

# *Energienetz der Zukunft*



Quelle: <https://pixabay.com/de/strommasten-oberleitungen-503935/>

# *Energienetz der Zukunft*

## Anforderungen → Ziele

- ➔ Spitzenlasten eliminieren
- ➔ Versorgungssicherheit erhöhen
- ➔ Kraftwerksauslastung optimieren
- ➔ Übertragungskapazität erhöhen
- ➔ Energieübertragung für Elektromobilität sicher stellen

# Hintergrund

## Auswertung des Fraunhofer Instituts für Solare Energiesysteme zum deutschen Strommix für 2018

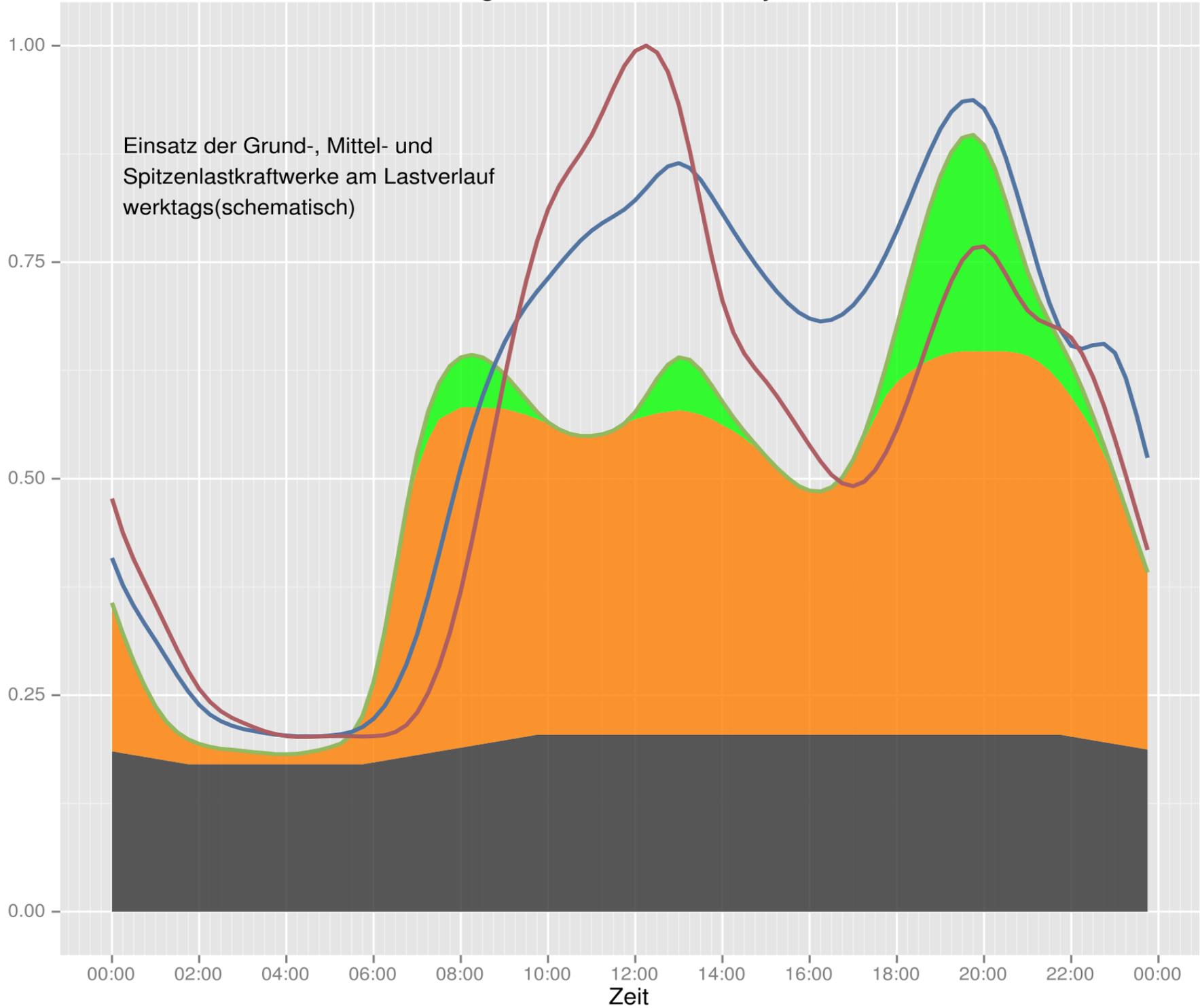
### Anteil regenerativer Energie stieg erstmals über 40%

➔ Wind Onshore	→	87,4 TWh
➔ Wind Offshore	→	18,8 TWh
➔ Photovoltaik	→	45,7 TWh
➔ Biomasse	→	44,8 TWh
➔ Wasserkraft	→	17,0 TWh
<hr/>		
➔ Braunkohle	→	131,3 TWh
➔ Steinkohle	→	75,7 TWh
➔ Kernkraft	→	72,1 TWh
➔ Gaskraftwerke	→	40,0 TWh
<hr/>		
➔ aus Frankreich	→	8,3 TWh
➔ Export	→	45,6 TWh



Quelle: Nicole Köhler, Gemeinfrei (Lizenz Creative Commons CC0)

# Tageslastverlauf im Frühjahr



**Tag der Woche**  
Wochentag  
Samstag  
Sonntag

Quelle:  
<https://de.wikipedia.org/wiki/Lastprofil>

# *Plan: Smart Grid / Smart Meter*

## Ziele

- ➔ automatische intelligente Steuerung von Erzeugern und Verbraucher
- ➔ durch detaillierte Verbrauchsauswertung und Netzlast-abhängige Tarife sollen die Kunden zum bewussteren Umgang mit Strom animiert werden

Montag - Freitag

zum Vergleich: Dt. Telekom

Zeit	1. Platz	2. Platz	3. Platz	4. Platz	5. Platz	6. Platz	Call Plus	Call Start	Call Basic
0-7	0,10 	0,29 	0,52 	0,59 	0,60 01068	0,92 01052	3,00	2,90	2,90
7-8	0,52 01011	0,59 	0,60 01068	0,98 01027	1,45 01098	1,68 	5,10	2,90	2,90
8-9	0,98 01027	1,33 	1,34 01068	1,45 01098	1,52 01011	1,84 01012	5,10	2,90	2,90
9-10	0,54 01019	0,98 01027	1,33 	1,34 01068	1,45 01098	1,52 01011	5,10	2,90	2,90
10-12	0,55 	0,98 01027	1,33 	1,34 01068	1,45 01098	1,52 01011	5,10	2,90	2,90

# *Plan: Smart Grid / Smart Meter*

## Beispiele aus Telekommunikations-Branche

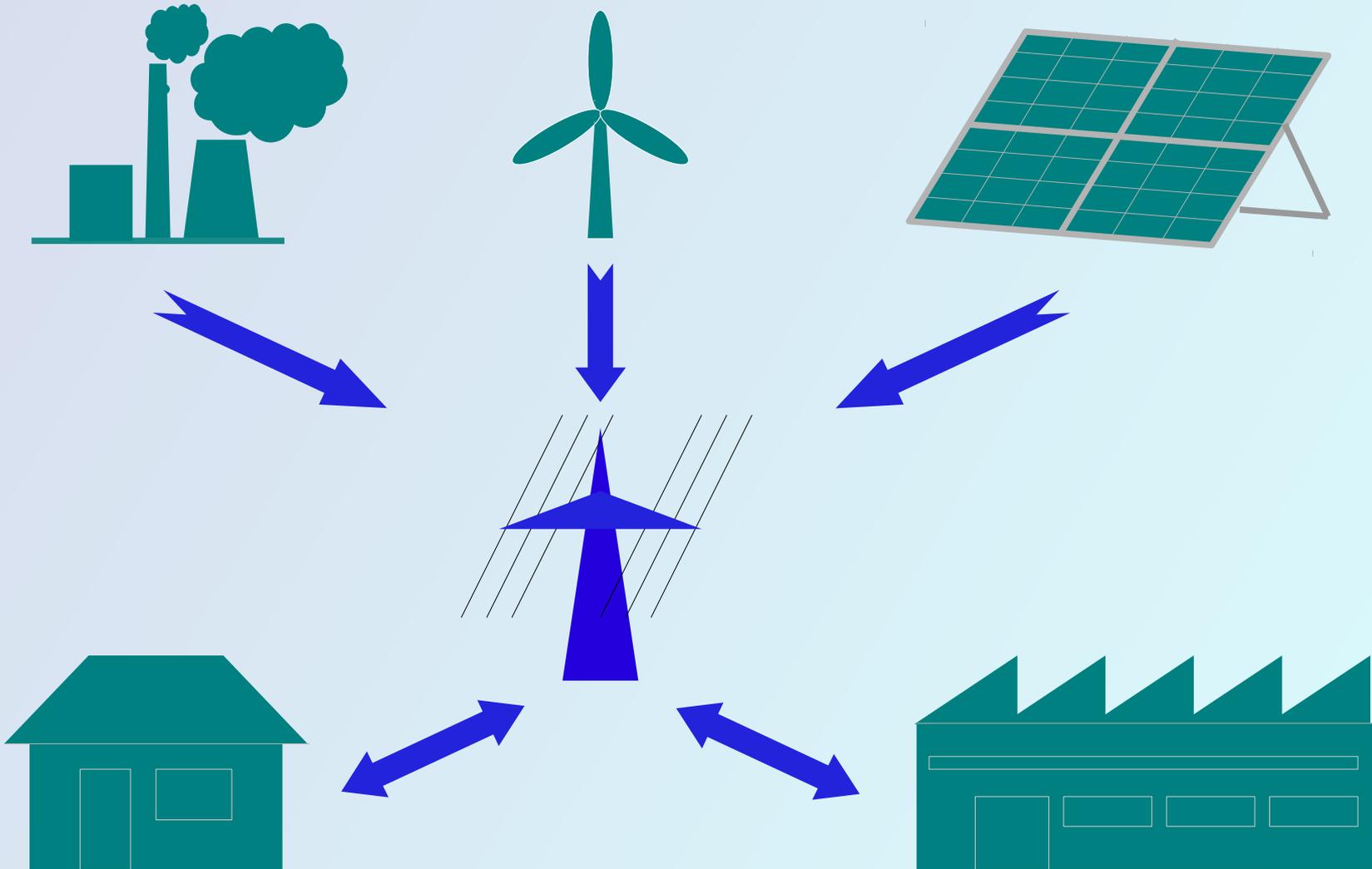
- ➔ Minutenpreise variieren oft nach Gesprächsziel und Uhrzeit
- ➔ Call by Call – Abzocke durch unangekündigte Preiserhöhung
- ➔ Gericht entscheidet: 39,99 Euro pro Minute für ein Gespräch in die Schweiz sind zu viel

# *Plan: Smart Grid / Smart Meter*

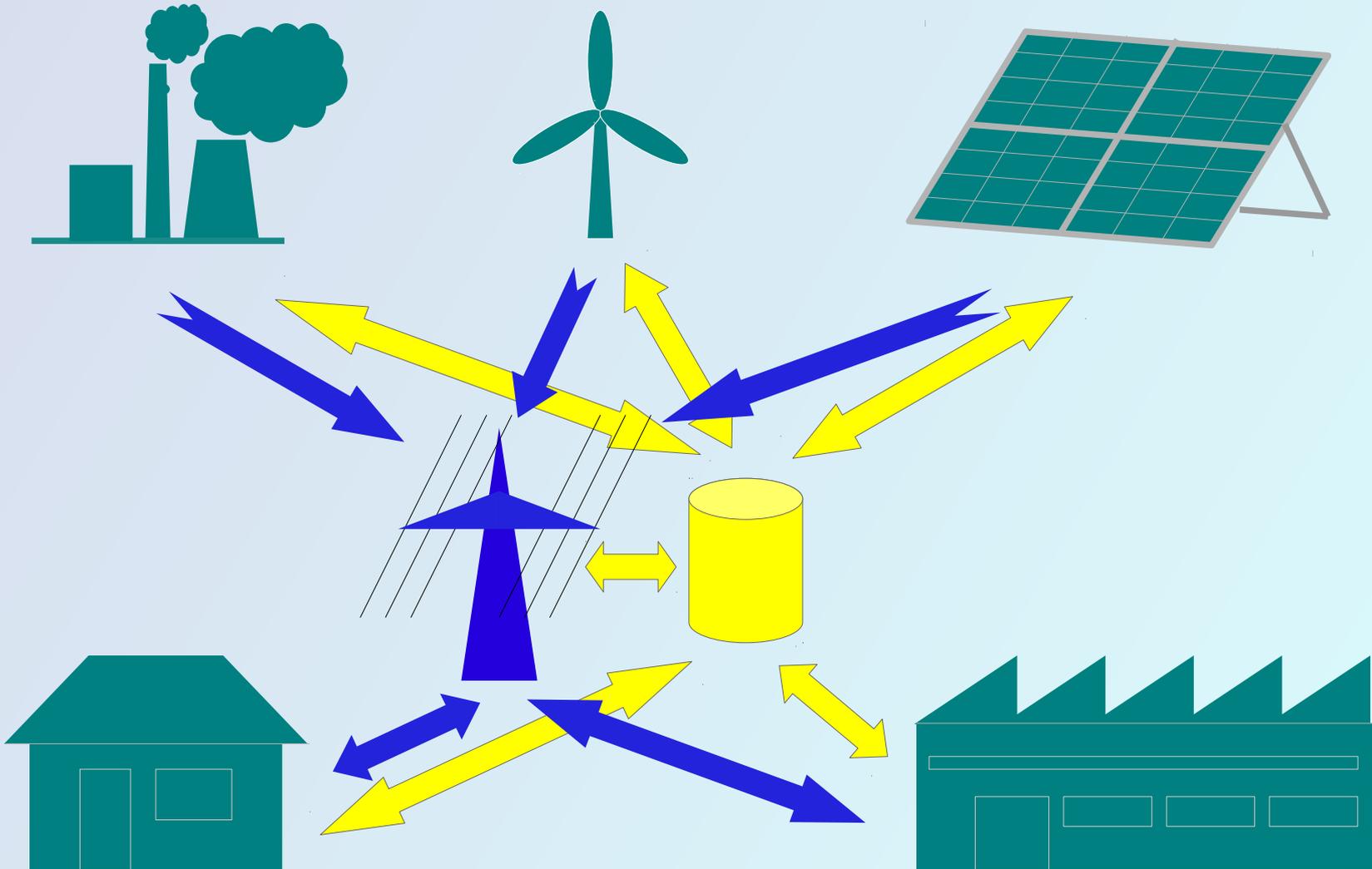
## Ziele

- ➔ automatische intelligente Steuerung von Erzeugern und Verbraucher
- ➔ durch detaillierte Verbrauchsauswertung und Netzlast-abhängige Tarife sollen die Kunden zum bewussteren Umgang mit Strom animiert werden

# Stand heute



# *Plan: Smart Grid / Smart Meter*



# *Plan: Smart Grid / Smart Meter*

## **Angreifbar durch Cyber-War**

---

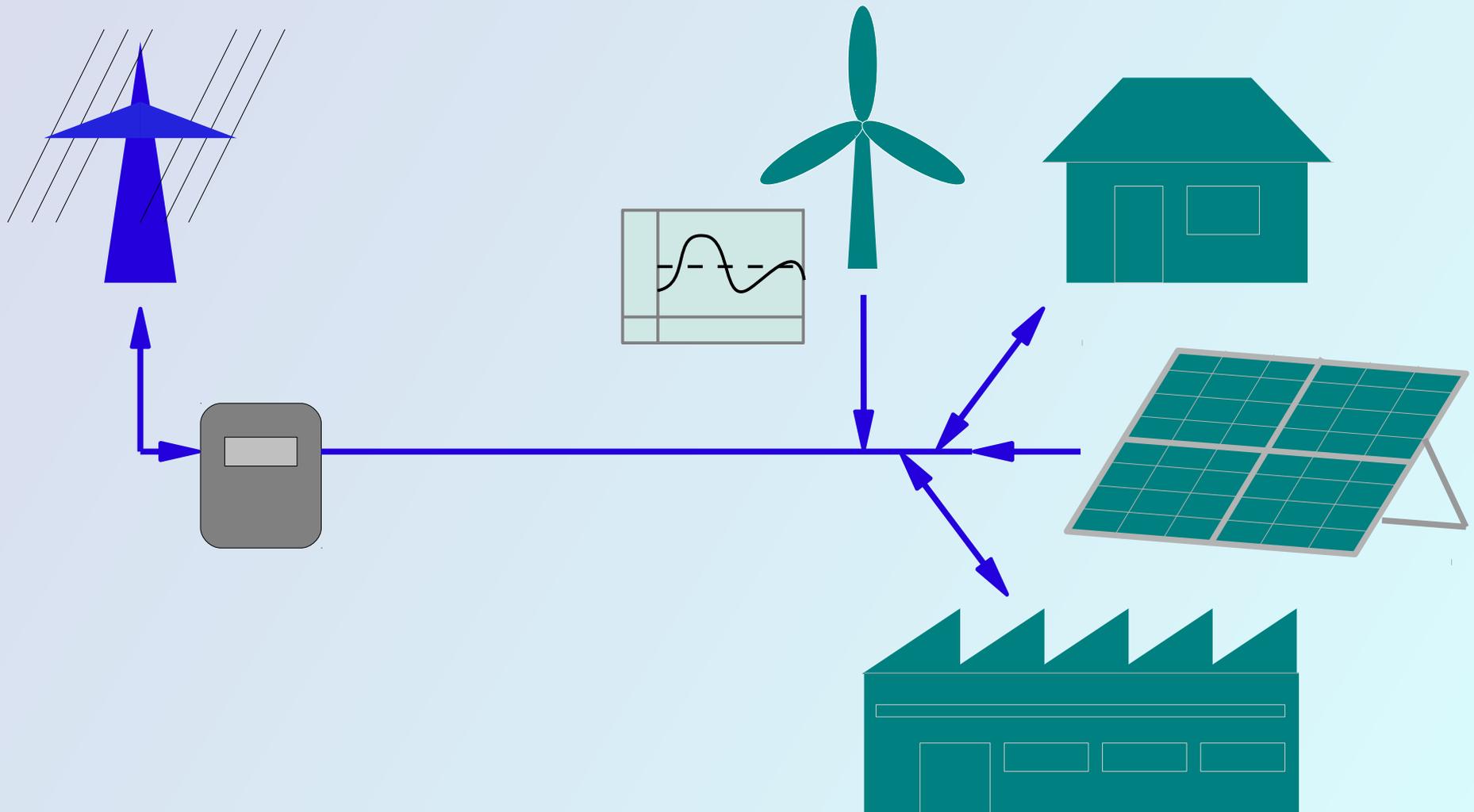
### **Themen aus Recherche bei „heise online“**

- ➡ 09.11.2019  
Trojaner greift Netzwerk von Humboldt-Universität an
- ➡ 29.10.2019  
Hacker-Wettbewerb Pwn2Own erweitert: Prämien für gehackte Industrieanlagen
- ➡ 22.10.2019  
NordVPN & Co.: Hacker stiegen in Server von verschiedenen VPN-Anbietern ein
- ➡ 11.10.2019  
Remote-Angriffe und Denial-of-Service: Schwachstellen in Juniper-Netzwerktechnik
- ➡ 02.10.2019  
Mutmaßlicher Emotet-Befall: Trojaner wütet in Berliner Kammergericht
- ➡ 28.09.2019  
Malware legt Rheinmetall-Produktion in Amerika lahm
- ➡ 31.12.2018  
Wehrbeauftragter fordert breite Debatte über Umgang mit Cyber-Angriffen
- ➡ 12.12.2018  
Hybride Kriegführung: Die digitale Rüstungsspirale ist bereits im Gang
- ➡ 07.12.2018  
Cyberangriff: KraussMaffei von Hackern erpresst, Fertigung lahm gelegt

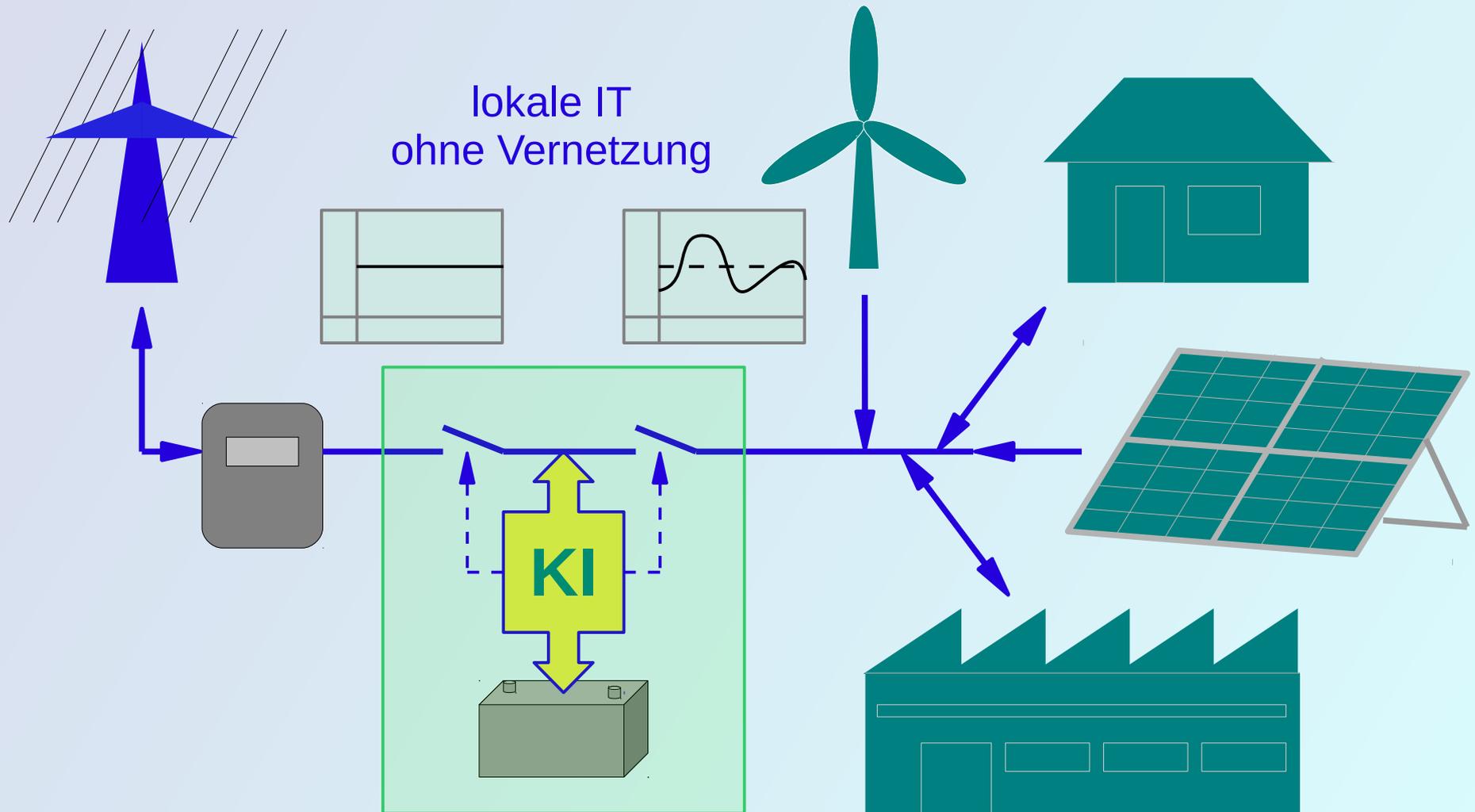
# *Plan: ~~Smart Grid~~ / ~~Smart Meter~~*



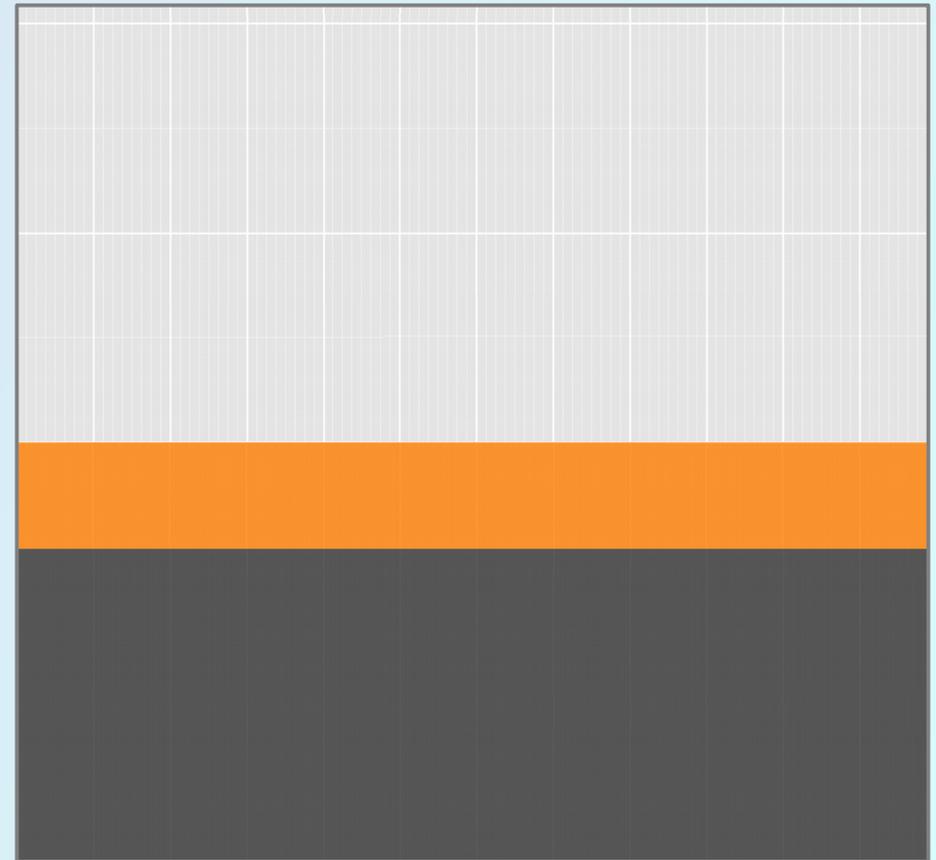
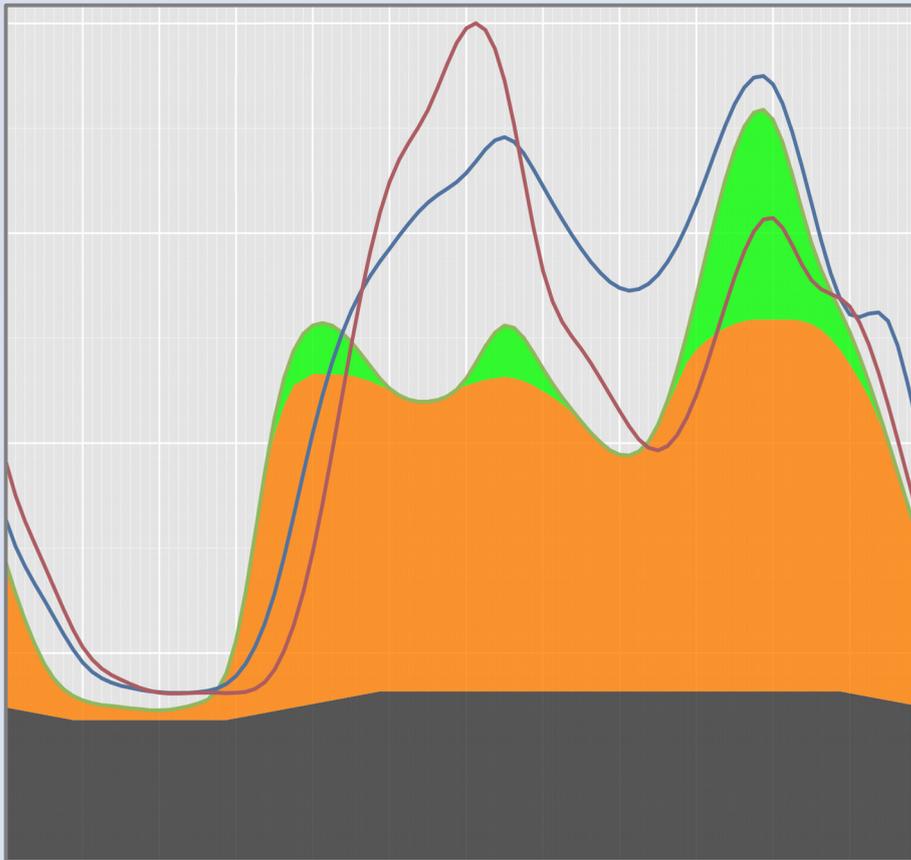
# *besser: Smart Storage*



# *besser: Smart Storage*

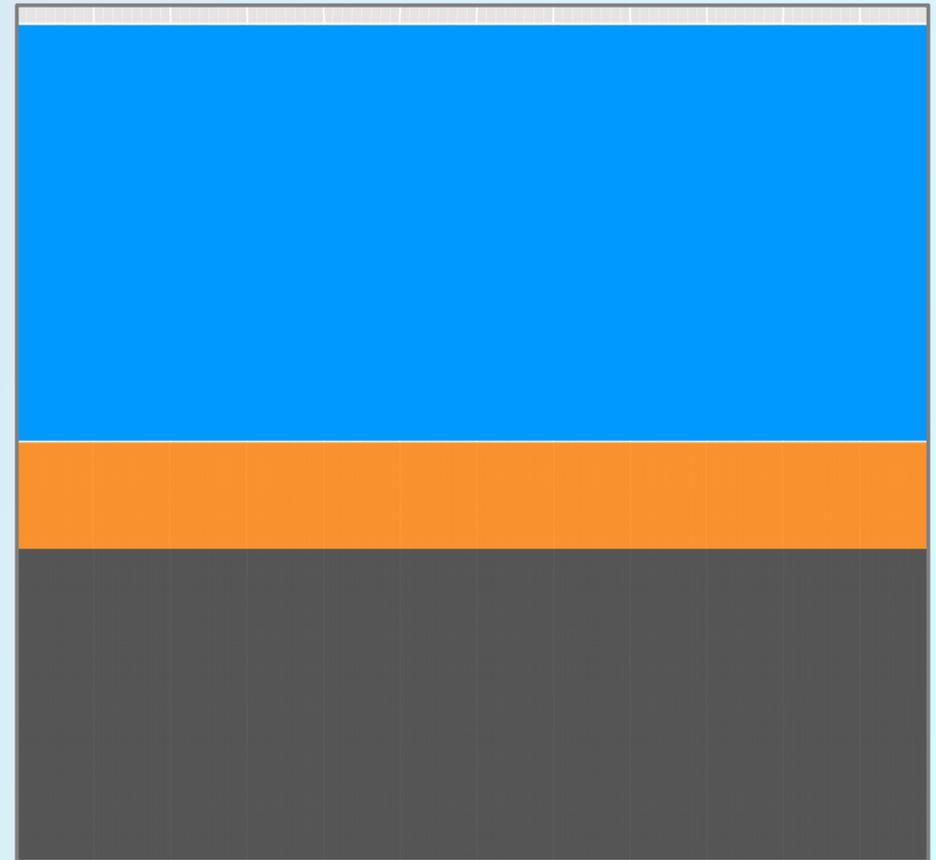
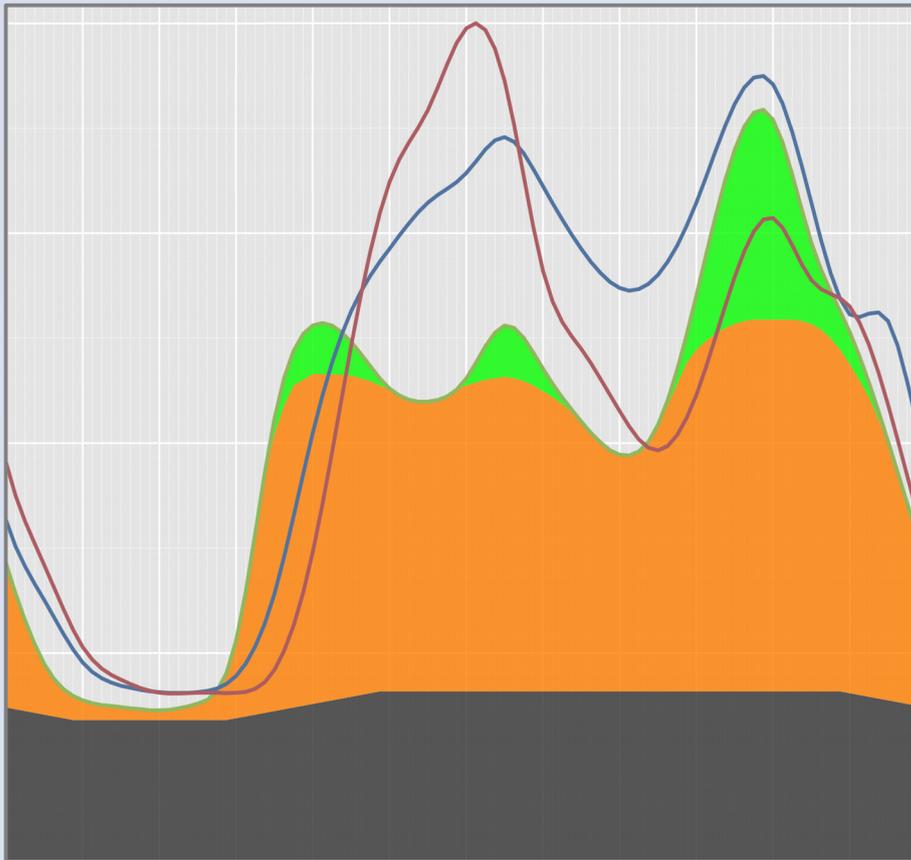


# *besser: Smart Storage*



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lastprofil>

# *besser: Smart Storage*



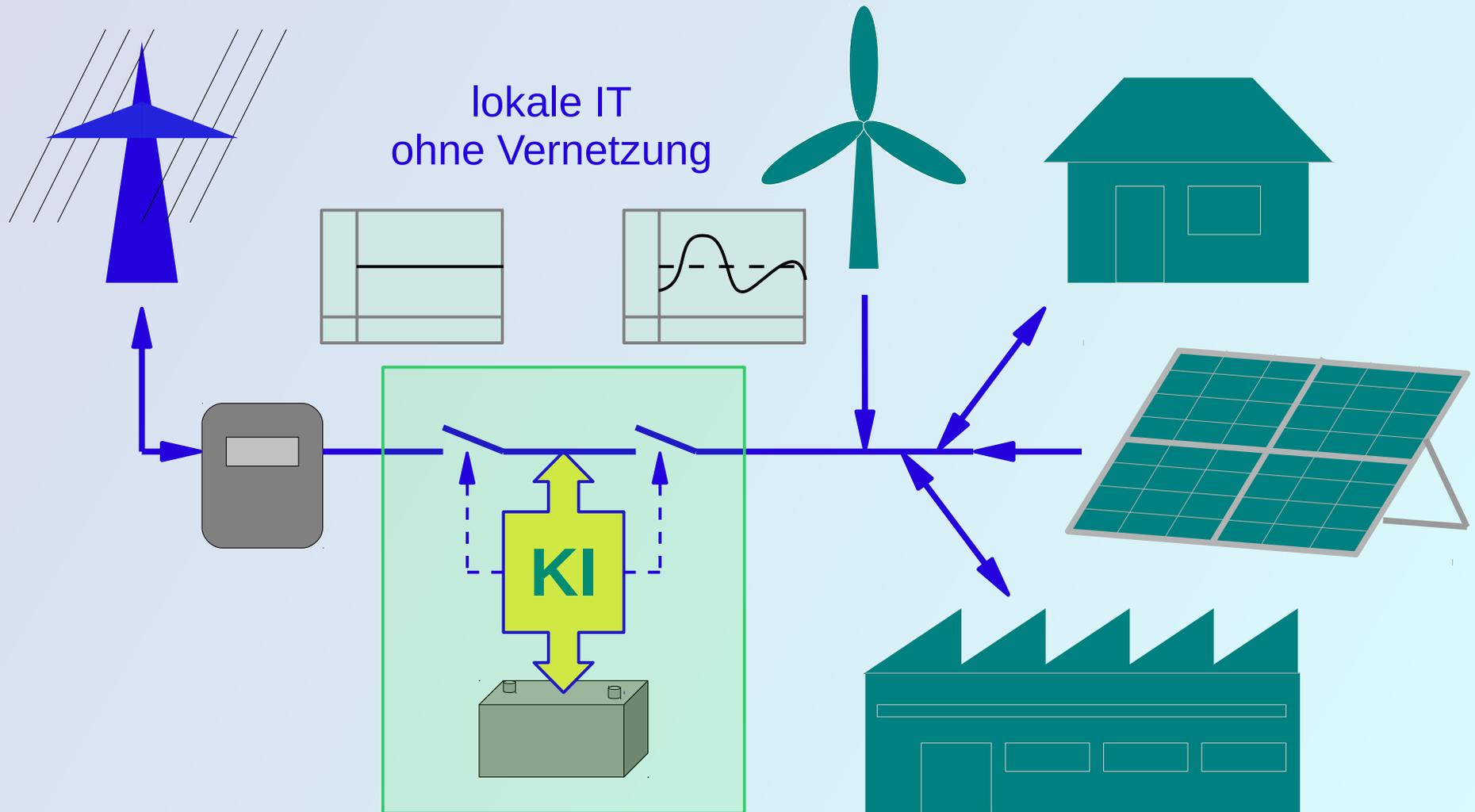
Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Lastprofil>

# *besser: Smart Storage*

## Vorteile:

- ➡ es muss keine IT-Infrastruktur aufgebaut werden
- ➡ Einführung ohne zeitliche und organisatorische Zwänge sukzessive von Kunde zu Kunde möglich
- ➡ nicht angreifbar durch Cyber-War-Attacken
- ➡ Dank Speicher Notstrom-fähig
- ➡ Erhöhung der Versorgungssicherheit
- ➡ Spitzenlast-Kapazität wird für Dauerlast verfügbar
- ➡ Übertragungskapazität für E-Mobilität wird verfügbar
- ➡ Grundlastkraftwerke können konstant mit optimalem Wirkungsgrad betrieben werden

# *besser: Smart Storage*



Akkumulatortyp	Energiedichte (Wh/kg)	Ladewirkungsgrad <sup>[10]</sup>	Besonderheit
Bleiakkumulator	30	60–70 %	
Lithium-Ionen-Akkumulator auf der Basis von LiCoO <sub>2</sub>	120–210	90 %	neuere Modelle schnellladefähig <sup>[11]</sup>
Lithium-Polymer-Akkumulator	140–260 <sup>[12]</sup>	90 %	praktisch beliebige Bauform möglich
Lithium-Eisenphosphat-Akkumulator	80–140	94 %	schnellladefähig, hochstromfähig, eigensicher
Lithium-Titanat-Akkumulator	70–90	90–95 %	schnellladefähig
Lithium-Schwefel-Akkumulator	350	90 % <sup>[13]</sup>	Labor-Prototyp <sup>[14]</sup>
Natrium-Nickelchlorid-Akkumulator (Zebra-Batterie)	100–120	80–90 %	300 °C Betriebstemperatur, keine Selbstentladung, aber Heizverluste 10–20 %
Natrium-Schwefel-Akkumulator	120–220	70–85 %	300 °C Betriebstemperatur, keine Selbstentladung, aber Heizverluste 15–30 %
Nickel-Eisen-Akkumulator	40	65–70 %	sehr unempfindlich gegen Über- und Tiefenentladung
Nickel-Cadmium-Akkumulator	40–60	70 %	EU-weit verboten, mit Ausnahme von Notsystemen und dem medizinischen Bereich
Nickel-Metallhydrid-Akkumulator	60–110	70 %	
Nickel-Wasserstoff-Akkumulator	60	75 %	
Nickel-Zink-Akkumulator	50	65 %	
Silber-Zink-Akkumulator	65–210	83 %	teuer, kurzlebig, empfindlich, sehr hohe Kapazität
Zinn-Schwefel-Lithium-Akkumulator	1100	?	Experimenteller Prototyp <sup>[15]</sup>
Aluminium-Ionen-Akkumulator	1000 <sup>[16]</sup>	?	schnellladefähig, experimentelle Prototypen

# *besser: Smart Storage*

## neue Akku-Technologien:

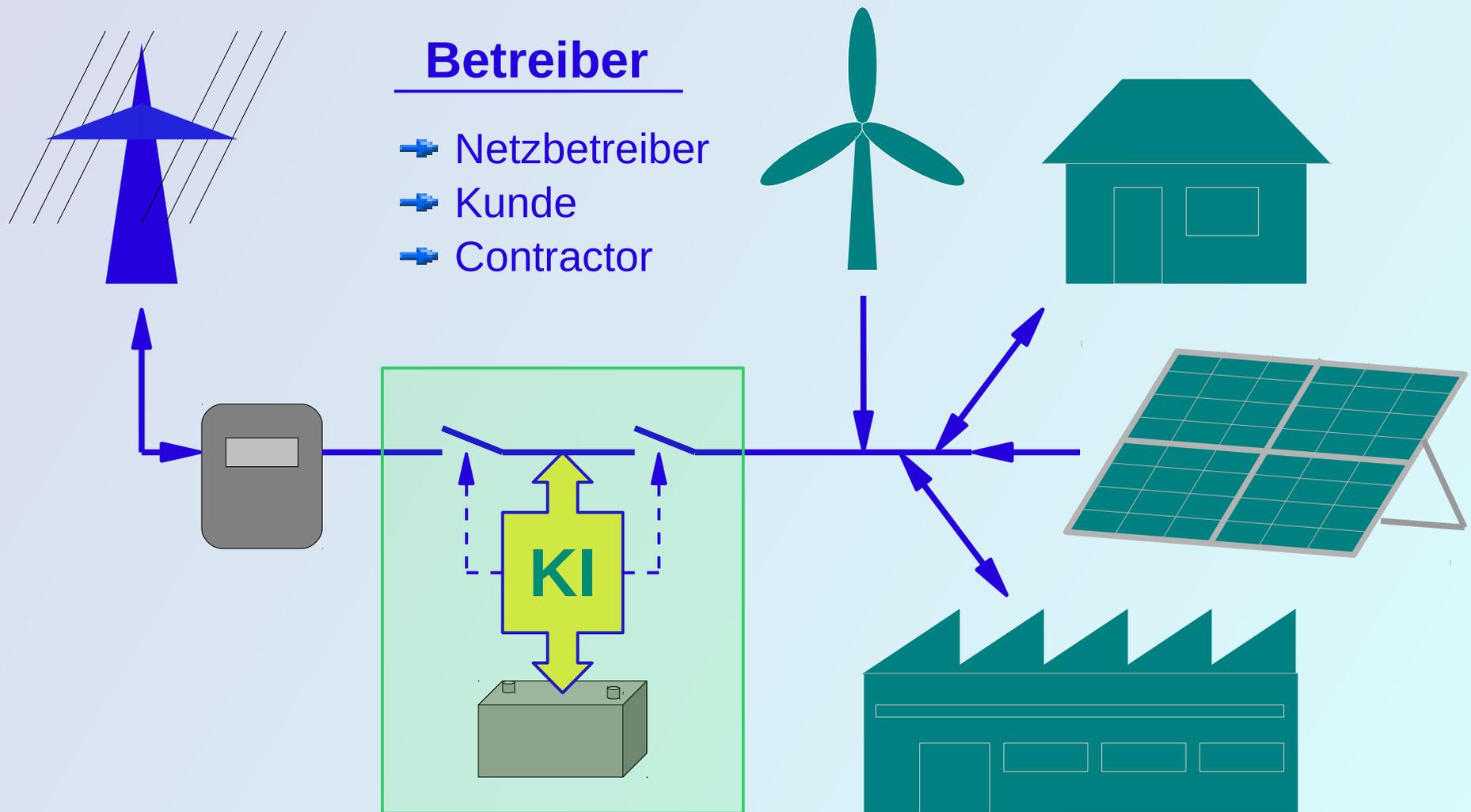
- ➔ **Li-Ionen-Akku mit Silizium-Anode** statt Graphit
  - Silizium ist 2-häufigstes Element auf der Erde
  - Silizium ist flammhemmend
  - 10-fache Energiedichte
  - 12 min Ladezeit statt bisher 5 h
- ➔ **Natrium-Ionen-Akku**
  - Natrium überall verfügbar (Steinsalz, Meerwasser)
  - Elektrolyt ist wässrige Lösung, keine Brandgefahr
  - 80% geringer Kosten gegenüber Li-Ionen-Akku
  - französisches Start-up „Tiamat“ produziert ab 2020
- ➔ **Redox-Flow-Systeme, Wasserstoff-Technologien**

# *besser: Smart Storage*

## neue Akku-Technologien:

- ➔ **Tesla baute innerhalb von drei Monaten weltgrößten Netzspeicher in Australien**
  - Kapazität über 120 MW
  - gesamter Bundesstaat South Australia stabilisiert
  - Versorgung für 1,7 Mio. Einwohner abgesichert
- ➔ **weitere Großspeicher inzwischen in Betrieb**
  - Deutschland, Pfinztal, 20 MW, Redox-Flow
  - Belgien, Terhills, 18,2 MW, Li-Ion
  - Deutschland, Hannover, 17,4 MW, Li-Ion
  - Deutschland, Jardelund, 48 MW, Li-Ion
  - Großbritannien, Glassenbury, 50 MW, Li-Ion
  - Deutschland, Schwarze Pumpe, 50 MW, Li-Ion, ab 2020

# *besser: Smart Storage*



# *Energienetz der Zukunft*

## Informationen / Kontakt:

Manfred Zwarg  
Am Waldesrand 11  
06809 Petersroda

m.zwarg@gmx.de  
Tel. 0174-9473883