



Resümee Sonne in der Schule und Stand Photovoltaik heute

27. Oktober 2023 – Würzburg

Gerd Becker

Solarenergieförderverein Bayern

www.sev-bayern.de



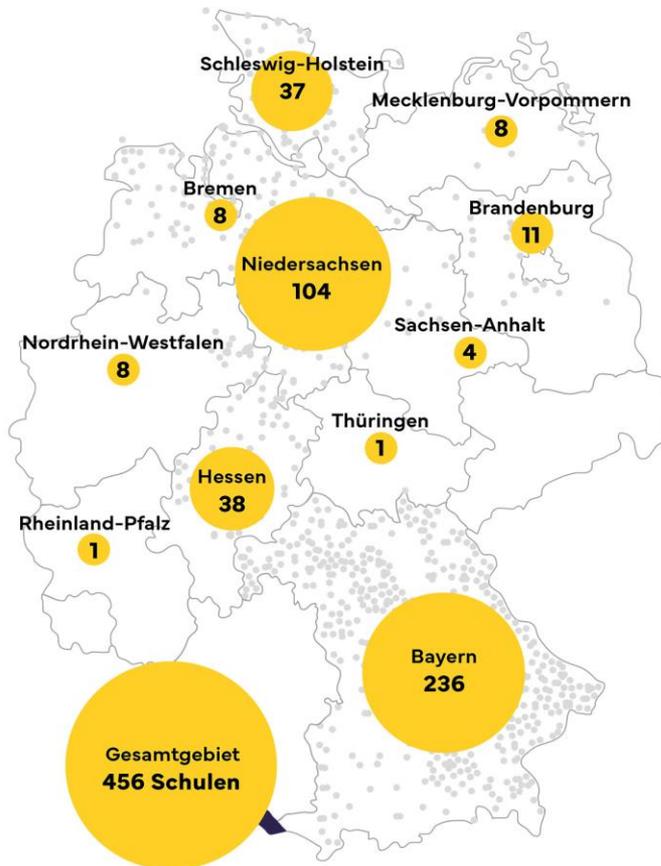
Inhalt – Einige Trends Photovoltaik PV

- Sonne in der Schule
- Aufbau und Kosten PV Anlage (im Home Bereich)
- Agri PV / Bifaziale PV / Floating PV
- Steckersolaranlage / Balkonkraftwerk
- Bidirektionales Laden / Elektromobilität
- Zukünftige Struktur Mittel- und Niederspannungsnetz



Sonne in der Schule 2022

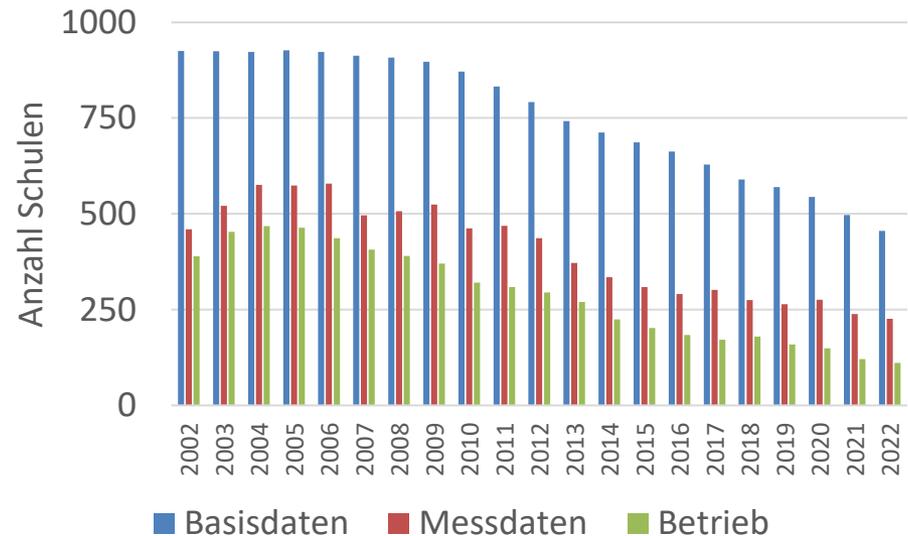
Verteilung der PV Anlagen



Sehr guter Rücklauf nach über 25 a

Jahr der Auswertung	Anzahl Schulen		
	2022	2021	Änderung
Basisdaten vorhanden	456	497	-8,2%
Messdaten erhalten	224	239	-6,3%
Ohne Unterbrechung	111	121	-8,3%

Teilnehmerzahlen seit 2002

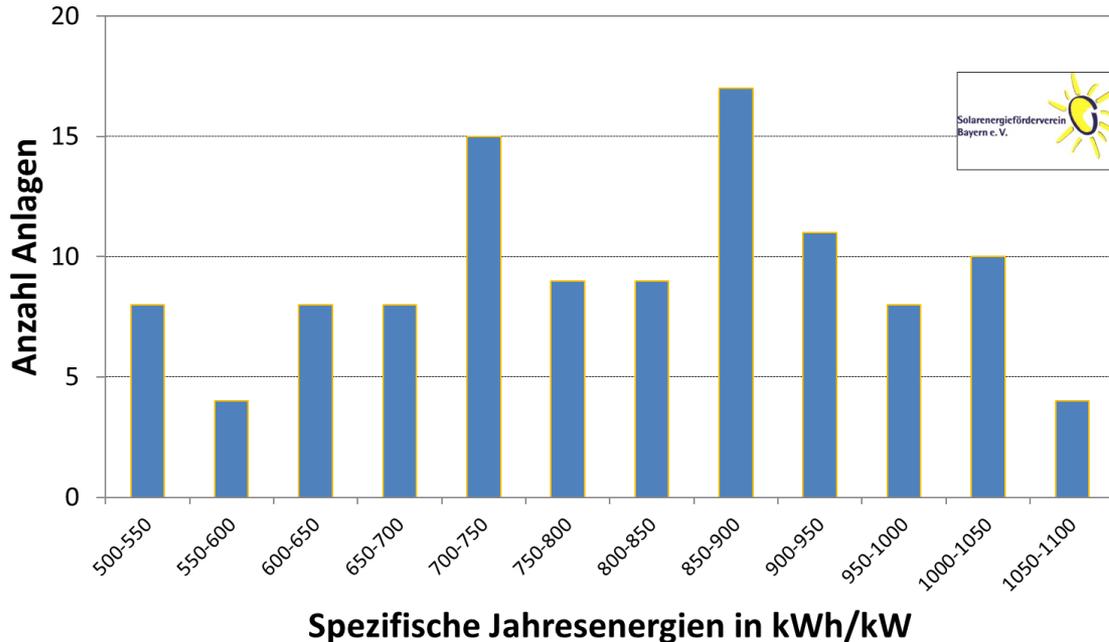




Sonne in der Schule 2022

Verteilung der Erträge

Mittelwert = 806 kWh/kW - Gesamtgebiet: 111 Anlagen



Betreuung /Unterstützung

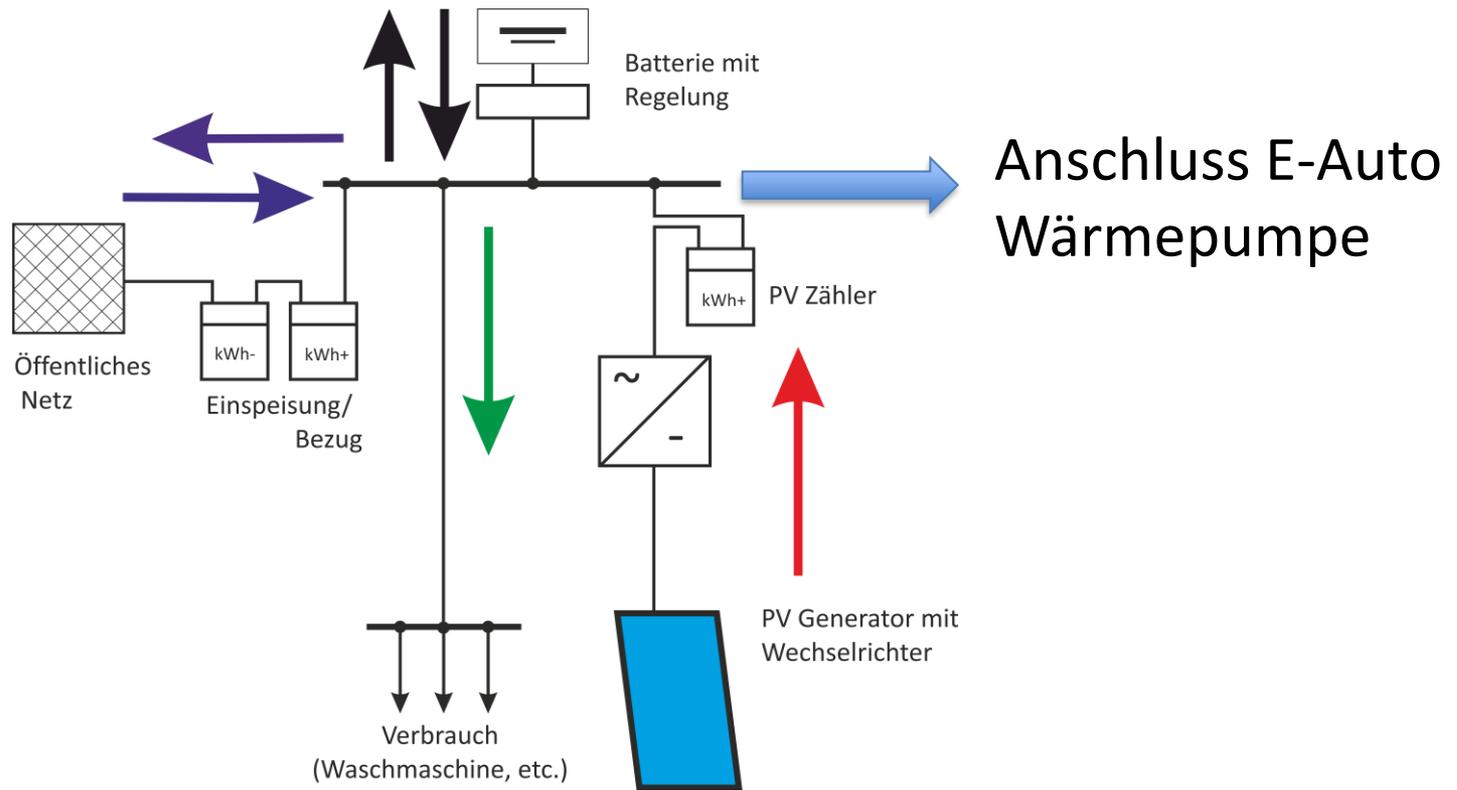
- Defekt Wechselrichter -> häufigste Fehlermeldung
- Moduldefekte
- Fehlen einer Software zum Auslesen der Erträge
- Frage von neuen Betreuern, wie die Erträge auszulesen sind

Fazit langjährig

- Über 1 Mio. Schüler sind mit PV in Berührung gekommen (20 Jahre * 500 Schulen * 100 Schüler/Schule)
- PV ist langfristig zu betreiben
- Betreuung nötig



Aufbau heute: PV-Anlage mit Batterie



Mehr Info: <https://www.sma.de/speicherloesungen.html>



Beispiel Angebot PV mit Batterie

Beispielhaftes aktuelles Angebot (09.23) für 16 Module / 6,72 kW_p

Die Nennleistung der PV-Anlage beträgt 6,72 kW_p.

Sehr geehrter Herr Bauer,

mit einer Photovoltaiklösung von der PMS GmbH können Sie Ihren eigenen Strom umweltfreundlich erzeugen und Ihre Energiekosten langfristig reduzieren. Mit Unterzeichnung dieses Schreibens erhalten Sie die Möglichkeit, Ihre eigene Photovoltaiklösung und weitere Leistungen als Komplettpaket inkl. Lieferung, Montage und technische Inbetriebnahme zu beauftragen. Dieses Schreiben ist ein Angebot an uns zum Abschluss eines Vertrages. Nach der technischen Prüfung durch unsere Experten, erhalten Sie entweder Ihre Auftragsbestätigung oder ein geändertes Angebot, welches in den Kosten und Materialien von dem vorliegendem Angebot abweichen kann.

Pos.	Beschreibung	Menge	Einzelpreis	Gesamtpreis
1.	Bauer 420Wp Glas-Glas N-Type Bifazial - Leistung: 400 Watt - Technologie: Mono N-Type Bifazial- und Halbzell - Abmessungen: 1722 x 1134 x 30 mm - Gewicht: 24,7 kg - Siehe Datenblatt	16,00	215,00 €	3.440,00 €
2.	SolarEdge Home Hub SE5K-RWB48 - Phasen: 3 - AC Leistung: 5,0 kW - Garantie: 12 Jahre - Abmessungen: 907 x 317 x 192 mm - Gewicht: Brutto 40kg / Netto 37kg - Siehe Datenblatt	1,00	2.783,00 €	2.783,00 €
3.	SolarEdge Home Batterie 4,6 kWh - Batterie: 48 Volt Lithium NMC - nutzbare Speicherkapazität: 4,6 kWh - Batteriegarantie: 10 Jahre - Abmessungen: 540 x 500 x 240 mm - Gewicht: pro Batteriemodul 54,7 kg - Siehe Datenblatt	1,00	3.850,00 €	3.850,00 €
4.	SolarEdge Home Energiezähler - Hohe Messgenauigkeit bis auf 1% für Einspeisung/Bezug, Produktion und Verbrauch - Kommunikation via Home Netzwerk (optional RS485) - Liefert Zählerwerte an den WR für die Einspeiseregulation	1,00	335,00 €	335,00 €
5.	SolarEdge Leistungsoptimierer - Maximale Leistung auf Modulebene - mehr Leistung bei Verschattung und versch. Ausrichtungen	16,00	58,00 €	928,00 €

6.	Überspannungsschutz DC - Ableiterelemente Typ II für 1 o. 2 MPP Tracker - max. Systemspannung: 1000 V DC - Schutzart: IP 65 - Abmessungen: 254 x 180 x 111 mm	1,00	280,00 €	280,00 €
7.	Unterkonstruktion / Montagesystem - Montageprofil: K2 Systems - Garantie: 12 Jahre - Statik und Lastannahme: Eurocode 1 und 9.	kWp	260,00 €	1.747,20 €
8.	Anlagenmontage Satteldach / Flachdach - Montage und Erdung des Montagesystems - Montage und Anschluss der Module - Verlegung der Stringkabel bis zum Wechselrichter - Leitungsverlegung und Leitungsführung - Arbeitsschutzgerüst / Personenschutzmaßnahmen	kWp	320,00 €	2.150,40 €
8.	Elektroinstallationsarbeiten - 2 Feld Zählerschrank Aufputz VDE verordnung - AC Verdrahtung - Verkabelung und Befestigung des Wechselrichters - Montage und Installation Energiespeichersystem - Einweisung in das Betriebsystems	pschl.	5.780,00 €	5.780,00 €
10.	Projektierung / Optimierung - Belegungsplan Module - Simulation Schattenanalyse - Auslegung der Strings - Wechselrichter und Batterie Auslegung - Ertragsprognose spezifischer Jahresertrag	pschl.	400,00 €	400,00 €
11.	An- und Fertigmeldung beim Netzbetreiber - Netzverträglichkeitsprüfung - Anmeldung der PV Anlage - Anmeldung Speichersystem - Inbetriebsetzungsprotokoll - Fertigmeldung der PV Anlage	pschl.	450,00 €	450,00 €
12.	Gesamtsumme Netto			22.143,60 €

Summe Netto	22.143,60 €
zzgl. MwSt. 0%	0,00 €
Gesamtsumme	22.143,60 €

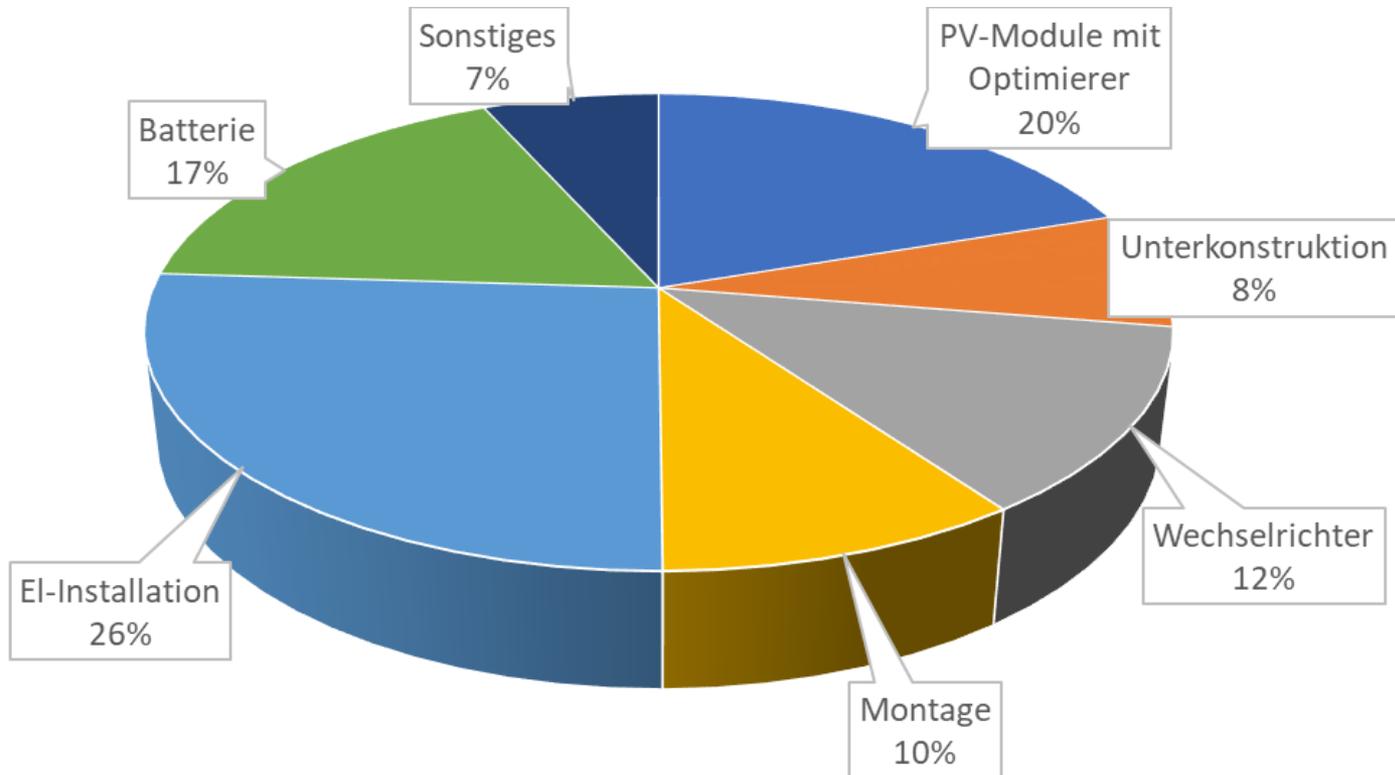
3300 €/kW





Beispiel Kosten PV mit Batterie

6,72 kW / ca. 22 T€ / ca. 3.300 €/kW





Umfangreiche Kostenauswertung

https://youtu.be/gCKtXc_Crlk?si=7vNHJiyO62k1zTKd

Sehr empfehlenswert, über 200 Angebote ausgewertet!

	Günstig	Durchschnitt	Teuer
Kosten je kW (ohne Speicher)	950 €	1.500 €	2.300 €
Kosten je kW (mit Speicher)	1.500 €	2.250 €	4.100 €



Agro PV / Floating PV



copyright@baywa-re.com



copyright@baywa-re.com



copyright@baywa-re.com



Agro PV / Bifaziale PV / Floating PV

- **Agro/Agri PV**
 - riesiges Flächenpotenzial
 - günstiger als kleine PV-Dachanlagen
 - Zusatznutzen für die Landwirtschaft durch Schutz vor Hagel-, Frost- und Dürreschäden, Besseres Mikroklima
- **Bifaziale PV**
 - Sowohl auf Vorder- als auch Rückseite Stromerzeugung – höherer Ertrag (+30 %)
 - Höhere Kosten für Installation und Wartung
- **Floating PV**
 - keine Flächenaufbereitung oder -pflege
 - erhöhte Stromproduktion durch Kühleffekt des Gewässers
 - weniger Wasserverluste durch Verdunstung
 - geringere Wassertemperatur wegen partieller Verschattung durch die Anlage
 - erhöhter Montage- und Serviceaufwand
 - Verankerung und Wasserbeständigkeit der Anlage und ökologisch unbedenkliche Materialien



■ Steckersolaranlage / Balkonkraftwerk / Mini-PV / Gartenkraftwerk etc.

- Bis zur maximalen Modulleistung (Bagatellgrenze) von 800 W
- Optimale Neigung ca. 30 ° nach ~Süden
- Einspeisung der elektrischen Energie über Schukostecker
- Leistung Wechselrichter kleiner als Modulleistung
- Ertrag je nach Lage und Montage und Verschattung: Für eine 800 W Anlage 400 – 800 kWh pro Jahr
- Liefert nur Grundlast, Rückspeisung vermeiden
- Jeder Zählertyp
- Standsicherheit beachten
- Registrierung (Netzbetreiber) nicht unbedingt nötig

■ Empfehlenswerte Links

- <https://www.tiktok.com/@energiewende.erklaert>
- <https://www.instagram.com/energiewende.erklaert>





Bidirektionales Laden / Elektromobilität

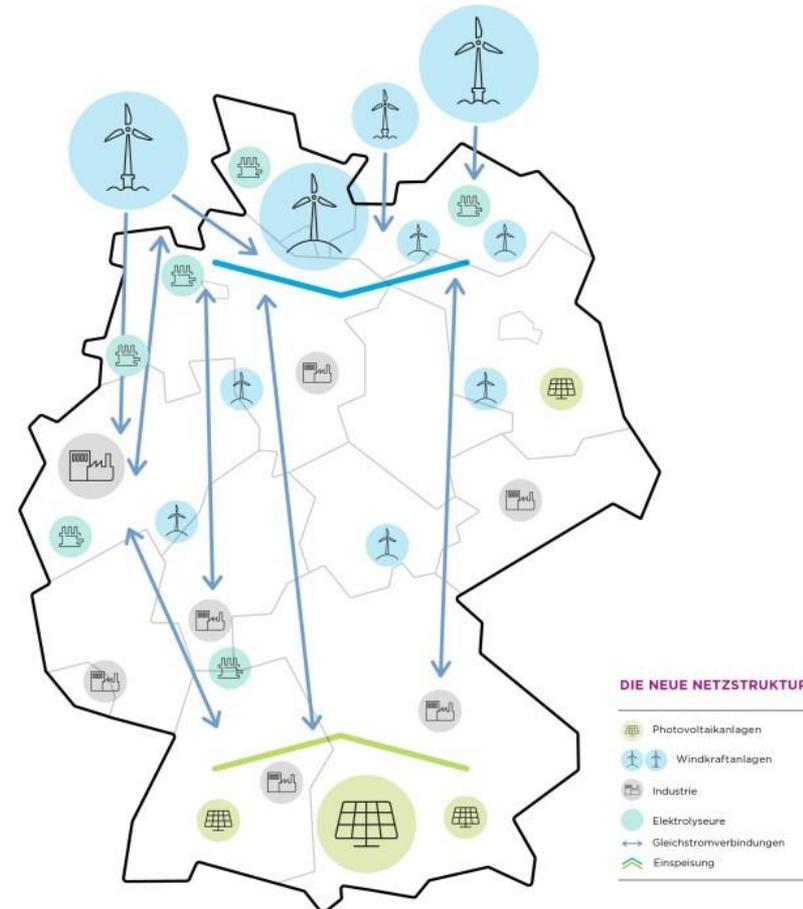
- El. Energie in zwei Richtungen (vom/in Netz), die eigene PV Anlage kann genutzt werden, Akku E-Auto dient als Speicher
 - Umrichter erforderlich DC<-> AC
 - Drei Varianten: V2L, V2H, V2G
 - Vehicle-to-load (V2L): Steckdose im E-Auto
 - Vehicle-to-Home (V2H): E-Auto gibt über Wallbox Energie an das Hausnetz
 - Vehicle-to-Grid (V2G): Intelligente Steuerung, E-Autos bilden virtuelles Kraftwerk
 - Energiemanagementsystem erf., Ladestand des E-Autos muss bekannt sein Hersteller von Wallboxen, E-Autos und Energiemanagementsystemen → kompatible Produkte
- **1 Mio. E-Autos * 20 kWh/E-Auto = 20 Mio. kWh zu speichern**
 - **Verbrauch Haushalt: 5 kWh /Tag**
 - **4 Mio. Haushalte können für 1 Tag versorgt werden**



Übertragungsnetz D ca. 2030

Quelle: <https://www.amprion.net/Netzausbau/>

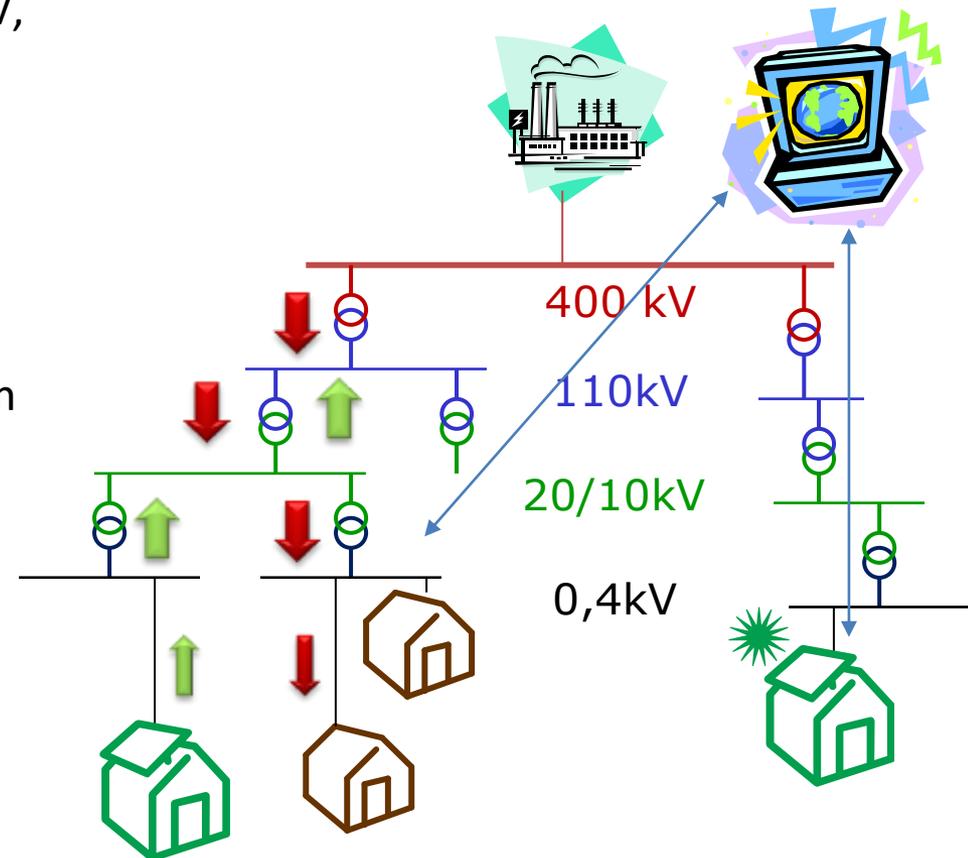
- Wechselstromleitungen sammeln den Windstrom im Norden und den Solarstrom im Süden ein.
- Konventionelle Kraftwerken (Dunkelflaute!) im gewährleisteten Versorgungssicherheit.
- Gleichstromverbindungen (HGÜ) sorgen für den Stromausgleich zwischen Norden und Süden.
- Pumpspeicherkraftwerke nehmen erneuerbare Energien auf und geben sie bei Bedarf wieder ab
- Batterien der E-Autos werden (hoffentlich) wie Pumpspeicherkraftwerke genutzt





Zuk. Struktur Mittel- und Niederspannung

- Lastfluss in beide Richtungen durch PV, bisher nur Einbahnstraße,
- höherer Bedarf (E-Auto, Wärmepumpe)
- Neue Elemente im Netz erforderlich: Regelbarer Ortsnetztrafo
- Elektromobilität: Bidirektionales Laden
- Informationen über Markt und Meteorologie erforderlich
- „Intelligente“ Infrastruktur mit überlagertem IT-Netz: Smart Grid





Zusammenfassung

- Sonne in der Schule zeigt, dass langjähriger Betrieb PV möglich ist, aber Betreuung!!
- Preise für PV auf niedrigen Niveau mit 1500 – ca. 4000 €/kW
- Batterien ermöglichen hohen Eigenverbrauch. Etwa 50 % der neuen PV-Anlagen im Heimbereich haben Speicher (Li-Ion). Zusätzlich: Bidirektionales Laden!
- Die schwankende Energieeinspeisung verursacht Probleme im Netz, Ausbau im Höchst-, Hoch-, Mittel- und Niederspannungsnetz nötig, Bidirektionales Laden stützt!
- Herausforderung: Integration der Ladestruktur der Elektromobilität in das Netz, besonders im städtischen Niederspannungsbereich

