



# HERZLICH WILLKOMMEN

Die Klimasprechstunde:

Eigenstromversorgung für Industrie und Gewerbe

10. Mai 2023



## Prof. Dr. Ralf Simon

ralf.simon@simon-pe.de



**Technische Hochschule Bingen**



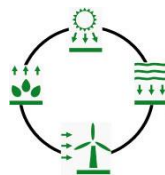
**Transferstelle für rationelle und regenerative  
Energienutzung Bingen**



**Simon Process Engineering GmbH**



**Energiebeirat des Landes Rheinland – Pfalz  
zur Beratung der Landesregierung in energie-  
politischen Fragen**



**Aufsichtsratsvorsitzender der Bürgergenos-  
senschaft Rheinhessen eG**

# DEZENTRALE EIGENSTROMVERSORGUNG MIT BATTERIE- UNTERSTÜTZUNG

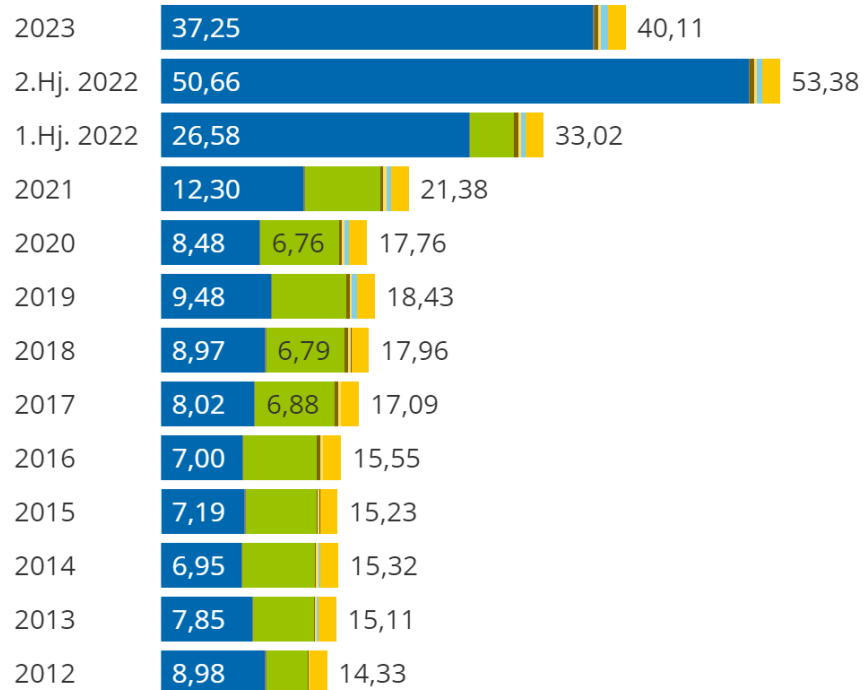
Flexibilitätsmanagement und Eigenstromversorgung – das Gebot der Zeit

Prof. Dr. Ralf Simon

Transferstelle für rationelle und regenerative Energienutzung Bingen

# Entwicklung der Strommärkte

■ Beschaffung, Netzentgelt, Vertrieb  
■ Konzessionsabgabe  
■ EEG-Umlage\*  
■ KWKG-Umlage  
■ §19  
■ StromNEV-Umlage  
■ Offshore-Netzumlage  
■ Umlage f. abschaltbare Lasten  
■ Stromsteuer  
 Summe



Quelle: BDEW Strompreisanalyse, Feb. 2023

Bei gestiegenen und weiter steigenden<sup>1</sup> Strompreisen → Regenerative Eigenstromversorgung zur

- Reduktion der Energiekosten
- Reduktion der Netzentgelte

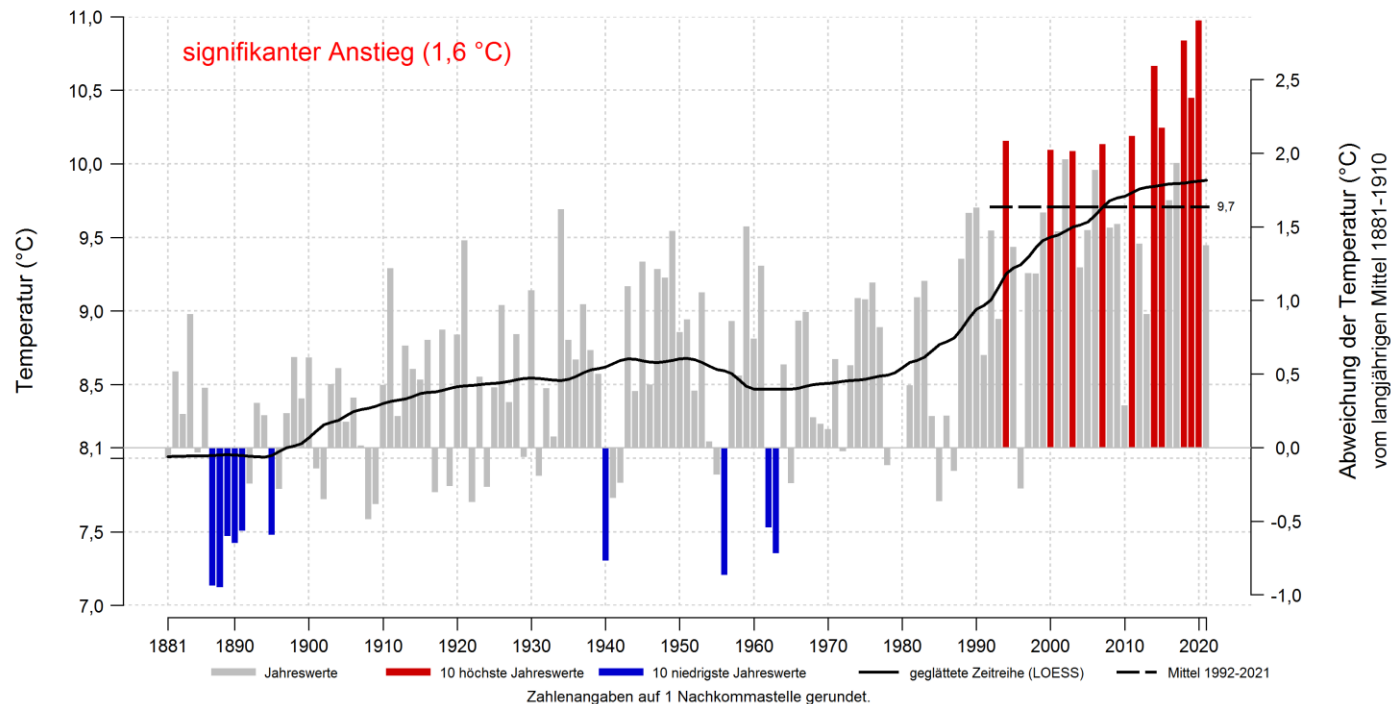
<sup>1</sup> Auf Grund von steigenden Preisen

- für die Rohstoffe
- für die Emissionszertifikate

bei gleichzeitig steigendem Bedarf für die Elektromobilität, die Wärmewende und generell die Sektorkopplung

# Aktuelle Randbedingungen: Klimaschutz – Temperaturentwicklung in RLP

Entwicklung der Temperatur im Kalenderjahr (Jan-Dez)  
im Bundesland Rheinland-Pfalz im Zeitraum 1881 bis 2021



Datenquelle: Deutscher Wetterdienst

Darstellung: Rheinland-Pfalz Kompetenzzentrum für Klimawandelfolgen ([www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de))

Quelle: [www.kwis-rlp.de](http://www.kwis-rlp.de)

Für Rheinland-Pfalz gilt:

- Anstieg der mittleren Jahrestemperatur seit 1881 um 1,6°C
- Die fünf höchsten Jahrestemperaturwerte gab es alle nach 2014
- Temperaturanstieg in Rheinland-Pfalz mit am höchsten

## Aktuelle Randbedingungen: Klimaschutz – Waldsterben



- Bedingt durch die hohen Temperaturen hat der Borkenkäfer unsere Wälder umgebaut
- Beispiel Wald um den Lörmecke-Turm, Wahrzeichen im Sauerland:
  - Knappe 1,5 Jahre liegen zwischen den beiden Aufnahmen.
  - Foto: Christoph Hentschel, Juni 2019 und Dezember 2020

Quelle: Christoph Hentschel

<https://www.youtube.com/watch?v=S3DiAYjwSLk>

# Notwendigkeit der Eigenstromversorgung

## Beispiele:

PV-Freiflächenanlagen können im Bereich  
5,20 – 5,90 ct/kWh Strom erzeugen<sup>1</sup>  
PV-Aufdachanlagen (groß) können im Bereich  
5,09 bis 8,91 ct/kWh Strom erzeugen<sup>2</sup>

<sup>1</sup>: siehe [BNetzA – Ausschreibungsergebnisse](#): dort Mittelwert für die Ausschreibung November 2022: **5,80 ct/kWh**

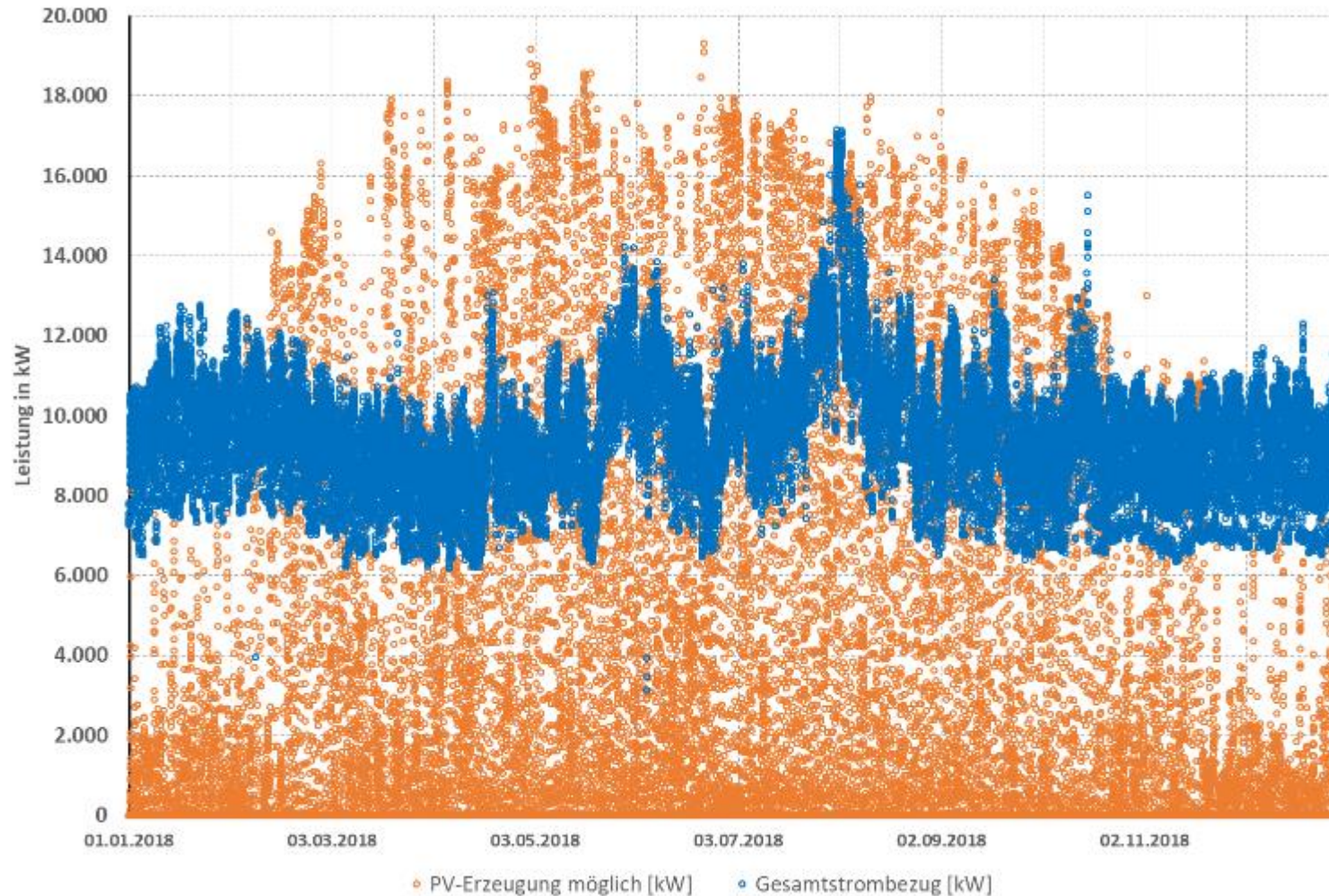
<sup>2</sup>: siehe [BNetzA – Ausschreibungsergebnisse](#): dort Mittelwert für die Ausschreibung Dezember 2022: **8,74 ct/kWh**

## plus Flexibilisierung um

- kostengünstigen CO<sub>2</sub>-freien Strom selbst nutzen zu können
- Wertschöpfungspotenziale an den Börsen bzw. im Bereich der Systemdienstleistungen zu erzielen
- auch als Beitrag zum Klimaschutz und als Vorbild für andere



## Strategiebeispiel: Einführung



e bis 2022:

hmen mit hohem Kältebedarf baute in  
gangenheit Photovoltaik aus, um den  
ezug für die Kälte-erzeugung zu  
ren

ewechsel:

ng der Photovoltaikstromer-zeugung, um  
samtstrombezug zu reduzieren.

rschusssituationen treten auf

ihung des Flexibilitätsbedarfs, um die  
volle, CO<sub>2</sub>-freie elek-trische Energie  
er dem Zähler zu halten.



## Flexibilisierungsmöglichkeiten

- Flexibilisierungsbeispiele
  - Produktionssteigerung bzw Produktionsreduktion
  - Füllen bzw. Leeren von Lagern, Behältern bzw. Silos
  - Füllen bzw. Leeren eines Kältespeichers
  - Füllen bzw. Leeren eines Wärmespeichers
- **Batterie als Zusatzkomponente**, die keinen Einfluss auf die Produktion hat
- Ideal wäre jedoch eine Kombination der Möglichkeiten, um Investitionskosten zu senken

## Notwendigkeit der Eigenstromversorgung

- **Versorgungssicherheit**  
Unabhängigkeit von Ressourcen unsicherer Länder
  - **Klimaschutz**  
Stromerzeugung ohne CO<sub>2</sub>-, NO<sub>x</sub> oder Feinstaubemissionen
  - **Kostenvorteil**  
langfristig stabile Strompreise
- **Notwendig: Fläche**



Beispiel: Faltdach der Kläranlage ARA Chur

Quelle: Sonnenseite vom 10.09.2017



Beispiel: solares Faltdach für die Kläranlage Davos

Quelle: Photovoltaik vom 10.12.2020



PV Freiflächenanlage als kostengünstige Erzeugungsmöglichkeit



Großbatterie als Containerlösung bei der Westerwälder Holzpellets GmbH

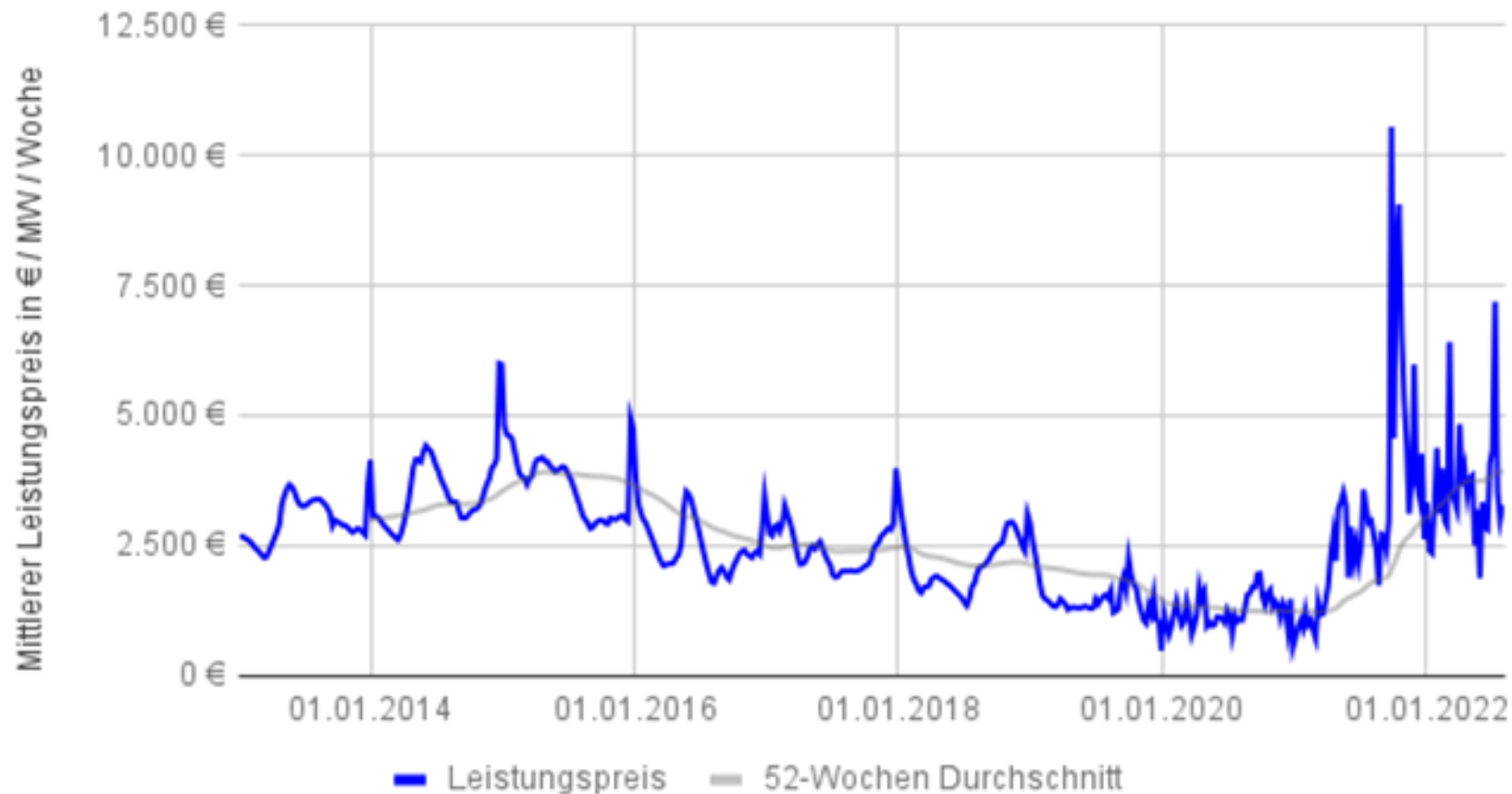
# Einsatzmöglichkeiten von Großbatterien

	Primärregel- leistung	Spotmarkt	Netzentgelte <sup>1</sup>	Erhöhung der Eigenstrom- versorgung	USV- oder NEA-Funktion	Fahrzeug- schnell- beladung
Versorger	X	X				
Gewerbe und Industrie	X	X	X	X	X	(X)
Quartier in der Kundenanlage	X	X	X	X		X
Straßenbe- leuchtung	X	X	X	X		
	globale Märkte		lokale Märkte			

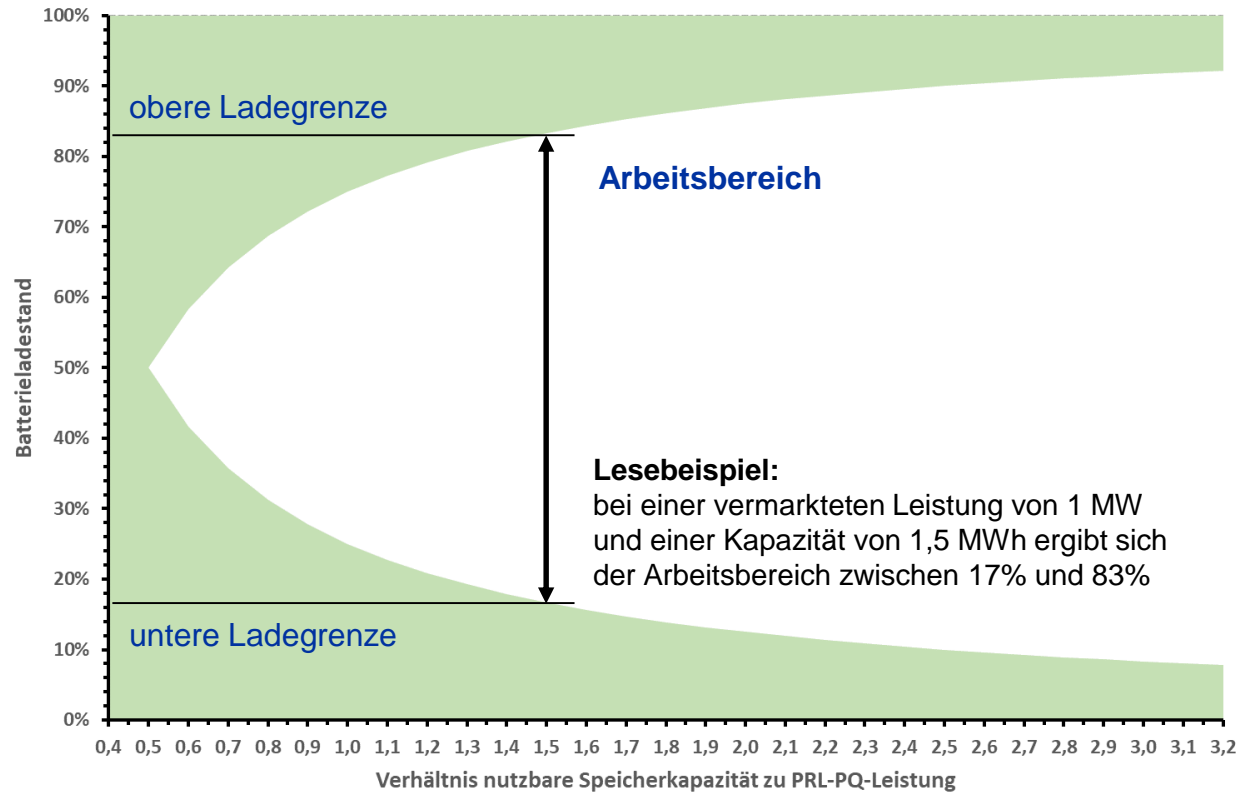
<sup>1</sup>Spitzenlastkappung zur Reduktion des Leistungspreises und eventuell auch die atypische Netznutzung nach §19 StromNEV Abs. 2 S1 oder §19 StromNEV Abs. 2 S2  
zusätzliche Einsatzmöglichkeiten vorhanden wie Blindleistungsbereitstellung, Spannungs- bzw. Frequenzregelung im Inselbetrieb

# Stromwirtschaft: Leistungspreisentwicklung PRL

## PRL - Langfristige Preishistorie



## Primärregelleistung: Anforderung der ÜNB an die Batterie







seit Mai 2019

zu jedem Zeitpunkt muss die Batterie ihre vermarktete Leistung für **15 min** zur Verfügung stellen können.

Quelle: Präqualifikationsverfahren für Regelreserveanbieter (FCR, aFRR, mFRR) in Deutschland ("PQ-Bedingungen"), Mai 2019

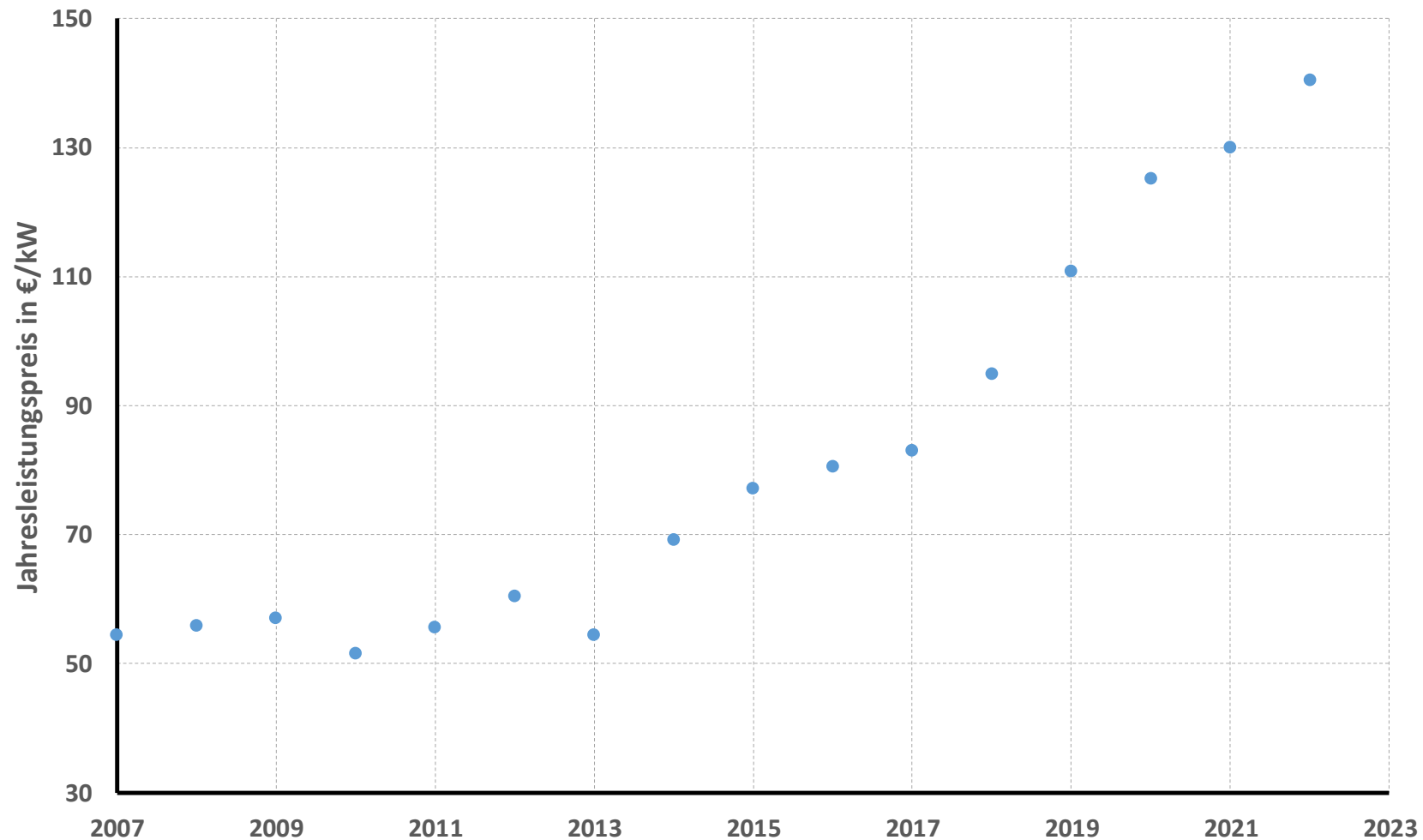


## Stromwirtschaft: Bewertung der Flexibilitätsmärkte

Vorhaltemärkte / Regelernergie			Handelsmarkt
MRL (mFRR)	SRL (aFRR)	PRL (FCR)	Intraday-Spot
15 Minuten	5 Minuten	30 Sekunden	Unabhängig
58.000€/MW/a*)	110.000€/MW/a*)	150.000€/MW/a	80.000€/MW/a
Hohe Vorhalteverpflichtung	Hohe Vorhalteverpflichtung	Sehr hohe Vorhalteverpflichtung	Vorhalteverpflichtung gegeben, aber geringer
			

\*) 1MW Flex pos. und neg.

## Preisentwicklung für Netzanschluss 20kV oberhalb 2.500 h/a

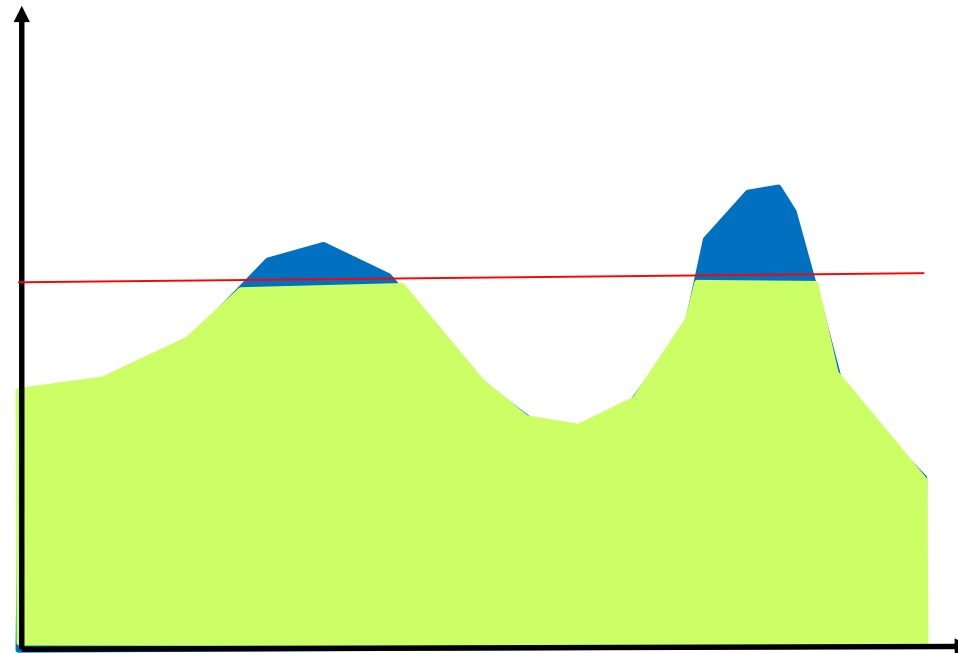


Beispiel Netzgebiet in RLP

## Reduzierung der max. Jahreslast (Peak Shaving)

- Das Jahresleistungsentgelt ist das Produkt aus dem jeweiligen Jahresleistungspreis und der Jahreshöchstleistung im Abrechnungsjahr ([StromNEV §17](#))

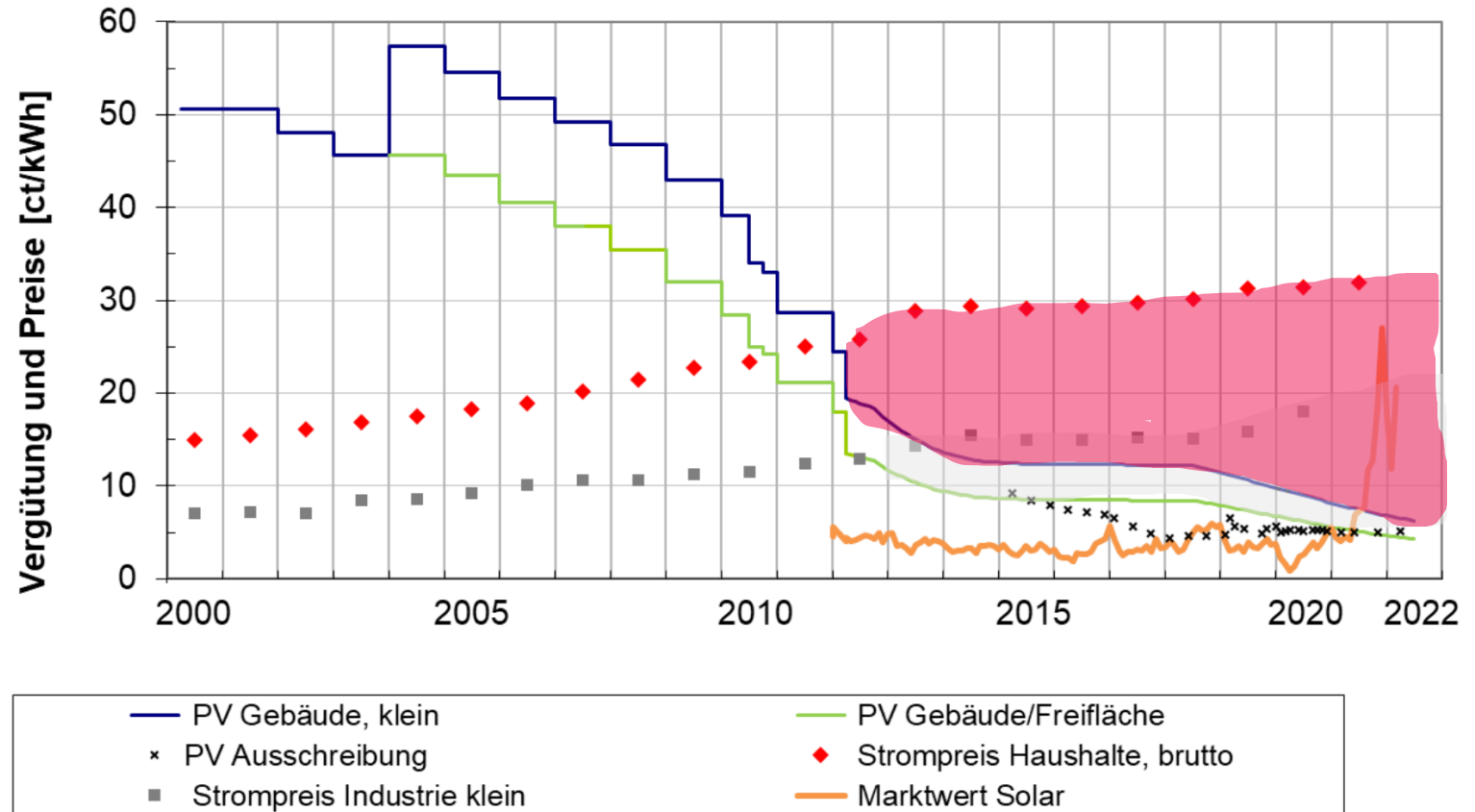
→ Ansatz für Peak Shaving



## EE Eigenstromversorgung: PV vor dem EEG

### Aktuelle Gesetzgebung:

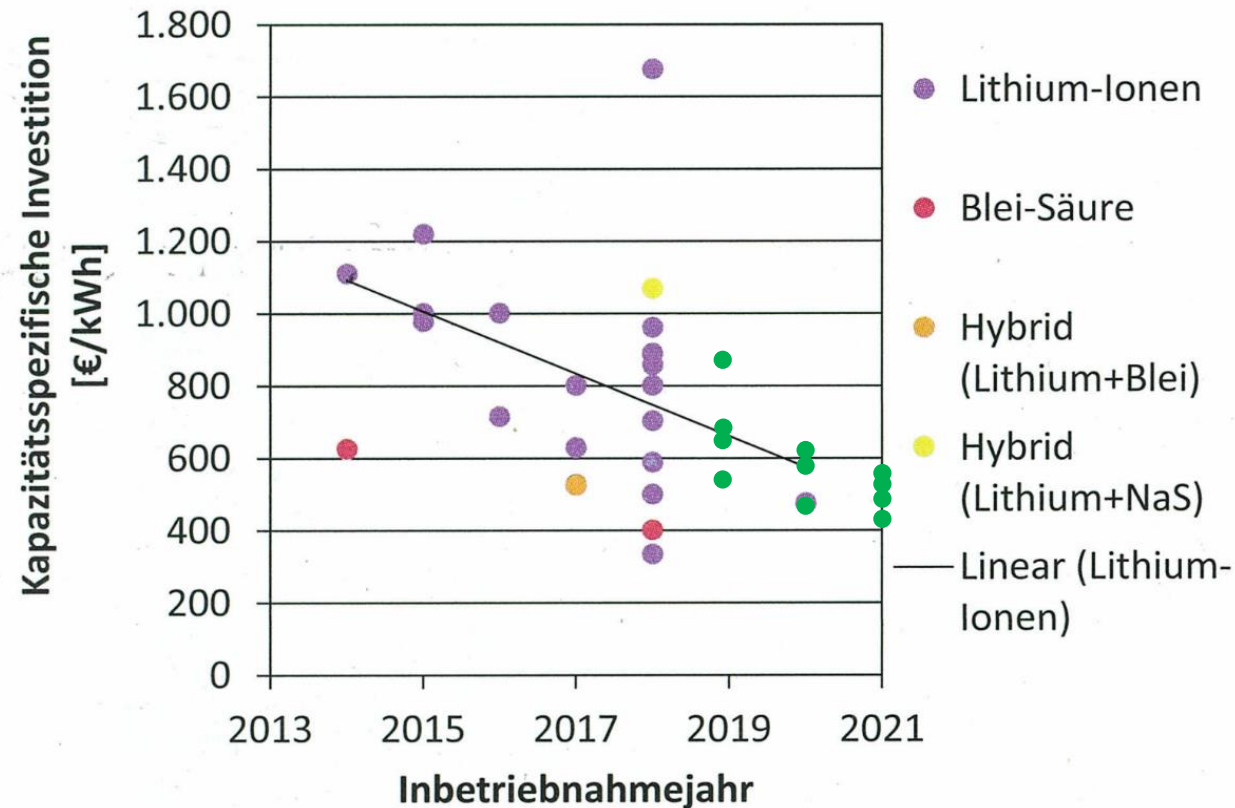
- <100kWp: Einspeisevergütung
- <750kWp: Pflicht zur Direktvermarktung
- >750kWp: Ausschreibung



### PV Stromvergütung nach Datum der Inbetriebnahme sowie Strompreise für Haushalte und Gewerbe

Quelle: FHG ISE: Wirth, H.: Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, Fassung vom 1.5.2022

## Stationäre Großbatteriespeicher in Deutschland



In 2022 ist eine Steigerung der Investitionskosten festzustellen

### Entwicklung der kapazitätsspezifischen Investitionen nach Batterietechnologie

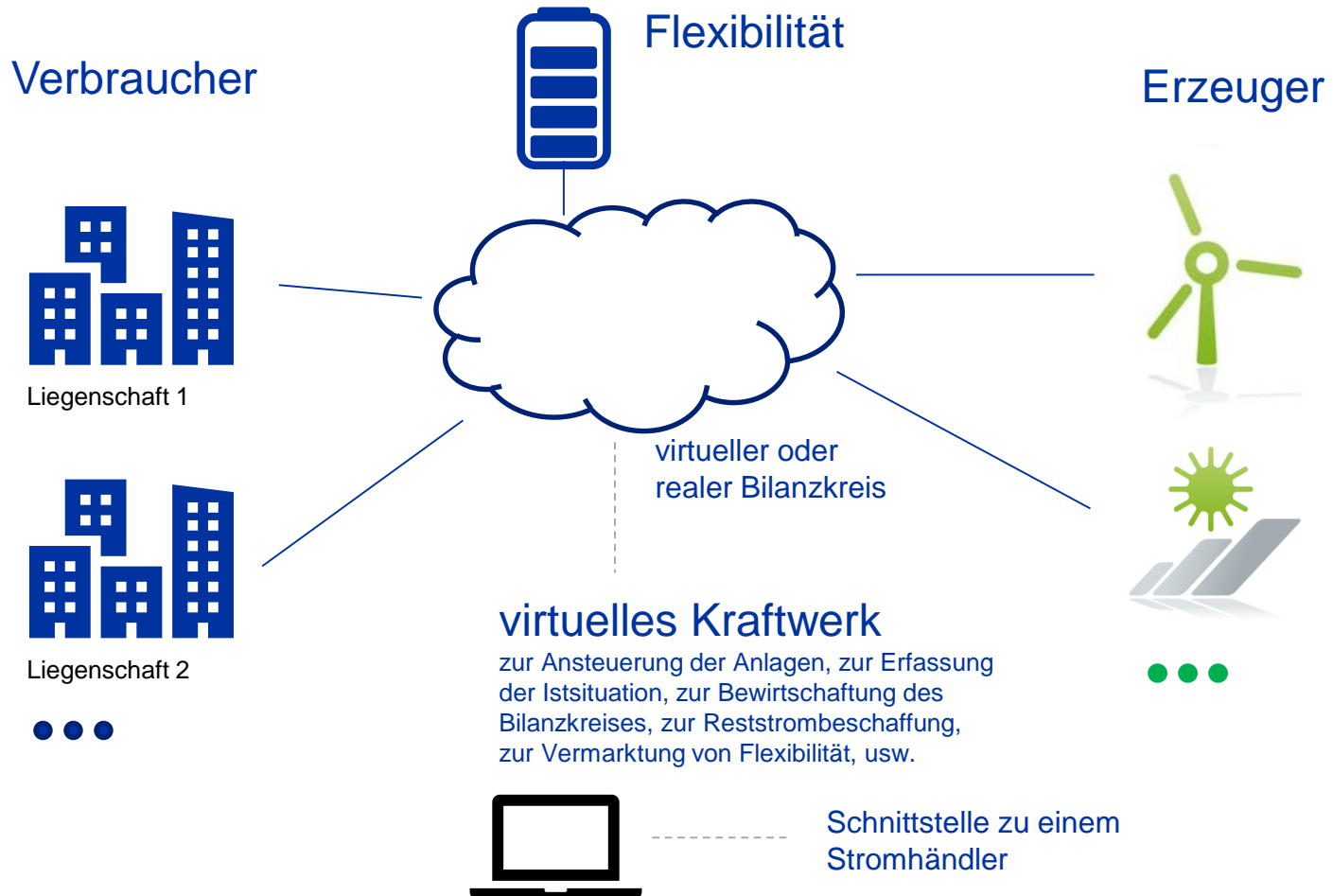
Quelle: Stenzel, P. et al: Energiespeicher, BWK Bd 71 (2019), Nr. 6 Seite 33 mit Ergänzung von selbst durchgeführten Ausschreibungen (grüne Punkte)



# Möglichkeiten / Erfahrungen im Bereich kommunaler Unternehmen

**Fallbeispiel:** Abwasserzweckverband mit erhöhter EE-Eigenstromversorgung auf Basis der Photovoltaik und Klärgas-BHKW, Flexibilisierung des Strombedarfs und Einsatz einer Großbatterie

# Prinzip einer Energieregion

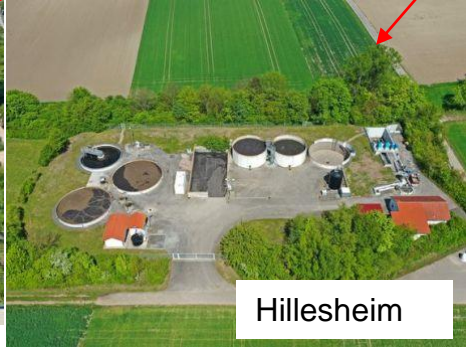
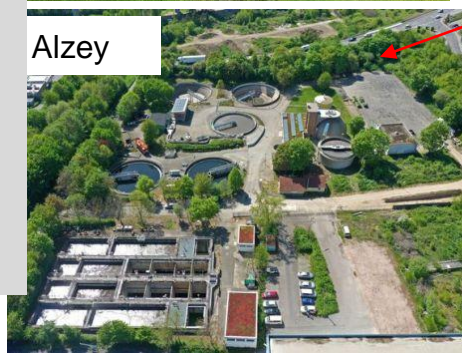
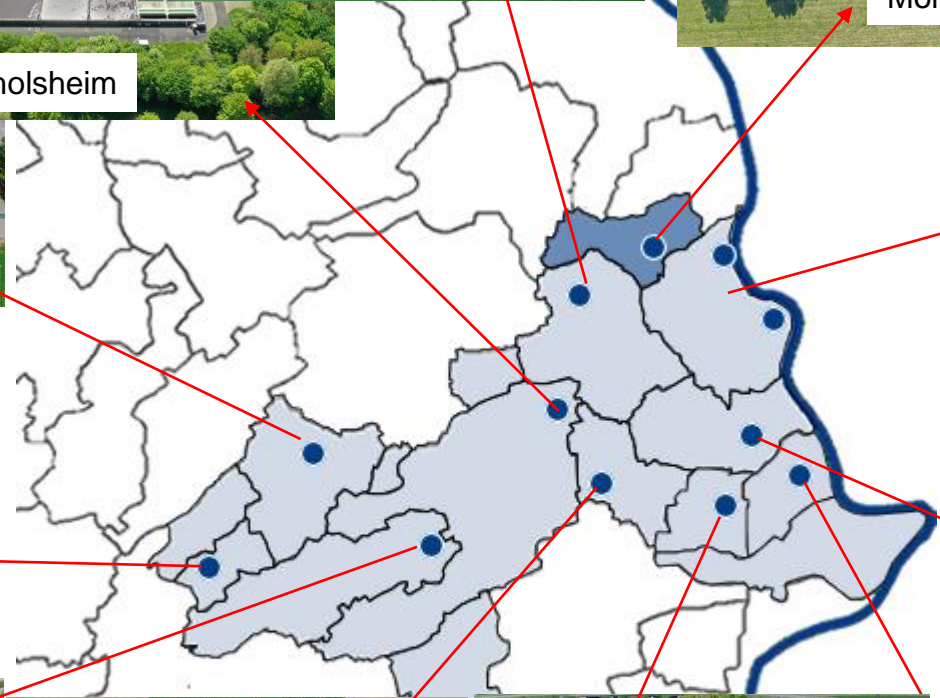


**Energieregion** mit dem Ziel einen möglichst **energieautarken regionalen Verbund** zu schaffen, dessen Bilanzkreis sich erneuerbar und hocheffizient über die Verbrauchssektoren **mengenmäßig und zeitlich ausgleicht**<sup>1</sup>

→ regenerative Eigenstromversorgung für sich selbst und andere

<sup>1</sup>Quelle: Zukunftsvertrag Rheinland-Pfalz 2021 bis 2026, Kapitel 2 Konsequenter Schutz von Klima und Umwelt, Seite 29 ff

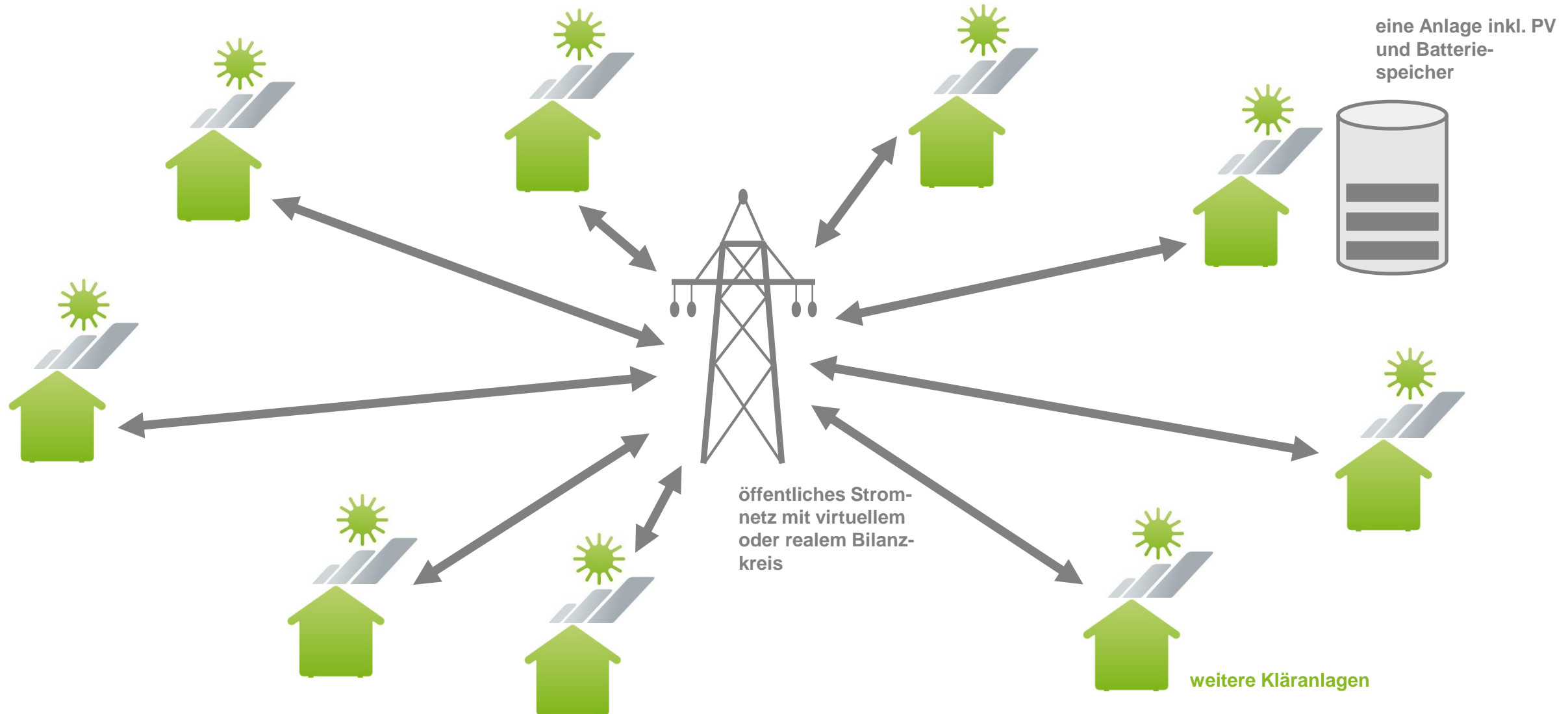




Bei einzelnen Anlagen existiert ausreichend Fläche für größere PV-Anlagen.

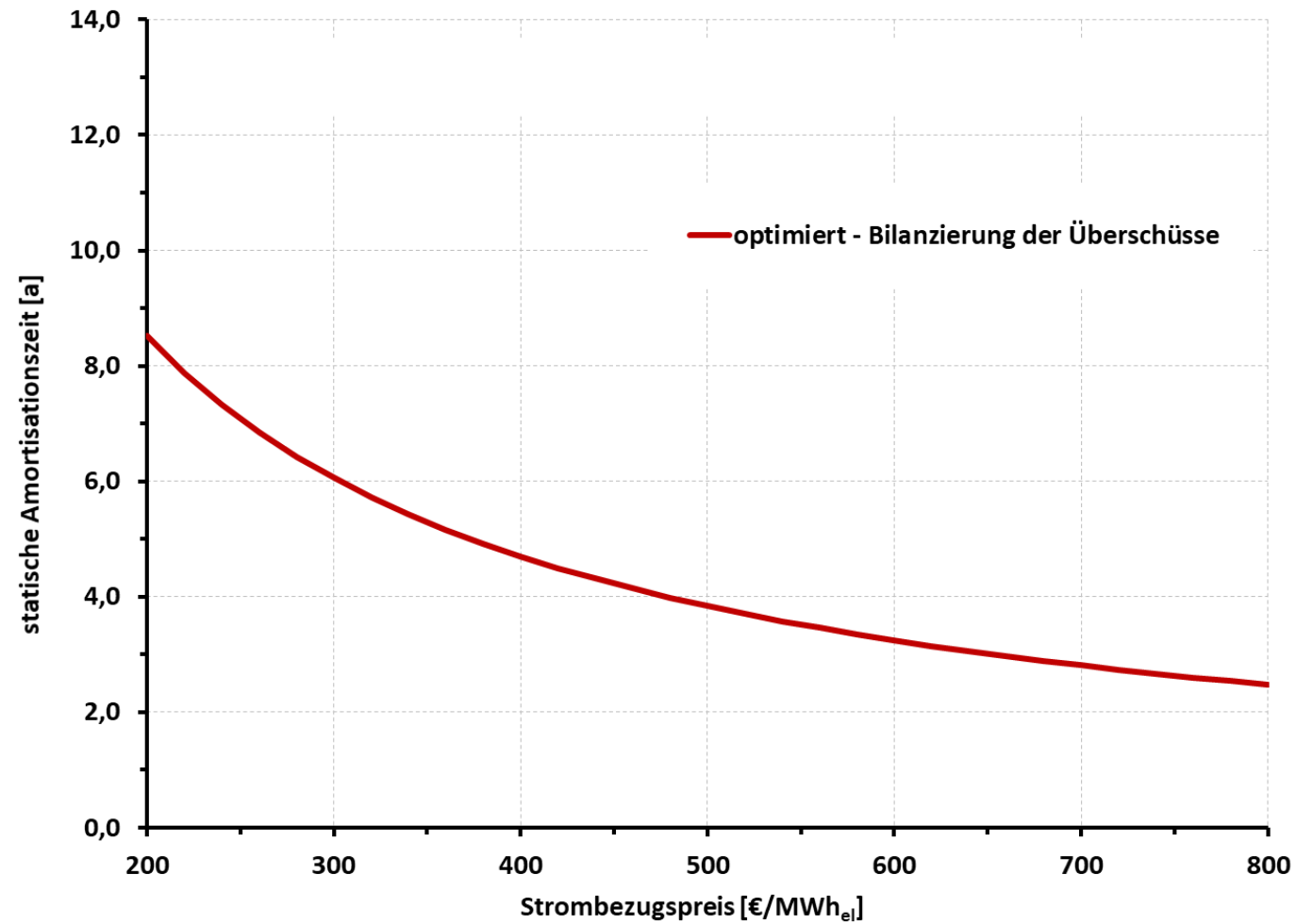
Ziel: Erhöhung der Eigenstromversorgung durch fluktuierende CO<sub>2</sub>-freie Stromquellen

## Anlagenschema mit Ausnutzung des Stromnetzes zw. den Standorten



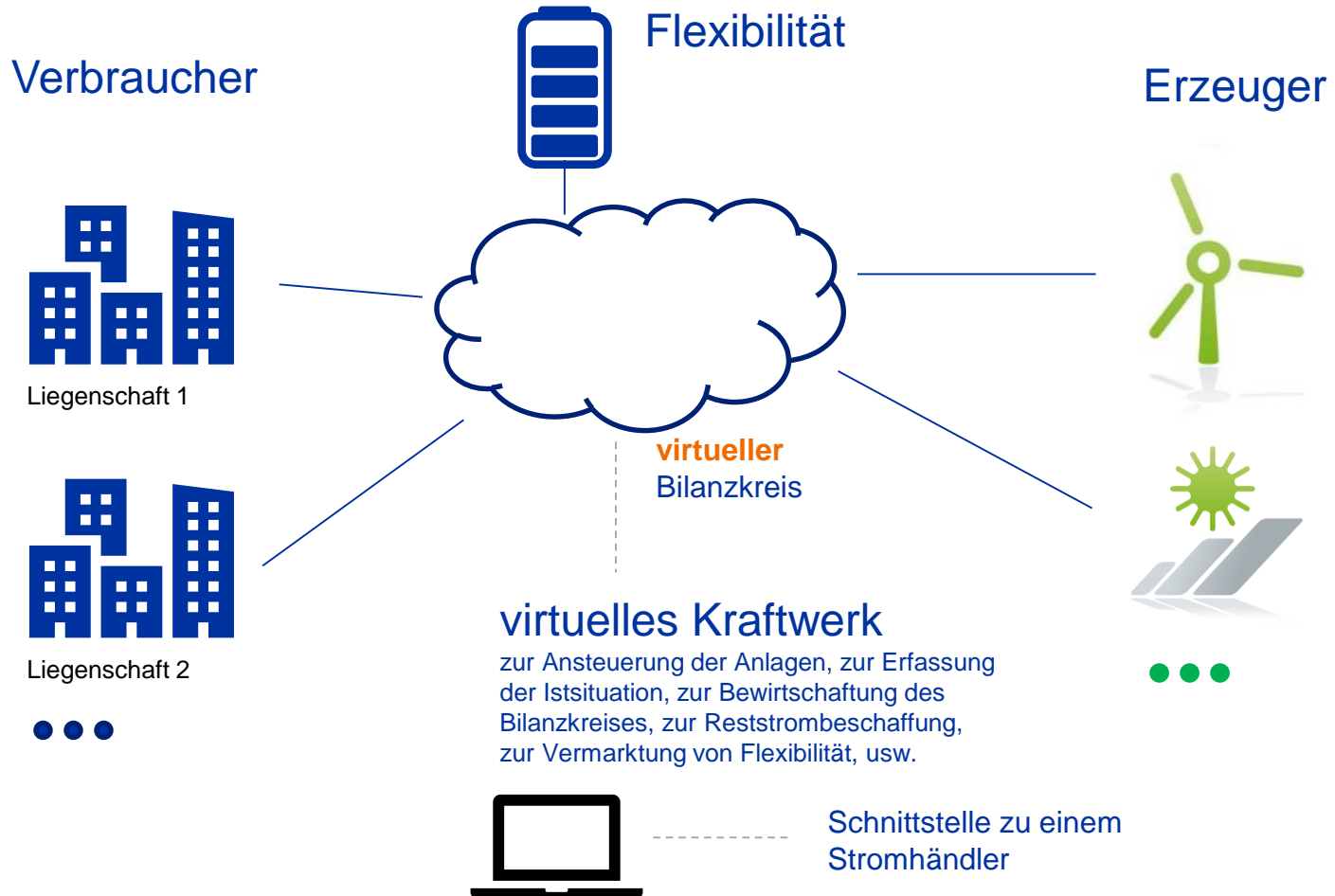


## Wirtschaftlichkeit – statische Amortisationsrechnung





# Prinzip einer Energieregion – Phase 1

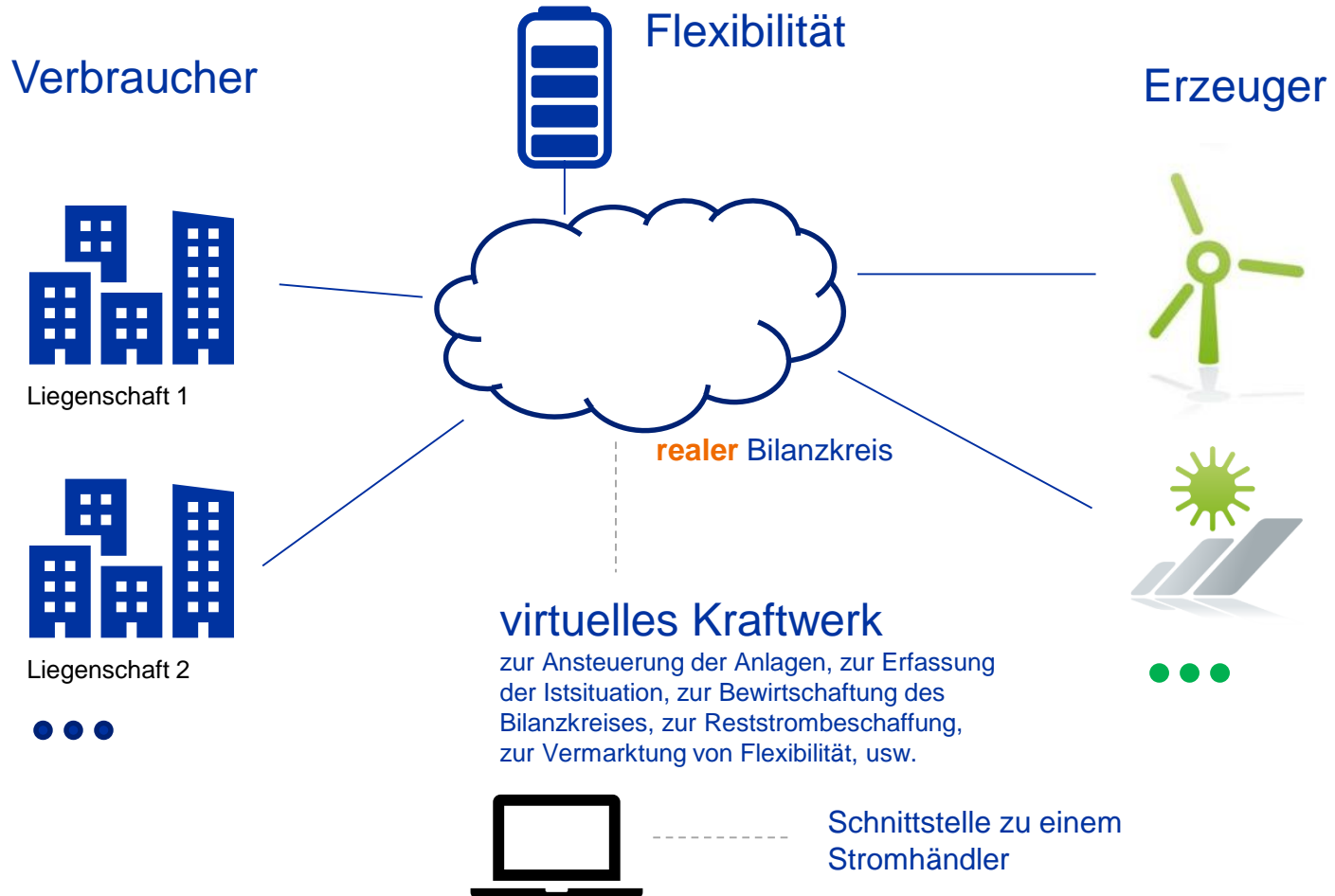


## Start mit einer Keimzelle

Aufbau einer Energieregion für und mit einer Kommune als **einzigste juristische Person**

Beispiel für eine Keimzelle: Bereich der Wasser- und/oder Abwasserwirtschaft mit Verbrauchern der Kommune

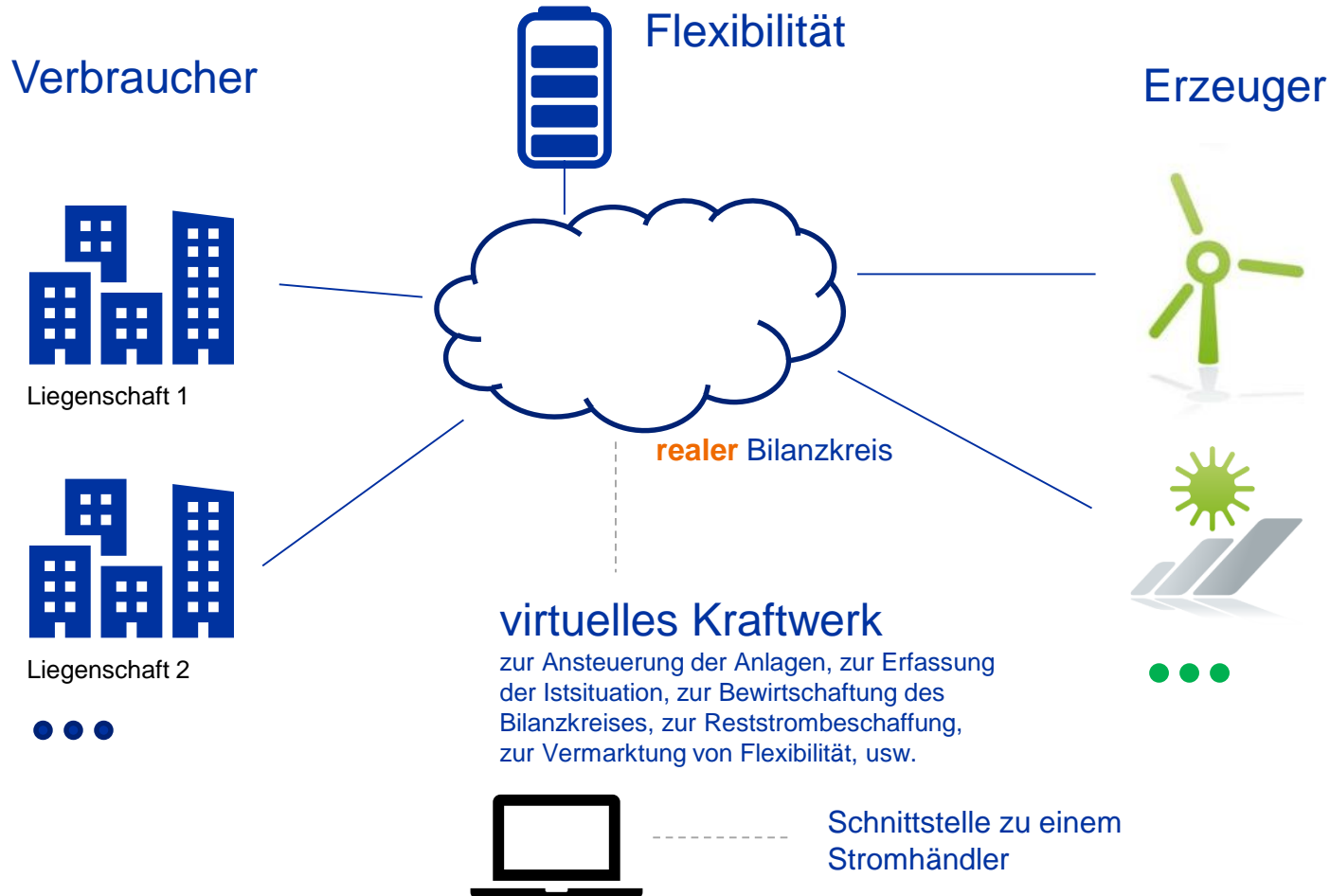
## Prinzip einer Energieregion – Phase 2



### Ausbaustufe

Erweiterung der Energieregion um **andere juristische Personen mit größerer Leistung**, wie Gemeinden, Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft, etc.

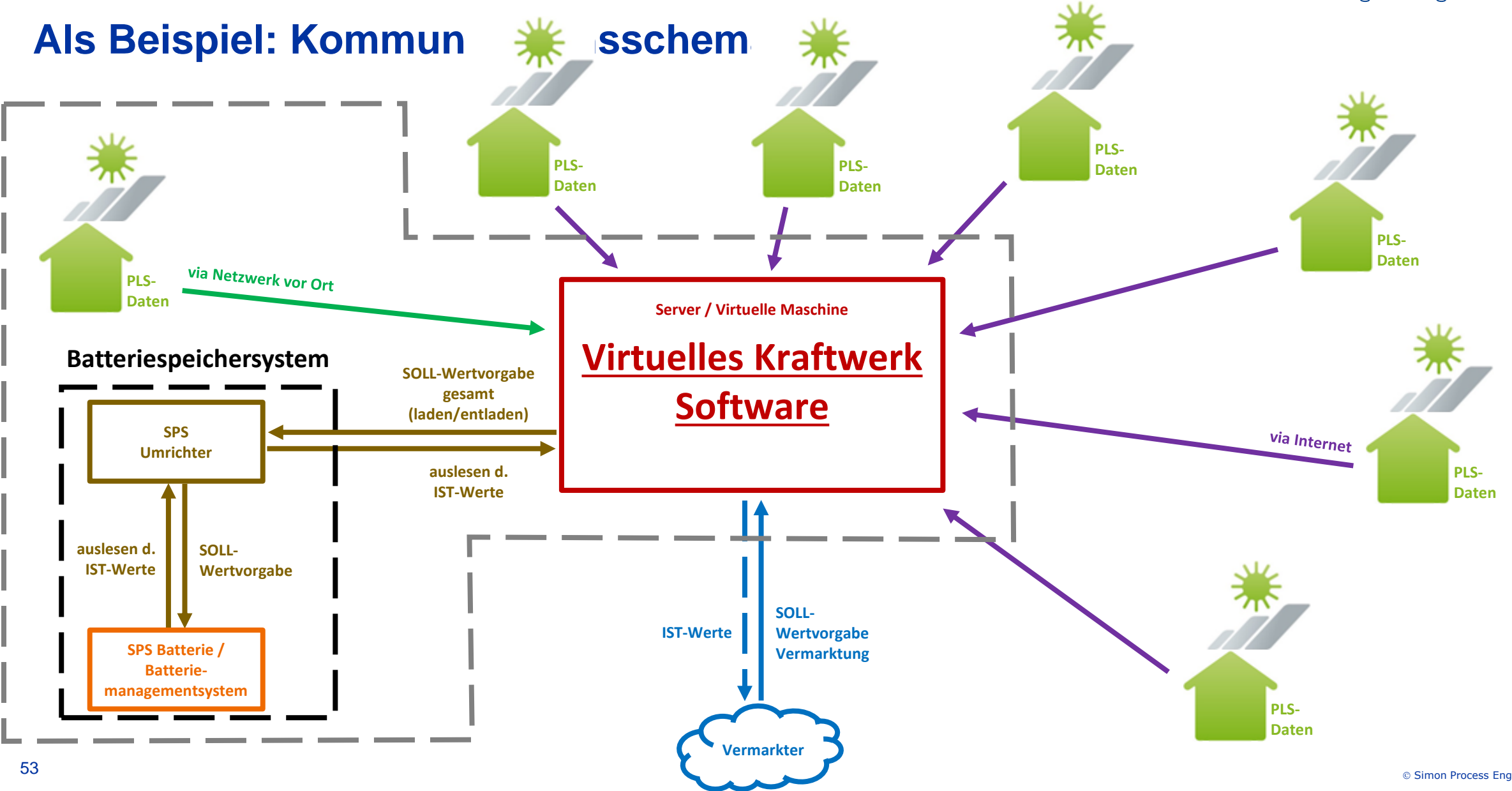
# Prinzip einer Energieregion – Phase 3



## Zielstufe

Erweiterung der Energieregion um andere juristische Personen mit kleinerer Leistung, wie **private Personen**

# Als Beispiel: Kommunalsystem



# Referenzprojekt: Landkreis Cochem-Zell

## ■ Virtuelles Kraftwerk

### Virtuelles Kraftwerk bündelt Sonne, Wind, Wasser und Biomasse im Landkreis Cochem-Zell

Im Landkreis Cochem-Zell wird beabsichtigt, mehr des vor Ort produzierten Ökostroms vor Ort zu verbrauchen und weniger Graustrom aus den vorgelagerten Netzen importieren zu müssen. Das trägt zum Gelingen einer Vollversorgung mit Erneuerbaren Energien bei, steigert die Wertschöpfung vor Ort und reduziert den notwendigen Netzausbau. Hierzu wurde im Landkreis ein virtuelles Kraftwerk aufgebaut, welches stetig weiter wächst. Vorangegangen war eine staatlich geförderte Studie, welche den Ist-Zustand zum Anteil Erneuerbarer Energien auch zeitsynchron darstellt und Wege zum Aufbau eines virtuellen Kraftwerks und zur Steigerung der Flexibilitäten bei Stromverbrauch und -nachfrage im Landkreis skizziert (**Mit Innovation zum Erfolg – Schwarmspeicher und Virtuelles Kraftwerk sollen Schwung in die Energiewende im Landkreis Cochem-Zell bringen | Unser Klima Cochem Zell e.V. (unser-klima-cochem-zell.de)**). Im Anschluss wurde mit finanzieller Unterstützung durch das Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (MUEEF) das virtuelle Kraftwerk konkretisiert und umgesetzt. Dies soll im Folgenden näher erläutert werden.

Seit September 2019 befindet sich das „Virtuelle Kraftwerk Cochem-Zell“ im Aufbau. Die offizielle Inbetriebnahme hat im Juli 2021 stattgefunden. Bis zum Herbst 2022 konnten insgesamt sieben Ökostrom-Kraftwerke für das Virtuelle Kraftwerk gewonnen werden. In Summe kann eine Jahresproduktion von ca. 34.830.000 kWh vermarktet werden, welche den Strombedarf von etwa 8.000 Haushalten decken kann. Hinzu kommen Anteile der zwei Wasserkraftwerke. Folgende Kraftwerke konnten gewonnen werden:

Anlage	Standort	Leistung (el.)	Jahresproduktion
Biogasanlage Gebrüder Kesseler	Schmitt	700 kWp	3.100 MWh

Anlage	Standort	Leistung (el.)	Jahresproduktion
Biogasanlage Gebrüder Kesseler	Schmitt	700 kWp	3.100 MWh
PV-Freiflächenanlage der Ortsgemeinde Büchel	Büchel	13,5 MWp	13.500 MWh
PV-Freiflächenanlage der Bürgerenergiegenossenschaft Sonnenland Illerich eG	Illerich	630 kWp	630 MWh
2 Wasserkraftwerke von RWE Power & Trading GmbH	Fankel und Neef	je 16,4 MWp (Anteile)	5.000 MWh (Anteile)
Windkraftanlage der BBG Illerich Windkraftanlagen GmbH & Co. KG	Illerich	2,3 MWp	3.100 MWh
Windkraftanlage der BRE Bost Regenerative Energien GmbH & Co. KG	Eulgem	800 kWp	1.400 MWh
PV-Freiflächenanlage der Ortsgemeinde Blankenrath	Blankenrath	2 MWp	2.000 MWh



## Referenzprojekt: Landkreis Cochem-Zell

# Landstrom aus und für Cochem-Zell

Startschuss für eine neue, nachhaltige Stromversorgung – Deutschlandweites Alleinstellungsmerkmal

Von Annika Wilhelm

■ **Cochem-Zell.** Regionaler Strom aus erneuerbaren Energien – und nicht nur das, in Cochem-Zell kommt dieser Strom nun auch aus dem eigenen Landkreis direkt in die hier lebenden Haushalte. Dieses Konzept steckt hinter der neuen Form der Energieversorgung, Landstrom, die am Donnerstag an den Start gegangen ist und damit von der Idee zur Realität wurde. An insgesamt neun Anlagen innerhalb von Cochem-Zell wird grüner Strom erzeugt: eine nachhaltige Stromversorgung, die deutschlandweit einzigartig ist.

Biogas, Fotovoltaik, Windkraft, Wasserkraft – neun dieser Anlagen gehören zu einem virtuellen Kraftwerk, in dem sie zu einer Versorgungseinheit gebündelt werden. Von ihnen aus gelangt der Strom schlussendlich in die Häuser der Cochem-Zeller, die sich für den Landstrom entscheiden. Seit 2019 baut der Landkreis Cochem-Zell gemeinsam mit seinem Partner VSE einen europäischen Ener-



weitere Informationen unter

[www.land-strom.de](http://www.land-strom.de)

Quelle: Rhein-Zeitung vom 08.05.2023



## Intelligente Batterien können mehr!

Seit mehr als 15 Jahren wird in Bingen am virtuellen Kraftwerk geforscht – und das direkt in der Praxis. Davon profitieren auch die Studierenden des Master-Studiengangs Energie-Betriebsmanagement. Die Transferstelle Bingen – ein Aninstitut der Hochschule – bindet das **Virtuelle Kraftwerk** bereits in konkrete Anwendungen ein. Teil des Systems ist ein intelligenter Energiespeicher. Was der kann, erklärt Studiengangleiter Prof. Ralf Simon in diesem Video.

<https://www.th-bingen.de/studiengaenge/energie-betriebsmanagement/ueberblick/>

### Kontakt

Prof. Dr. Ralf Simon  
Simon Process Engineering GmbH

ralf.simon@simon-pe.de