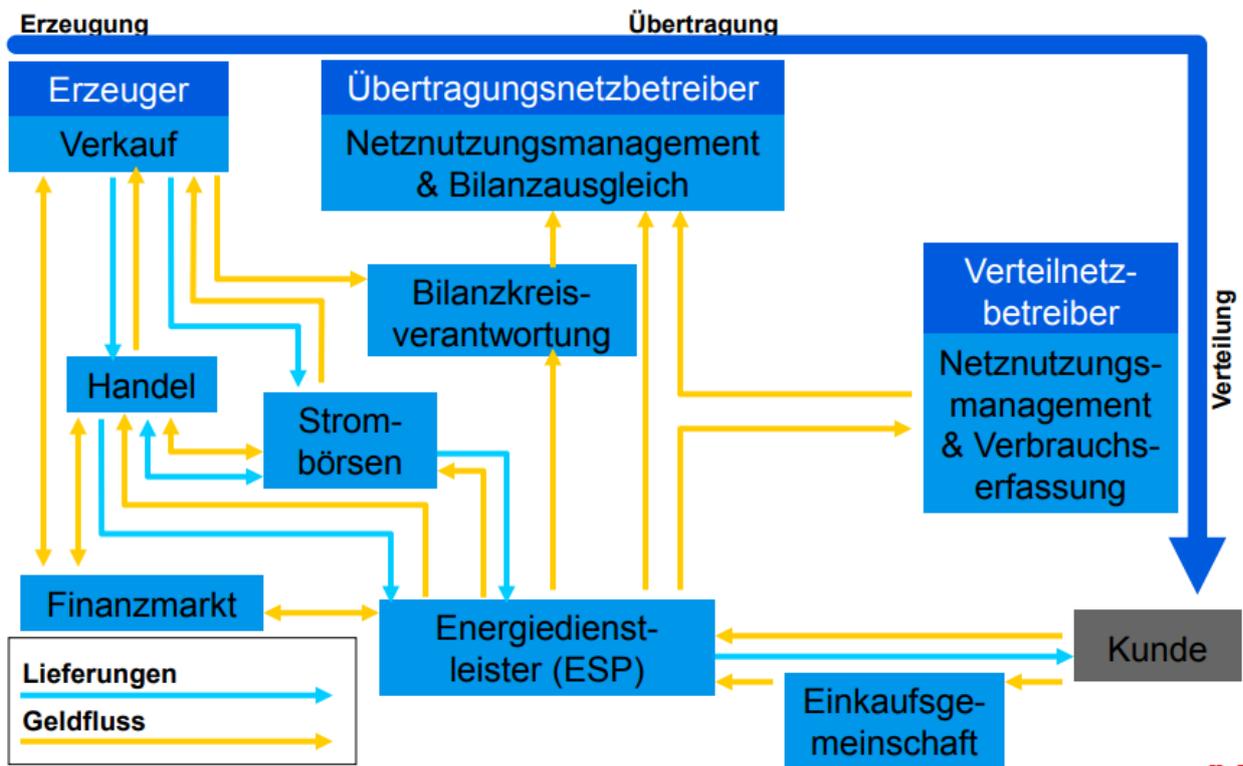


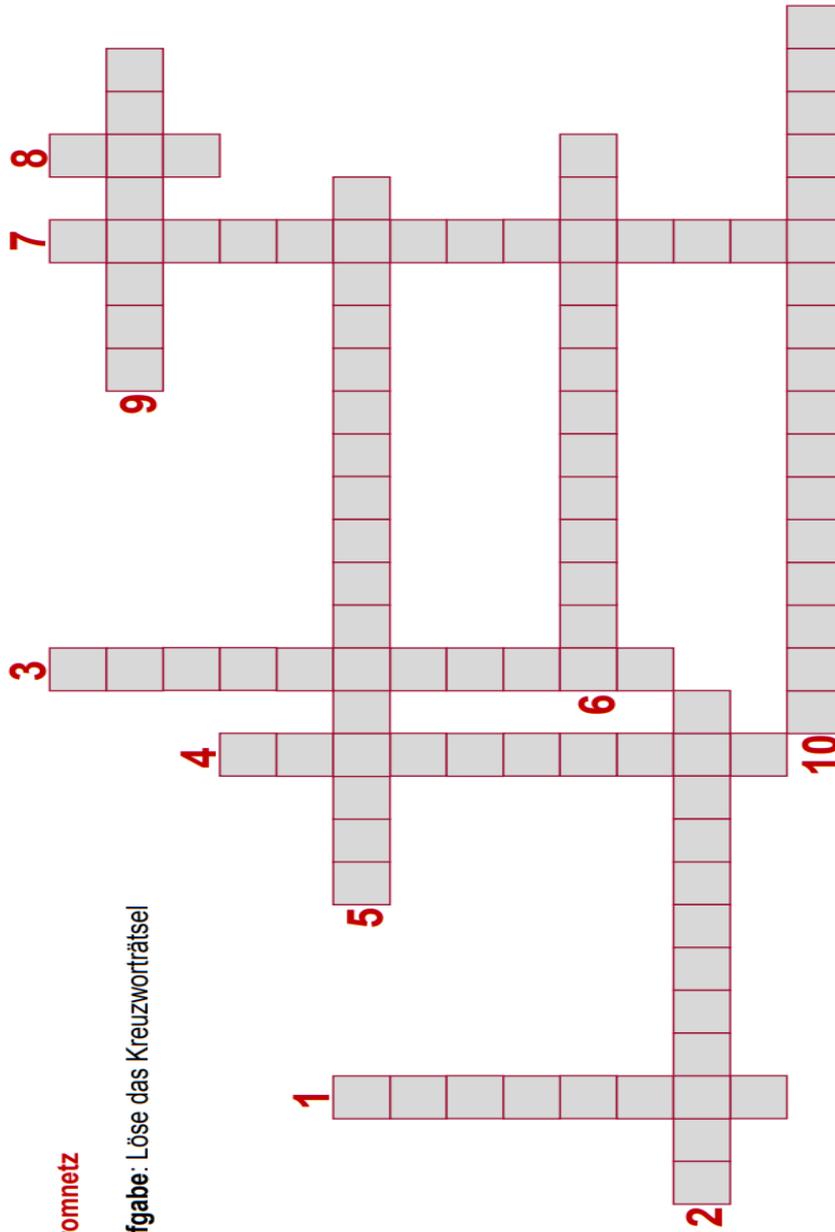
Abbildung 9: Infrastruktur Strommarkt

## Aufgabe 11:

Lösen Sie bitte das Kreuzworträtsel.

### Stromnetz

**Aufgabe:** Löse das Kreuzworträtsel!



1. Sie sind wichtig, um die Volatilität der Erneuerbaren auszugleichen.
2. Durch die Digitalisierung können sich die Erzeuger und Verbraucher leichter an verschiedenen Situationen im Netz anpassen. Man spricht von einer höheren .... Durch sie wird das System insgesamt effizienter.
3. Sie verteilen den Strom auf regionaler Ebene.
4. Wird von allen Verbrauchern gewünscht und ist für die technische Infrastruktur unerlässlich.
5. Die Rahmenbedingungen im Stromnetz ändern sich grundlegend. Deshalb spricht man von einem ....
6. Anlage zur Erhöhung oder Verringerung der Stromspannung.
7. Hier wird das Netz mit Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik überwacht.
8. dient der Energieübertragung mittels Gleichstrom über weite Entfernungen
9. Früher gab es ein paar große, inzwischen speisen viele Tausend ins Netz ein
10. Hier gibt es viel Industrie und es leben viele Menschen in der Region. Deshalb wird hier auch der meiste Strom verbraucht.

**Infoblatt: Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern**

Energieträger	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 <sup>1)</sup>
Mrd. kWh																					
Braunkohle	170,9	142,6	148,3	154,8	158,0	158,2	158,0	154,1	151,1	155,1	150,6	145,6	145,9	150,1	160,7	160,9	155,8	154,5	149,5	148,4	145,5
Steinkohle	140,8	147,1	143,1	138,4	134,6	146,5	140,8	134,1	137,9	142,0	124,6	107,9	117,0	112,4	116,4	127,3	118,6	117,7	112,2	92,9	83,2
Kernenergie	152,5	154,1	169,6	171,3	164,8	165,1	167,1	163,0	167,4	140,5	148,8	134,9	140,6	108,0	99,5	97,3	97,1	91,8	84,6	76,3	76,0
Erdgas	35,9	41,1	49,2	55,5	56,3	62,9	63,0	72,7	75,3	78,1	89,1	80,9	89,3	86,1	76,4	67,5	61,1	62,0	81,3	86,7	83,4
Mineralölprodukte	10,8	9,1	5,9	6,1	8,7	10,3	10,8	12,0	10,9	10,0	9,7	10,1	8,7	7,2	7,6	7,2	5,7	6,2	5,8	5,6	5,2
Erneuerbare darunter	19,7	25,1	37,9	38,9	46,1	46,2	57,4	63,5	72,6	89,4	94,3	96,0	105,5	123,8	143,5	152,5	162,5	188,6	189,9	216,2	226,4
- Windkraft onshore <sup>2)</sup>	k.A.	1,5	9,5	10,5	15,8	19,2	26,1	27,9	31,4	40,5	41,4	39,5	38,9	49,7	51,7	52,0	57,0	72,2	67,9	87,9	92,2
- Windkraft offshore					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,5	8,3	12,3	17,7	19,3
- Wasserkraft <sup>3)</sup>	19,7	21,6	24,9	23,2	23,7	17,7	20,1	19,6	20,0	21,2	19,0	19,0	21,0	17,7	22,1	23,0	19,6	19,0	20,5	20,2	16,6
- Biomasse	k.A.	0,7	1,6	3,3	4,5	6,7	8,4	11,5	15,0	20,1	23,3	26,5	29,1	32,1	38,4	40,1	42,2	44,6	45,0	45,0	45,7
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,6	1,3	2,2	3,1	4,4	6,6	11,7	19,6	26,4	31,0	36,1	38,7	38,1	39,4	46,2
- Hausmüll <sup>4)</sup>	k.A.	1,3	1,8	1,9	1,9	2,2	2,3	3,3	3,9	4,5	4,7	4,3	4,7	4,8	5,0	5,4	6,1	5,8	5,9	6,0	6,2
Übrige Energieträger <sup>5)</sup>	19,3	17,7	22,6	21,4	18,2	20,2	21,1	23,8	25,2	26,3	24,5	21,2	26,6	25,4	25,5	26,2	27,0	27,3	27,3	27,5	27,0
Bruttoerzeugung insgesamt	549,9	536,8	576,6	586,4	586,7	609,3	618,0	623,2	640,3	641,4	641,5	596,5	633,6	612,9	629,7	638,9	627,8	648,1	650,7	653,6	646,8
Stromflüsse aus dem Ausland	31,9	39,7	45,1	43,5	46,2	45,8	44,2	53,4	46,1	44,3	40,2	40,6	42,2	49,7	44,2	38,4	38,9	33,6	27,0	28,4	31,5
Stromflüsse in das Ausland	31,1	34,9	42,1	44,8	45,5	53,8	51,5	61,9	65,9	63,4	62,7	54,9	59,9	56,0	67,3	72,2	74,5	85,4	80,7	83,4	82,7
Stromtauschsaldo Ausland	+0,8	+4,8	+3,1	-1,3	+0,7	-8,1	-7,3	-8,5	-19,8	-19,1	-22,5	-14,3	-17,7	-6,3	-23,1	-33,8	-35,6	-51,8	-53,7	-55,0	-51,2
Brutto-Inlandsstromverbrauch <sup>6)</sup>	550,7	541,6	579,6	585,1	587,4	601,2	610,7	614,7	620,5	622,2	619,0	582,2	615,9	606,6	606,6	605,1	592,2	596,3	597,0	598,7	595,6
Veränderung gegenüber Vorjahr in %	X	+2,0	X	+1,0	+0,4	+2,4	+1,6	+0,7	+0,9	+0,3	-0,5	-6,0	+5,8	-1,5	0,0	-0,3	-2,1	+0,7	+0,1	+0,3	-0,5
Struktur der Bruttostromerzeugung in %																					
Braunkohle	31,1	26,6	25,7	26,4	26,9	26,0	25,6	24,7	23,6	24,2	23,5	24,4	23,0	24,5	25,5	25,2	24,8	23,8	23,0	22,7	22,5
Steinkohle	25,6	27,4	24,8	23,6	22,9	24,0	22,8	21,5	22,1	22,1	19,4	18,1	18,5	18,3	18,5	19,9	18,9	18,2	17,2	14,2	12,9
Kernenergie	27,7	28,7	29,5	29,3	28,1	27,1	27,0	26,2	26,1	21,9	23,2	22,6	22,2	17,6	15,8	15,2	15,5	14,2	13,0	11,7	11,8
Erdgas	6,5	7,7	8,5	9,5	9,6	10,3	10,2	11,7	11,8	12,2	13,9	13,6	14,1	14,0	12,1	10,6	9,7	9,6	12,5	13,3	12,9
Mineralölprodukte	2,0	1,7	1,0	1,0	1,5	1,7	1,7	1,9	1,7	1,6	1,5	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8
Erneuerbare darunter	3,6	4,7	6,6	6,6	7,9	7,6	9,3	10,2	11,3	13,9	14,7	16,1	16,7	20,2	22,8	23,9	25,9	29,1	29,2	33,1	35,0
- Windkraft onshore	k.A.	0,3	1,6	1,8	2,7	3,2	4,2	4,5	4,9	6,3	6,5	6,6	6,1	8,1	8,2	8,1	9,1	11,1	10,4	13,4	14,3
- Windkraft offshore																0,1	0,2	1,3	1,9	2,7	3,0
- Wasserkraft <sup>2)</sup>	3,6	4,0	4,3	4,0	4,0	2,9	3,3	3,1	3,1	3,3	3,2	3,2	3,3	2,9	3,5	3,6	3,1	2,9	3,2	3,1	2,6
- Biomasse	k.A.	0,1	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,8	2,3	3,1	3,6	4,4	4,6	5,2	6,1	6,3	6,7	6,9	6,9	6,9	7,1
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,1	1,8	3,2	4,2	4,9	5,8	6,0	5,9	6,0	7,1
- Hausmüll <sup>4)</sup>	k.A.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0
Übrige Energieträger <sup>5)</sup>	3,5	3,2	3,9	3,6	3,1	3,3	3,4	3,8	4,0	4,1	3,8	3,5	4,1	4,2	4,1	4,1	4,3	4,1	4,2	4,1	4,1
Bruttoerzeugung insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Stand: 06.03.2019

Abweichungen in den Summen durch Rundungen

<sup>1)</sup> Vorläufige Angaben, z. T. geschätzt. - <sup>2)</sup> Rückwirkende Korrektur Windstromerzeugung onshore unter Einbeziehung des erzeugten Eigenverbrauchs ab 2003. - <sup>3)</sup> Strom aus Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherwerke. - <sup>4)</sup> Strom aus biogenem Anteil des Hausmülls (50%). - <sup>5)</sup> Strom aus nicht-biogenem Anteil des Hausmülls (50%), Pumpspeicherwerken ohne natürlichen Zulauf, sonstigen Gasen, Industrieabfall, sonstigen Energieträgern (nicht weiter differenzierbar). - <sup>6)</sup> Einschließlich Netzverluste und Eigenverbrauch.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.; Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); AG Energiebilanzen e.V.

Učiliste – průmyslove a remeslné obory

## Zadani reserze na tema „*smart grid*“

### Poznamka:

K vypracovani ukolu muzete pouzít ucebnice, provést reserze na internetu nebo využít nápovedy u jednotlivých ukolu.

U ukolu c. 3 použijte prosím funkci „Google Trends“. Jedná se o online službu, která obsahuje informace, jak často byly určité pojmy vyhledávány uživateli vyhledavací v určitém časovém rozpětí, které můžete sami zvolit.

### Ukol c. 1:

Do jakých úrovní napětí je naše (německá) zásobovací /napájecí síť členěna?

V tabulce c. 1 uveďte jednotlivé úrovně napětí a přiřadte k nim jejich maximální elektrické napětí a funkci.

Úroveň napětí	Elektrické napětí ve volttech	Funkce/úloha

tabulka c. 1: úrovně napětí

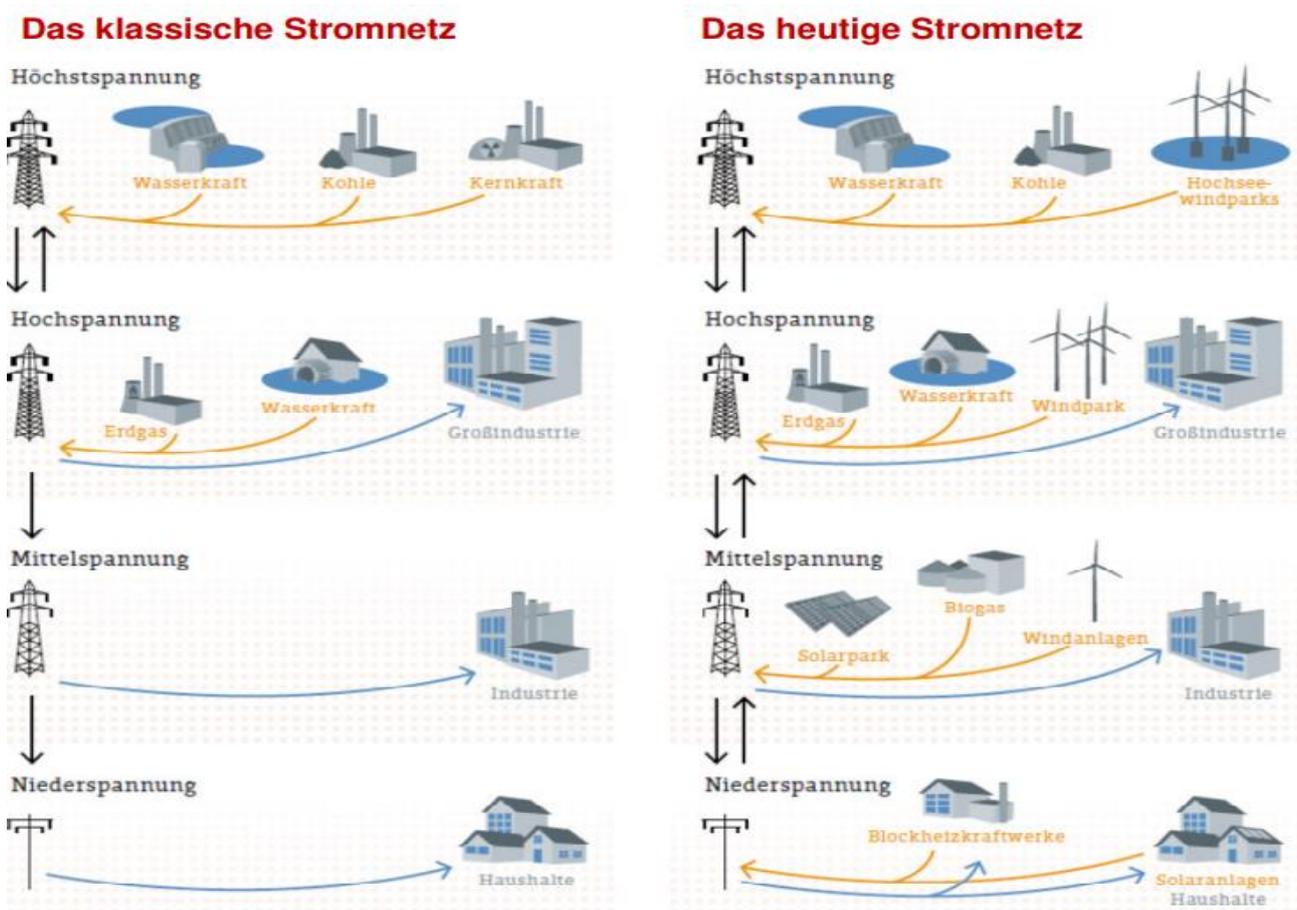
Nápoveda:

<http://www.energie-macht-schule.de/bdew/files/assets/basic-html/index.html#1>

## Ukol c. 2

Obrazek c. 1 zobrazuje klasickou a soucasnou elektrickou sit.

- Popiste prosim, jak fungovala klasicka elektricka sit a co se zmenilo. Zamerte se pritom na vyznam zlute a modre barvy a take na vyrobce a zakazniky jednotlivych urovni napeti.
- Dnes se v energetickem sektoru casto hovori o tzv. „Prosumeru“. Co je to Prosumer a jakou souvislost ma s dnesni elektrickou siti?
- Jakou sitovou frekvenci ma nase elektricka sit, a proc je stabilita teto frekvence „zivotne“ dulezita? I za extremnich podminek jako napríklad pri vypadku jednotlivych elektraren, v období velmi vysokeho zatizeni site nebo po preruseni zasobovacich dodavek se smi frekvence od sitove frekvence odchylit maximalne o 0,05 Hz.



Obrazek 1: elektricke site

Napoveda:

[Energie macht Schule, Heft 3, Stromnetze](#)

[Youtube – RWE: Das Stromnetz der Zukunft](#)

[Forschung Stromnetze – Zukunftsfähige Stromnetze: Basisinformationen](#)

[Netzentwicklungsplan Strom - Wissen](#)

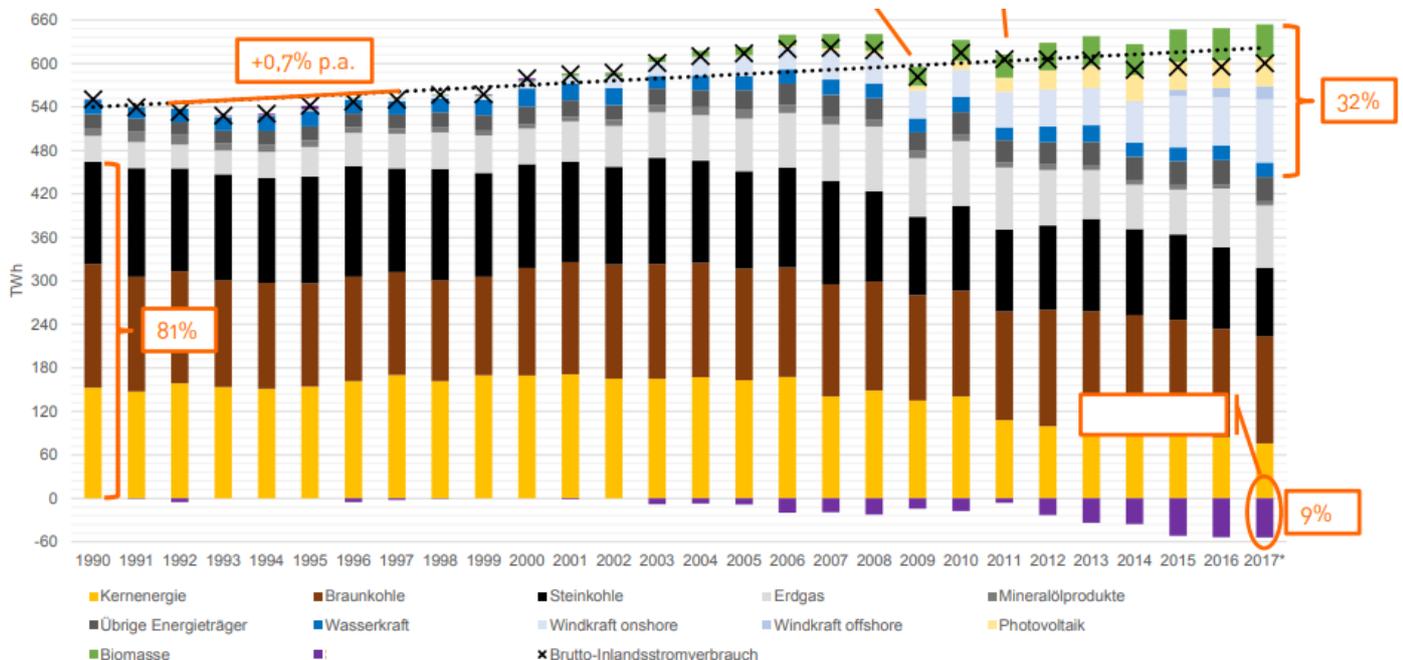
### Ukol c. 3:

Kliknutim na nasledujici odkaz spustte prosim funkci „Google Trend“ :

<https://trends.google.de/trends/?geo=DE>

Do vyhledavace zadejte pojem nebo tema „**Energiemix**“. Zvolte prosim nasledujici nastaveni: Deutschland/Nemecko, 2004 bis heute/od 2004 do dneska, alle Kategorien und Websuche / vsechny kategorie a vyhledavani

- Vysvetlete prosim zobrazeny graf a uvedte Vase domenyky pro nastale extremy. Vyuzijte k tomu take obrazek c. 2.
- Obrazek c. 2 zobrazuje mix energii v Nemecku. Zodpovezte nasledujici otazky:
  - Popiste vyvoj celkove potreby energie v Nemecku.
  - Za vyuziti tabulky porovnejte „mix energii“ v Nemecku v letech 1990 a 2017. (Hilfsmittel/pomucka: Infoblatt/informacni list - Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern/vyroba hrube elektriny v Nemecku od roku 1990 podle vyrobcu/poskytovatelu energie).
  - Zduvodnete zmeny, které jste zjistili pomoci tabulky viz bod 3 b)b.. Zamerte se pritom predevsim na spolecenske a politicke udalosti.
  - Jak si vysvetlujete pokles energie v roce 2009?
  - Zjistete, jaky vyznam maji fialove zbarvene casti sloupoveho diagramu.
- Do Google Trends vlozte pro srovnani nejprve pojem zasobniky energie a nasledne pojem Energiewende/zmeny energii. Urcete Vami predpokladane duvody uvedeneho vyvoje v case.
- Cim je ovlivnena dostupnost PET (fosilni a nuklearni poskytovatele primarni energie) a EET (poskytovatele obnovitelne energie)?
- Jaka zatizeni zivotniho prostredi nastavaji ci se zesiluji v souvislosti s vyuzitim PET?
- Jake cile si stanovila EU v souvislosti se Sloganem „20-20-20 in 2020“?



Obrazek 2: Sloupovy diagram „Mix energii“ v Nemecku

#### **Ukol c. 4:**

Prosim zodpovezte nasledujici otazky, vztahujici se k tematu obnovitelnych energii:

- a) Vysvetlete prosim, ktere regenerativni druhy vyroby energie patri pod pojem „obnovitelne energie“?
- b) Vysvetlete vyznam mezinarodni diskuze na tema ochrana klimatu pro vybudovani obnovitelnych energii.
- c) Znazornete na mape technicke potencialy obnovitelne energie v Nemecku.
- d) Vysvetlete vyznam volatility obnovitelnych energii pro energeticke zasobovani, jakoz i pojem „Dunkelflaute“ / „tmave bezvetri“ dle grafickeho obrazku c. 3, strana 5.

Napoveda:

[Energie macht Schule, Heft 1, Erneuerbare Energien](#)

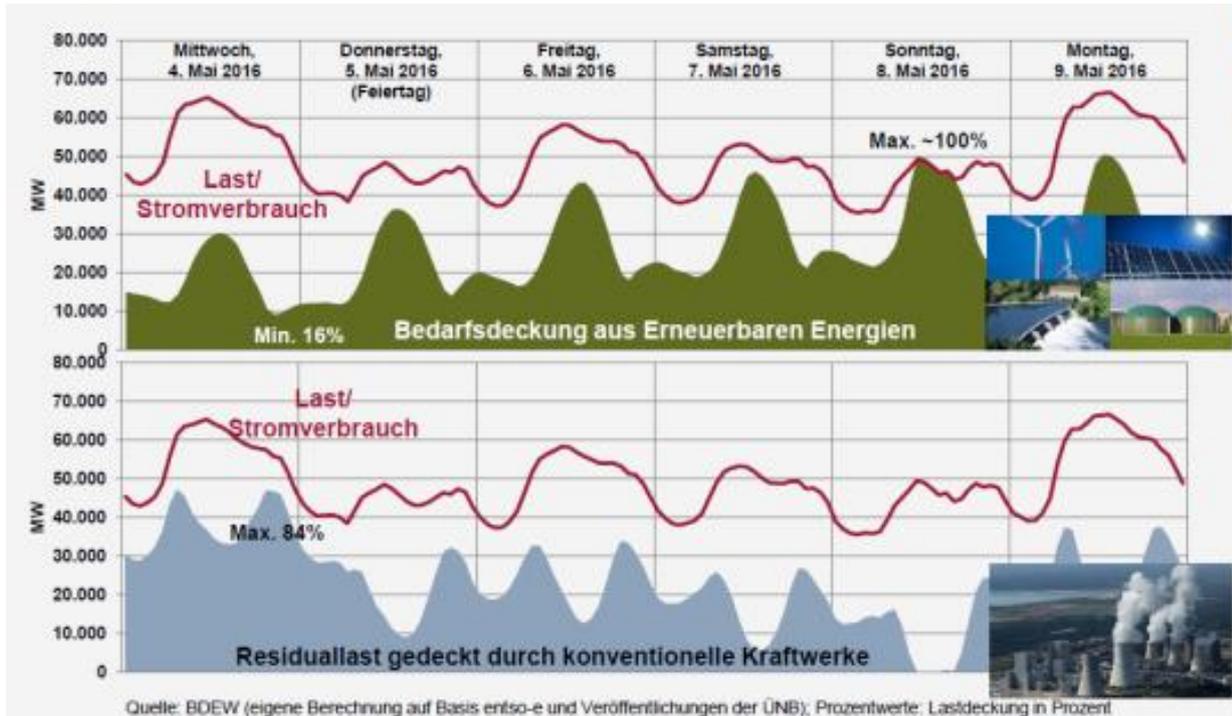
[Umweltbundesamt – Thema Internationale und EU-Klimapolitik](#)

[EnergieDialog.NRW – Herausforderungen der Energiewende: Digitalisierung und Volatilität](#)

[Youtube – Acatech: Klimawandel einfach erklärt](#)

## Informacni list: „Zasobovani elektrickou energii dnes“ (k ukolu c. 4)

Z obrazku c. 3 je mozne vycist typickou spotrebu elektriny a vyrobu elektriny ve dnech od 4. kvetna 2016 do 9. kvetna 2016. Horni graf zobrazuje vyrobu elektriny prostrednictvim obnovitelych energii, dolni graf pak zobrazuje vyrobu elektriny pomoci beznych elektraren. Pokryti potreby z obnovitelnych zdroju a tzv. zbytkove pokryti pomoci konvencionalnich elektraren „Residuallast“ dohromady predstavuji celkovou spotrebu elektriny.



Obrazek c. 3: Zasobovani elektrinou dnes

- Kdy behem dne dochazi k nejvetsi spotrebe elektriny? A proc to tak je?
- U obnovitelnych zdroju je v Nemecku zakonem regulovane prednostni napajeni do site. Co tato skutecnost znamena pro bezne elektrarny?
- Kdy nastava tzv. „tmave bezvetri“ („Dunkelflaute“)?

## Ukol c. 5:

Prosim zodpovezte nasledujici otazky na tema tepelne elektrarny:

- a) Vysvetlete prosim technickou strukturu tepelne elektrarny.
- b) Vysvetlete prosim jednotlivé technické komponenty.
- c) Vysvetlete prosim pojem ucinnost.
- d) Provedte reserzi a zjistete, kolik je v Nemecku velkych tepelnych elektraren.
- e) Porovnejte prosim vyhody a nevyhody tepelne elektrarny.

Napoveda:

[Energie macht Schule, Heft 2, Wärmekraftwerke](#)

[Youtube – TheSimplePhysics: Dampfturbine selbst bauen](#)

[Wikipedia – Wärmekraftwerk](#)

[Animation – Wie entsteht Strom in einem Wärmekraftwerk?](#)

## Informacni list: „tepelne elektrarny“ (k ukolu c. 5)

Tepelne elektrarny maju jedno spolecne: privadeji paru do turbiny („Wärmekraftmaschine“) za ucelem pohonu generatoru. K tepelnym elektrarnam patri fosilni paliva jako uhli, olej a plyn, ale i elektrarny, ktere spaluji odpad a biomasu.

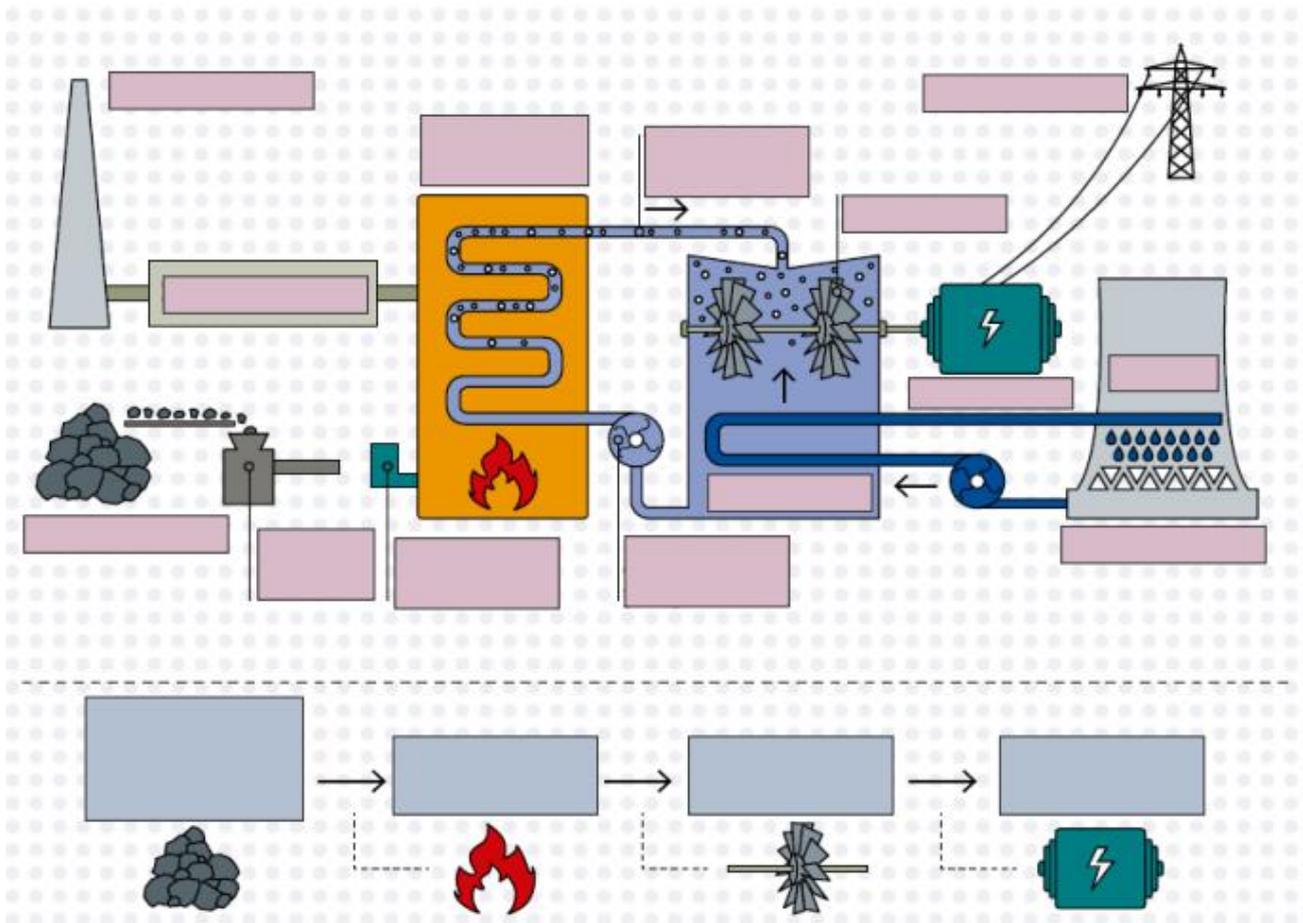
Vetsina tepelných elektraren jsou parní elektrarny. Jejich spolecny princip spociva v tom, ze je teplo vyrabeno prostrednictvim spalovani urcite energeticke latky (viz nahore) v kotli, pricemz vzniká para. Para pohani turbínu, která přenáší její mechanickou energii na generator, ve kterém se vyrábí elektrina. Při změně tepla na elektrickou energii je voda resp. para pracovním prostředkem.

Prosim dopln nasledujici pojmy do schematickeho zobrazeni tepelne elektrarny (obr. c. 4):

komin, katalyzator, kotel, obeh voda -para, turbina, generator, elektricke vedeni, chladici vez, obeh chladici vody, kondenzator, sklad uhli, uhelny mlyn, ventilator (uhelny prach), vodni pumpa

Prosim dopln nasledujici pojmy do retezce premeny energii (obr. c. 4):

chemicka energie, elektricka energie, rotacni energie, tepelna energie

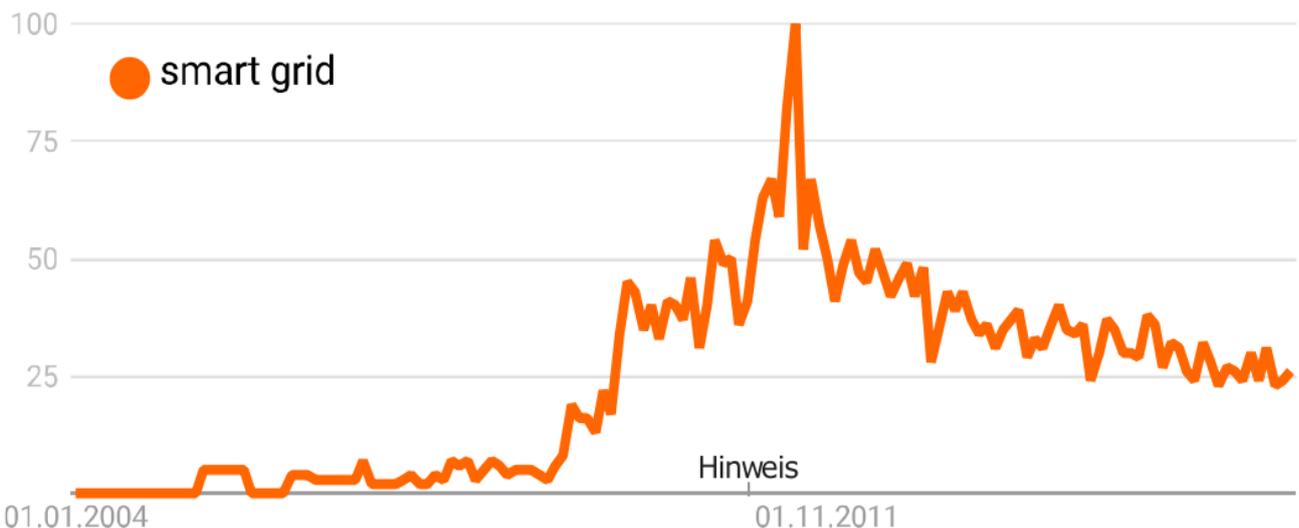


Obrazek c. 4: tepelna elektrarna

## Ukol c. 6:

- a) Zapnete animaci „Warum/proc Smart Grid“ <http://www.warum-smartgrid.de/> a zodpovezte nasledujici otazky:
  - a. Proc je vyroba elektriny v zarizenich obnovitelnych energii (vetrny park; solarni zarizeni; elektrarna, vyuzivajici priliv a odliv ) casto kolisava?
  - b. Proc způsobuje napajeni elektriny prostrednictvim stale vice malych zarizeni (soukrome solarni zarizeni nebo vetrne mlyny) poskytovatelum siti problemy?
  - c. Co je specialniho na dvoukanalove komunikaci u inteligentnich elektrickyh siti?
- b) Jak se meni role akteru v elektricke siti budoucnosti?  
<http://www.web2energy.com/de/ueber-das-projekt/>  
<http://www.warum-smartgrid.de/>
- c) Jaky jerozdil mezi „Smart Meter“ a puvodnim mericem elektrickeho proudu?
- d) Nyni jste toho jiz hodne zjistili. Odpovezte prosim nasledujici otazky:  
 Co je to **Smart Grid** a z **jakych casti** (provozni prostredky, komponenty) se sklada?  
[http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes\\_Stromnetz#Problematiken\\_und\\_Herausforderungen\\_bei\\_Smart\\_Grids](http://de.wikipedia.org/wiki/Intelligentes_Stromnetz#Problematiken_und_Herausforderungen_bei_Smart_Grids)  
<http://www.tagesschau.de/wirtschaft/smartgrid100.html> Was ist ein smart grid?
- e) Proc je o smart grid zhruba od roku 2009 tak velky zajem, ktery se dokonce na jare/v lete 2011 kratkodobe jeste prudce zvyzil (obrazek c. 5 a 6)?

## Google Trend zu „Smart Grid“ in Deutschland

FAKULTÄT FÜR ELEKTROTECHNIK UND INFORMATIK


Obrazek c. 5: Google Trend zu smart grid

### Ukol c. 7:

- Najdete obrazek, který zobrazuje smart grid a vysvetlete způsob práce.
- Jake cíle mají být pomocí smart grids dosaženy? Vyúijte také obrazek c. 6.



Obrazek c. 6: Zmeny v zasobovani energiemi

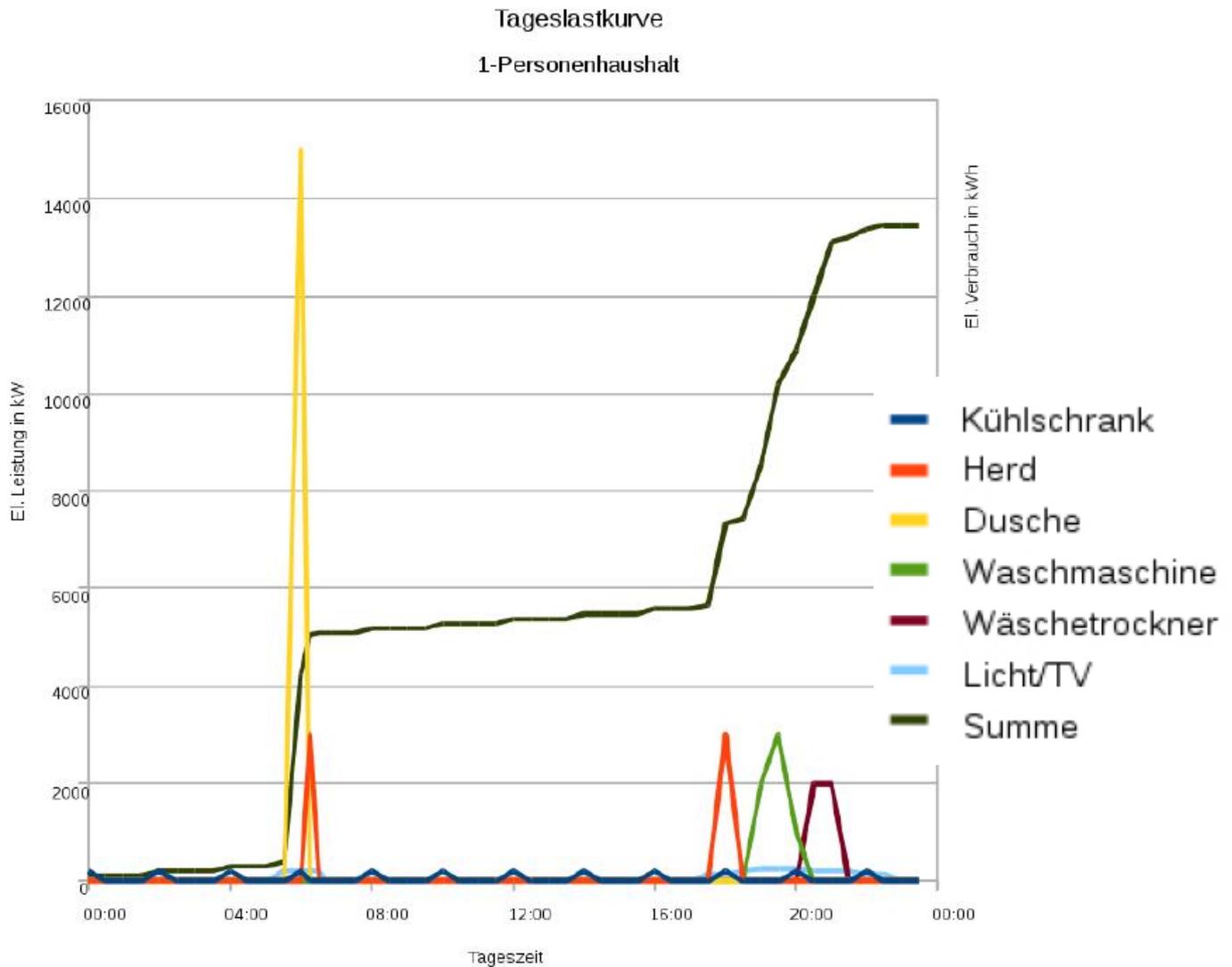
## Ukol c. 8:

Prohlednte si prosim pozorne graf (obrazek c. 7).

Co je z krivky denniho zatizeni mozne vycist?

Kolik osob zije pravdepodobne v teto domacnosti a jak probiha denni rezim?

Je mozne poznat, zda je nekdo stale doma?



Obrazek c. 7: krivka denniho zatizeni

## Ukol c. 9:

Jakou roli mohou mit elektromobily v ramci Smart Grid?

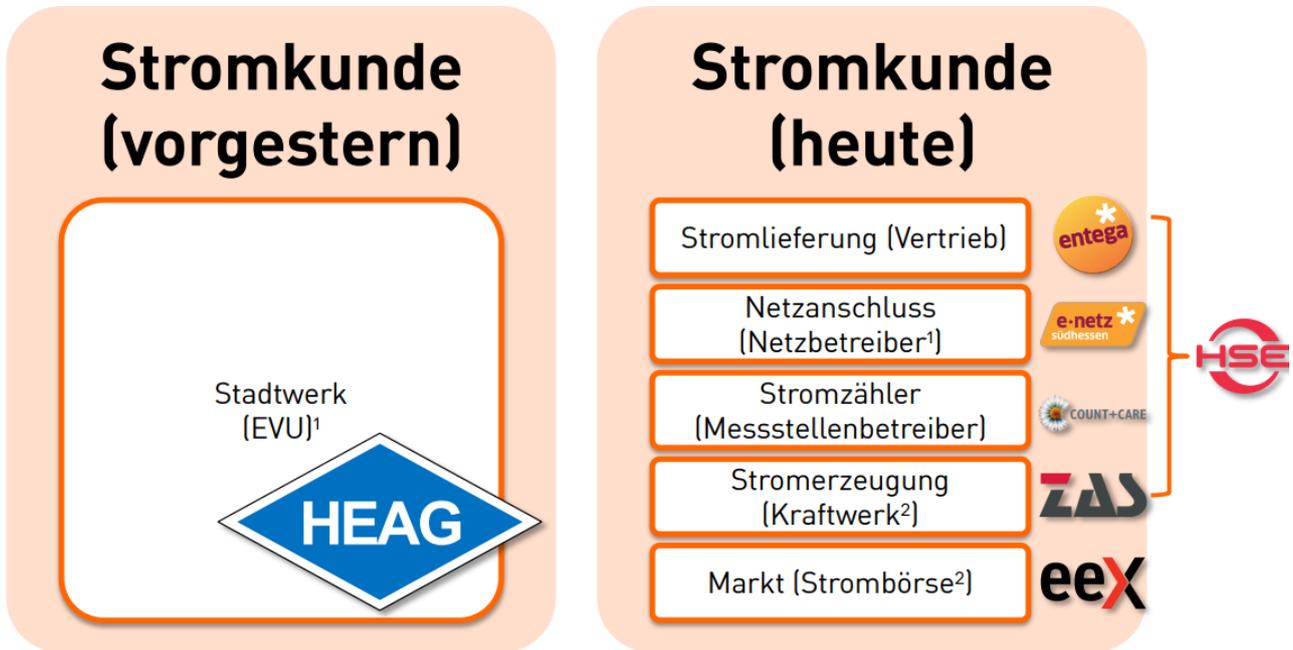
Provedte prosim reserzi na obou internetovych strankach prostrednictvim modeloveho regionu elektromobilita Harz:

<http://www.mein-elektroauto.com/news/projekte/harz-ee-mobility>

<https://www.harzee-mobility.de/>

**Ukol c. 10:**

Vysvetlete pojem **Unbundling** za pouziti zobrazeni c. 8 a 9.

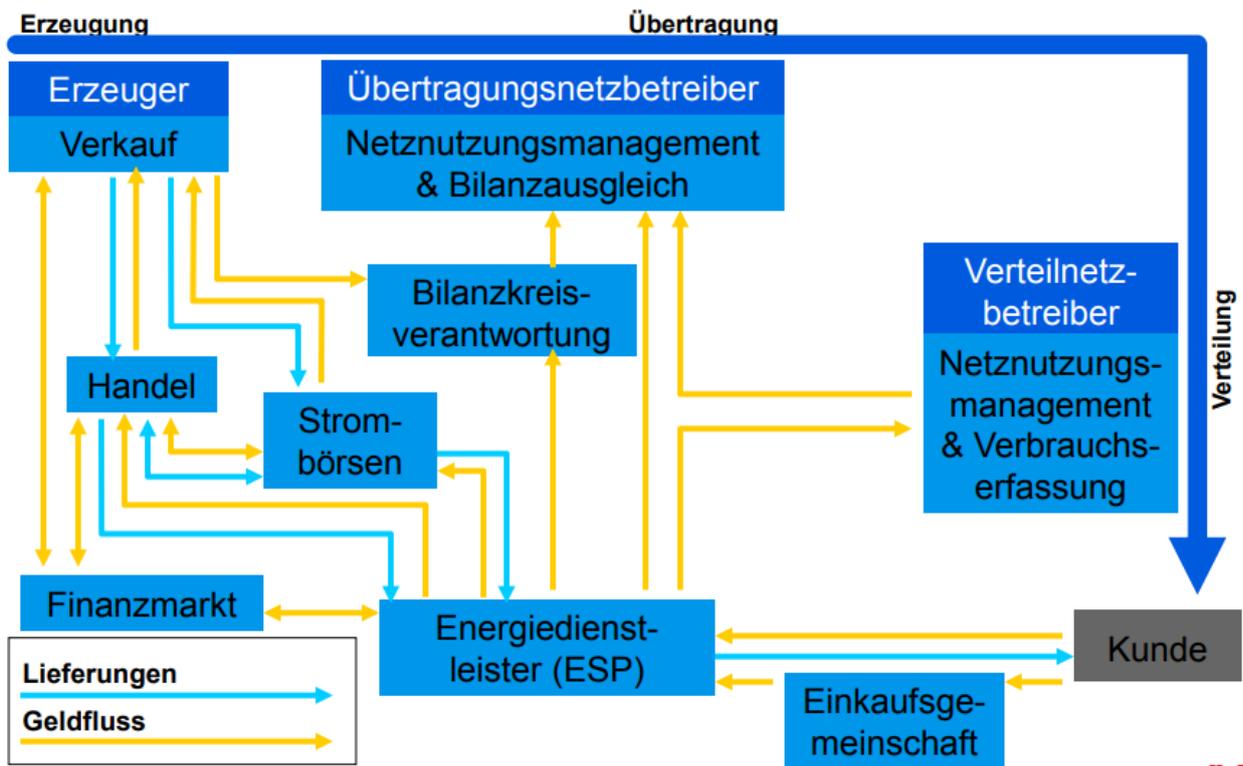


1: Gebietsmonopol

2: indirekt

Darstellung exemolarisch

Zobrazeni c. 8: Unbundling



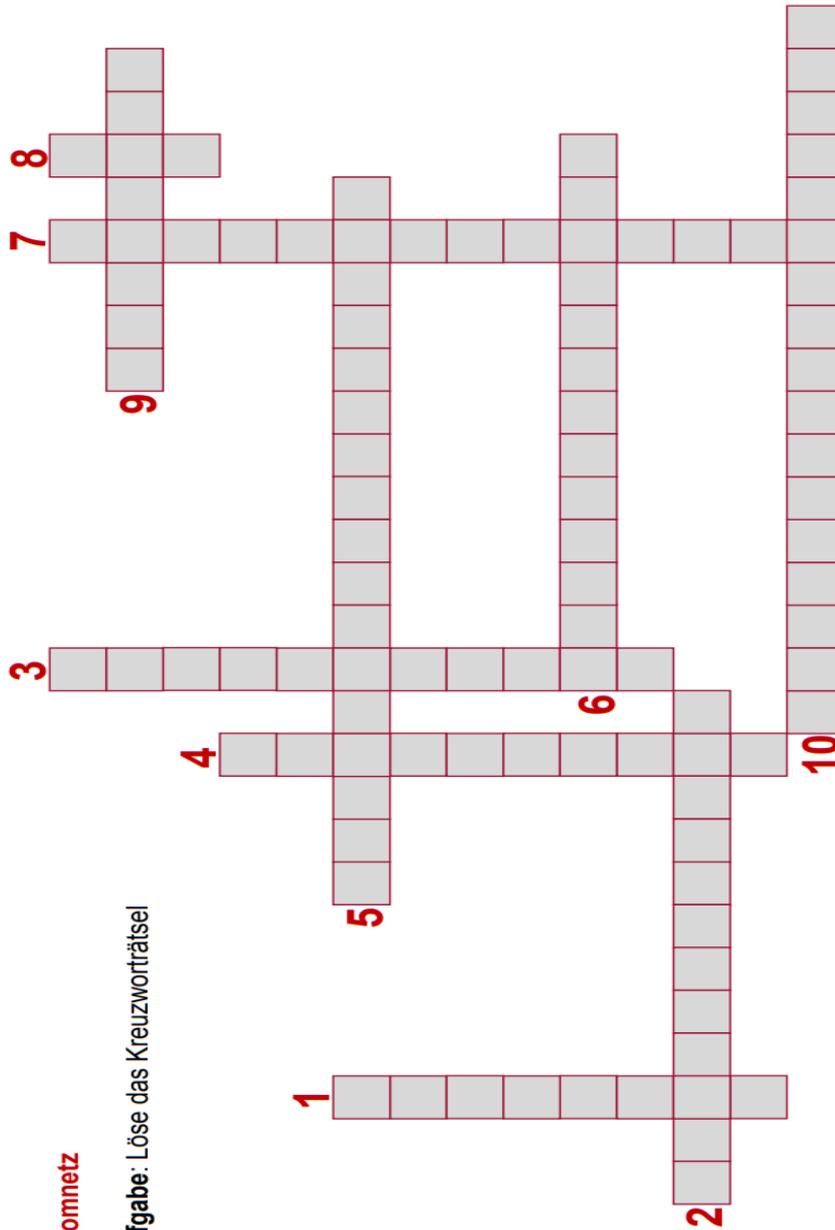
Zobrazeni c. 9: Infrastruktura trhu elektriny

### Ukol c. 11:

Vyreste prosim krizovku.

#### Stromnetz

**Aufgabe:** Löse das Kreuzworträtsel



1. Sie sind wichtig, um die Volatilität der Erneuerbaren auszugleichen.
2. Durch die Digitalisierung können sich die Erzeuger und Verbraucher leichter an verschiedenen Situationen im Netz anpassen. Man spricht von einer höheren .... Durch sie wird das System insgesamt effizienter.
3. Sie verteilen den Strom auf regionaler Ebene.
4. Wird von allen Verbrauchern gewünscht und ist für die technische Infrastruktur unerlässlich.
5. Die Rahmenbedingungen im Stromnetz ändern sich grundlegend. Deshalb spricht man von einem ....
6. Anlage zur Erhöhung oder Verringerung der Stromspannung.
7. Hier wird das Netz mit Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik überwacht.
8. dient der Energieübertragung mittels Gleichstrom über weite Entfernungen
9. Früher gab es ein paar große, inzwischen speisen viele Tausend ins Netz ein
10. Hier gibt es viel Industrie und es leben viele Menschen in der Region. Deshalb wird hier auch der meiste Strom verbraucht.

**Informacni list: vyroba hrube elektriny v Nemecku od roku 1990 podle poskytovatelů energií**

Energieträger	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 <sup>1)</sup>
Mrd. kWh																					
Braunkohle	170,9	142,6	148,3	154,8	158,0	158,2	158,0	154,1	151,1	155,1	150,6	145,6	145,9	150,1	160,7	160,9	155,8	154,5	149,5	148,4	145,5
Steinkohle	140,8	147,1	143,1	138,4	134,6	146,5	140,8	134,1	137,9	142,0	124,6	107,9	117,0	112,4	116,4	127,3	118,6	117,7	112,2	92,9	83,2
Kernenergie	152,5	154,1	169,6	171,3	164,8	165,1	167,1	163,0	167,4	140,5	148,8	134,9	140,6	108,0	99,5	97,3	97,1	91,8	84,6	76,3	76,0
Erdgas	35,9	41,1	49,2	55,5	56,3	62,9	63,0	72,7	75,3	78,1	89,1	80,9	89,3	86,1	76,4	67,5	61,1	62,0	81,3	86,7	83,4
Mineralölprodukte	10,8	9,1	5,9	6,1	8,7	10,3	10,8	12,0	10,9	10,0	9,7	10,1	8,7	7,2	7,6	7,2	5,7	6,2	5,8	5,6	5,2
Erneuerbare darunter	19,7	25,1	37,9	38,9	46,1	46,2	57,4	63,5	72,6	89,4	94,3	96,0	105,5	123,8	143,5	152,5	162,5	188,6	189,9	216,2	226,4
- Windkraft onshore <sup>2)</sup>	k.A.	1,5	9,5	10,5	15,8	19,2	26,1	27,9	31,4	40,5	41,4	39,5	38,9	49,7	51,7	52,0	57,0	72,2	67,9	87,9	92,2
- Windkraft offshore					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9	1,5	8,3	12,3	17,7	19,3
- Wasserkraft <sup>3)</sup>	19,7	21,6	24,9	23,2	23,7	17,7	20,1	19,6	20,0	21,2	19,6	20,0	19,0	17,7	22,1	23,0	19,6	19,0	20,5	20,2	16,6
- Biomasse	k.A.	0,7	1,6	3,3	4,5	6,7	8,4	11,5	15,0	20,1	23,3	26,5	29,1	32,1	38,4	40,1	42,2	44,6	45,0	45,0	45,7
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	0,1	0,2	0,3	0,6	1,3	2,2	3,1	4,4	6,6	11,7	19,6	26,4	31,0	36,1	38,7	38,1	39,4	46,2
- Hausmüll <sup>4)</sup>	k.A.	1,3	1,8	1,9	1,9	2,2	2,3	3,3	3,9	4,5	4,7	4,3	4,7	4,8	5,0	5,4	6,1	5,8	5,9	6,0	6,2
Übrige Energieträger <sup>5)</sup>	19,3	17,7	22,6	21,4	18,2	20,2	21,1	23,8	25,2	26,3	24,5	21,2	26,6	25,4	25,5	26,2	27,0	27,3	27,3	27,5	27,0
Bruttoerzeugung insgesamt	549,9	536,8	576,6	586,4	586,7	609,3	618,0	623,2	640,3	641,4	641,5	596,5	633,6	612,9	629,7	638,9	627,8	648,1	650,7	653,6	646,8
Stromflüsse aus dem Ausland	31,9	39,7	45,1	43,5	46,2	45,8	44,2	53,4	46,1	44,3	40,2	40,6	42,2	49,7	44,2	38,4	38,9	33,6	27,0	28,4	31,5
Stromflüsse in das Ausland	31,1	34,9	42,1	44,8	45,5	53,8	51,5	61,9	65,9	63,4	62,7	54,9	59,9	56,0	67,3	72,2	74,5	85,4	80,7	83,4	82,7
Stromtauschsaldo Ausland	+0,8	+4,8	+3,1	-1,3	+0,7	-8,1	-7,3	-8,5	-19,8	-19,1	-22,5	-14,3	-17,7	-6,3	-23,1	-33,8	-35,6	-51,8	-53,7	-55,0	-51,2
Brutto-Inlandsstromverbrauch <sup>6)</sup>	550,7	541,6	579,6	585,1	587,4	601,2	610,7	614,7	620,5	622,2	619,0	582,2	615,9	606,6	606,6	605,1	592,2	596,3	597,0	598,7	595,6
Veränderung gegenüber Vorjahr in %	X	+2,0	X	+1,0	+0,4	+2,4	+1,6	+0,7	+0,9	+0,3	-0,5	-6,0	+5,8	-1,5	0,0	-0,3	-2,1	+0,7	+0,1	+0,3	-0,5
Struktur der Bruttoerzeugung in %																					
Braunkohle	31,1	26,6	25,7	26,4	26,9	26,0	25,6	24,7	23,6	24,2	23,5	24,4	23,0	24,5	25,5	25,2	24,8	23,8	23,0	22,7	22,5
Steinkohle	25,6	27,4	24,8	23,6	22,9	24,0	22,8	21,5	22,1	22,1	19,4	18,1	18,5	18,3	18,5	19,9	18,9	18,2	17,2	14,2	12,9
Kernenergie	27,7	28,7	29,5	29,3	28,1	27,1	27,0	26,2	26,1	21,9	23,2	22,6	22,2	17,6	15,8	15,2	15,5	14,2	13,0	11,7	11,8
Erdgas	6,5	7,7	8,5	9,5	9,6	10,3	10,2	11,7	11,8	12,2	13,9	13,6	14,1	14,0	12,1	10,6	9,7	9,6	12,5	13,3	12,9
Mineralölprodukte	2,0	1,7	1,0	1,0	1,5	1,7	1,7	1,9	1,7	1,6	1,5	1,7	1,4	1,2	1,2	1,1	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8
Erneuerbare darunter	3,6	4,7	6,6	6,6	7,9	7,6	9,3	10,2	11,3	13,9	14,7	16,1	16,7	20,2	22,8	23,9	25,9	29,1	29,2	33,1	35,0
- Windkraft onshore	k.A.	0,3	1,6	1,8	2,7	3,2	4,2	4,5	4,9	6,3	6,5	6,6	6,1	8,1	8,2	8,1	9,1	11,1	10,4	13,4	14,3
- Windkraft offshore																0,1	0,2	1,3	1,9	2,7	3,0
- Wasserkraft <sup>2)</sup>	3,6	4,0	4,3	4,0	4,0	2,9	3,3	3,1	3,1	3,3	3,2	3,2	3,3	2,9	3,5	3,6	3,1	2,9	3,2	3,1	2,6
- Biomasse	k.A.	0,1	0,3	0,6	0,8	1,1	1,4	1,8	2,3	3,1	3,6	4,4	4,6	5,2	6,1	6,3	6,7	6,9	6,9	6,9	7,1
- Photovoltaik	k.A.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	1,1	1,8	3,2	4,2	4,9	5,8	6,0	5,9	6,0	7,1
- Hausmüll <sup>4)</sup>	k.A.	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0
Übrige Energieträger <sup>5)</sup>	3,5	3,2	3,9	3,6	3,1	3,3	3,4	3,8	4,0	4,1	3,8	3,5	4,1	4,2	4,1	4,1	4,3	4,1	4,2	4,1	4,1
Bruttoerzeugung insgesamt	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Stand: 06.03.2019

Abweichungen in den Summen durch Rundungen  
<sup>1)</sup> Vorläufige Angaben, z. T. geschätzt. - <sup>2)</sup> Rückwirkende Korrektur Windstromerzeugung onshore unter Einbeziehung des erzeugten Eigenverbrauchs ab 2003. - <sup>3)</sup> Strom aus Lauf- und Speicherwasserkraftwerken sowie aus natürlichem Zufluss in Pumpspeicherwerke. - <sup>4)</sup> Strom aus biogenem Anteil des Hausmülls (50%). - <sup>5)</sup> Strom aus nicht-biogenem Anteil des Hausmülls (50%), Pumpspeicherwerken ohne natürlichen Zulauf, sonstigen Gasen, Industrieabfall, sonstigen Energieträgern (nicht weiter differenzierbar). - <sup>6)</sup> Einschließlich Netzverluste und Eigenverbrauch.

Quellen: Statistisches Bundesamt; Bundesministerium für Wirtschaft und Energie; BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V.; Statistik der Kohlenwirtschaft e.V.; Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW); AG Energiebilanzen e.V.

## ***Unterlagen (Smartmeter und Mikrocontrolling)***

Střední škola elektrotechnická a energetická Sokolnice

# Unterlagen-Sammlung

Dienstag, 24. August 2021 19:11

## Excel-Dateien



Kopie -  
Bara\_TSZ...



Kopie -  
Tematick...



Kopie -  
Tematick...



Kopie -  
Tematick...

## Power-Point-Dateien



Elektroměř  
y SSEE - t...



Veřejné  
osvětlení ...



Led  
Lampen S...



Smartzähler  
SSEE - deu

## Word-Dateien



Úkoly pro  
LED svítid...



Úkoly na  
téma sma...



Úkoly na  
téma sma...



smart grid  
teorie



Smart Grid  
pro Báru\_...



Smart Grid  
- elektro...

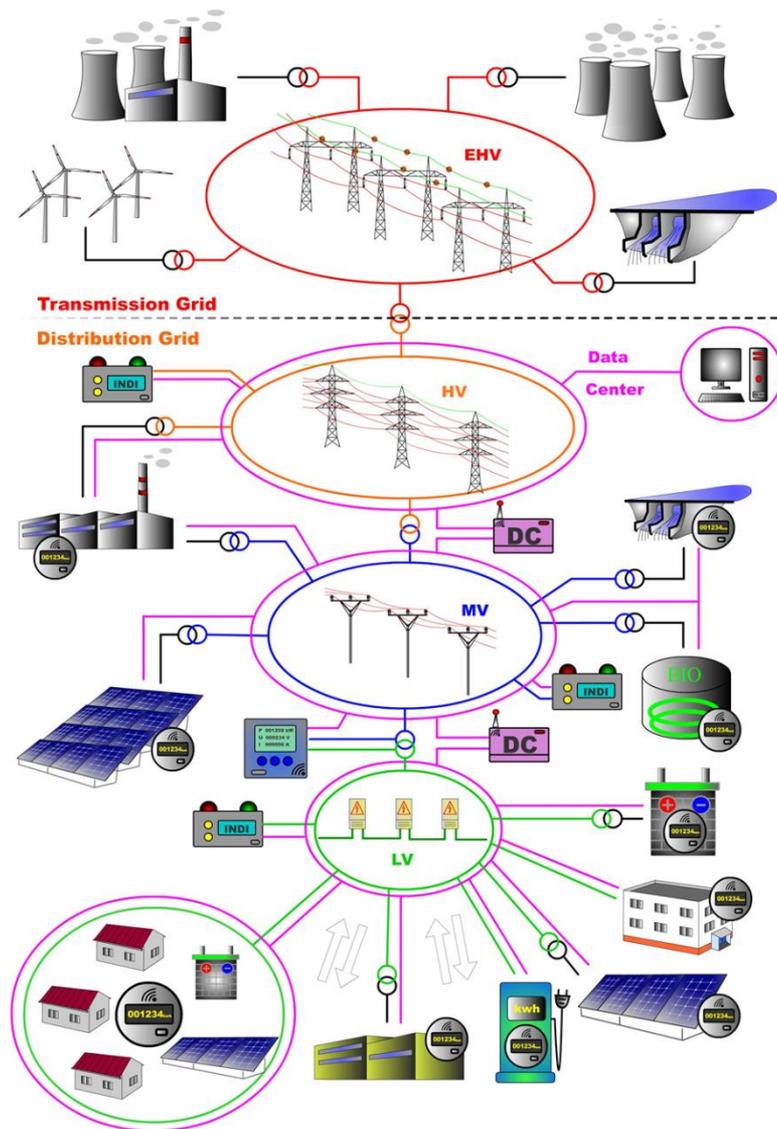


Úkoly pro  
LED svítid...



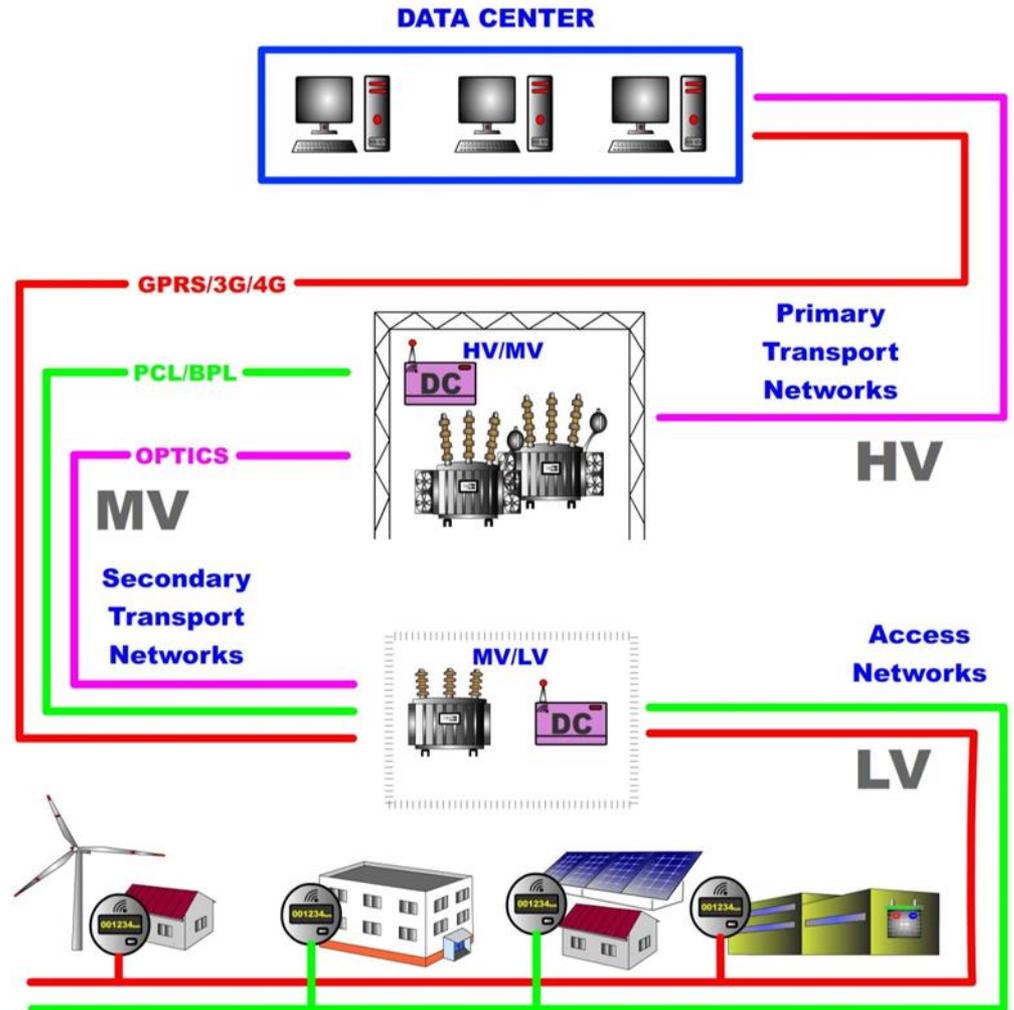
# Smart Metering v České republice

# ARCHITEKTURA SÍTĚ SMART GRID



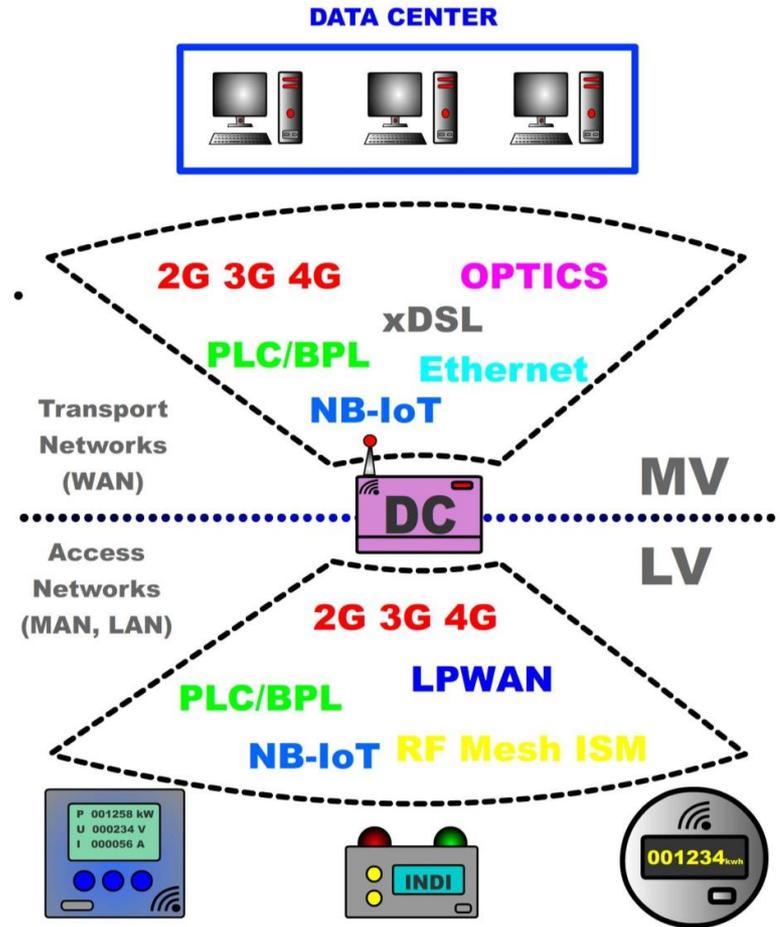
# Smart Metering v ČR

- 2020 – národní legislativa
- 2023 – realizace výběrových řízení, příprava technologie
- 2023 – 2026 = 80% pokrytí spotřeby (dnes 70% pokryto = A+B)
- 2026 – 2035 plošné pokrytí



# KOMUNIKAČNÍ INFRASTRUKTURA

- Základním předpokladem je existence komunikační vazby na páteřní komunikační systém distribučního systému.
- Komunikační infrastruktura je rozdělena do síťových segmentů WAN, MAN a LAN. Těmto segmentům následně odpovídají i použité technologie pro komunikaci a přenos dat.



# Kategorizace zákazníků dle vyhlášky č. 541/2005 Sb.

Pro účely organizace trhu s elektřinou se zákazníci dělí do následujících kategorií:

- **A** – odběratel s napětím mezi fázemi vyšším než 52 kV
- **B** – odběratel s napětím mezi fázemi od 1 kV do 52 kV
- **C** – odběratel, který není odběratelem kategorie A, B a D.
- **D** – fyzická osoba, jejíž odběrné místo je připojeno k distribuční soustavě s napětím mezi fázemi do 1 kV včetně (nn) a která odebírá elektřinu k uspokojování její osobní potřeby související s bydlením nebo osobních potřeb členů její domácnosti; **za odběratele se považuje i fyzická nebo právnická osoba v rozsahu odběru elektřiny pouze pro potřeby správy a provozu společných částí domu sloužících pouze pro společné užívání vlastníkům nebo uživatelům bytů.**



# Rozdělení elektroměrů

Analogové -mechanický (indukční)

Elektronické

- číselníkové
- displejové

Podle počtu fází:

- Jednofázové
- Třífázové

Podle sazeb:

- Jednosazbové
- Dvojsazbové



# Rozdělení elektroměrů

Podle velikosti proudu:

Na **přímé měření** - měřený proud i napětí protéká přímo přes elektroměr (používá se u měření NN do 80 A)

Na **polopřímé měření** - napětí je měřeno přímo elektroměrem, ale proud je měřen přes měřicí transformátory proudu (používá se u měření NN nad 80 A)

Na **nepřímé měření** - napětí i proud je měřen přes měřicí transformátory (používá se u měření VN a VVN)



# Elektroměrové rozvaděče

Plastový elektroměrový rozvaděč pro dvousazbové přímé měření



Elektroměrový rozváděč je vždy v majetku majitele odběrného místa. Připojovací podmínky specifikuje distribuční společnost a jsou souborem požadavků, schémat a dalších podmínek pro provedení, umístění a zapojení měřicích souprav a rozváděčů u odběratelů připojených z distribuční sítě.

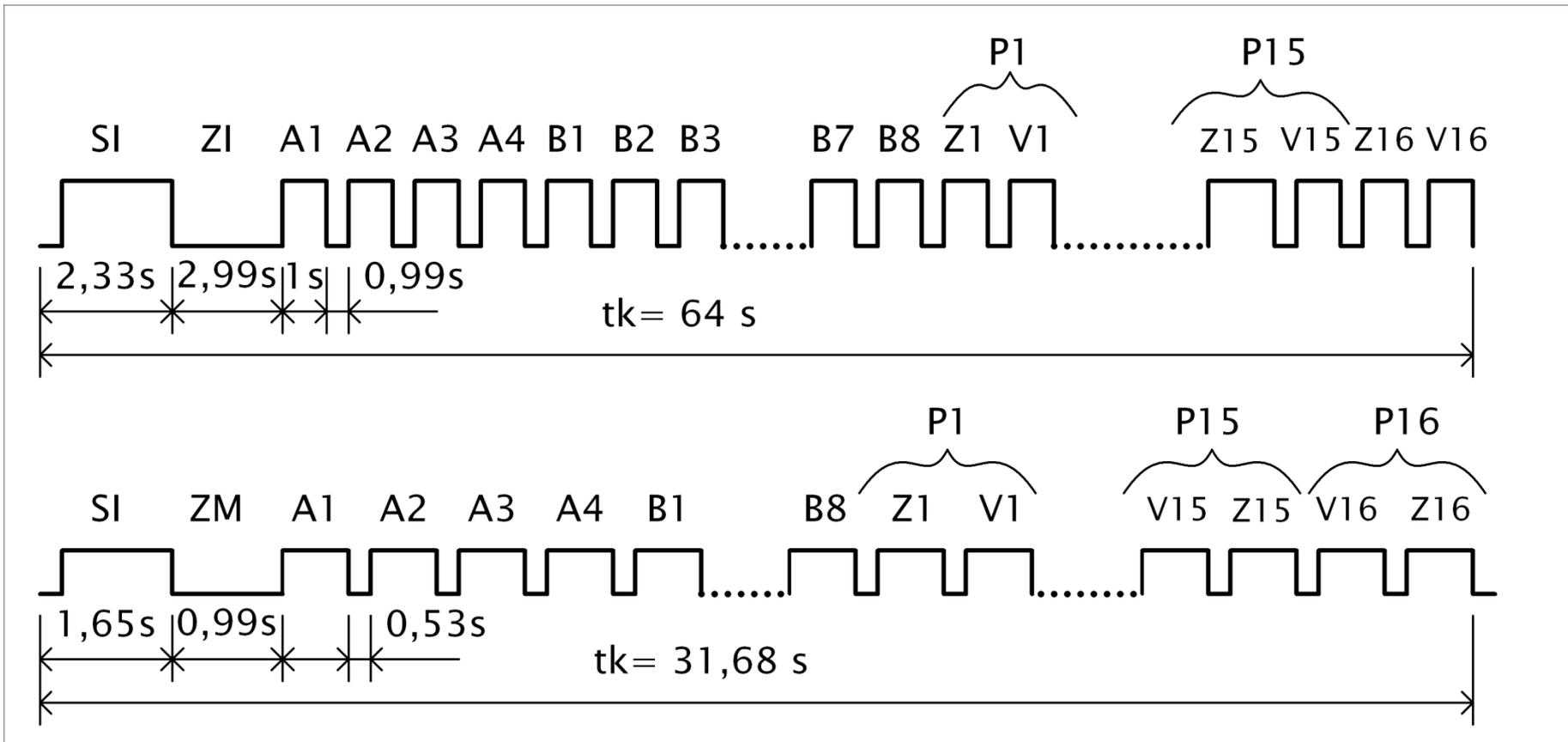
# HDO – hromadné dálkové ovládání

Přijímač HDO FMX-519  
(216,66 Hz)



# HDO – hromadné dálkové ovládání

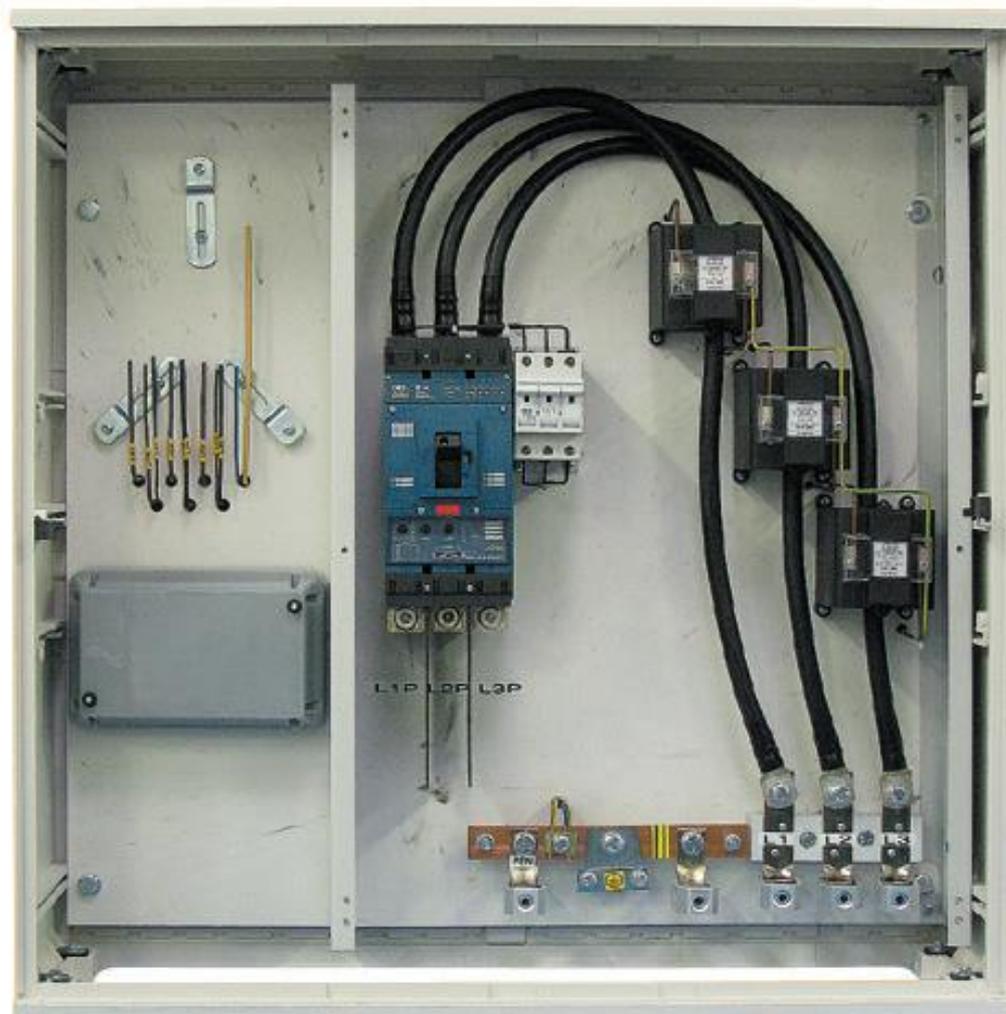
## Vysílací tónovací signál HDO



# Rozváděč pro nepřímé měření



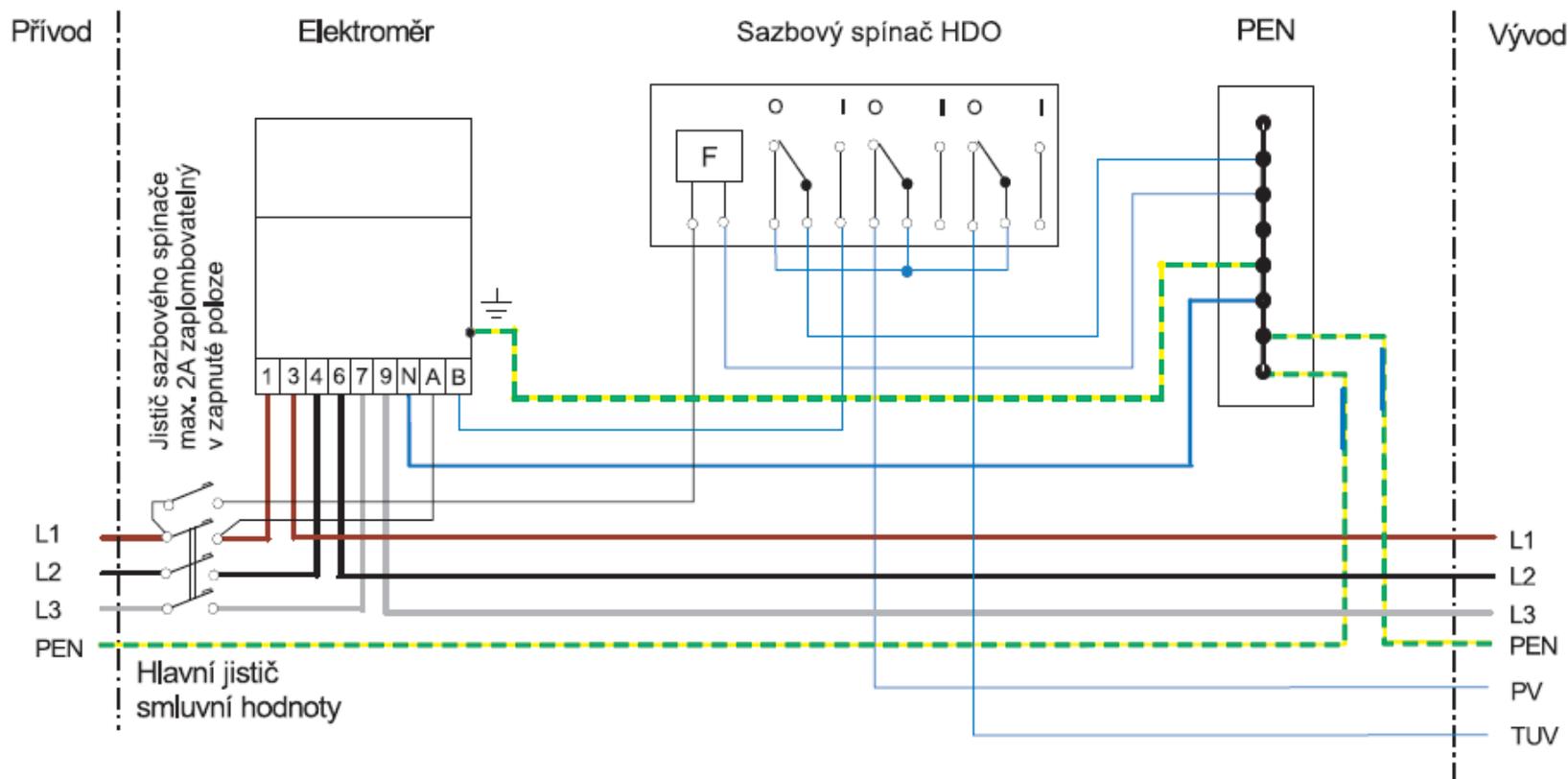
- bez elektroměru  
NR 111 / NVD 7  
(ESTA)



# Schéma

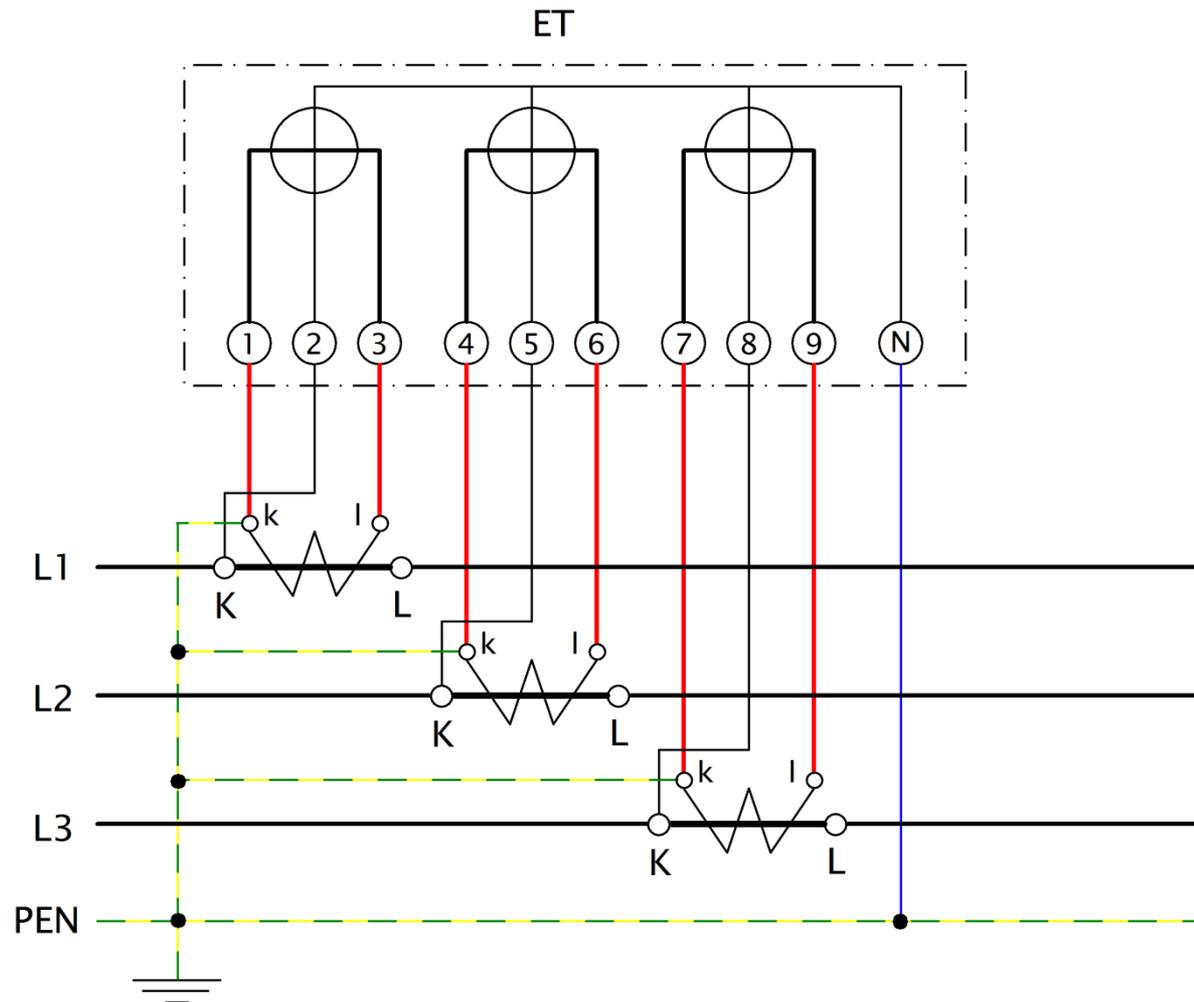
- Zapojení měření s třífáz. dvousazbovým el. měrem a třípovel. přijímačem HDO pro blokování PV a ohřivačů TUV

Požadavky na umístění, provedení a zapojení měřících souprav u zákazníků připojených k elektrické síti nízkého napětí - E.ON Distribuce, a. s.



# Schéma

- Zapojení třífázového elektroměru pro nepřímé měření



# Schéma

- Schéma zapojení nepřímého třífázového měření proudu

nad 80 A

třífázovým

elektroměrem,

spínačem sazby a

svorkovnicí ZPA

Požadavky na umístění,

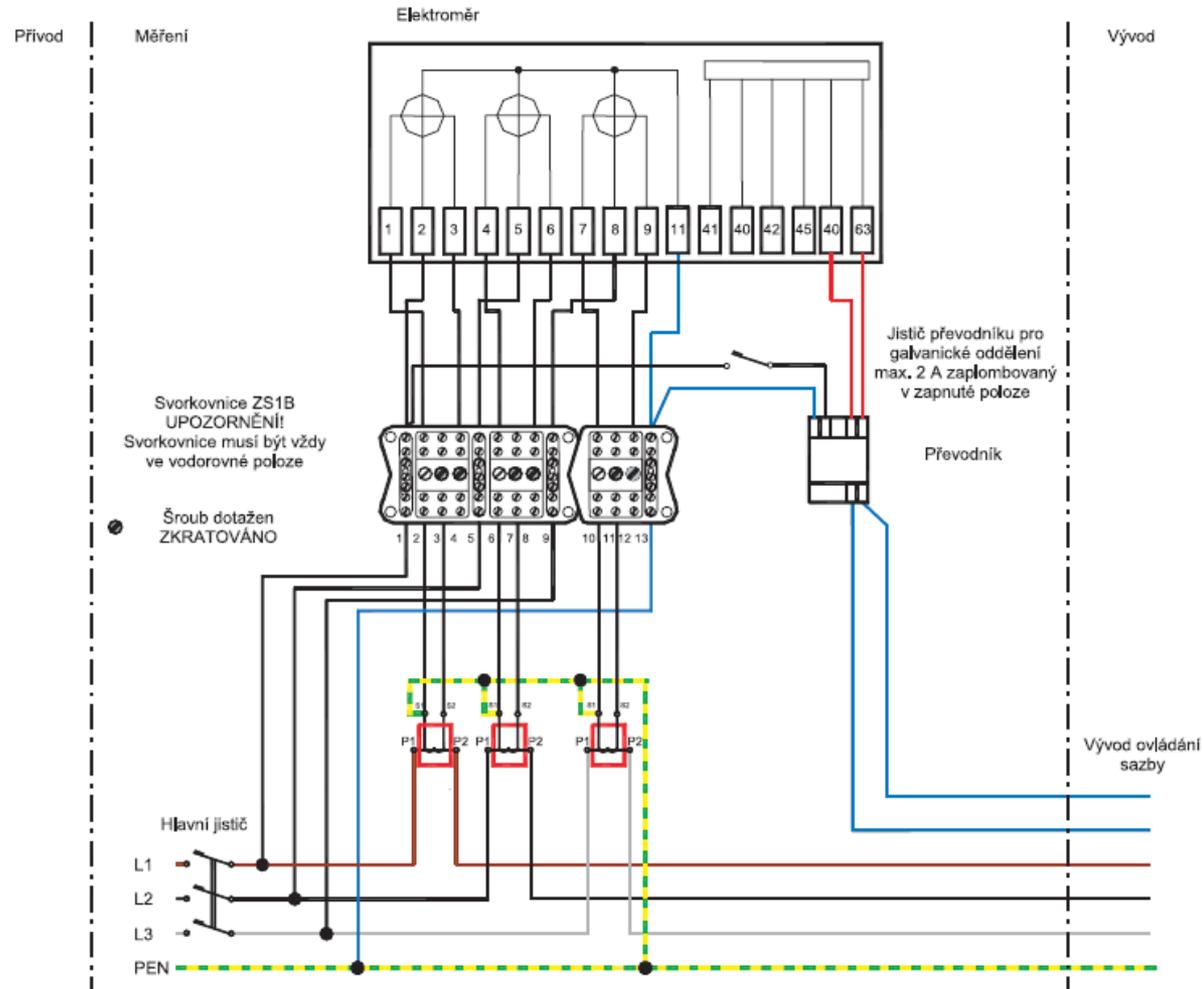
provedení a zapojení

měřících souprav u zákazníků

připojených k elektrické síti

nízkého napětí

- E.ON Distribuce, a. s.



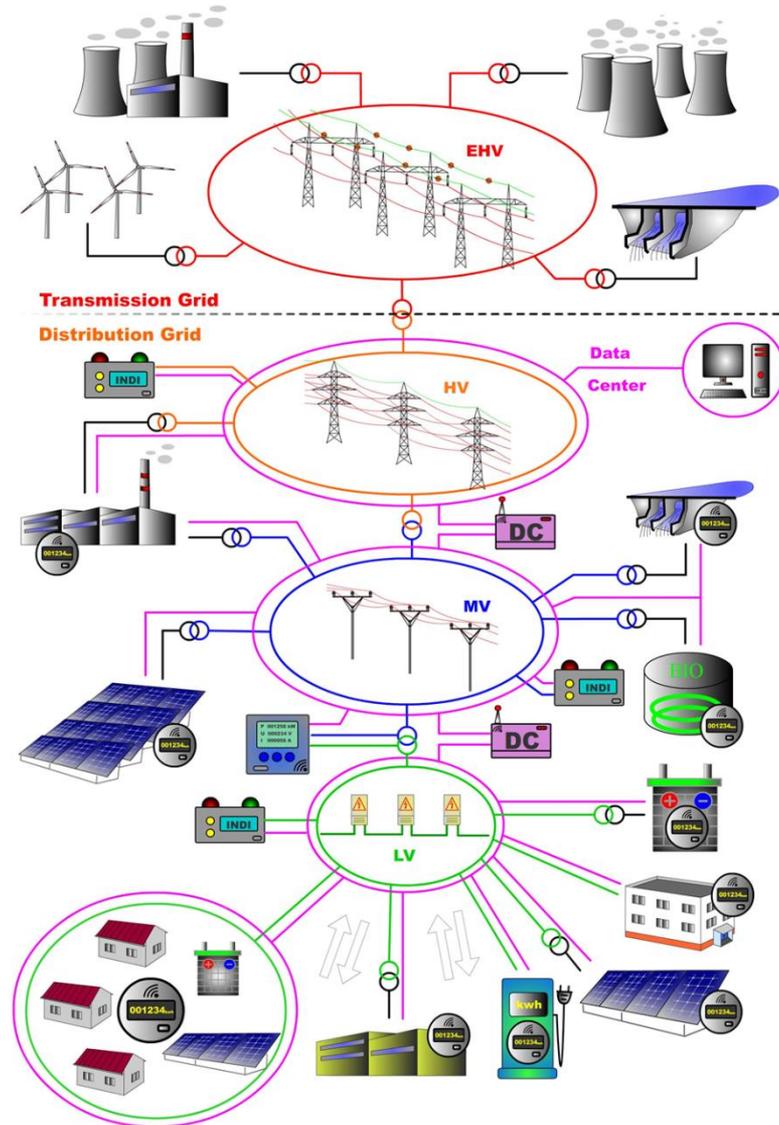
**Děkuji za pozornost**

**Marek Jelínek**



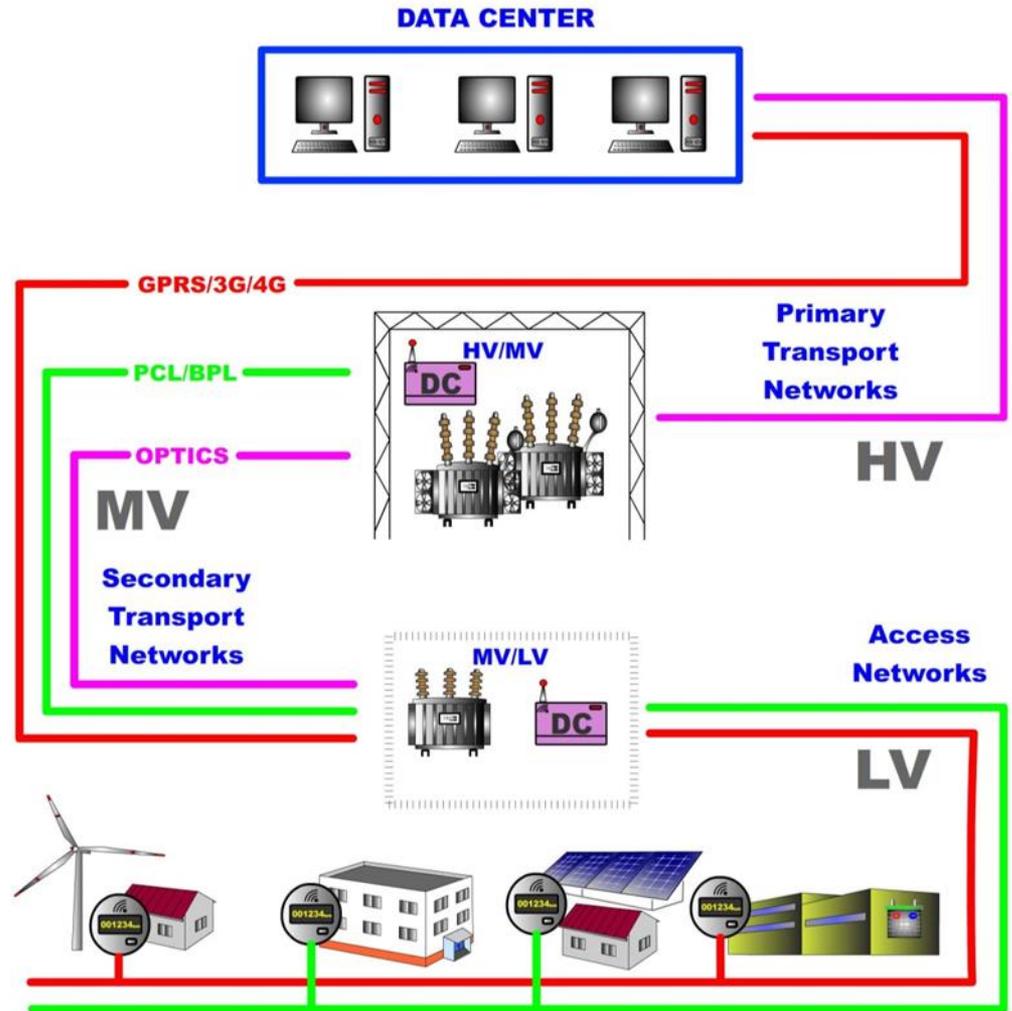
# **Smart Metering in der Tschechischen Republik**

# SMART GRID-ARCHITEKTUR



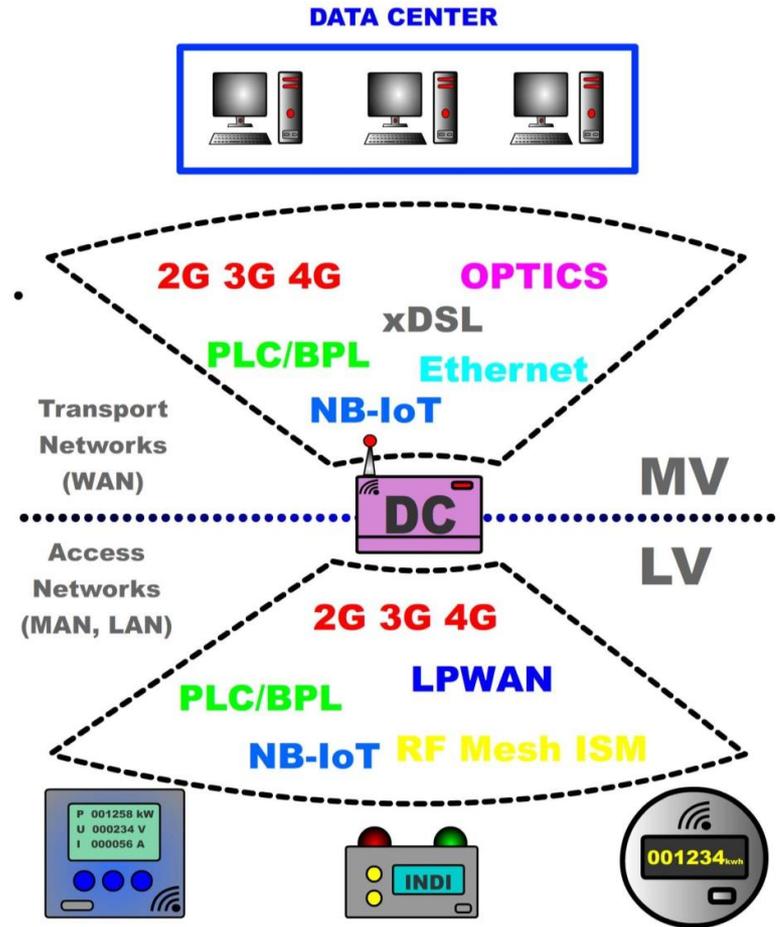
# Smart Metering v ČR

- 2020 - nationale Gesetzgebung
- 2023 - Durchführung von Ausschreibungen, Vorbereitung der Technologie
- 2023 - 2026 = 80% Verbrauchsdeckung (heute 70% Deckung = A + B)
- 100% Deckung 2026 - 2035



# KOMMUNIKATIONSINFRASTRUKTUR

- Grundvoraussetzung ist das Vorhandensein einer Kommunikationsverbindung zum Backbone-Kommunikationssystem des Verteilungssystems.
- Die Kommunikationsinfrastruktur ist in WAN-, MAN- und LAN-Netzwerksegmente unterteilt. In der Folge entsprechen auch die für Kommunikation und Datenübertragung verwendeten Technologien diesen Segmenten.



# Kategorisierung der Kunden gemäß Dekret Nr. 541/2005 Slg.

- Zur Organisation des Strommarktes werden Kunden in folgende Kategorien unterteilt:
- **A** - Kunde mit einer Spannung von Phase zu Phase von mehr als 52 kV
- **B** - Kunde mit einer Spannung von Phase zu Phase von 1 kV bis 52 kV
- **C** - Nicht-A-, B- und D-Abonnent
- **D** - der Kunde, dessen Versorgungsstelle an ein Verteilernetz mit einer Phase-Phase-Spannung von bis zu einschließlich 1 kV (nn) angeschlossen ist und die Strom bezieht, um ihren persönlichen Wohnbedarf oder den persönlichen Bedarf ihrer Haushaltsmitglieder zu decken; **Eine natürliche oder juristische Person im Rahmen des Stromverbrauchs gilt als Kunde nur für die Zwecke der Verwaltung und des Betriebs gemeinsamer Teile des Hauses, die nur zur gemeinsamen Nutzung durch Eigentümer oder Nutzer von Wohnungen dienen.**



# Verteilung von Elektrometern

Analog - mechanisch (induktiv)

Elektronisch

- zahl
- Bildschirm

Nach Anzahl der Phasen:

- Einphasig
- Dreiphasig

Nach Rate:

- Ein Tarif
- zweileitige



# Verteilung von Elektrometern

## Nach aktueller Stromgröße:

- Zur **direkten Messung** - der gemessene Strom- und Spannungsfluss direkt durch das Messgerät (verwendet für LV-Messungen bis 80 A)
- Bei **halbdirekter Messung** - Die Spannung wird direkt vom Messgerät gemessen, der Strom wird jedoch über Strommesswandler gemessen (wird für Niederspannungsmessungen über 80 A verwendet).
- Zur **indirekten Messung** - Spannung und Strom werden über Messwandler gemessen (für HV- und HV-Messungen verwendet)



# Zählerzentralen

- Kunststoffzählerschrank für zweileitige Direktmessung



Der Stromzähler befindet sich immer im Besitz des Eigentümers der Versorgungsstelle. Die Anschlussbedingungen spezifizieren die Vertriebsgesellschaft und sind eine Reihe von Anforderungen, Diagrammen und anderen Bedingungen für die Ausführung, Platzierung und den Anschluss von Messkits und Schalttafeln bei den Kunden, die aus dem Vertriebsnetz angeschlossen sind.

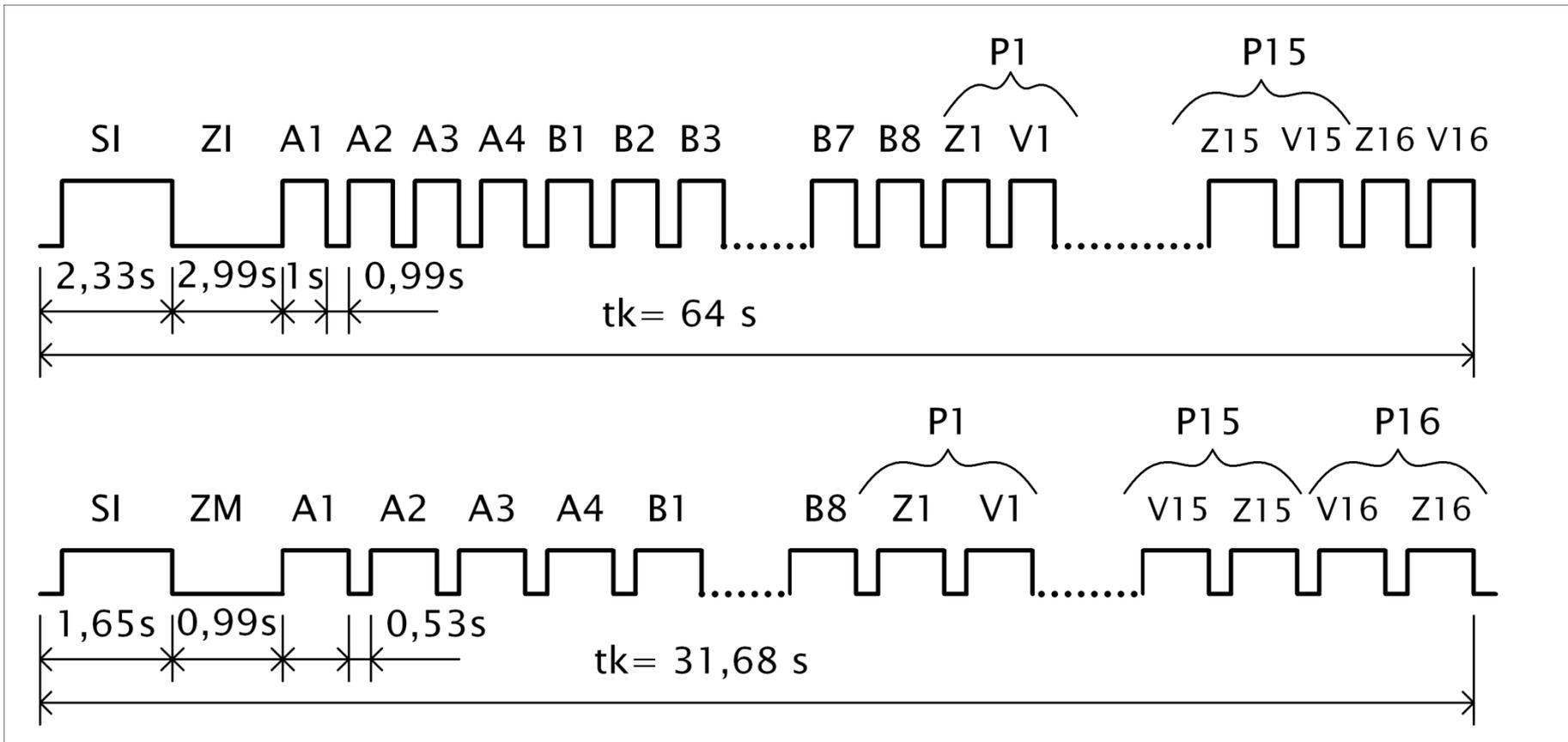
# HDO – Massenfernbedienung

FMO Empfänger FMX-  
519  
(216,66 Hz)



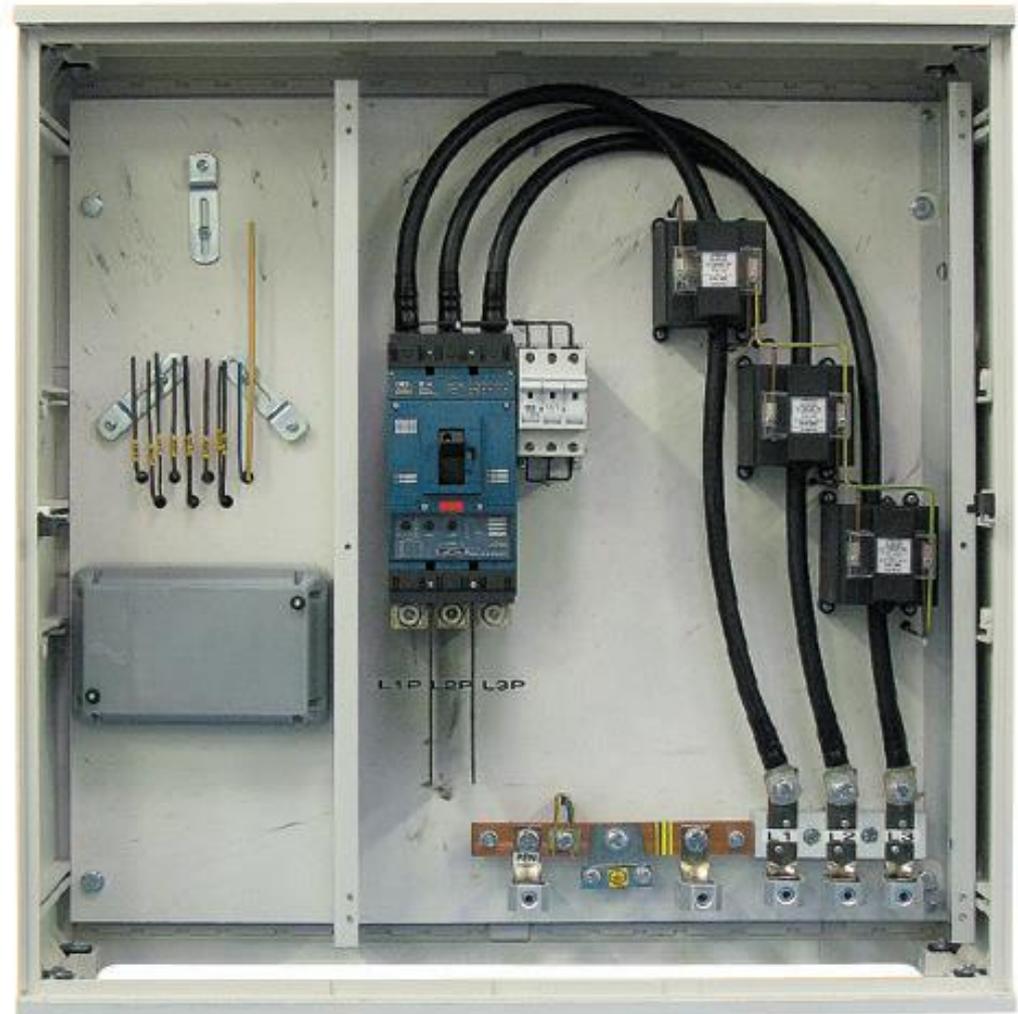
# HDO – Massenfernbedienung

- Broadcast-Farbtonsignal HDO



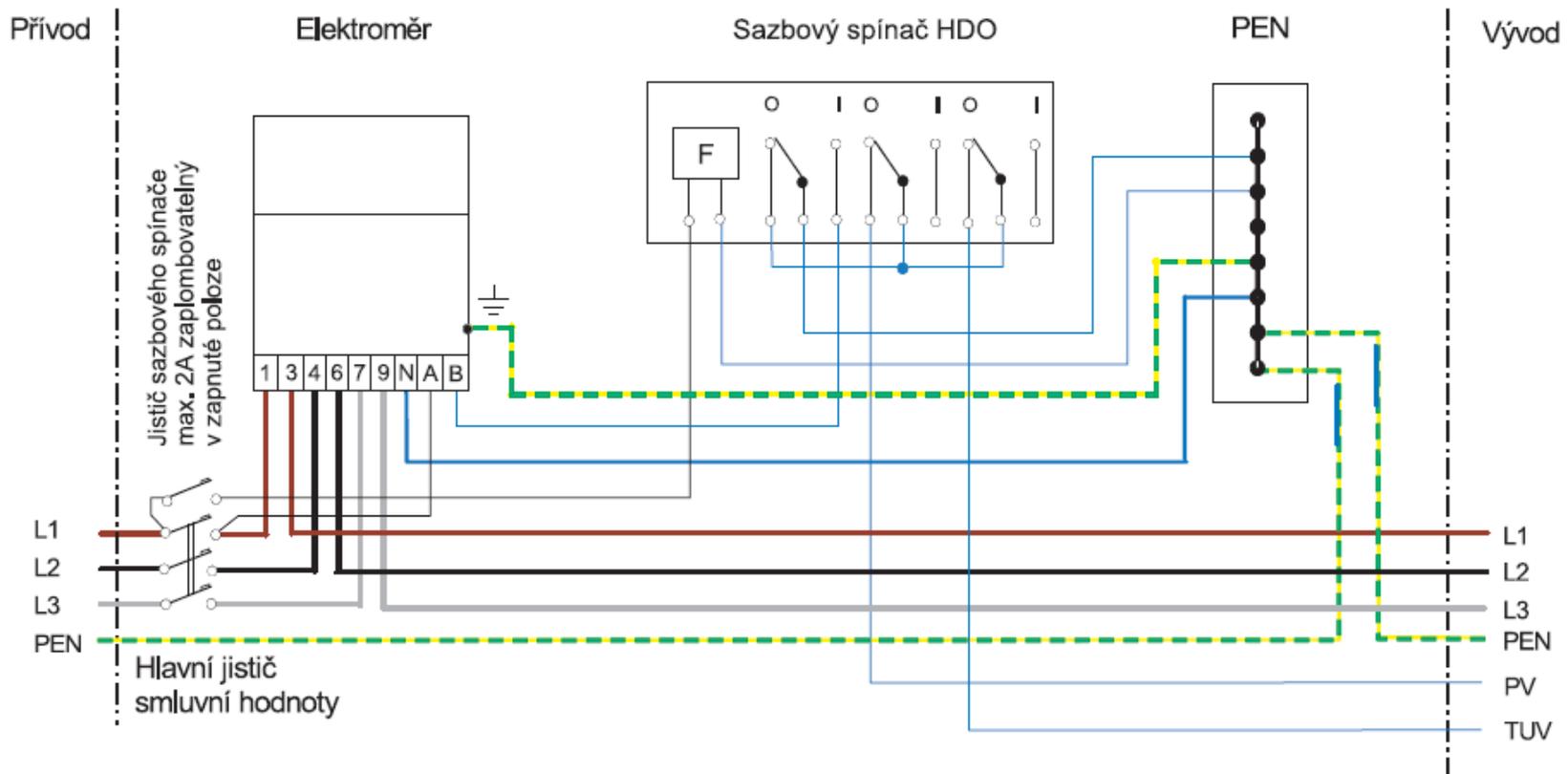
# Schaltanlage zur indirekten Messung

- ohne Stromzähler  
NR 111 / NVD 7  
(ESTA)



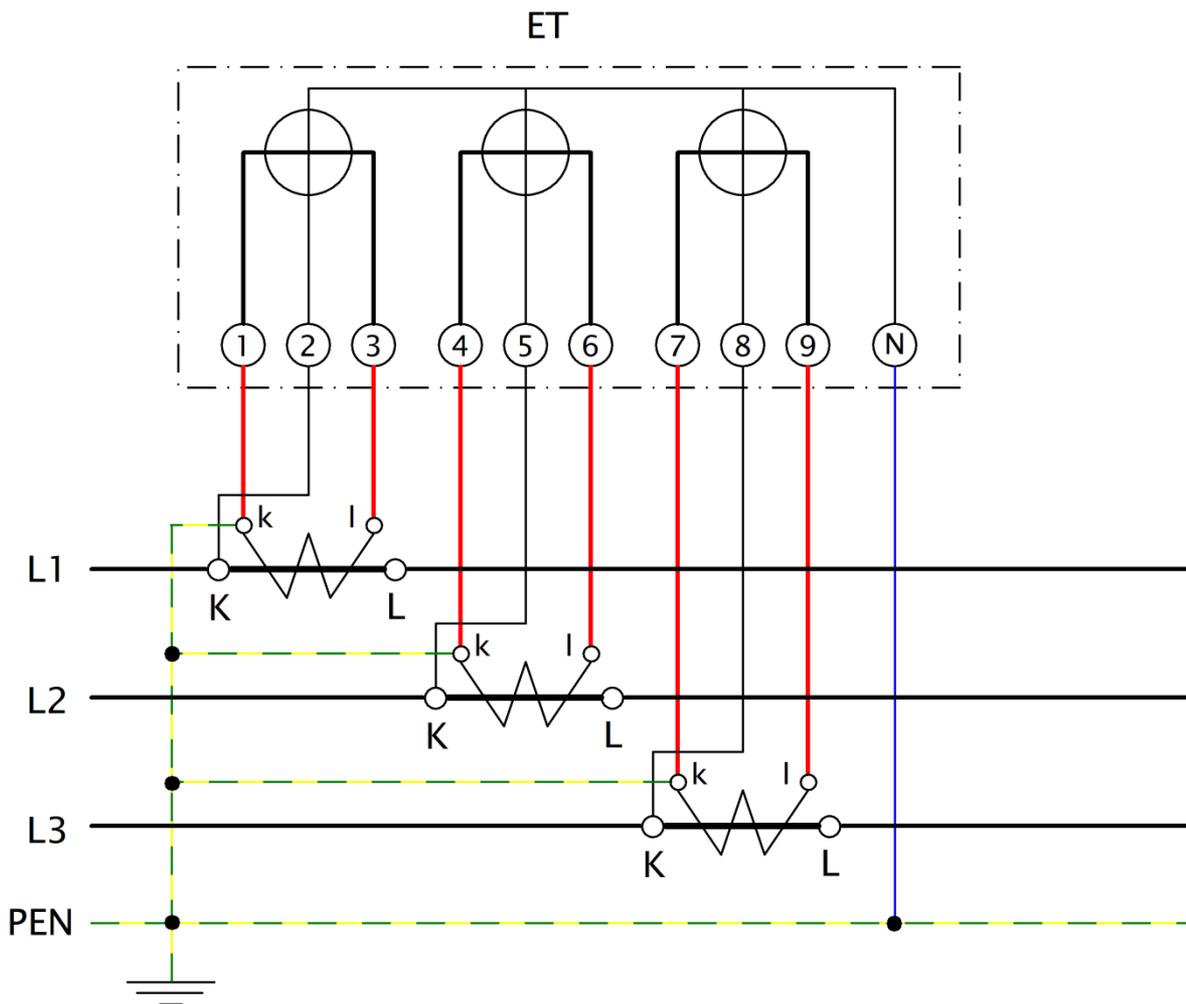
# Schema

- Messanschluss mit dreiphasigem Zweistufenzähler und dreikanaligem HDO-Empfänger für PV-Sperr- und Trinkwassererwärmer
- Anforderungen an den Standort, die Ausführung und die Einbindung von Messkits für verbundene Kunden im Niederspannungsnetz - E.ON Distribuce, a.s.



# Schema

- Drehstromzähleranschluss für indirekte Messung



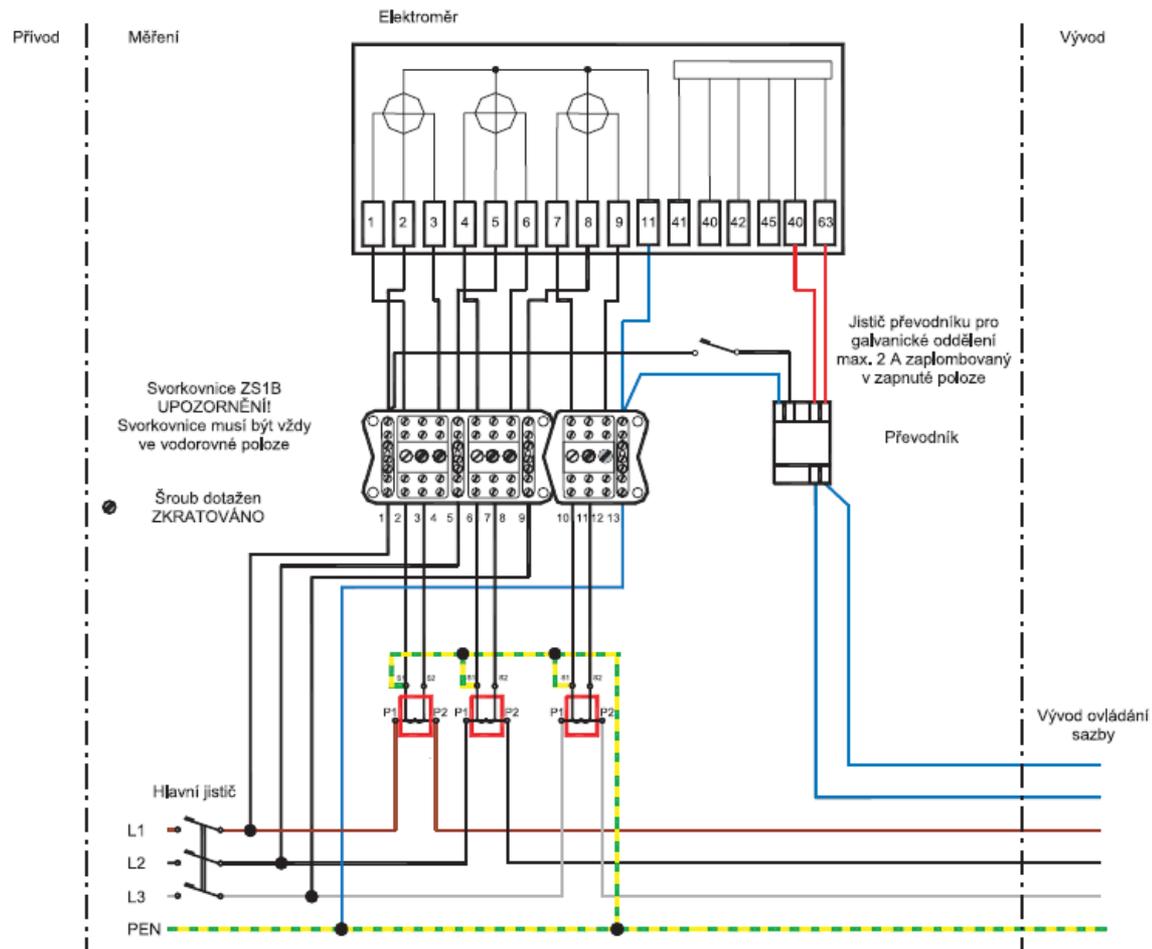
# Schema

- Schaltplan für indirekte Drehstrommessung über 80 A

dreiphasig  
Stromzähler  
Ratenschalter a  
ZPA-Klemmenblock

Platzierungsvoraussetzungen  
Design und Verkabelung  
Messkits für Kunden  
an das Stromnetz  
angeschlossen  
Niederspannung

- E.ON Distribuce, a.s.



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit

Marek Jelínek



# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice

LEDs **S**hine **S**mart for **E**ducation and  
**E**nvironment in **Sokolnice**

Jiří Ševčík

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- V areálu SŠEE Sokolnice došlo k výměně svítidel veřejného osvětlení.
- K výměně došlo z důvodu úspory elektrické energie a z důvodů využití nových svítidel ke vzdělávání studentů na naší škole ve výukových programech LED osvětlení.

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Staré osvětlení



Č.	Typ svítidla	Světelný tok	Teplota (k)	Příkon	Počet kusů
1	Sodíková výbojka	6600 lm	2000	70 W	15
2	Rtuťová výbojka	6300 lm	4200	125 W	2
3	Sodíková výbojka	55800 lm	2000	400 W	2
<b>Celkem</b>					19

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Nové výukové inteligentní osvětlení



# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



Č.	Typ svítidla	Optika	Počet LED	Světelný tok	Teplota (k)	Příkon AV	Počet kusů
1	DigiStreet Micro	DN10	20 LED	2700 lm	2200	23,8 W	1
2	DigiStreet Micro	DN10	20 LED	2800 lm	1000	32,2 W	1
3	DigiStreet Micro	DN10	20 LED	4000 lm	2000	26,2 W	1
4	DigiStreet Micro	DW50	20 LED	4500 lm	2700	35,3 W	1
5	DigiStreet Micro	DW50	20 LED	4500 lm	3000	32,1 W	1
6	DigiStreet Mini	DW50	30 LED	8000 lm	5700	53,0 W	1
7	DigiStreet Mini	DW50	30 LED	8000 lm	4000	53,0 W	1
8	UniStreet Mini Gen2	DW50	30 LED	7000 lm	3000	60,7 W	1
9	UniStreet Micro Gen2	DW50	20 LED	4500 lm	3000	38,5 W	5
10	UniStreet Micro Gen2	DN09	10 LED	2000 lm	3000	17,0 W	2
11	Luma Micro Gen2	DN50	20 LED	3500 lm	3000	22,2 W	1
12	Luma Mini Gen2	DW50	30 LED	7000 lm	3000	44,8 W	2
Celkem							18

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



Vypočítaná úspora oproti původnímu zastaralému a předimenzovanému výbojkovému osvětlení činí **70 %**. V případě využití všech optimalizačních možností pak až **80 %** - nastavení výkonu svítidla



# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



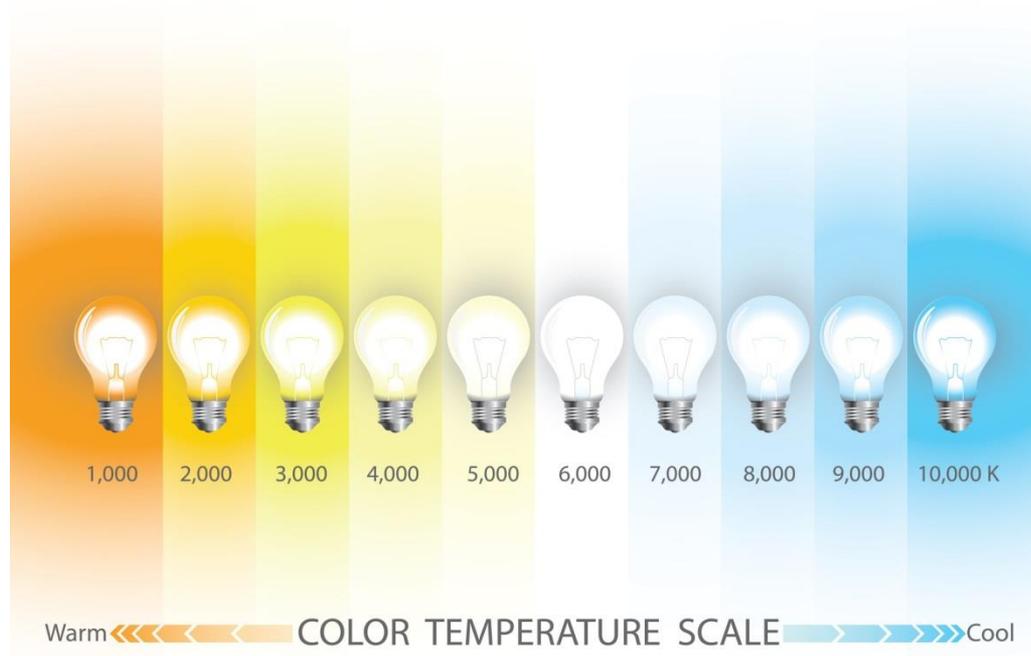
- EasyAir
  - nastavení pomocí GPS
  - nastavení výkonu svítidla
  - úprava regulace
  - nastavení pomocí aplikace



# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Umožňuje optimalizovat svícení s ohledem na různé režimy školy, umístění světel, okolní přírodu i výukové účely
- Instalace svítidel 5700 K až 1000 K



# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Teoretická část:
  1. Teoretický výukový modul (blok), ve kterém budou účastníci seznámeni s novou LED osvětlovací technikou, jejím využitím, snížením energetické náročnosti a zásadami návrhu LED osvětlovací soustavy

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Teoretická část:
  2. Teoretický výukový modul (blok), zaměřený na environmentální dopady
    - snížení spotřeby elektrické energie
    - snížení světelného smogu
    - vliv modré složky světla na životní prostředí
    - možnosti využití barevného spektra

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Praktická část:
  1. Praktický výukový modul (blok)
    - seznámení s konstrukcí svítidla, jednotlivými komponenty a volitelnými prvky (pohybové čidlo apod.)
    - zapojení svítidla včetně jištění

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Praktická část:
  2. Praktický výukový modul (blok)
    - seznámení s řídicími systémy osvětlení a způsoby komunikace se svítidly
    - nastavení zvoleného režimu osvětlení v závislosti na potřebách intenzity osvětlení v průběhu celého dne

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Praktická část:
  2. Praktický výukový modul (blok)
    - nastavení zvoleného režimu osvětlení pro jednotlivé dny
    - výpočet úspory elektrické energie v závislosti na nastaveném režimu

# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice



- Praktická část:
  3. Praktický výukový modul (blok)
    - rozlišování barev v závislosti na chromatičnosti jednotlivých svítidel
    - vliv na čitelnost textu v mobilu a tabletu
    - vliv na čitelnost psaného textu a rozpoznání tištěných barev



# Veřejné osvětlení SŠEE Sokolnice

Děkuji za pozornost



# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice

LEDs **S**hine **S**mart for **E**ducation and  
**E**nvironment in **Sokolnice**

Jiří Ševčík

# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



- Im Areal der Berufsschule trat Sokolnice auf öffentliche Beleuchtungskörper zu ersetzen.
- Der Austausch fand statt, um Strom zu sparen und neue Leuchten zu verwenden, um die Schüler unserer Schule in LED-Beleuchtungs-Tutorials zu unterrichten.

# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



- Alte Straßenlaternen



Č.	Lampenart	Lichtjahr	Temperatur (k)	Leistungsaufnahme	Stückzahl
1	Natriumdampflampe	6600 lm	2000	70 W	15
2	Quecksilberlampe	6300 lm	4200	125 W	2
3	Natriumdampflampe	55800 lm	2000	400 W	2
<b>Summe</b>					19

# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



- Intelligente Beleuchtung für Bildungszwecke



# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



Nr.	Lampenart	Optik	Anzahl der LEDs	Lichtjahr	Temperatur (k)	Leistungsaufnahme AV	Stückzahl
1	DigiStreet Micro	DN10	20 LED	2700 lm	2200	23,8 W	1
2	DigiStreet Micro	DN10	20 LED	2800 lm	1000	32,2 W	1
3	DigiStreet Micro	DN10	20 LED	4000 lm	2000	26,2 W	1
4	DigiStreet Micro	DW50	20 LED	4500 lm	2700	35,3 W	1
5	DigiStreet Micro	DW50	20 LED	4500 lm	3000	32,1 W	1
6	DigiStreet Mini	DW50	30 LED	8000 lm	5700	53,0 W	1
7	DigiStreet Mini	DW50	30 LED	8000 lm	4000	53,0 W	1
8	UniStreet Mini Gen2	DW50	30 LED	7000 lm	3000	60,7 W	1
9	UniStreet Micro Gen2	DW50	20 LED	4500 lm	3000	38,5 W	5
10	UniStreet Micro Gen2	DN09	10 LED	2000 lm	3000	17,0 W	2
11	Luma Micro Gen2	DN50	20 LED	3500 lm	3000	22,2 W	1
12	Luma Mini Gen2	DW50	30 LED	7000 lm	3000	44,8 W	2
Summe							18

# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



Die berechneten Einsparungen gegenüber der alten veralteten und übergroßen Entladungsbeleuchtung betragen 70%. Bei Verwendung aller Optimierungsoptionen bis zu 80% - Einstellung der Leuchtenleistung



# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



- EasyAir
  - GPS-Einstellungen
  - Einstellung der Leuchtenleistung
  - Regelungseinstellung
  - Einstellungen mit der Anwendung

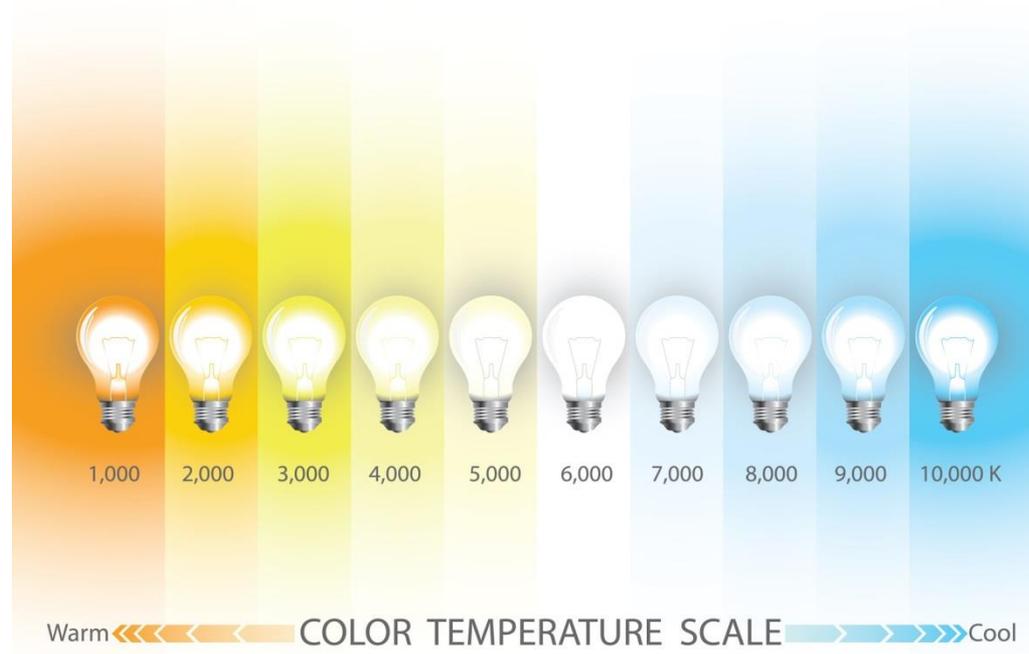


# Straßenbeleuchtung SŠEE

## Sokolnice



- Es ermöglicht die Optimierung der Beleuchtung in Bezug auf verschiedene Schulmodi, Lichtort, umgebende Natur und Bildungszwecke
- Installation von 5700 K bis 1000 K Leuchten



# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



- Theoretischer Teil:
  1. Theoretisches Lehrmodul (Block),  
in denen die Teilnehmer bekannt gemacht werden mit der neuen LED-  
Beleuchtungstechnologie, Verwendung,  
Reduzierung des Energieverbrauchs und der  
Gestaltungsprinzipien von LED-  
Beleuchtungssystemen

# Straßenbeleuchtung SŠEE

## Sokolnice



- Theoretischer Teil:
  2. Theoretisches Bildungsmodul (Block),  
konzentriert sich auf Umweltauswirkungen
    - Reduzierung von Stromverbrauch
    - Reduzierung von leichtem Smog
    - die Umweltauswirkungen der  
Blaulichtkomponente
      - die Möglichkeiten des Farbspektrums

# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



- Praktischer Teil:
  1. Praktisches Lernmodul (Block)
    - Kenntnis des Leuchtendesigns, einzelner Komponenten und optionaler Elemente (Bewegungssensor usw.)
    - Verkabelung einschließlich Befestigung

# Straßenbeleuchtung SŠEE

## Sokolnice



- Praktischer Teil:
  2. Praktikumsmodul (Block)
    - Einweisung in Lichtsteuersysteme und Kommunikationswege mit Leuchten
    - Einstellen des ausgewählten Beleuchtungsmodus in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke während des Tages

# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



- Praktischer Teil:
  2. Praktikumsmodul (Block)
    - Einstellen des ausgewählten Beleuchtungsmodus für jeden Tag
    - Berechnung der Energieeinsparung in Abhängigkeit vom eingestellten Modus

# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice



- Praktischer Teil:
  - 3. Praktikumsmodul (Block)
    - Farbdifferenzierung je nach Farbart der einzelnen Leuchten
    - Auswirkung auf die Lesbarkeit von Text in Mobilgeräten und Tablets
    - Auswirkungen auf die Lesbarkeit der Handschrifterkennung und Druckfarben



# Straßenbeleuchtung SŠEE Sokolnice

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

# Smart Metering

## Basisinformationen zum Thema Elektrozähler

### Intelligente Verbrauchsmessung (Smart Metering)

Die Motivation für die Einführung von SG ist die Verbindung zwischen dem neuen Konzept der intelligenten Netze und den Rechtsvorschriften und Maßnahmen der EU. Smart Metering-Systeme sollen bis spätestens 2020 zu 80% der Entnahmestellen europaweit flächendeckend eingesetzt werden.

**Ein normaler Stromzähler** misst kontinuierlich den Stromverbrauch an der Versorgungsstelle und speichert die Daten in einem sogenannten Register. Das Register wird einmal jährlich von einem Vertriebsmitarbeiter gelesen, die Daten werden in das Kundensystem übertragen und die Rechnung wird entsprechend verarbeitet. Es können keine Daten über den Verlauf des Stromverbrauchs während des Tages oder der Woche abgerufen werden, und Kunden, die die Niedrignachfragekategorie verwenden, verwenden zum Zwecke der Netzplanung und -verwaltung statistische Methoden, die sogenannten Versorgungsdiagrammtypen. Dieser „blöde“ Gerätetyp kann jedoch nicht als ausreichend angesehen werden, um das SG-Konzept effektiv umzusetzen.

### Vorteile der intelligenten Verbrauchsmessung gegenüber herkömmlichen Stromzählern

- Möglichkeit der Fernabnahme von der Versorgungsstelle
- Preistarifverwaltung
- Maximale Eingangsleistungseinstellung
- Den gebuchten Stromverbrauch minimieren (für problematische Entnahmestellen)
- Änderung der reservierten Kapazität
- Wir können die Kapazität des Netzwerks aus der Ferne reduzieren und so den bevorstehenden Ausfall des elektrischen Systems verhindern
- Betriebs und Geschäftsinformationen (Herunterfahren, Ratenänderung usw.) können an ein externes Display gesendet werden
- Zeichnet Angriffe wie mechanische Störungen im Stromzähler oder Magnetfelder auf

### Defitionen

**AMR - Automated Meter Reading** ist das Basissystem, das als echte SG-Komponente betrachtet werden kann. Diese Technologie sendet Daten vom Kunden zur weiteren Verarbeitung an das Rechenzentrum. Es ist nur eine Echtzeit-Fernablesung, dh Einwegkommunikation und effektives Lesen.

**AMM - Automated Meter Management** gilt als ein moderner Nachfolger des AMR-Systems mit bidirektionaler Kommunikation. AMM kann bereits Informationen senden und empfangen. Dieses Messsystem eröffnet neue Möglichkeiten im Bereich der Messdaten und in der Verwaltung der Abnahmestelle. Es misst auch den Verbrauch kontinuierlich, speichert jedoch alle 15 Minuten Daten in seinem Speicher. Außerdem kann es die Versorgungsqualität auswerten und aufzeichnen, dh

Überspannung, Unterspannung, Abweichung von der gewünschten Frequenz und andere Werte. Die Abkürzung AMM in der Tschechischen Republik steht für intelligente Verbrauchsmessung.

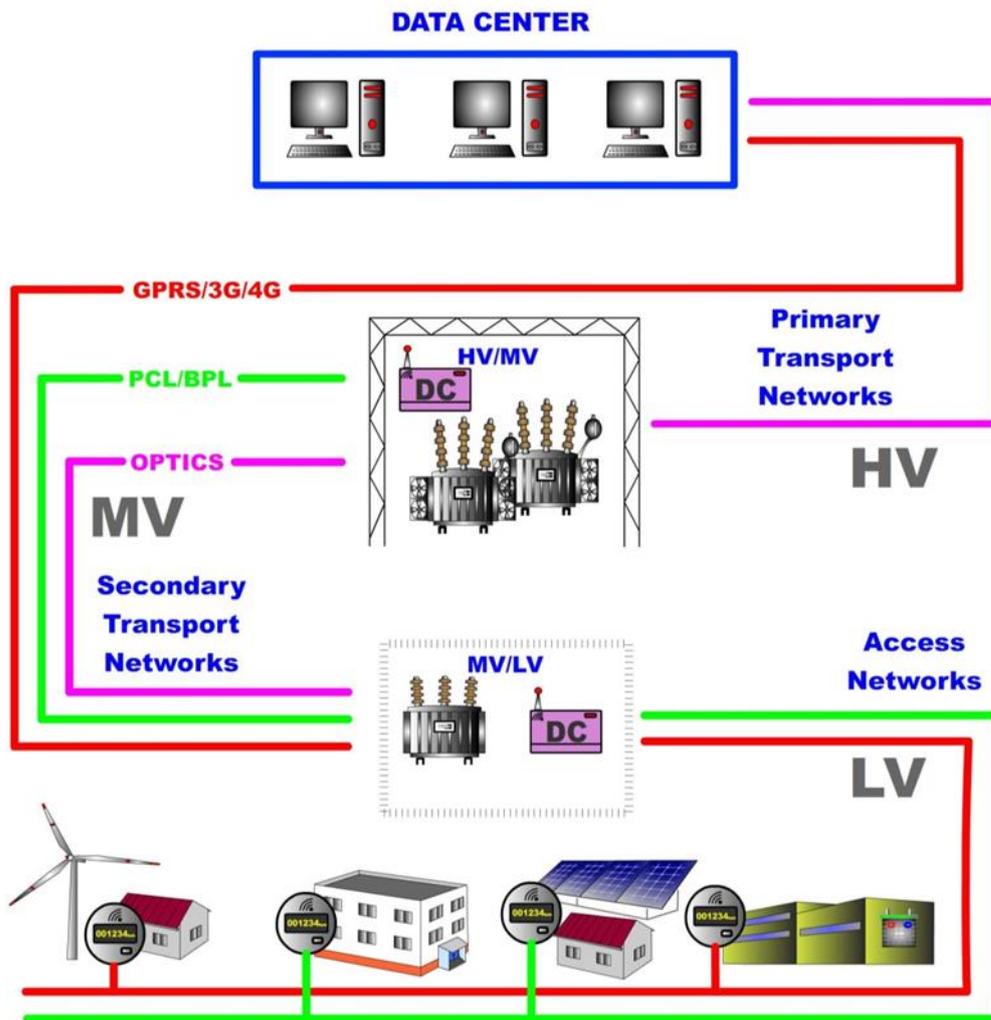
Die neueste Generation der intelligenten Verbrauchsmessung ist die AMI - Automated Metering Infrastructure. Eine Änderung gegenüber dem AMM-System betrifft die Steuerung einiger Geräte auf der Grundlage der Auswertung der empfangenen und gesendeten Daten. Gleichzeitig wird der Datenverkehr besser unterstützt, und dieses System legt mehr Wert darauf, die gesamte Infrastruktur vor Angriffen zu schützen.

## Aufbau des Netzes

Von intelligenten Messgeräten wird in Zukunft eine Datenübertragung über PLC / BPL oder GPRS und andere Technologien erwartet.

Die Verwendung von SPS / BLP ist durch bestimmte Grenzwerte begrenzt. In Bezug auf die Anwendung kann unterschieden werden zwischen Innensystemen (In-Door) für die Verbindung innerhalb von Wohnungen und Häusern und Außensystemen (Out-Door) für die Verbindung von Standorten (z. B. Verbindung von intelligenten Zählern mit dem Umspannwerk).

Bei einer großen Anzahl von Stromzählern in einem bestimmten Gebiet ist es ratsam, die Datenerfassung hierarchisch zu lösen, indem zuerst Daten an Konzentratoren und dann an die Zentrale übertragen werden. Powerline-Kommunikation wird häufig verwendet, um Daten von Zählern zur Zentrale zu sammeln. Wenn ein Mobilfunknetz auf einer höheren Ebene verwendet wird, werden die Anzahl der Endgeräte und die Datenmenge erheblich reduziert



Schema der aktuellen AMM-Datenübertragung in der Tschechischen Republik

## Komponenten

Der Grundbaustein der AMM-Technologie sind intelligente Messgeräte, die neben Messfunktionen auch Funktionen der Regelung und Funktionalität des Datenübertragungssystems kombinieren.

### Datenzentrum

Der zentrale Ort eines intelligenten Messsystems sind ein oder mehrere Rechenzentren. Das Rechenzentrum ist eine leistungsstarke Sammlung großer Datenmengen, die in Echtzeit gelesen werden. Es dient zur Speicherung von Messwerten und als Datenquelle für andere angeschlossene Module. Behält vollständige historische Aufzeichnungen des bedienten Netzwerks bei. OM-Messwerte werden im Rechenzentrum verwaltet und verarbeitet, und die Datenvalidierung und -aggregation wird durchgeführt.

### *Konzentrator*

Ein Element, das sich normalerweise in einer Verteilertransformatorstation befindet. Der Konzentrator sammelt kontinuierlich Daten von intelligenten Messgeräten, zeichnet deren Zeiten auf und leitet sie regelmäßig an das Rechenzentrum weiter. Abhängig von der Art und den Funktionen des Terminalelements kann der Konzentrator Befehle zum Ausschalten, Anzeigen einer Meldung auf dem Display und Einschalten der Stromkreise beim Kunden senden.

### *Intelligente Messvorrichtung*

Ein intelligenter Zähler (Stromzähler) ist ein wichtiges Element für die direkte Kommunikation zwischen Energieversorger und Verbraucher.

### *Trennschalter*

Das intelligente Messgerät ist mit einem Schaltelement ausgestattet, das eine vollständige Trennung des kundenseitigen Versorgungspunktes von der 230 / 400V-Spannung gewährleisten kann.

### *Begrenzer*

AMM-Softwarefunktion, die den Pegel ausgewählter Größen überwacht, z. B. Spannung, Strom, Leistungsaufnahme, Leistungsfaktor usw.

## **Einsatzbereiche und Anwendungen**

Zusammen mit der Installation zentraler Stromquellen zur Erzeugung von Elektrizität und Elektrogeräten wurde es notwendig, ein zuverlässiges System zu entwickeln, das die Übertragung von Elektrizität von der Quelle zu den Geräten sicherstellt. Mit der Weiterentwicklung ergab sich auch die Notwendigkeit einer schrittweisen Vereinheitlichung des Stromübertragungsnetzes - der sogenannten Netze. Der Stromverbrauch in Europa liegt bei ca. 5400 kWh pro Kopf.

## **Realisierte Projekte**

### **Zukunftsvisionen**

Der Aufbau intelligenter Netze hat zu einer weitgehenden Automatisierung verschiedener Spannungsebenen und zur Schaffung einer Kommunikationsinfrastruktur geführt. Smart Grids sind ein konzeptioneller Bestandteil der SMART-Technologie. Darüber hinaus ist die Umsetzung des Smart-Grids-Konzepts noch nicht eindeutig festgelegt (in den EU-Ländern gibt es im Energiesektor sehr unterschiedliche Bedingungen und einzelne Smart-Grids-Technologien werden in sehr unterschiedlichem Tempo eingesetzt). Allen ist klar, dass dies ohne gemeinsame Anstrengungen, die Entwicklung geeigneter Technologien und die Ausbildung in diesem Bereich nicht möglich sein wird.

## **Lernaufgaben und praktische Aufgaben**

Im Anhang

# Smart Metering

## Základní informace

### Inteligentní měření spotřeby (Smart Metering)

Motivací k zavádění SG je návaznost nové koncepce chytrých sítí na legislativu a opatření EU. Systémy pro dálkový odečet energií, tzv. chytré měření (Smart Metering) se mají v Evropě komplexně zavést nejpozději do roku 2020 na 80 % odběrných míst.

**Běžný elektroměr** průběžně měří spotřebu elektřiny na odběrném místě a data ukládá do tzv. registru. Registr je jednou ročně odečten pracovníkem distributora, data jsou předána do zákaznického systému a podle nich je zpracována faktura. Žádná data o průběhu spotřeby elektřiny během dne nebo týdne nelze získat a pro potřeby plánování a řízení sítě se u zákazníků kategorie malooběr využívají statistické metody, tzv. typové diagramy dodávky. Ovšem tento „hloupý“ typ zařízení nemůžeme považovat za dostatečný pro efektivní zavádění konceptu SG.

### Výhody *INTELIGENTNÍHO MĚŘENÍ SPOTŘEBY* oproti běžným elektroměrům

- možnost dálkového vypnutí odběrného místa,
- řízení cenových tarifů,
- nastavení maximálního vstupního příkonu,
- omezit rezervovaný příkon na minimum (u problematických odběrných míst),
- změna rezervované kapacity,
- můžeme dálkově omezit kapacitu sítě a tím zabránit hrozícímu rozpadu elektrické soustavy,
- na externím zobrazovači lze zasílat provozní a obchodní informace (vypínání, změna sazeb, atd.),
- zaznamenává napadení, například mechanický zásah do elektroměru nebo napadení magnetickým polem.

## Definice

Základním systémem, který lze reálně považovat za komponentu SG je systém **AMR - Automated Meter Reading**. Tato technologie odesílá data od zákazníka do datové centrály, kde se dále zpracovávají. Jedná se tedy jen o dálkové odečty v reálném čase, tedy jednosměrnou komunikaci a efektivní zajištění odečtů

**AMM – Automated Meter Management** je považován za modernějšího nástupce systému AMR s obousměrnou komunikací. AMM již umí informace nejen vysílat ale i přijímat. Tento měřicí systém přináší nové možnosti v rozsahu měřených dat i ve správě odběrného místa. Spotřebu měří také průběžně, avšak data každých 15 minut ukládá do své paměti. Kromě toho umí vyhodnotit a zaznamenat i „kvalitu dodávky“, tedy přepětí, podpětí, odchylky od požadované frekvence a další hodnoty. Zkratka AMM je v ČR synonymem pro inteligentní měření spotřeby.

Nejnovější generací inteligentní měření spotřeby je systém **AMI - automated metering infrastructure**. Změna oproti systému AMM je v řízení některých spotřebičů na základě

vyhodnocení přijatých a odeslaných dat. Současně přichází lepší podpora provozu a tento systém klade větší důraz na zabezpečení celé infrastruktury proti napadení.

## Struktura sítě

Z inteligentních měřicích zařízení je přenos dat předpokládán prostřednictvím PLC/BPL nebo GPRS a v budoucnu i jiné technologie.

Využití PLC/BLP je omezeno určitými limity. Z hlediska aplikace je možno rozlišit vnitřní systémy (In-Door) zajišťující konektivitu uvnitř bytů a domů a venkovní (Out-Door) systémy řešící připojení lokalit (např. připojení chytrých elektroměrů k transformovně).

V případě velkého počtu elektroměrů v dané oblasti je vhodné řešit sběr dat hierarchicky nejprve přenosem dat do koncentrátorů a teprve pak do centrály. Pro sběr dat z elektroměrů do centrály se často využívá komunikace po silnoproudém vedení. Pokud se použije ve vyšší úrovni mobilní síť, značně se omezí počet terminálů i objem dat.

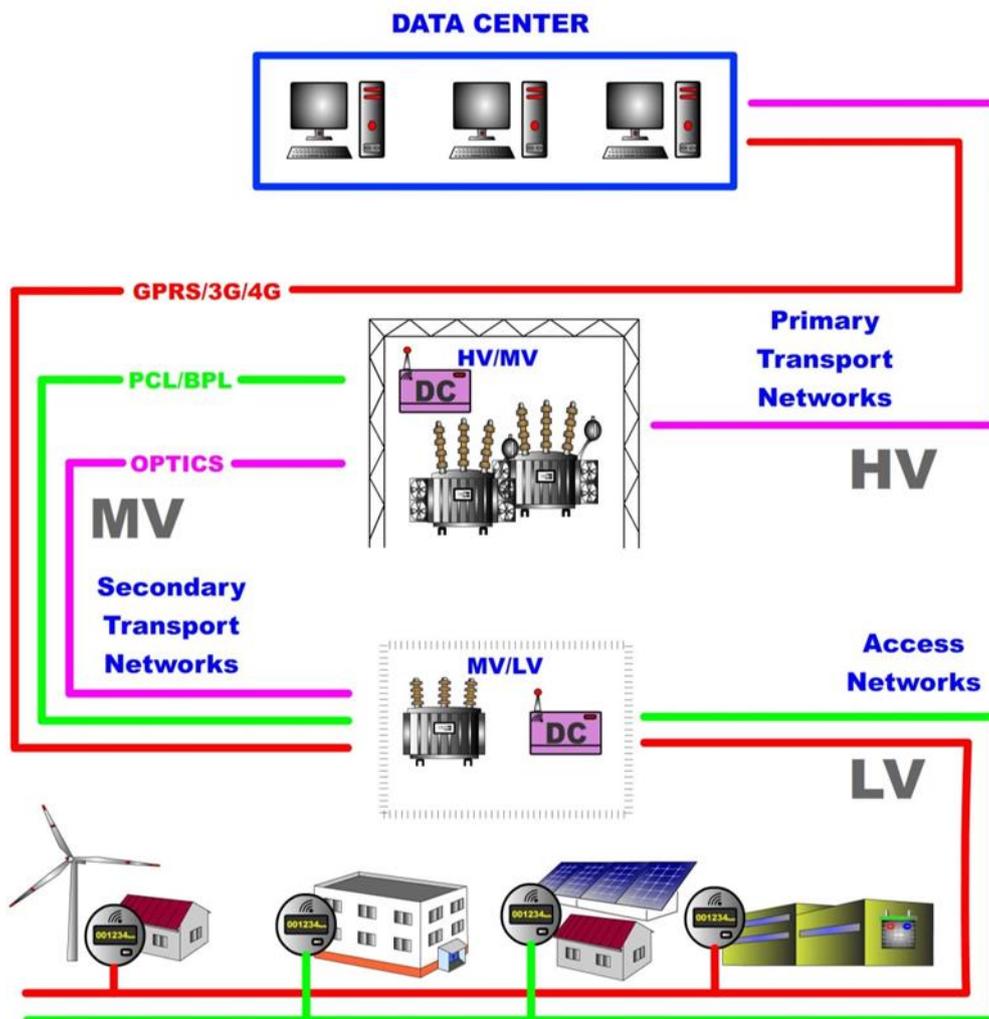


Schéma současného způsobu přenosu dat AMM v ČR

## **Komponenty SM (Smart Metering)**

Základním stavebním prvkem technologie AMM jsou inteligentní měřicí zařízení, které v sobě sdružují mimo měření i funkce regulační a funkcionality systému pro přenos dat.

### ***DATA CENTRUM***

Centrálním místem systému inteligentního měření je jedna nebo více datových centrál. Datová centrála je vysokovýkonné shromaždiště velkého objemu dat odečtených v reálném čase. Slouží pro ukládání naměřených hodnot a jako datový zdroj pro ostatní připojené moduly. Uchovává kompletní historické záznamy měření obsluhované sítě. Prostřednictvím datové centrály se řídí a zpracovávají odečty OM a provádí se validace a agregace dat.

### ***KONCENTRÁTOR***

Prvek, který je zpravidla umístěn v distribuční transformační stanici. Koncentrátor sbírá průběžně data z inteligentních měřicích zařízení, zaznamenává jejich časy a periodicky je předává do datové centrály. Podle typu a možností koncového prvku je koncentrátor schopen předávat příkazy k vypnutí, zobrazení zprávy na displeji a k zapnutí silových obvodů u zákazníka.

### ***INTELIGENTNÍ MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ***

Inteligentní měřicí zařízení (elektroměr) je významným prvkem, který zajišťuje přímou komunikaci mezi dodavatelem energie a spotřebitelem.

### ***ODPOJOVAČ***

Inteligentní měřicí zařízení je vybaveno spínacím prvkem, kterým lze zajistit úplné odpojení odběrného místa zákazníka od napětí 230/400V.

### ***LIMITÉR***

Softwarová funkce AMM, která slouží k monitoringu úrovně vybraných veličin, např. napětí, proudu, odebrané energie, účinníku apod.

## **Oblasti použití a aplikace**

Spolu s instalací centrálních zdrojů elektřiny schopných výroby elektřiny a elektrických spotřebičů se ukázala nutnost vyvinout spolehlivý systém zajišťující přenos elektřiny od zdroje ke spotřebičům. S dalším rozvojem se ukázala i nutnost postupného sjednocování systému přenosu elektřiny - tzv. sítí. Spotřeba elektřiny v Evropě je na 1 obyvatele cca 5400 kWh.

## **Realizované projekty**

### **Budoucí vize**

Výsledkem budování Smart Grids je rozsáhlá automatizace různých napěťových hladin a vytvoření komunikační infrastruktury. Smart Grids je koncepční součástí technologie SMART. Navíc zavádění koncepce Smart Grids nejsou zatím jasně stanovená pravidla (v zemích EU jsou v energetice dosti rozdílné podmínky a jednotlivé technologie Smart Grids se nasazují velmi rozdílným tempem). Všem je jasné, že bez společného úsilí, vývoje vhodných technologií a vzdělávání v této problematice to nepůjde.

## **Učební úkoly**

příloha



## Zuordnung von "Smart Grid" -Aufgaben

Name:.....

Nachname:.....

Klasse:.....

Gruppe:.....

Sie können Lernmaterial und das Internet erhalten, um die Aufgabe abzuschließen

### Aufgabe 1: Teilen Sie Elektrische Geräte nach Spannung und Stromstärke auf/nach ČSN 330010

(Werte in Tabellen 1 und 2 notieren)

Klassifizierung elektrischer Betriebsmittel nach Spannung

Spannung	Spannungsabkürzung	Phasenspannung $U_f$ (V) zwischen Leiter und Masse	Die Netzspannung $U_s$ (V) zwischen den Leitern

Tabelle 1

Klassifizierung elektrischer Geräte nach Strom

Markierungsarten			
	Grafik	Geschrieben	Geschrieben nach EU

Tabelle 2



**Aufgabe 2: Nennen Sie 5 Regeln für die Sicherheit bei der Arbeit an elektrischen Geräten  
(schreiben Sie die Regeln in die Tabelle)**

<b>5 Arbeitsschutzregeln bei Arbeiten an elektrischen Betriebsmitteln</b>

Erläutern Sie die einzelnen Punkte der Arbeitsschutzregeln für elektrische Betriebsmittel.



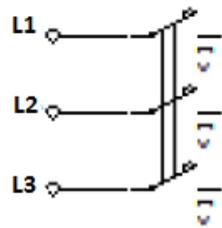
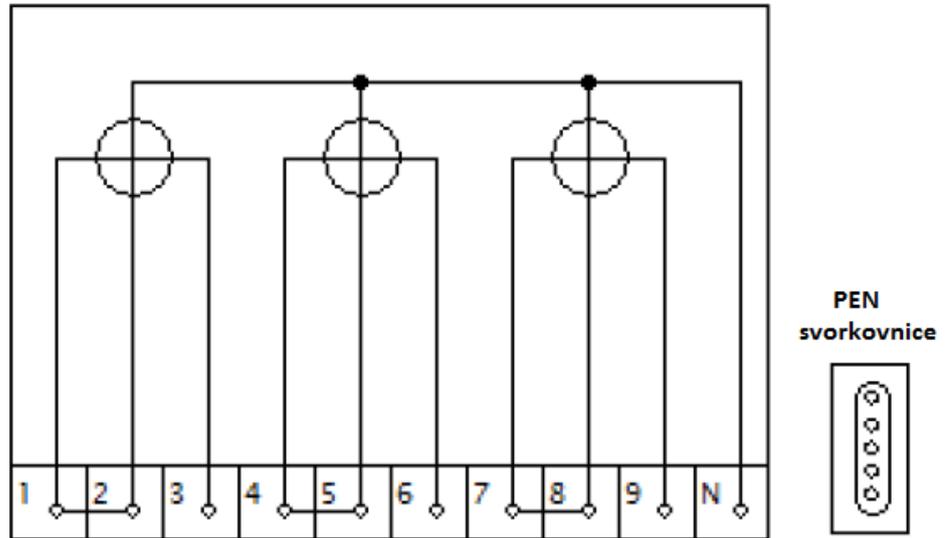
---

**Aufgabe 3: Erklären Sie, was ein Stromzähler ist und wofür er verwendet wird (gemessene Größe, mathematische Ausdrücke, Zählerverteilung)**



**Aufgabe 4: Zeichnen Sie den Schaltplan eines dreiphasigen Eintarif-Stromzählers**

**ELEKTROMĚR**



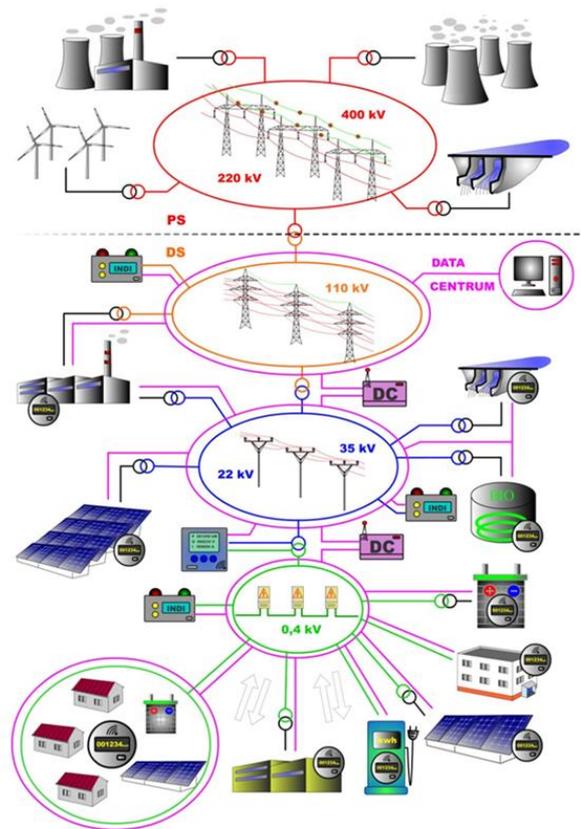
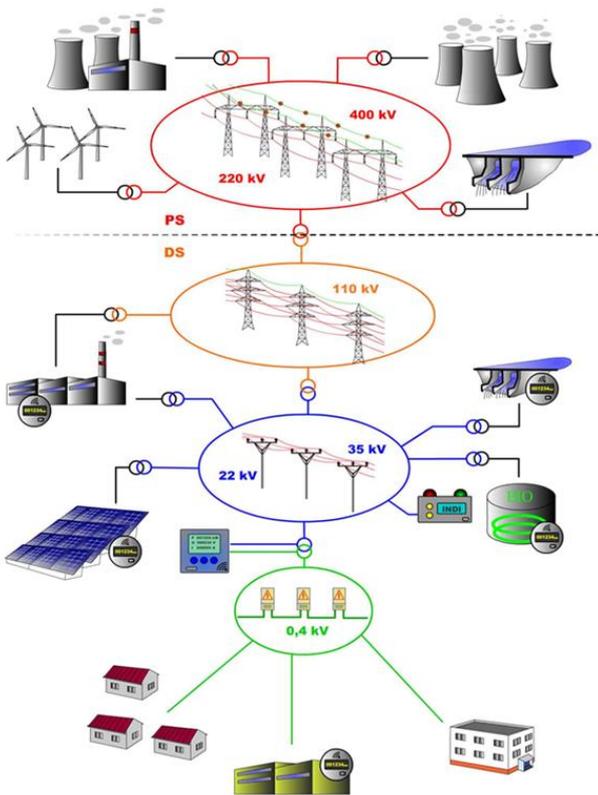
PEN

Beschreiben Sie die Komponenten und erklären Sie deren Funktion.



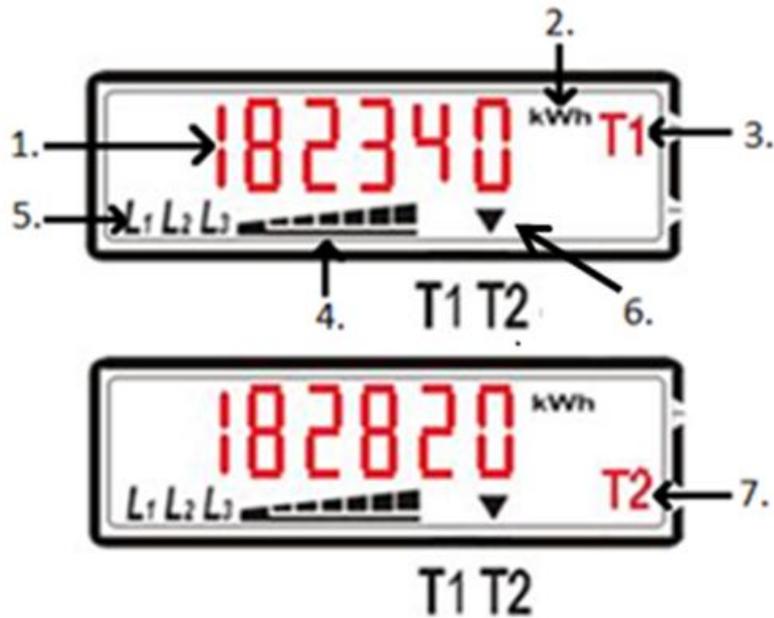
### Aufgabe 5: Beschreiben Sie den Unterschied zwischen „Klassischem Konzept“ und „Smart Grid“ (siehe Abbildung)

Klassisches Konzept vs. Smart Grid





Aufgabe 6: Erklären Sie das Ablesen des Zählerstands ohne OBIS-Codes (siehe Abbildung)



Beschreiben Sie, wie einzelne Werte und Symbole angezeigt werden.

1.

2.

3.

4.

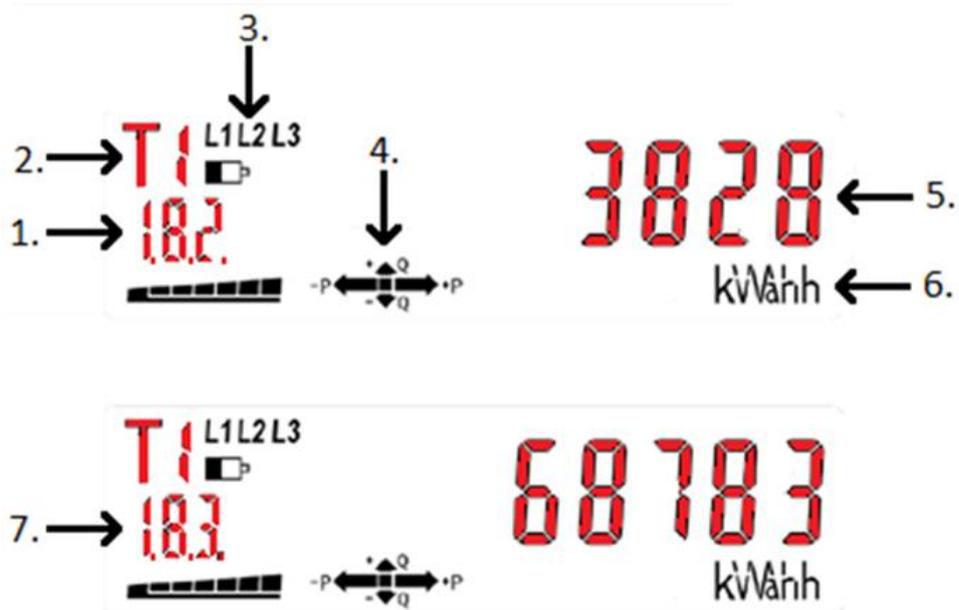
5.

6.

7.



Aufgabe 7: Erklären Sie das Ablesen des Zählerstands mit OBIS-Codes (im Bild beschreiben)

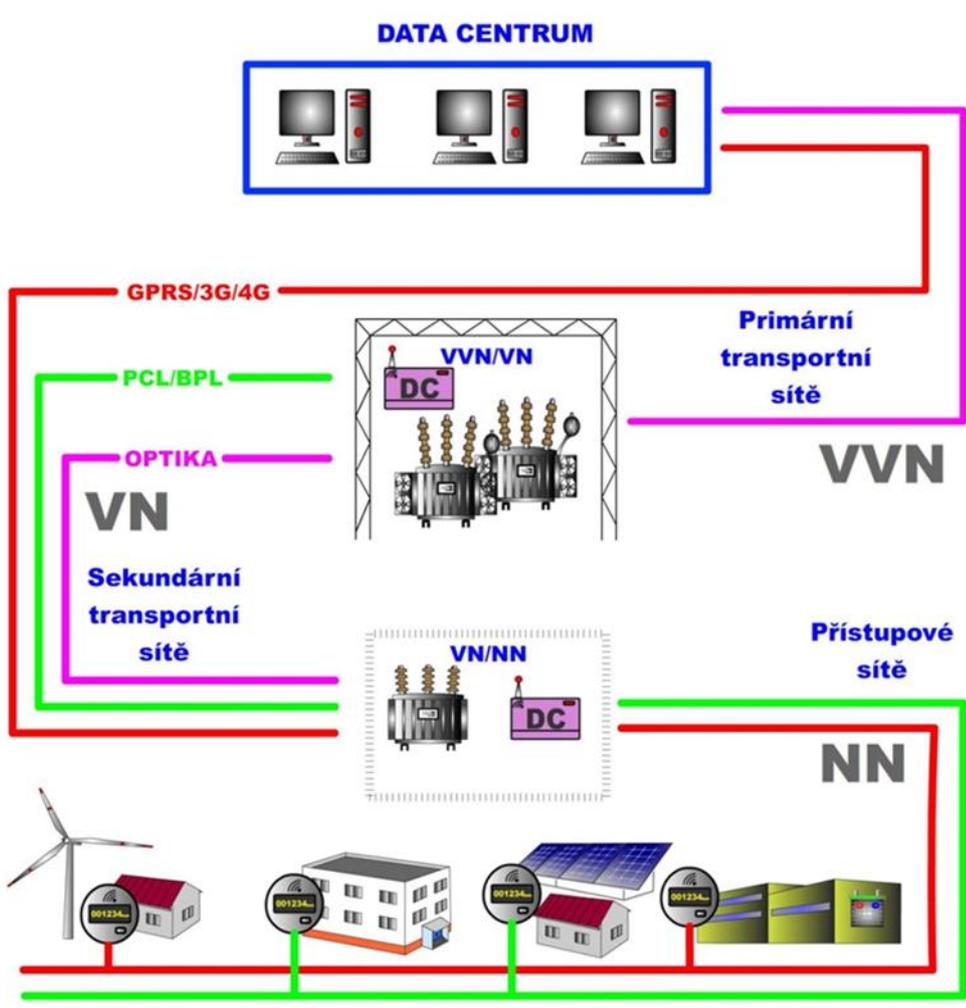


Beschreiben Sie, wie einzelne Werte und Symbole angezeigt werden.

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.



Aufgabe 8: Smart Metering und Kommunikationsformen kurz erklären (im Bild beschreiben)



Erklären Sie die Begriffe:

DC –

3G –

PCL –

BPL –

## Zadání úkolů na téma „smart grid“

Jméno:.....

Příjmení:.....

Třída:.....

Skupina:.....

K vypracování úkolu můžete použít studijní materiál a internet

### Úkol č. 1: Rozdělte elektrická zařízení podle napětí a proudu dle ČSN 330010 (hodnoty zapište do tabulek 1 a 2)

Rozdělení elektrických zařízení podle napětí

Název napětí	Zkratka napětí	Mezi vodičem a zemí	Mezi vodiči
		Fázové napětí $U_f$ (V)	Sdružené napětí $U_s$ (V)

Tabulka 1

Rozdělení elektrických zařízení podle proudu

Způsoby značení			
	Grafické	Písemné	Písemné dle EU

Tabulka 2

**Úkol č. 2: Vyjmenujte 5 pravidel bezpečnosti práce při činnosti na elektrických zařízeních  
(pravidla zapište do tabulky)**

<b>5 pravidel bezpečnosti práce při činnosti na elektrických zařízeních</b>

Vysvětlete jednotlivé body 5 pravidel bezpečnosti práce při činnosti na elektrických zařízeních.



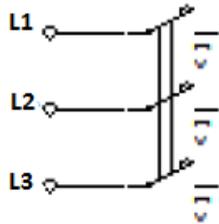
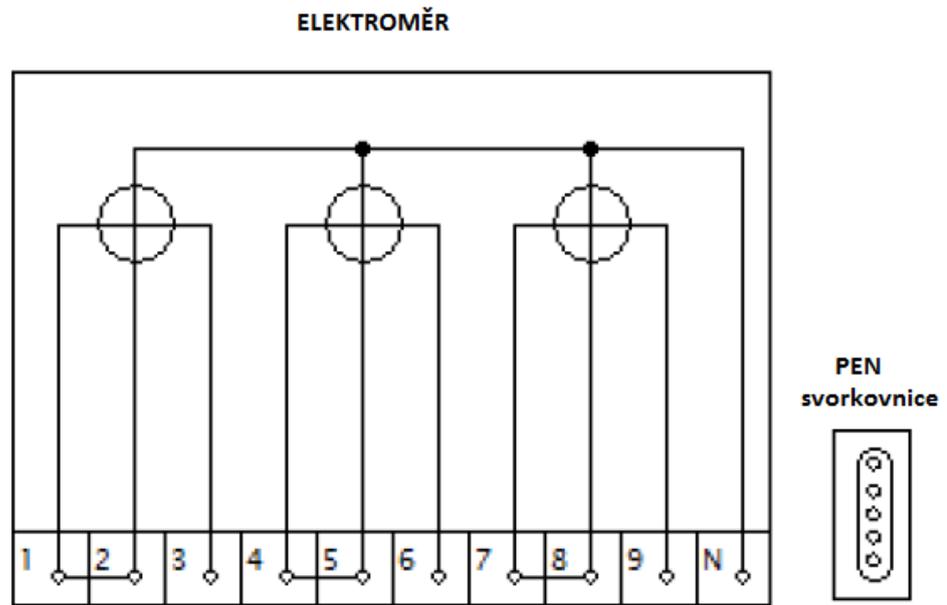
Erasmus+

**Úkol č. 3: Vysvětlete co je to elektroměr a k čemu se používá**

**(měřená veličina, matematické výrazy, rozdělení elektroměrů)**



Úkol č. 4: Nakreslete schéma zapojení třífázového jednosazbového elektroměru  
(dokreslete barevně propojovací vodiče do daného obrázku)

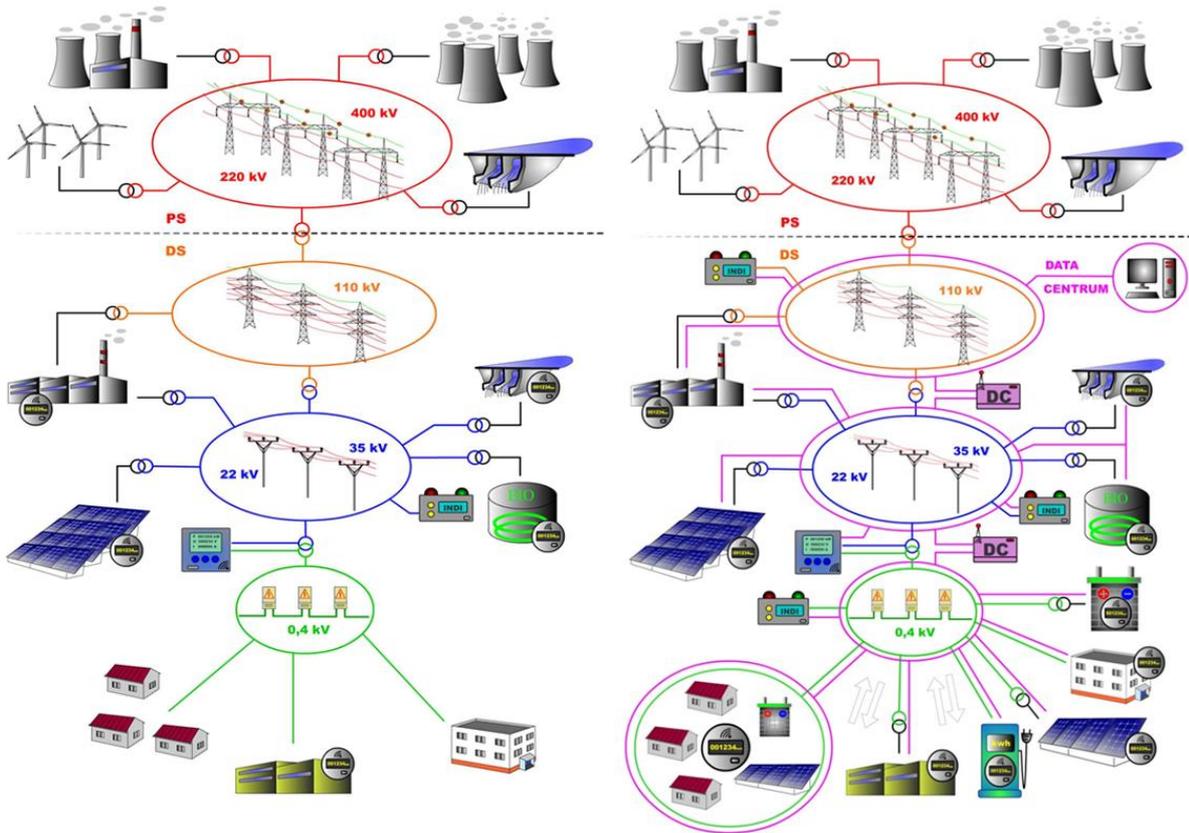


PEN

Popište jednotlivé součásti a vysvětlete jejich funkci.

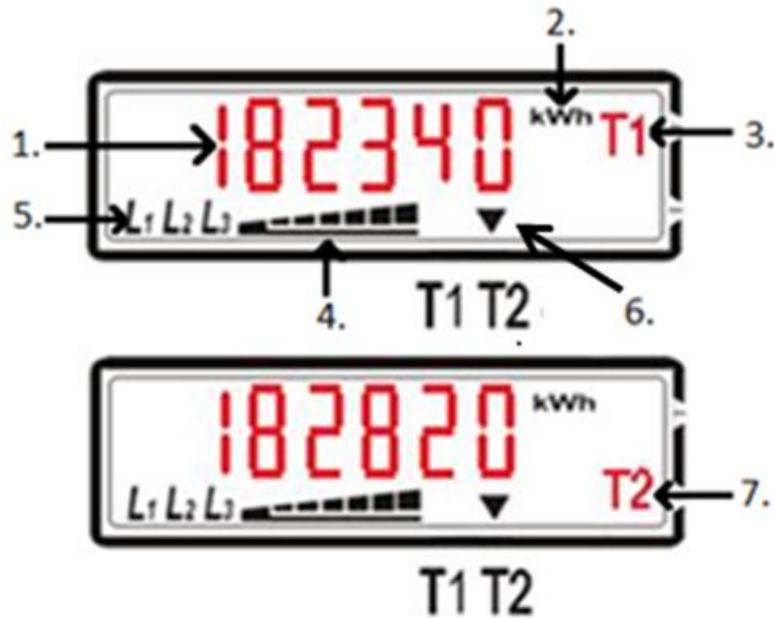
Úkol č. 5: Popište rozdíl mez „Klasickou koncepcí“ a „Smart Grid“  
(popište na daném obrázku)

Klasická koncepce vs. Smart Grid





Úkol č. 6: Vysvětlete odečítání dat z displeje elektroměru bez kódů OBIS  
(popište na daném obrázku)

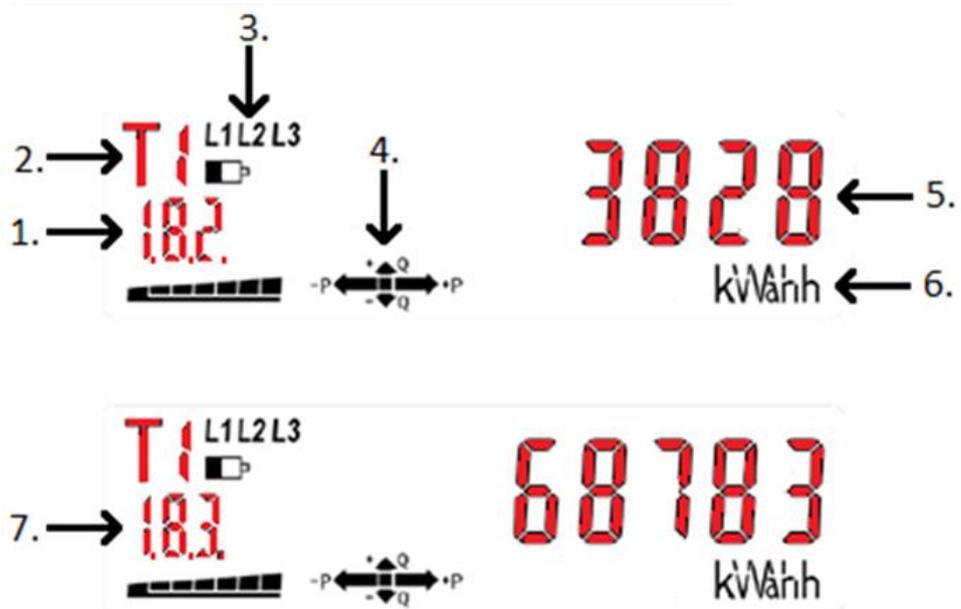


Popište zobrazení jednotlivých hodnot a ikon na displeji

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.



Úkol č. 7: Vysvětlete odečítání dat z displeje elektroměru s kódy OBIS  
(popište na daném obrázku)

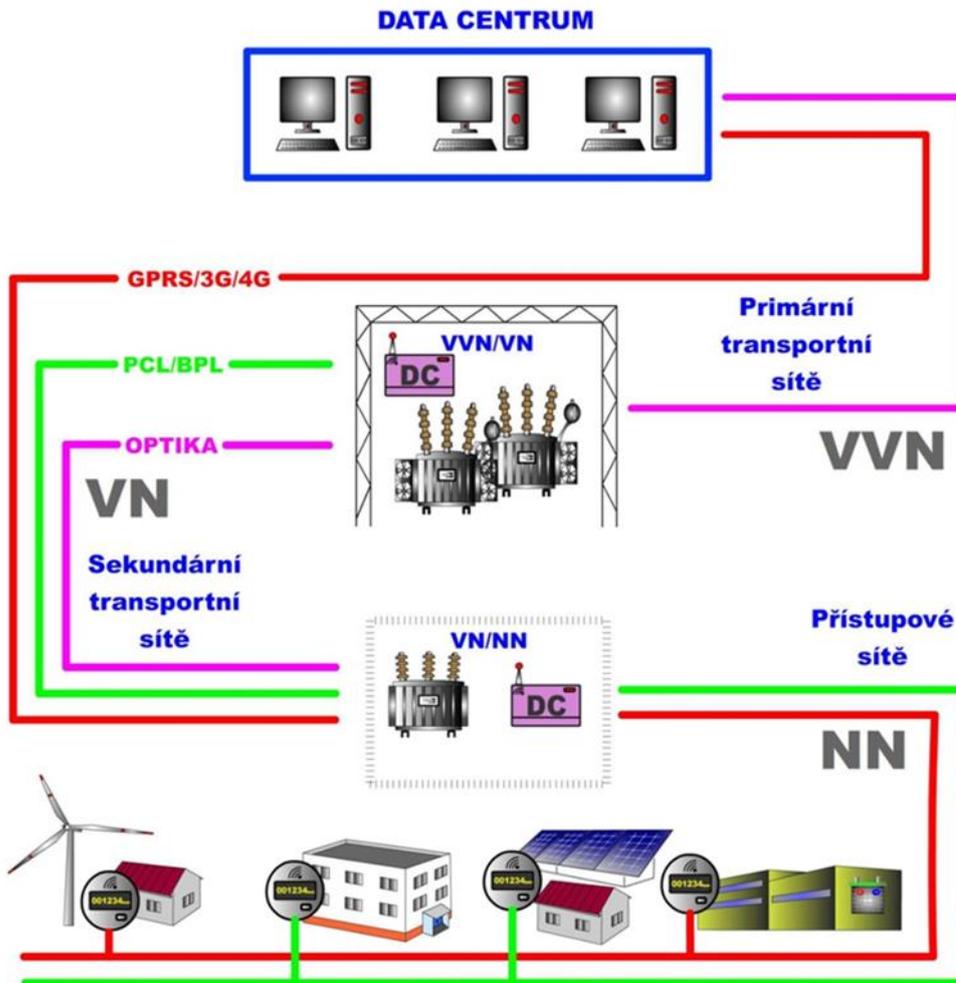


Popište zobrazení jednotlivých hodnot a ikon na displeji

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.



Úkol č. 8: Vysvětlete stručně Smart Metering a formy komunikace  
(popište na daném obrázku)



Vysvětlete pojmy:

DC –

3G –

PCL –

SPL –

**Technik silnoproudých zařízení**  
 Rámcový vzdělávací program pro obor vzdělání:  
**26-41-L/01 (Mechanik elektrotechnik)**

Stupeň vzdělání:	střední odborné
Délka studia:	4roky
Forma studia:	denní
Datum platnosti:	od šk.roku 2011/12

Kategorie a názvy vyučovacích předmětů	Počet týdenních vyučovacích hodin				
	1. ročník	2. ročník	3. ročník	4. ročník	celkem
<b>A. Základní vyučovacích předměty</b>	<b>19,0</b>	<b>13,0</b>	<b>13,0</b>	<b>15,0</b>	<b>60,0</b>
Český jazyk a literatura	3,0	2,0	2,0	3,0	10,0
Anglický/ německý jazyk	3,0	2,0	2,0	3,0	10,0
Základy společenských věd	2,0	1,0	1,0	1,0	5,0
Matematika	3,0	3,0	3,0	3,0	12,0
Fyzika	2,0	1,0	1,0	0,0	4,0
Ekologie a chemie	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Tělesná výchova	2,0	2,0	2,0	2,0	8,0
Základy informačních technologií	2,0	2,0	0,0	0,0	4,0
Ekonomika	0,0	0,0	2,0	1,0	3,0
Právo	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0
<b>B. Předměty specializace</b>	<b>8,0</b>	<b>9,5</b>	<b>8,0</b>	<b>8,5</b>	<b>34,0</b>
Základy elektrotechniky	5,0	0,0	0,0	0,0	5,0
Technologie a materiály	1,0	1,0	0,0	0,0	2,0
Elektrická měření	0,0	1,0	1,0	0,0	2,0
Technická dokumentace	2,0	0,0	0,0	0,0	2,0
Elektronika	0,0	1,5	1,0	1,0	3,5
Základy automatizace	0,0	0,0	0,0	2,0	2,0
Elektrotechnologie	0,0	2,0	1,0	0,0	3,0
Elektrické stroje a přístroje	0,0	2,0	1,0	0,0	3,0
Rozvodná zařízení	0,0	2,0	1,0	0,0	3,0
Užití elektrické energie	0,0	0,0	1,5	2,5	4,0
Elektroenergetika	0,0	0,0	1,5	3,0	4,5
<b>Teorie celkem</b>	<b>27,0</b>	<b>22,5</b>	<b>21,0</b>	<b>23,5</b>	<b>94,0</b>
Odborný výcvik	6,0	10,5	10,5	10,5	37,5
<b>Počet vyučovacích hodin celkem</b>	<b>33,0</b>	<b>33,0</b>	<b>31,5</b>	<b>34,0</b>	<b>131,5</b>



## TEMATICKÝ PLÁN

### ODBORNÝ VÝCVIK

**Ročník: II.**

**UVS: 251, 252, 253, 254**

**Obor: Mechanik elektrotechnik**

**Školní rok: 2020/ 2021**

**Vyučující: Ševčík**

Č.T.	Tematický celek	Hodiny	Dny
<b>1.</b>	<b>Úvod</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
1.1.	Instruktaž BOZP a první pomoc v elektrolaboratoři	7	1
<b>2.</b>	<b>Elektrické měření a měřicí přístroje</b>	<b>21</b>	<b>3</b>
2.1.	Měření napětí, sled fází - SN 3 (SN 4)	7	1
2.2.	Měření napětí a proudu střídavého i stejnosměrného (Voltmetr, Ampérmetr)	7	1
2.3.	Měření činného odporu, reaktance a impedance	7	1
<b>3.</b>	<b>Výbojové svítidla</b>	<b>28</b>	<b>4</b>
	Zapojení zářivkových svítidel s tlumivkou a startérem	7	1
3.1.	Zapojení zářivkových svítidel s elektronickým předřadníkem	7	1
	Zapojení výbojkových svítidel	7	1
3.2.	Zapojení halogenové žárovky, energeticky úsporné žárovky, LED svítidla	7	1
<b>4.</b>	<b>Stykače</b>	<b>14</b>	<b>2</b>
4.1.	Rozdělení stykačů, schématické značky, schémata	7	1
4.2.	Zapojení stykačových kombinací	7	1
<b>5.</b>	<b>Tepelné spotřebiče</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
5.1.	Zapojení tepelných spotřebičů třídy 0, 01, 1, 2, 3	7	1
	<b>Sítě NN</b>	<b>21</b>	<b>3</b>
7.1.	Rozdělení (holá, izolovaná, kabelové vedení), BOZP a první pomoc	7	1
7.2.	Holé vedení – nosné armatury, izolátory, vodiče, spojování, svorky-montáž	7	1
7.3.	Izolované vedení – nosné armatury, kotevní, nosné a proudové svorky-montáž	7	1
	<b>Hodiny celkem</b>	<b>98</b>	<b>14</b>

V Sokolnicích dne: 1. 9. 2020

Zpracoval: Ševčík Jiří

Schválil : .....



**TEMATICKÝ PLÁN**

**ODBORNÝ VÝCVIK**

**Ročník: III.**

**UVS: 351, 352, 353, 354**

**Obor: Mechanik elektrotechnik**

**Školní rok: 2020/ 2021**

**Vyučující: Ševčík**

Č.T.	Tematický celek	Hodiny	Dny
<b>1.</b>	<b>Uvod</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
1.1.	Instruktaž BOZP a první pomoc v elektrolaboratoři	7	1
<b>2.</b>	<b>Elektroměry</b>	<b>28</b>	<b>4</b>
2.1.	Rozdělení	7	1
2.2.	Zapojení 1f. dvousazbového elektroměru, sazbové spínače	7	1
2.3.	Zapojení 3f. jednosazbového a dvousazbového elektroměru	7	1
2.4.	Zapojení 3f. elektroměru pro nepřímé měření, obsluha Smart elektroměru ZMD310	7	1
<b>3.</b>	<b>Sítě NN</b>	<b>42</b>	<b>6</b>
3.1.	Zhotovení uzemnění a jeho změření (PU 430, PU 183.1)	7	1
3.2.	Montáž a zapojení HDS, montáž a zapojení domovní přípojky	7	1
3.3.	Holé vedení - nosné armatury, izolátory, vazy, vodiče, spojování, svorky - montáž	7	1
3.5.	Izolované vedení - nosné armatury kotevní, nosné a proudové svorky - montáž	7	1
3.6.	Kabelové vedení - měření izolačního odporu - měřič izolace - PU 311, PU 195	7	1
3.7.	Kabelové vedení – montáž kabelových souborů NN – kabelové skříně SP, SR-montáž a zapojení	7	1
	<b>Hodiny celkem</b>	<b>77</b>	<b>11</b>

V Sokolnicích dne: 1. 9. 2020

Zpracoval: Ševčík Jiří

Schválil : .....



**TEMATICKÝ PLÁN**

**ODBORNÝ VÝCVIK**

**Ročník: IV.**

**UVS: 451, 452, 453, 454**

**Obor: Mechanik elektrotechnik**

**Školní rok: 2020 / 2021**

**Vyučující: Ševčík**

Č.T.	Tematický celek	Hodiny	Dny
1.	<b>Úvod</b>	7	1
1.1.	Instruktaž BOZP a první pomoc v elektrolaboratoři	7	1
2.	<b>Světelné spotřebiče</b>	7	1
2.1.	Zapojení zářivkových a výbojkových svítidel, LED svítidel	7	1
3.	<b>Elektroměry</b>	14	2
3.1.	Zapojení 3f. elektroměru pro přímé i nepřímé měření	7	1
3.2.	Zapojení 3f. dvousazbového elektroměru pro přímé měření – obsluha Smart elektroměru ZMD310	7	1
5.	<b>Sítě NN</b>	35	5
5.1.	Montáž a zapojení domovní přípojky	7	1
5.2.	Měření odporu ochranné smyčky (PU 195)	7	1
5.3.	Holé vedení – nosné armatury, izolátory, vodiče, spojování, svorky-montáž	7	1
5.4.	Izolované vedení – nosné armatury kotevní, nosné a proudové svorky-montáž	7	1
5.5.	Kabelové vedení – pokládka kabelů, měření izol. stavu kabelu (PU 311, PU 195)	7	1
	<b>Hodiny celkem</b>	<b>63</b>	<b>9</b>

V Sokolnicích dne: 1. 9. 2020

Zpracoval: Ševčík Jiří

Schválil : .....



## ***Unterlagen (SmartGrid Modell)***

Berufsschule für Elektrotechnik und Mechatronik Wien

# Kurze Zusammenfassung des Projekts aus Wien

Donnerstag, 13. Juni 2019 16:38



Arduino  
Konzept

In der Zusammenfassung findet ihr das Smart Grid Projekt.

# Smart Grid Konzept 1.0



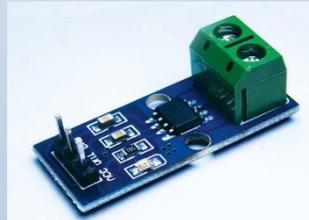
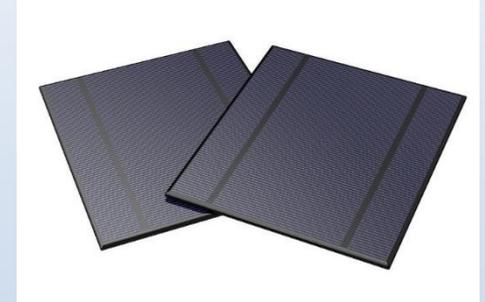
Spannungsquelle  
Labor ?



Energiespeicher



Alternative  
Energiequelle



Strommessmodul  
ACS 712



Relaismodul  
VMA 400



LCD Display



Arduino Rev 3

Smart Grid



Verbraucher



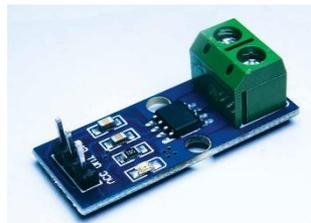
# Smart Grid Konzept 2.0



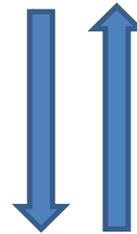
Alternative  
Energiequelle



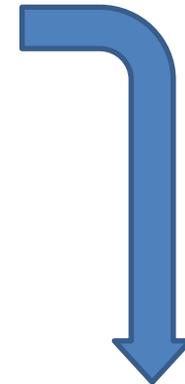
Spannungsquelle  
Energiespeicher



Strommessmodul  
ACS 712



Relaismodul  
VMA 400



Verbraucher



Auswertung und  
Anzeige

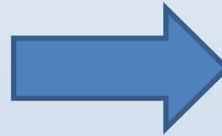


Arduino Rev 3

Smart Grid



# Smart Grid Auswertung 1/2



## Aktueller Leistungsbedarf

$U_1 / V$	$I_1 / A$	$P_1 / W$	$P_{\Sigma} / W$	$W_{\Sigma} / Wh$
5,00	0,20	1,00		
$U_2 / V$	$I_2 / A$	$P_2 / W$		
4,90	0,20	0,98		
$U_3 / V$	$I_3 / A$	$P_3 / W$		
5,00	0,19	0,95	2,93	14,65

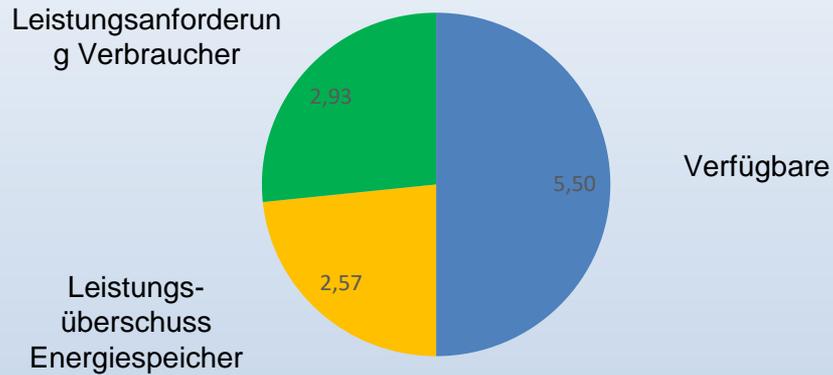
## Verfügbare Leistung

$W_Q / Wh$	$W_B / Wh$	$W_A / Wh$	$W_{\Sigma} / Wh$	$W_V / Wh$
3,00	1,50	1,00	5,50	3,00

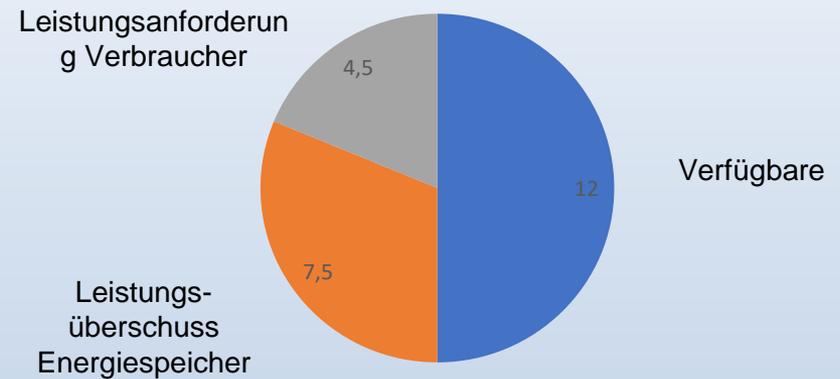
## Lastmanagement

$W_{\Sigma} / Wh$	$W_V / Wh$	$W_{\ddot{U}} / Wh$
5,50	3,00	-2,50

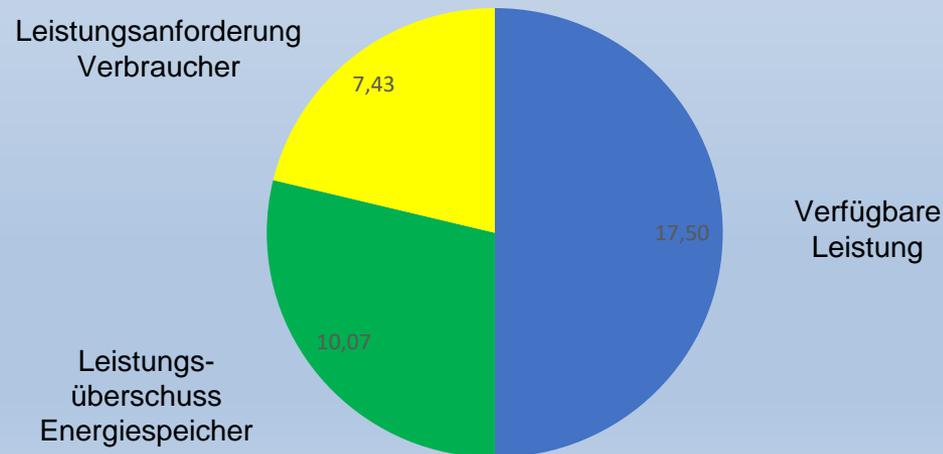
## Leistungsübersicht BSETM



## Leistungsübersicht HEMS



## Leistungsübersicht Europa



# Smart Grid Konzept

## EU



### **Unterschiedlich Varianten der Smart Grid Systeme in den einzelnen Schulen !**

Bedingt durch:

- Ausbildungszeitraum
- Lehrplan
- Didaktische Zugänge
- usw.

### **Verknüpfung sämtlicher Smart Grid Systeme durch gemeinsame Datenauswertung und Darstellung.**

Vorteile:

- Einzelbearbeitung und Auswertung in den Schulen.
- In die vorhandenen landesüblichen Vorgänge wird nicht eingegriffen.
- Summenbildung sämtlicher übermittelter Daten in den Schulen als auch EU Zentral auswertbar.
- Gemeinsame Darstellung möglich.
- usw.