



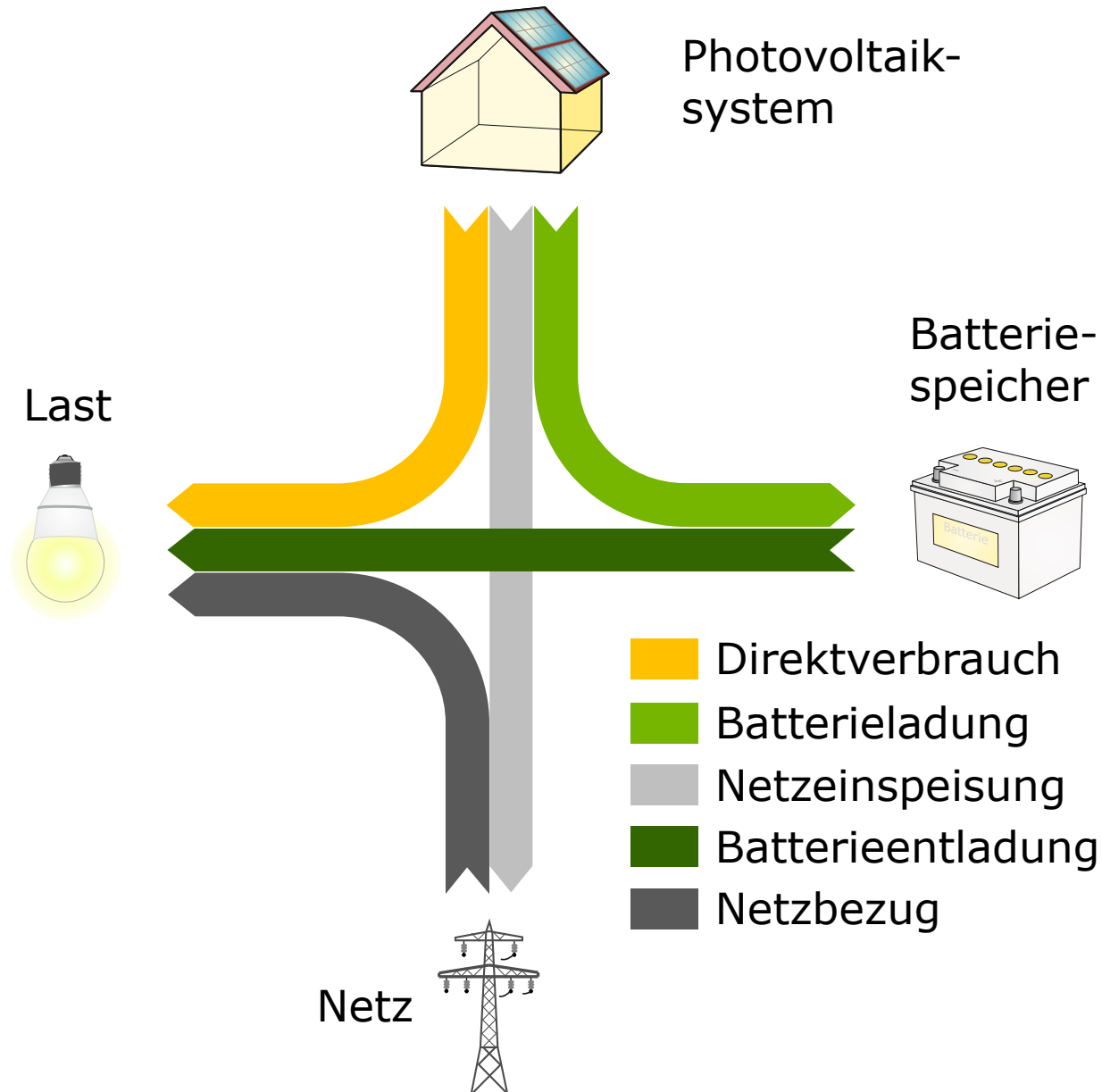
Vorteile und Praxisprobleme bei Speichersystemen für Photovoltaikanlagen

Tjarko Tjaden, Johannes Weniger, Joseph Bergner, Volker Quaschnig
Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Berlin

Workshop DSC: Solarbetreiber - eine starke Gemeinschaft
Praxistipps für Photovoltaik-Nutzer

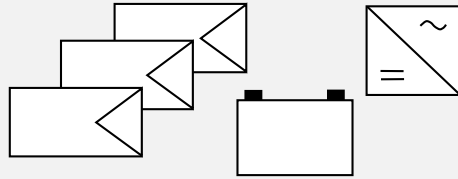
12. Juni 2015, ICM – Internationales Congress Center München

Energieflüsse von PV-Speichersystemen



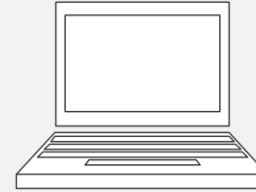
Einflüsse auf die energetische Bewertung

Systemtechnik



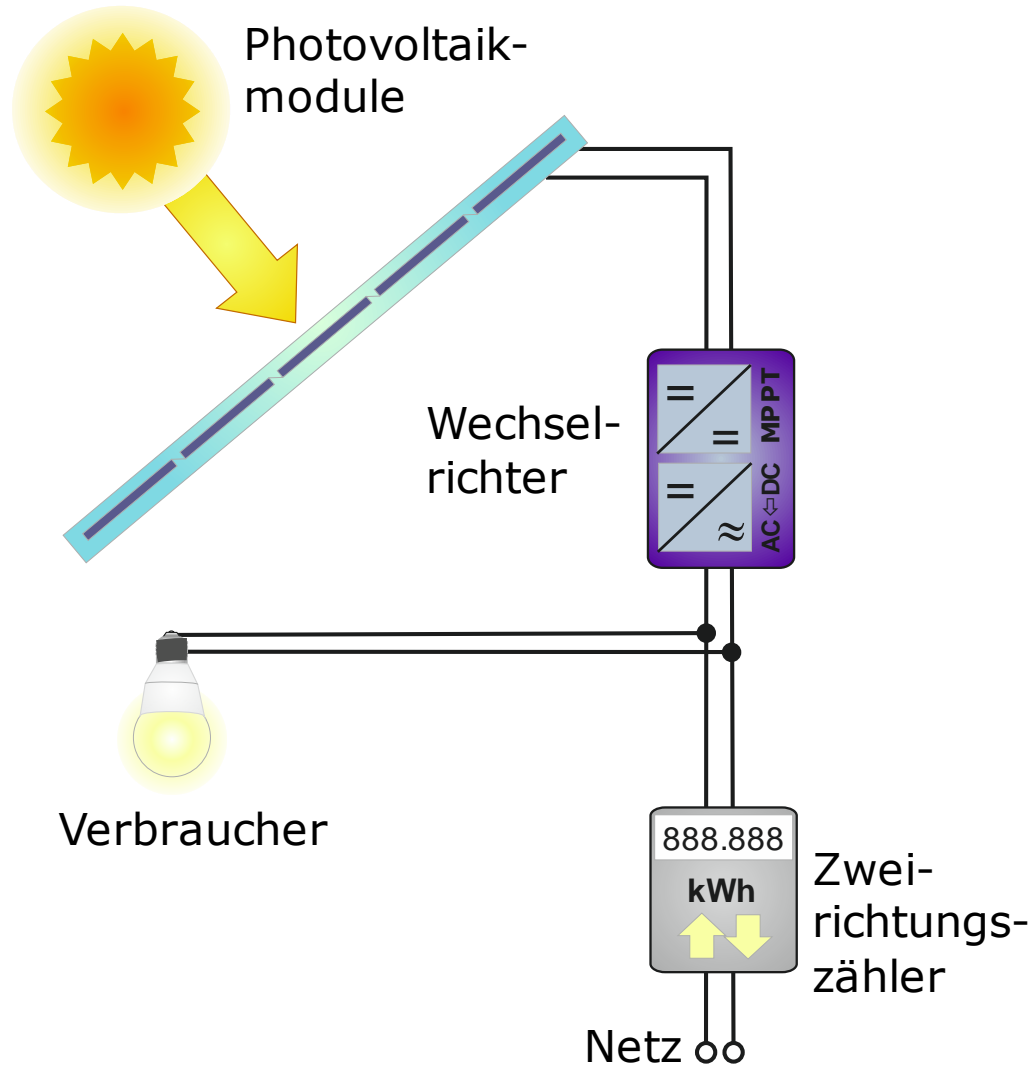
- PV-Leistung
- Speicherkapazität
- Speicherleistung
- Batterietechnologie
- Ladeverfahren
- Systemtopologie

Simulation

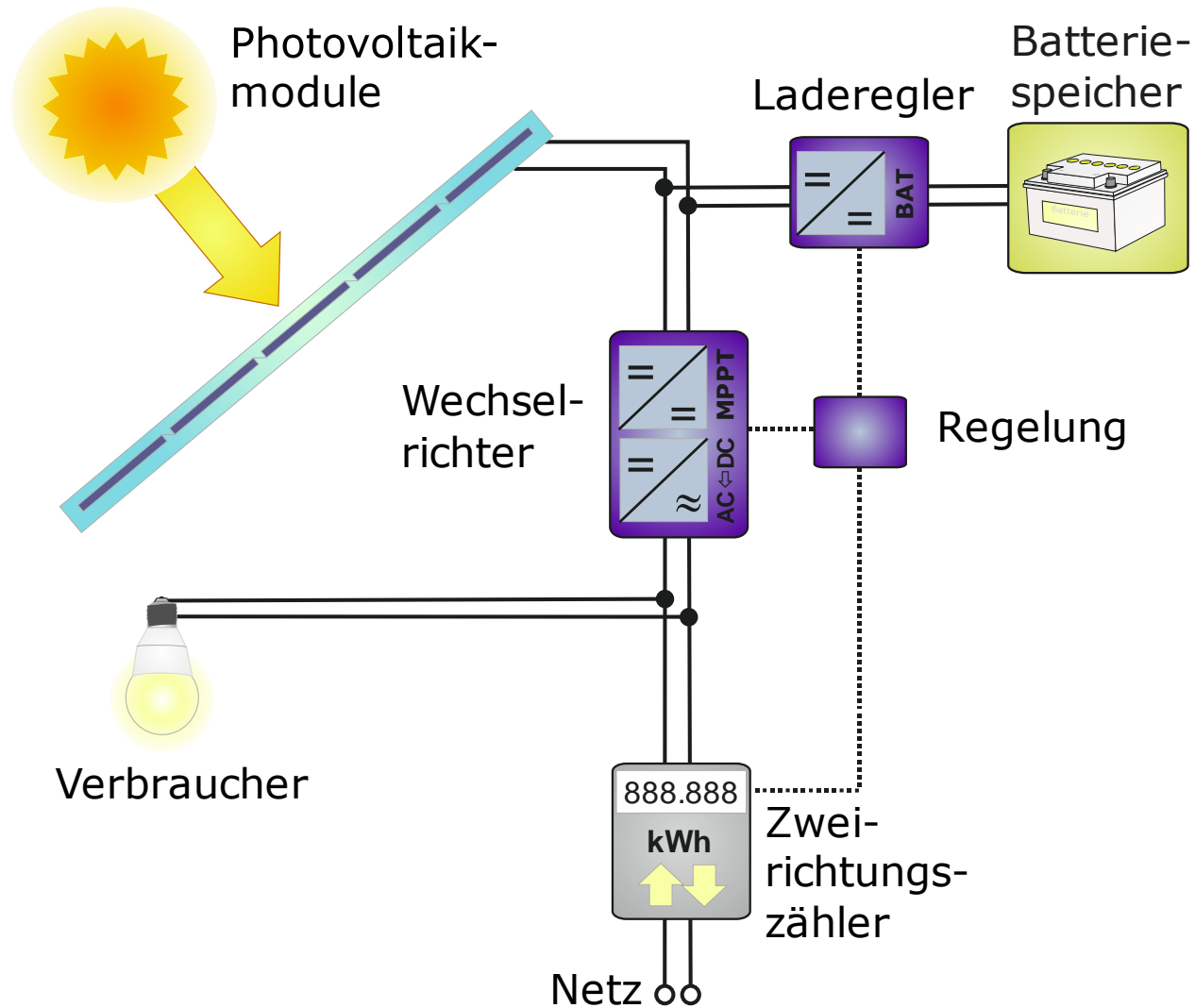


- Zeitschrittweite
- Batteriemodell
- PV-Generatormodell
- Wechselrichtermodell
- Systemverlustannahmen

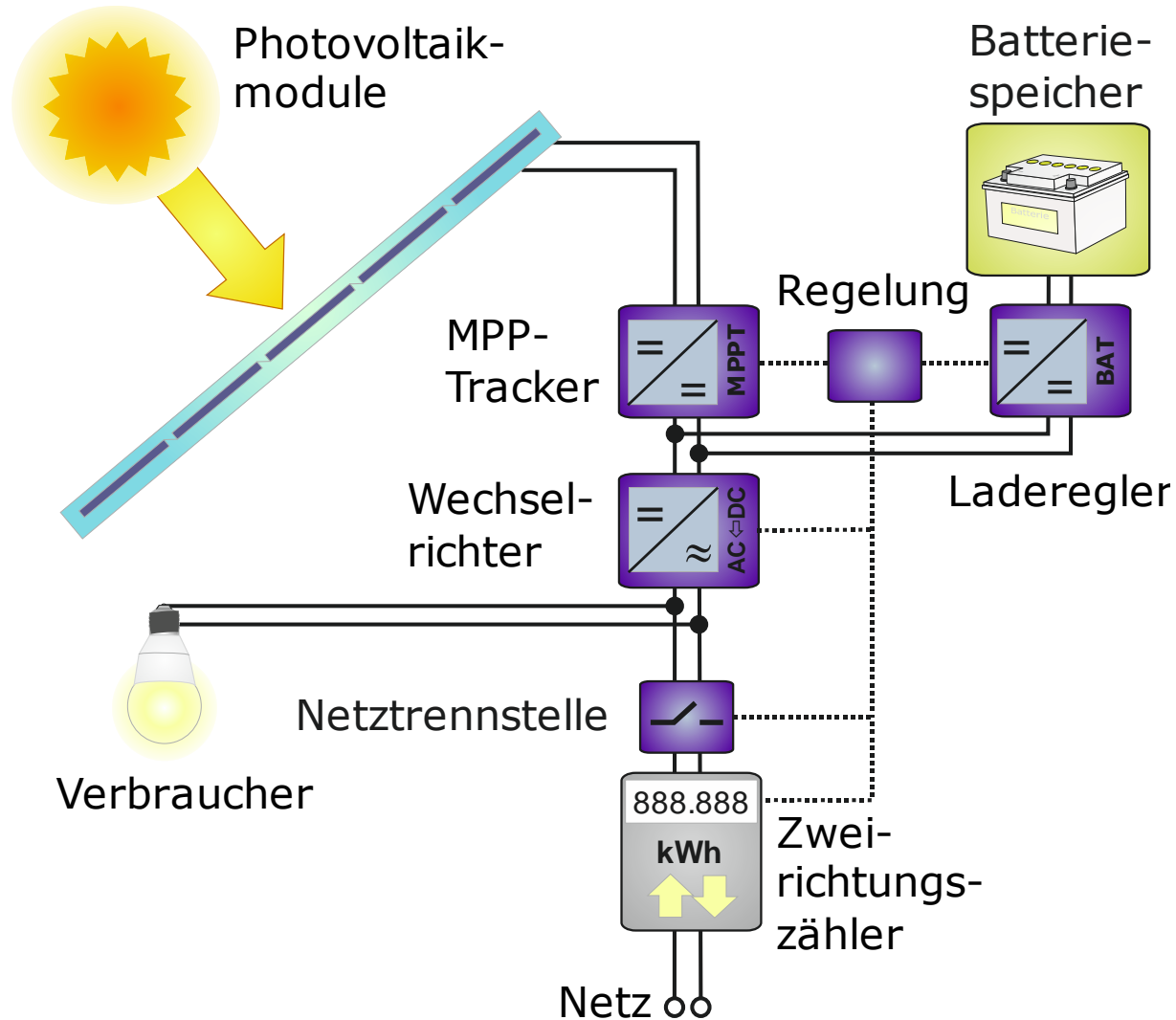
PV-System ohne Speicher



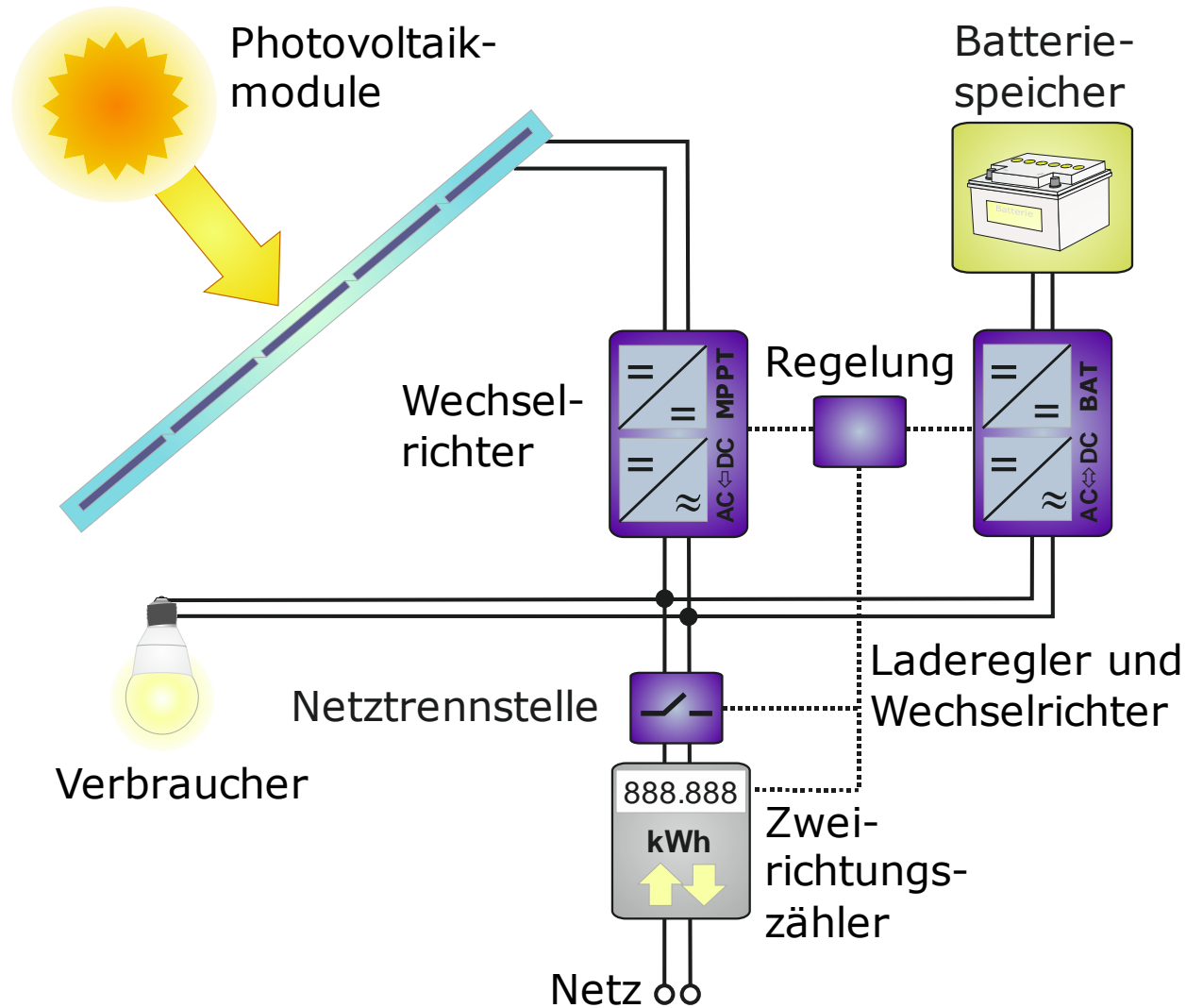
PV-Speichersystem mit Generator-Kopplung



PV-Speichersystem mit DC-Kopplung



PV-Speichersystem mit AC-Kopplung






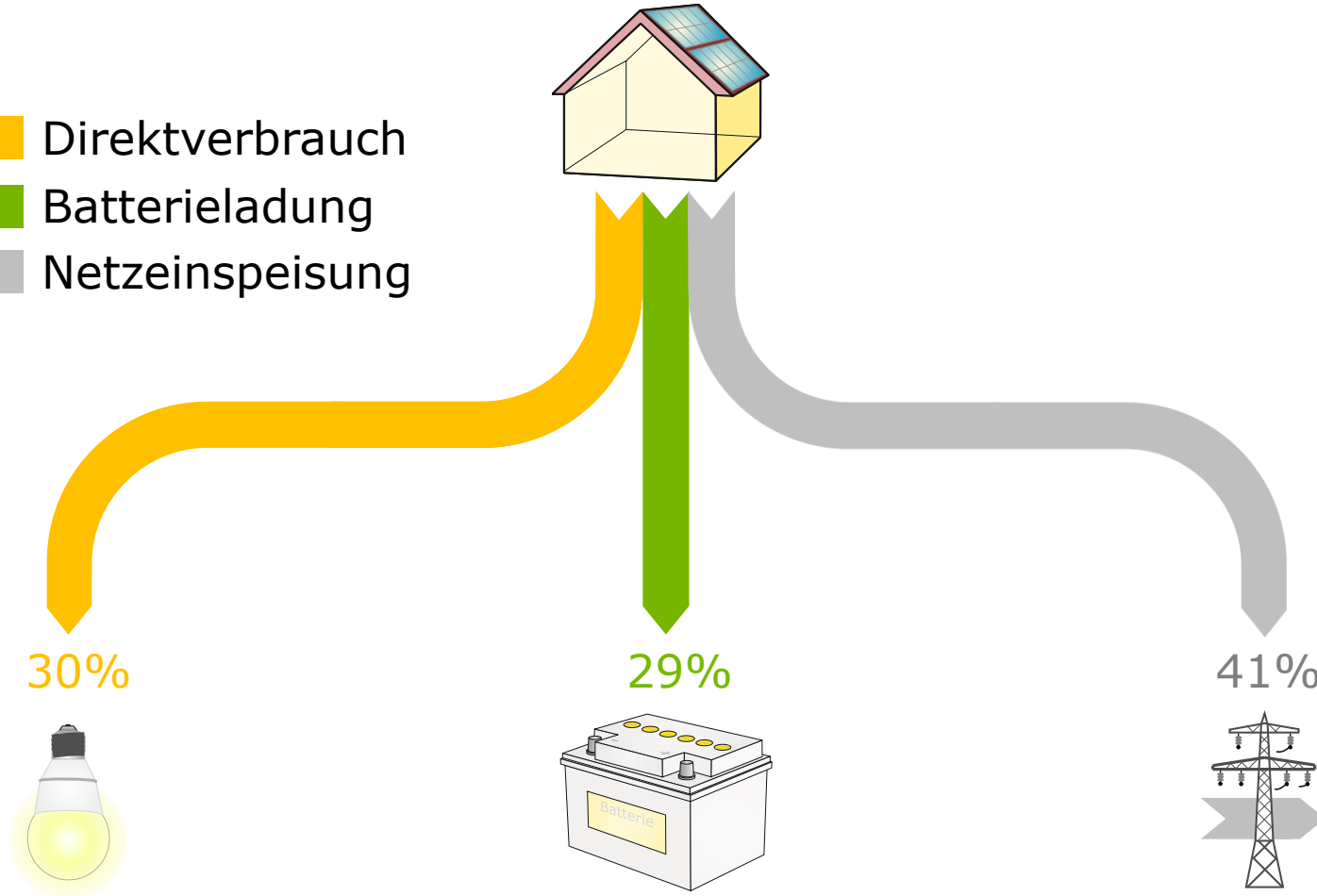
Energetische Bewertung von PV-Speichersystemen

Eigenverbrauchsanteil

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%



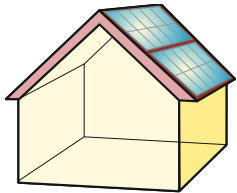
-  Direktverbrauch
-  Batterieladung
-  Netzeinspeisung



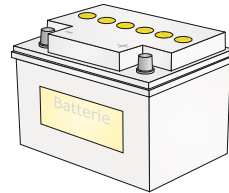
Energetische Bewertung von PV-Speichersystemen

Autarkiegrad

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%






30%



26%

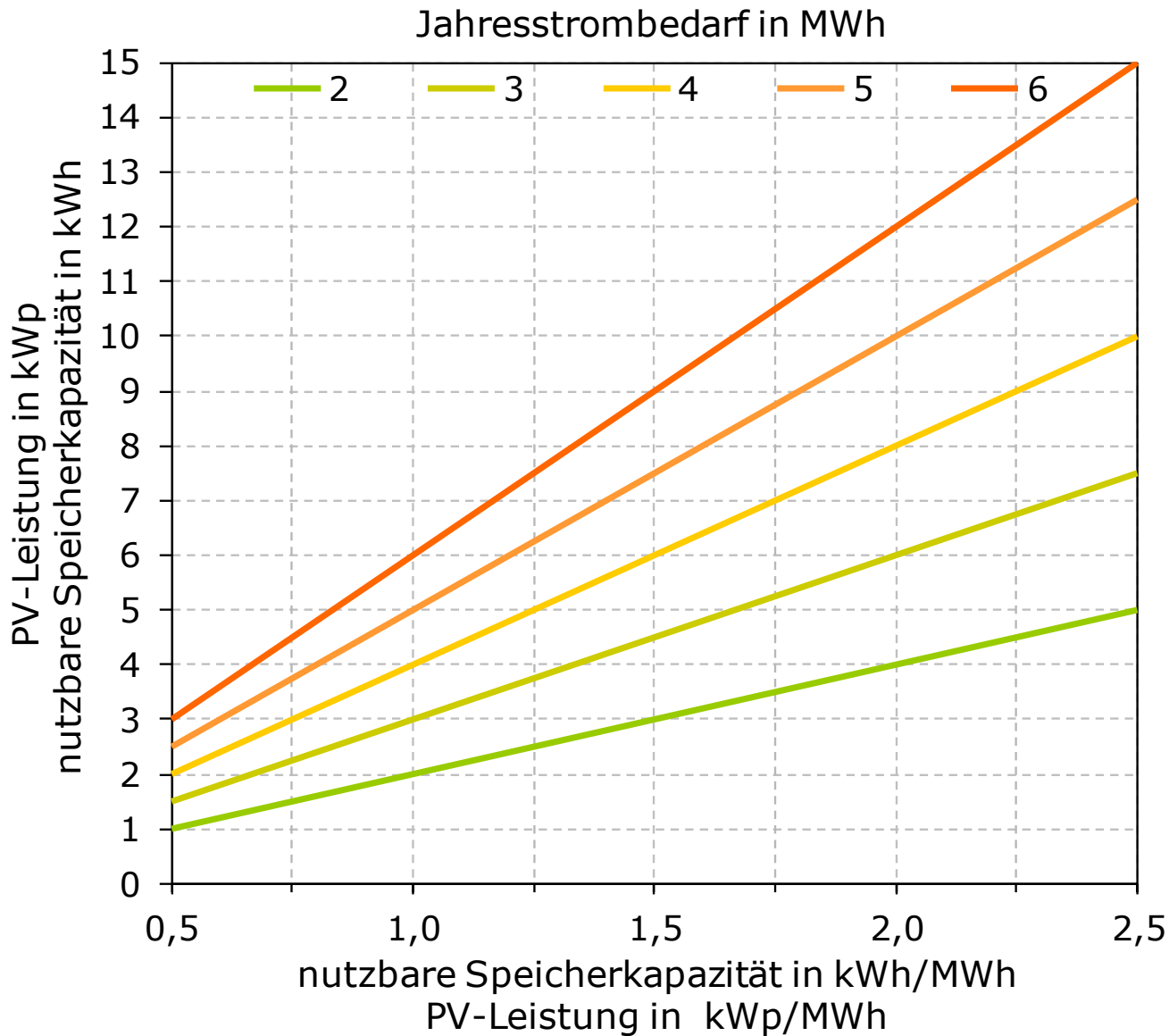


44%

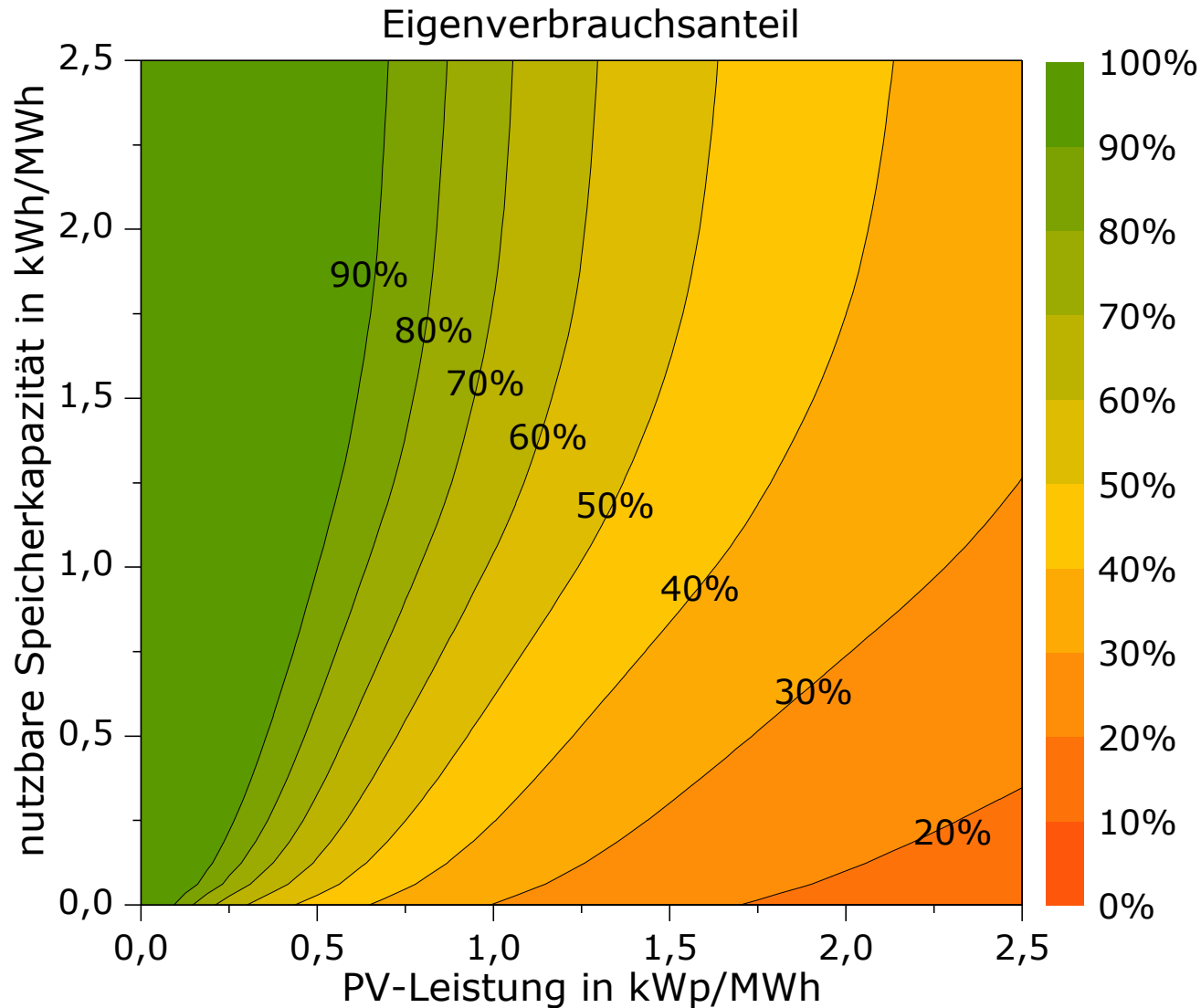
-  Direktverbrauch
-  Batterieentladung
-  Netzbezug



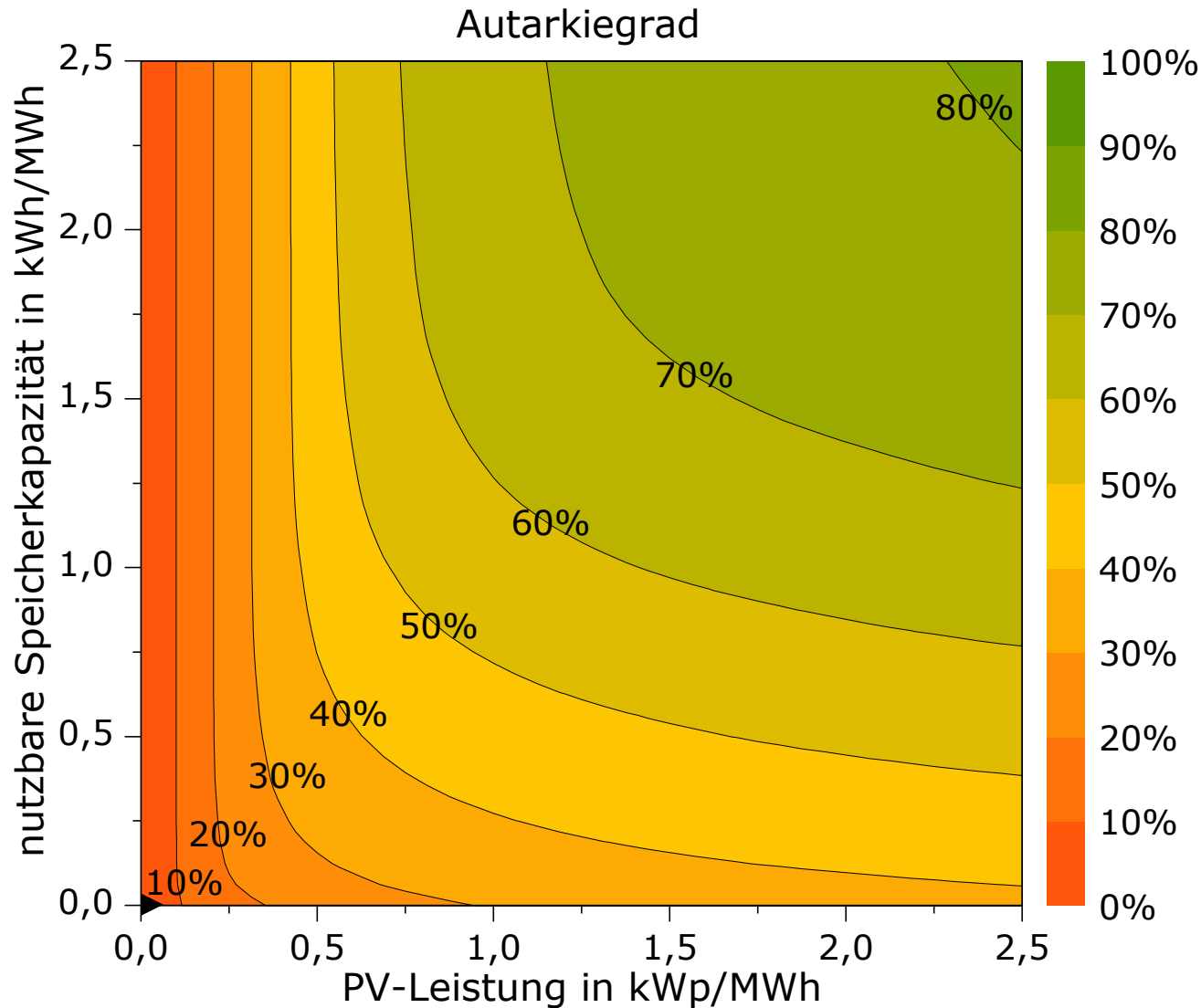
Normierung der Größe von PV-Speichersystemen



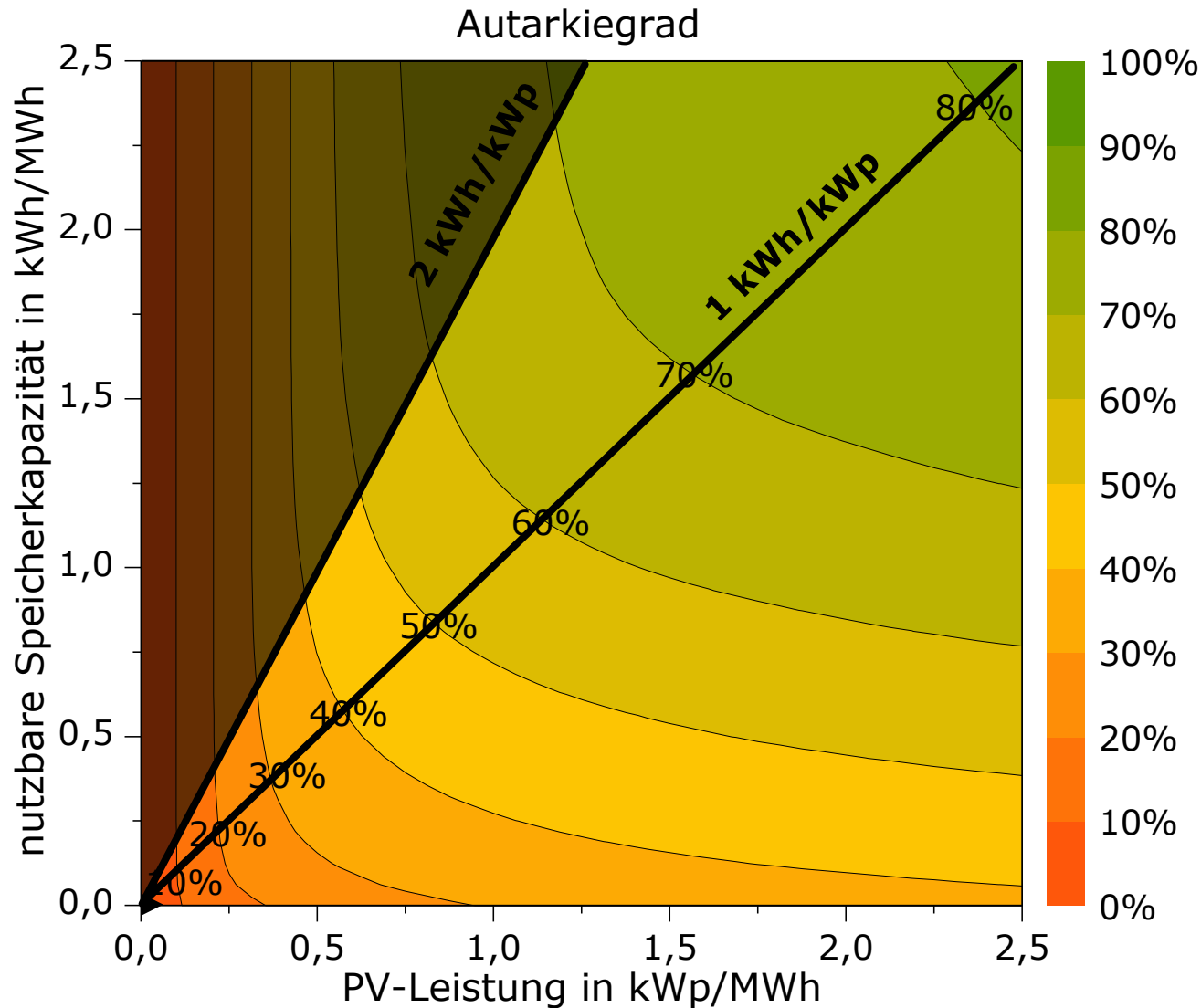
Energetische Systemdimensionierung



Energetische Systemdimensionierung



Energetische Systemdimensionierung



Online-Tool zur Systemdimensionierung

htw
Hochschule für Technik und
Wirtschaft Berlin

pvspeicher.htw-berlin.de

Weitere Informationen

 EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung
Investition in Ihre Zukunft

Unabhängigkeitsrechner

Jahresstromverbrauch ⓘ

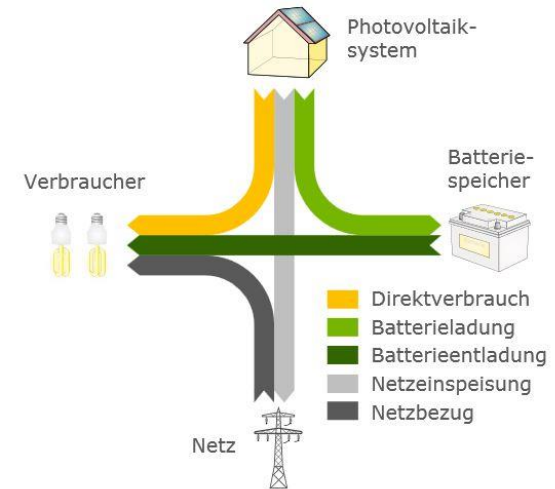
6000 kWh

Photovoltaikleistung ⓘ

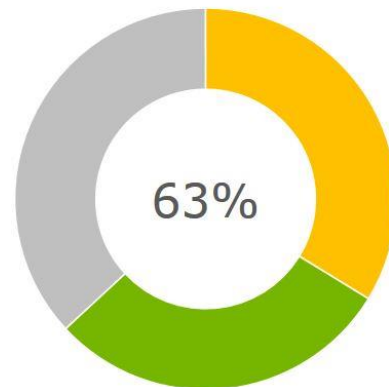
5 kWp

Nutzbare Speicherkapazität ⓘ

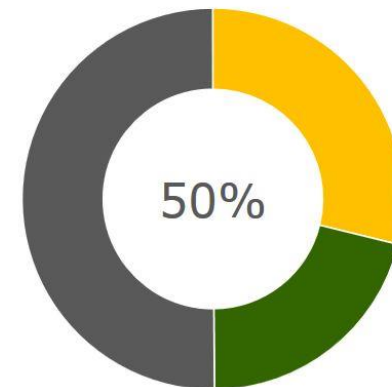
5 kWh



Eigenverbrauchsanteil ⓘ

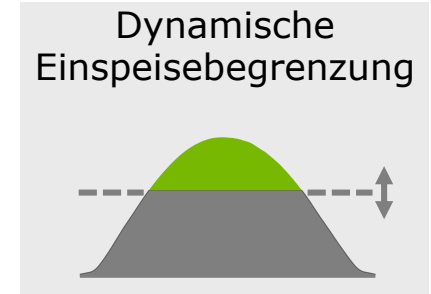


Autarkiegrad ⓘ



Betriebsstrategien für PV-Speichersysteme

- Speicherung
- Netzeinspeisung
- Abregelung
- Einspeisegrenze



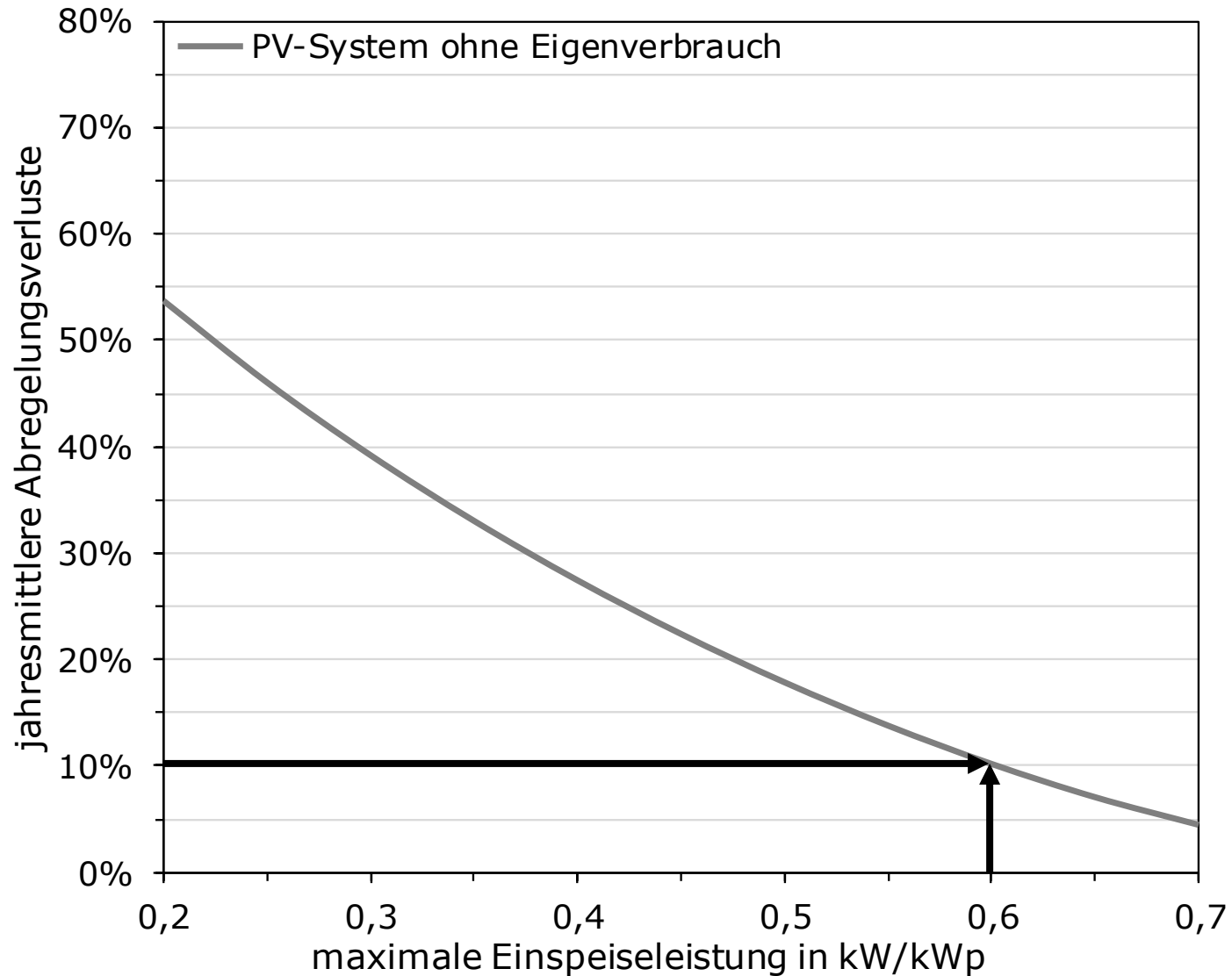
Eigenversorgungsopt.
Netzoptimiert
Prognosebasiert

+
+

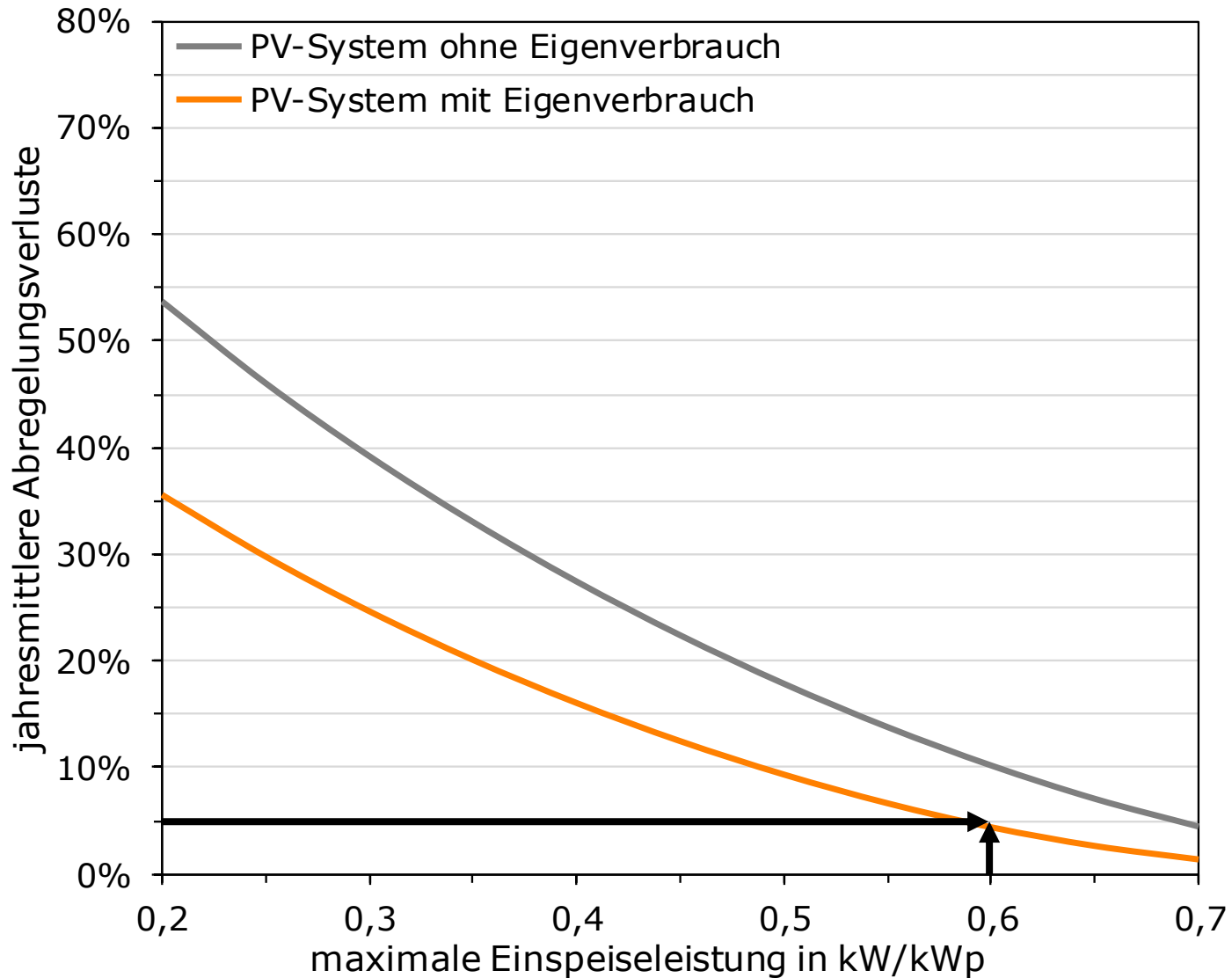
+
+
+

+
+++
+

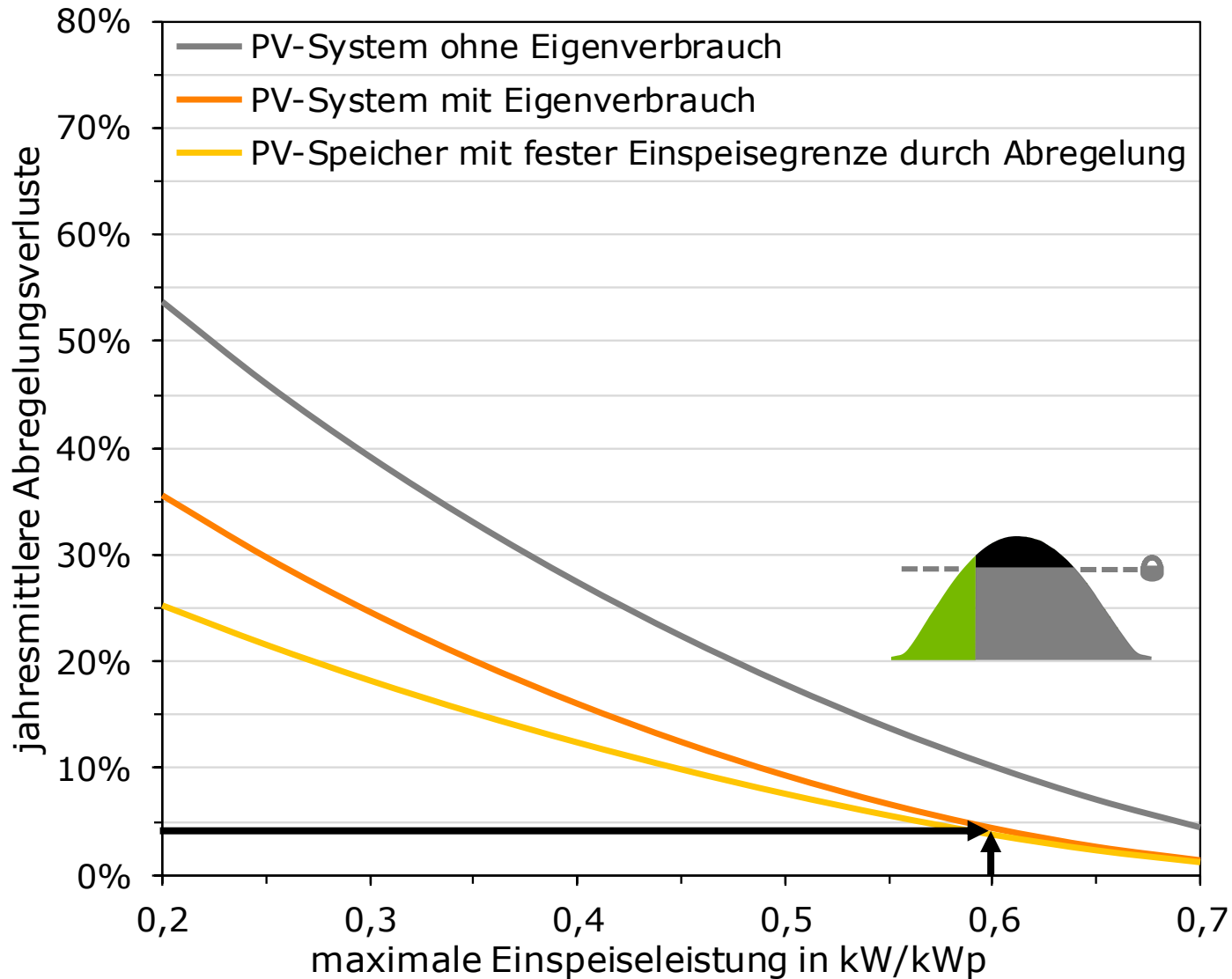
Einfluss der Betriebsstrategie auf die Abregelung



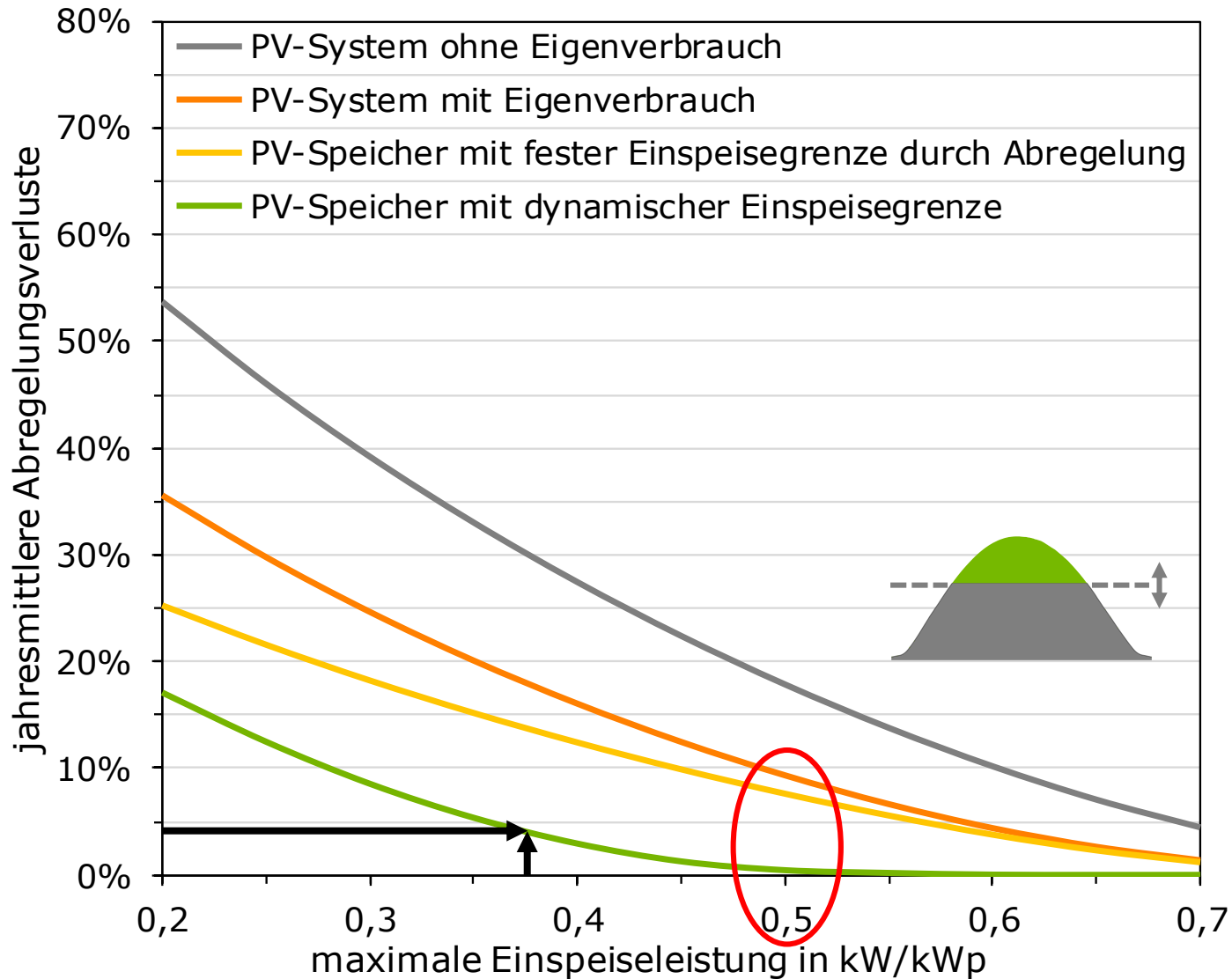
Einfluss der Betriebsstrategie auf die Abregelung



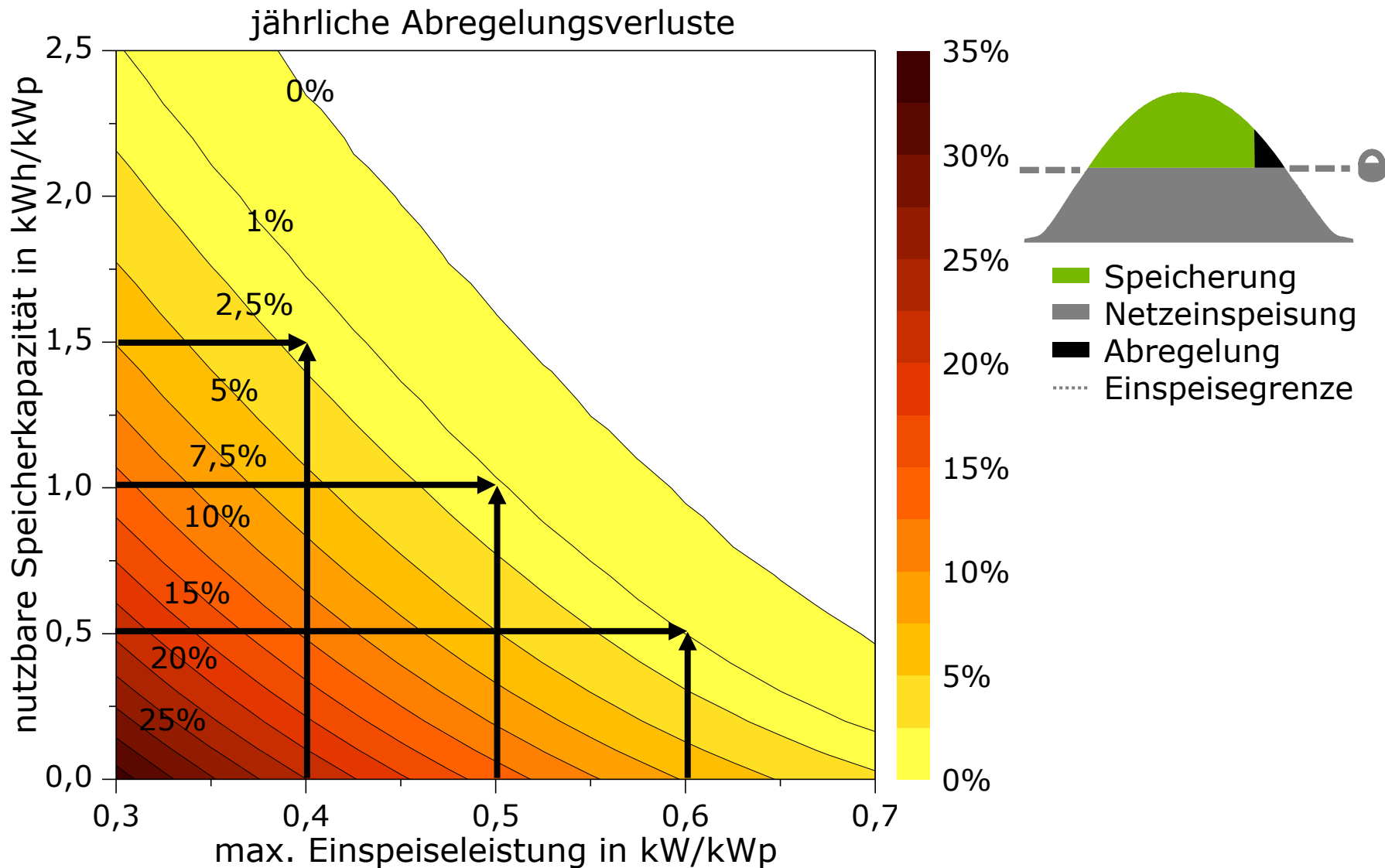
Einfluss der Betriebsstrategie auf die Abregelung



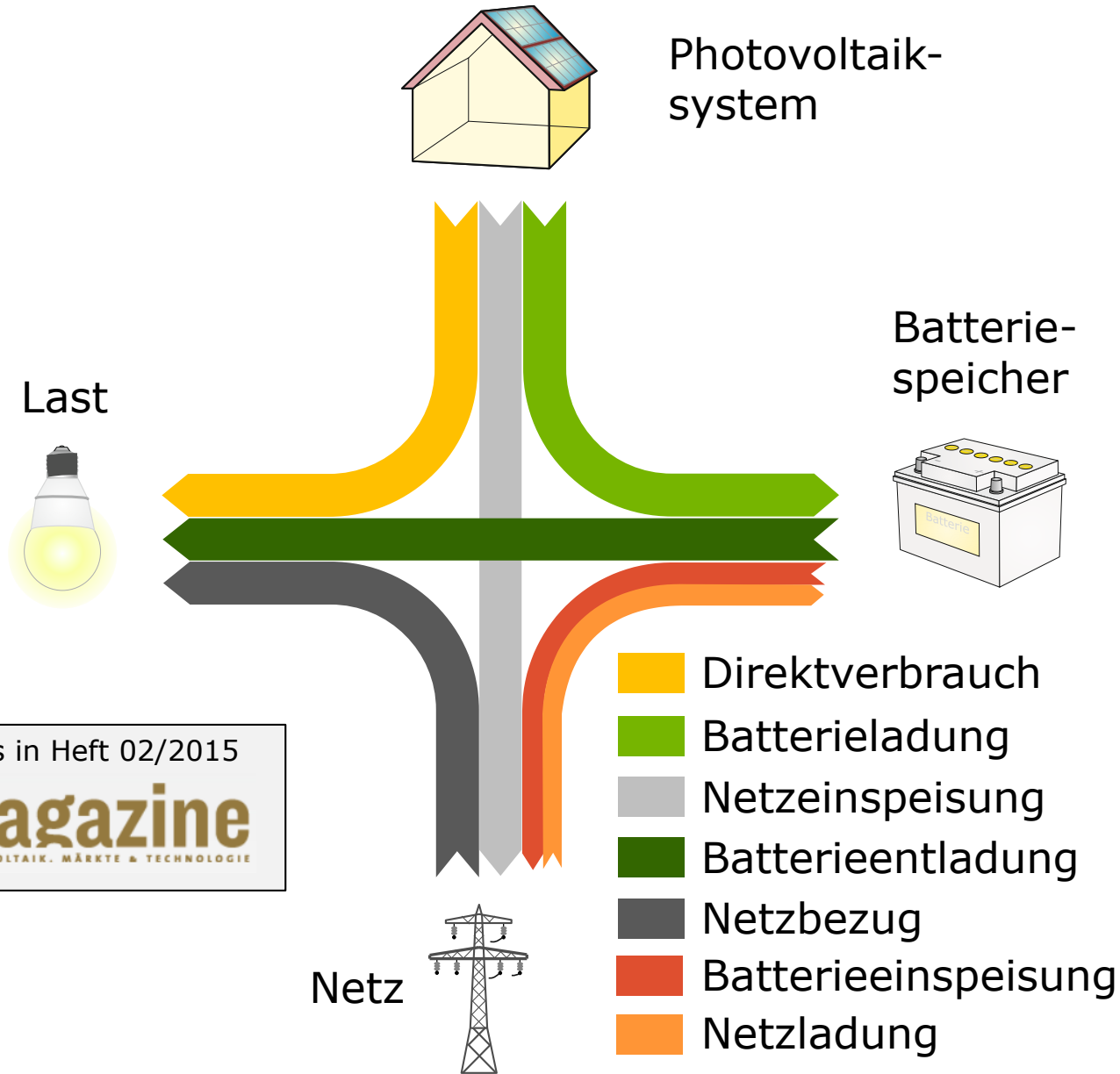
Einfluss der Betriebsstrategie auf die Abregelung



Systemdimensionierung zur Einspeisebegrenzung



Mismatchverluste durch Regelträge



Mehr Infos in Heft 02/2015

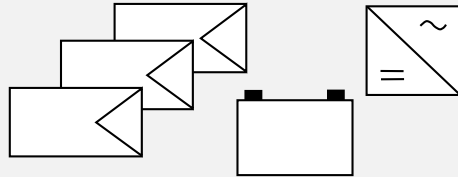
pv magazine
PHOTOVOLTAIK. MÄRKTE & TECHNOLOGIE

Zwischenfazit – Systemtechnik & Auslegung

- **Kompromiss** zwischen hohem Eigenverbrauchsanteil und hohem Autarkiegrad erforderlich.
- Die Speichergröße sollte auf die **PV-Leistung** und auf den **Strombedarf** abgestimmt werden.
- Für hohe Autarkiegrade ist eine nutzbare Speicherkapazität von **1 kWh/kWp** sinnvoll.
- Um zukünftig **Abregelungsverluste** zu vermeiden, sind Mindestspeichergrößen und **prognosebasierte Betriebsstrategien** erforderlich.
- Darüber hinaus sollten Endkunden und Hersteller größeren Fokus auf **Regelträglichkeiten** und **Standby-Verbräuche** von Solarstromspeichern legen.

Einflüsse auf energetische Bewertung

Systemtechnik



- PV-Leistung
- Speicherkapazität
- Speicherleistung
- Batterietechnologie
- Ladeverfahren
- Systemtopologie

Simulation



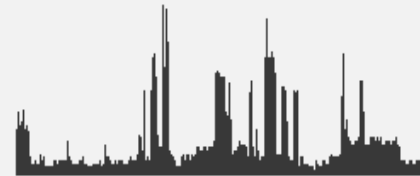
- Zeitschrittweite
- Batteriemodell
- PV-Generatormodell
- Wechselrichtermodell
- Systemverlustannahmen

PV-Erzeugungsprofil



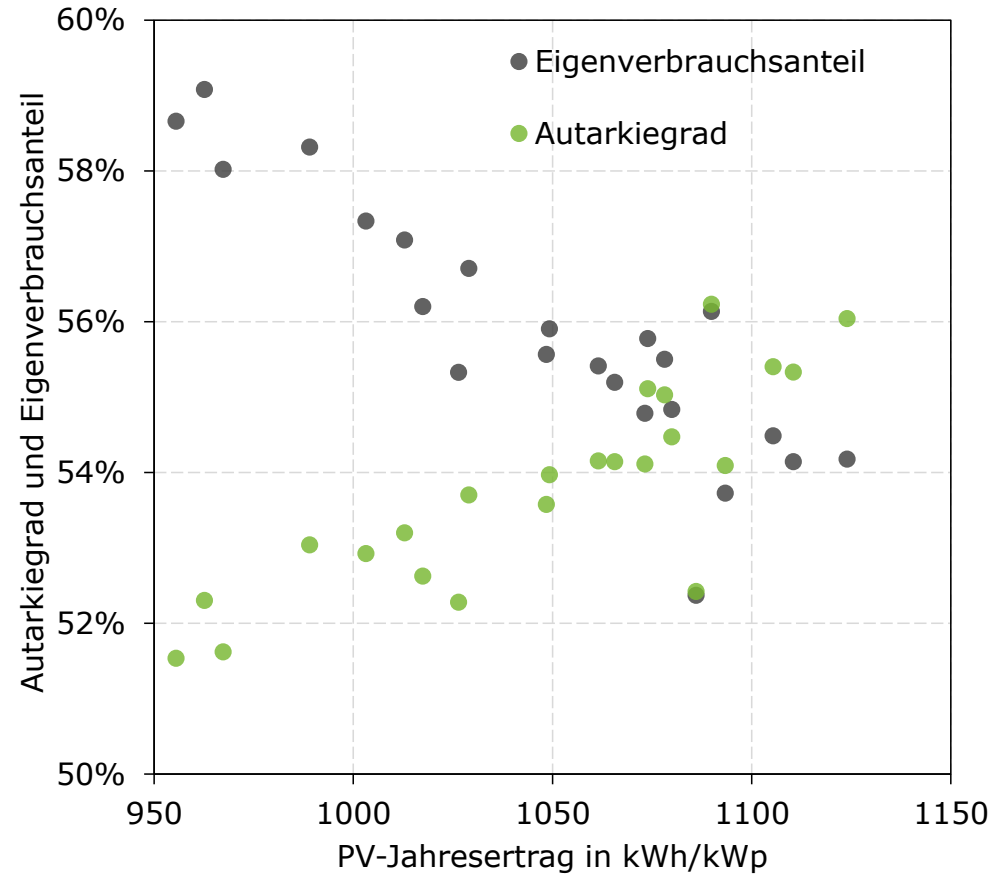
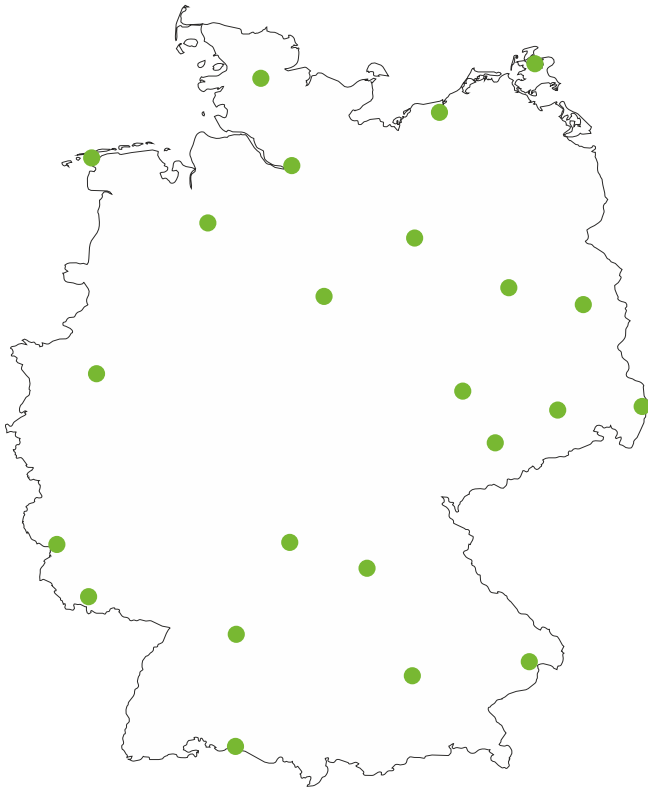
- Jährliche Bestrahlung
- PV-Generatorausrichtung
- PV-Generatorneigung
- Standort
- Verschattung
- Zukünftige Entwicklung

Lastprofil

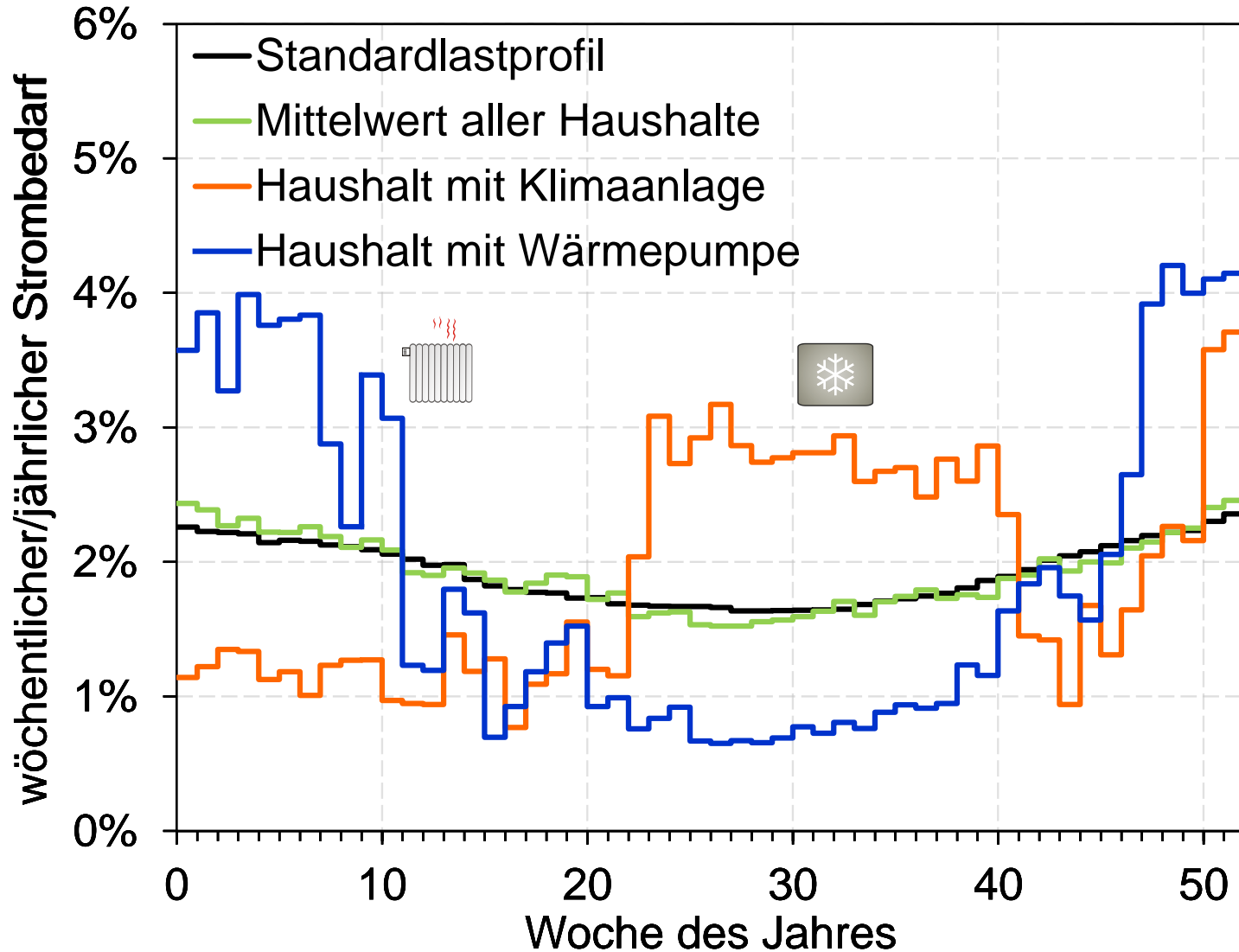


- Jahresstrombedarf
- Haushaltstyp
- Haushaltsgröße
- Nutzerverhalten
- Geräteausstattung
- Zukünftige Entwicklung

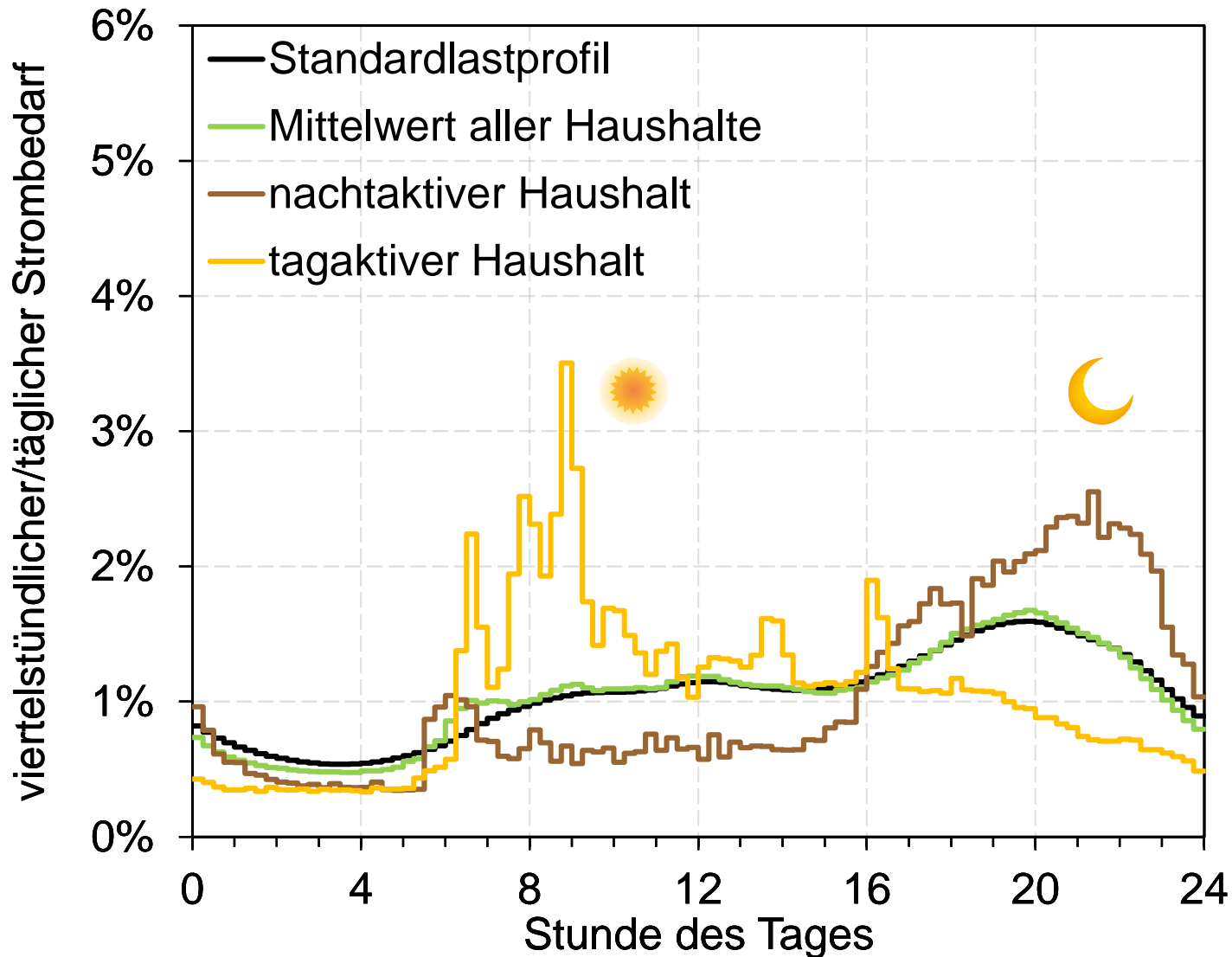
Einfluss der Anlagenstandortes



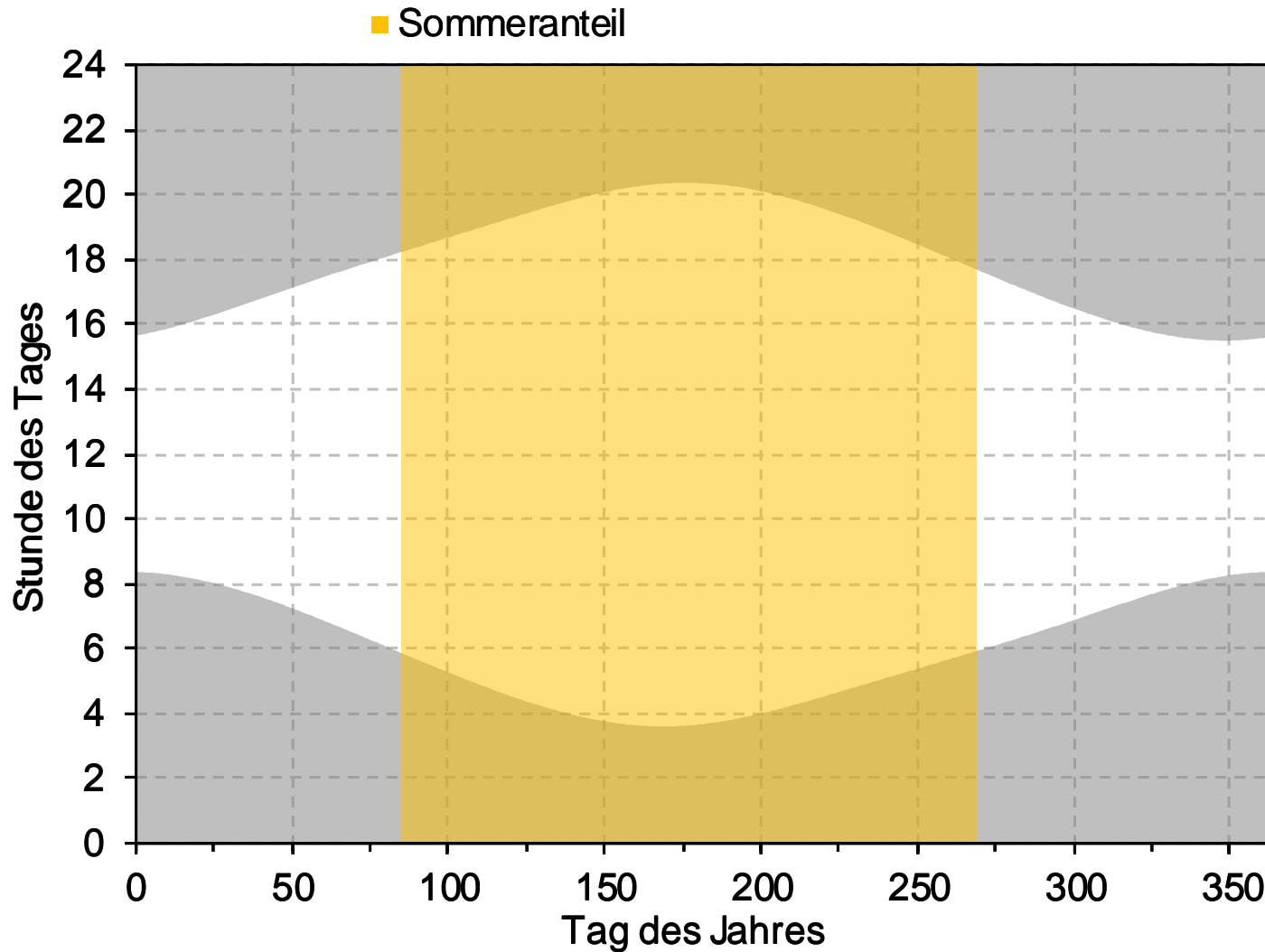
Jahreszeitliche Variation des Stromverbrauchs



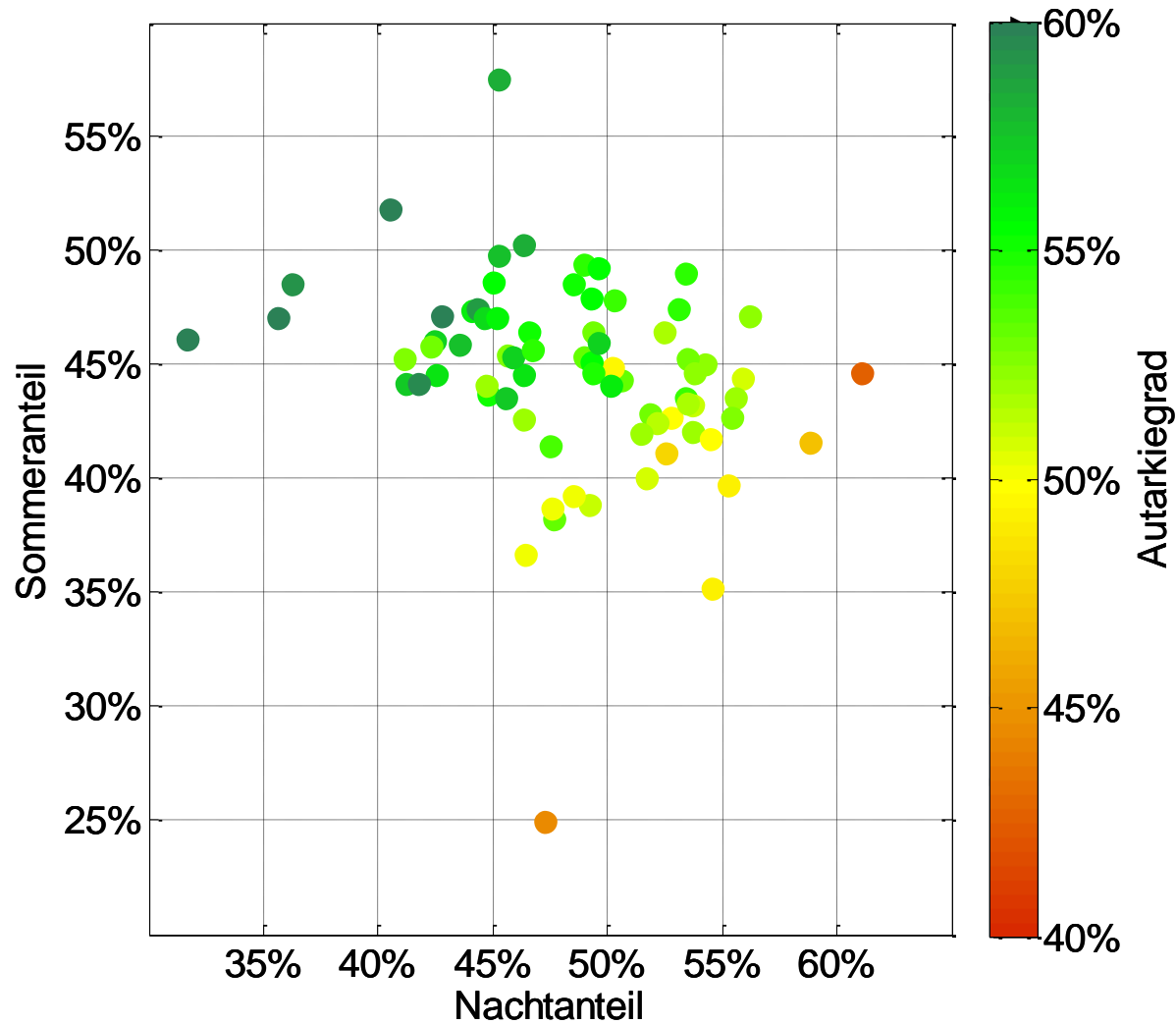
Tageszeitliche Variation des Stromverbrauchs



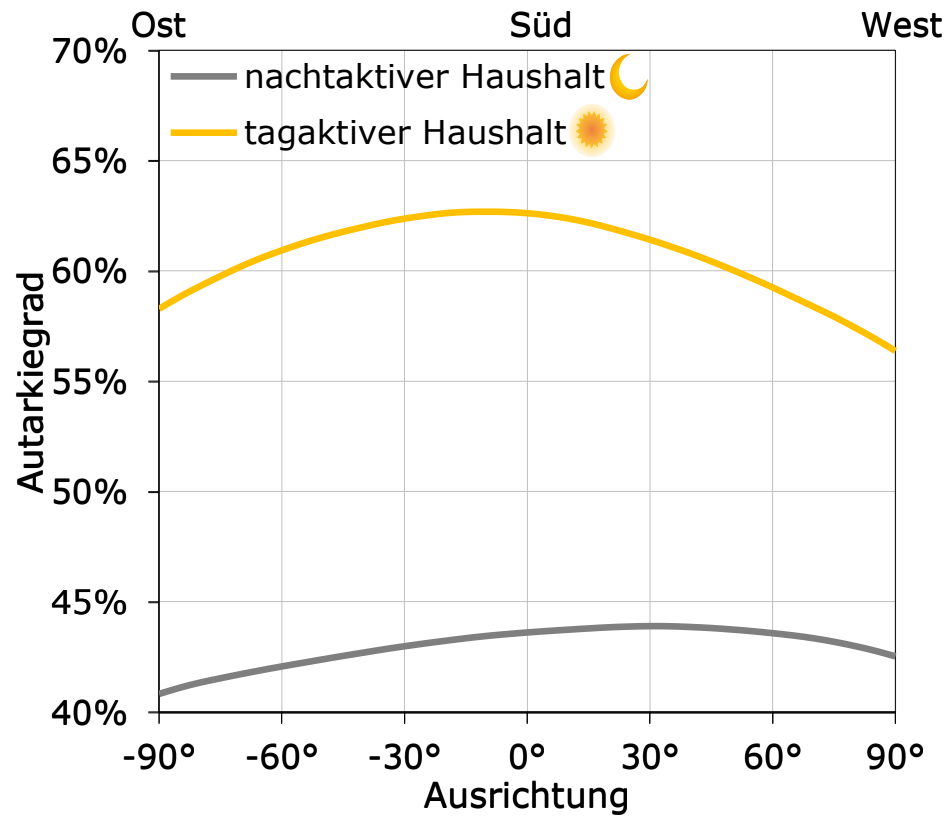
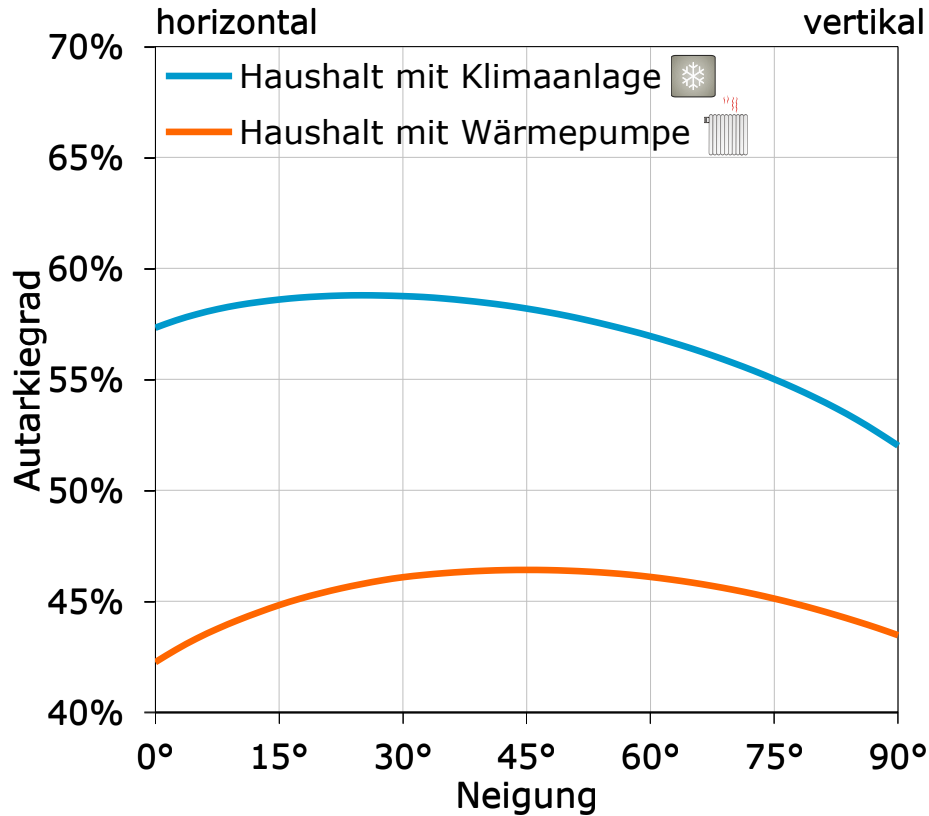
Charakterisierung von Lastprofilen



Einfluss auf die energetische Bewertung



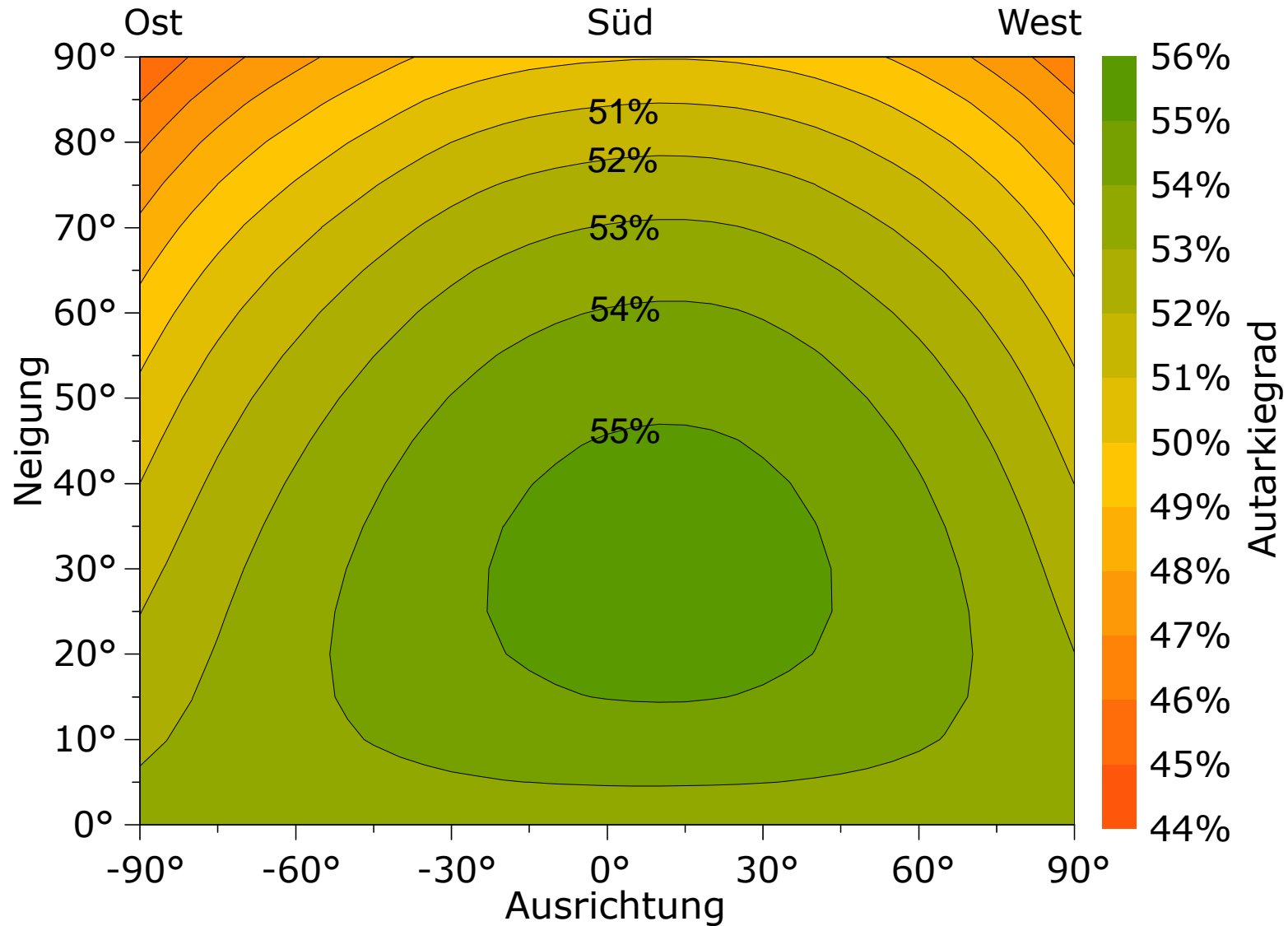
Einfluss der Ausrichtung und Neigung



Systemgröße: PV-Leistung 1 kWp/MWh, nutzbare Speicherkapazität 1 kWh/MWh

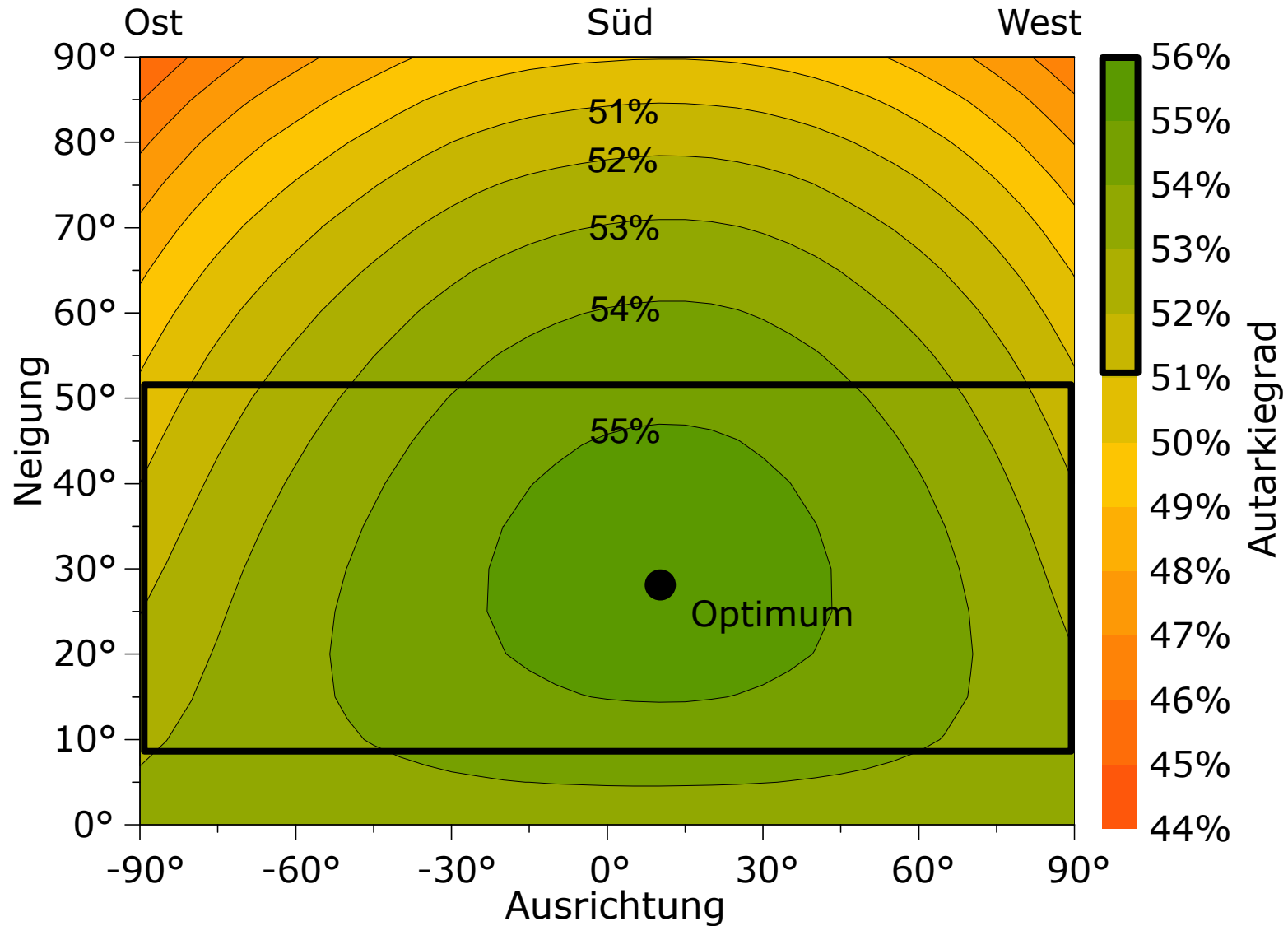
Datengrundlage: minutliche Klimadaten vom 23 DWD Standorten

Einfluss der Ausrichtungsänderung



Systemgröße: PV-Leistung 1 kWp/MWh, nutzbare Speicherkapazität 1 kWh/MWh
Datengrundlage: viertelstündlich aufgelöste Jahreslastprofile von 74 Haushalten

Einfluss der Ausrichtungsänderung



Zwischenfazit – Individuelle Einflussgrößen

- Der jahres- und tageszeitliche Verlauf des Strombedarfs lässt sich durch den **Sommer- und Nachanteil** charakterisieren.
- Je höher der Sommer- und je geringer der Nachanteil, desto höher der erreichbare Autarkiegrad.
- Der **Einfluss des individuellen Lastprofils** ist in der Praxis **größer als** der Einfluss der **Ausrichtung und Neigung**
- Die **Referenzergebnisse** des Unabhängigkeitsrechners stimmen gut mit dem Mittelwert einer Vielzahl repräsentativer Haushalte überein.

Ökonomische Bewertung von PV-Speichersystemen

PV-System

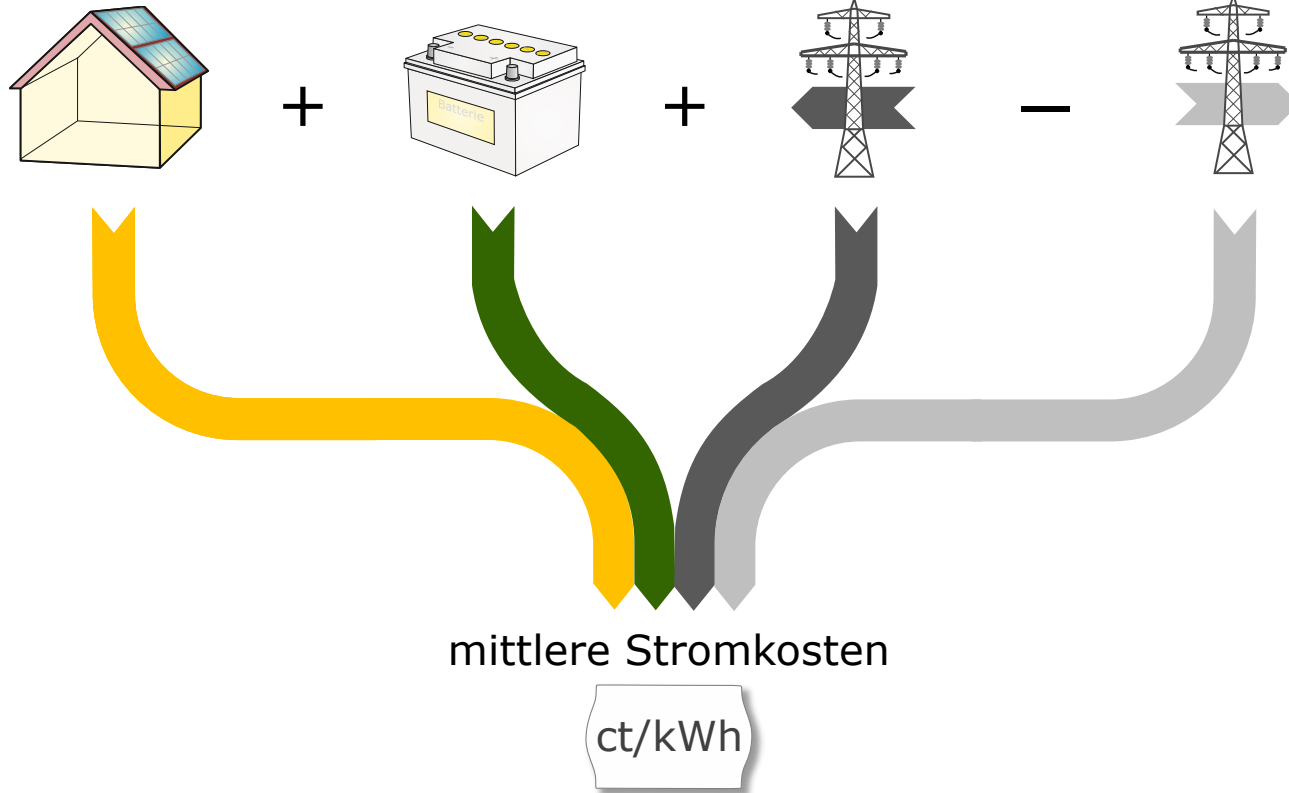
- Investitionskosten
- Betriebskosten
- Finanzierungskosten

Batteriesystem

- Investitionskosten
- Betriebskosten
- Finanzierungskosten

Ausgaben für den Netzbezug

Einnahmen aus der Netzeinspeisung



20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50

— Wirtschaftlichkeitsgrenze bei mittleren Strombezugskosten von 34 ct/kWh

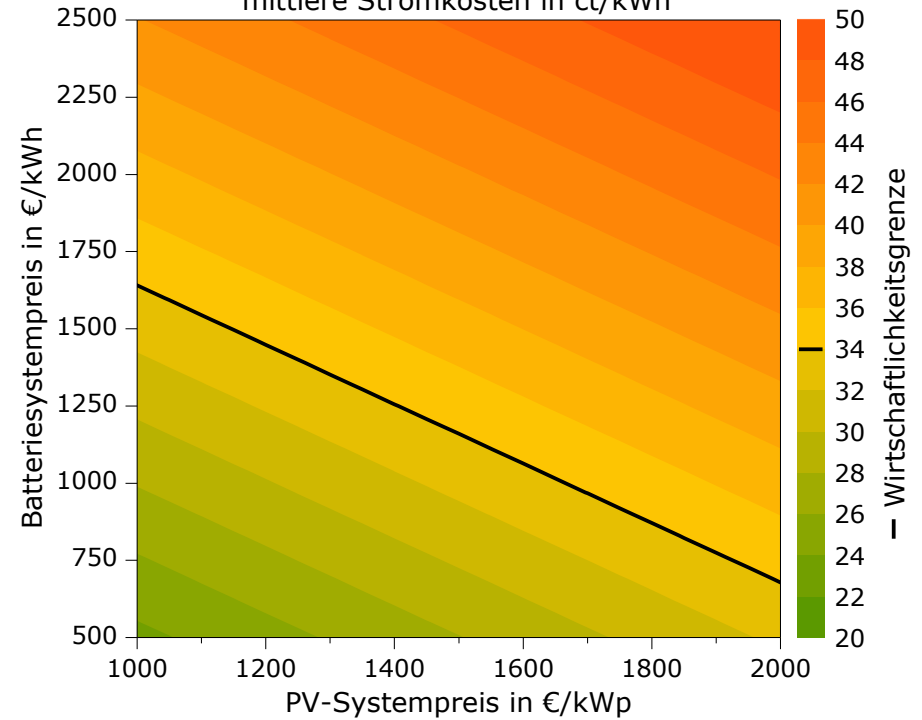
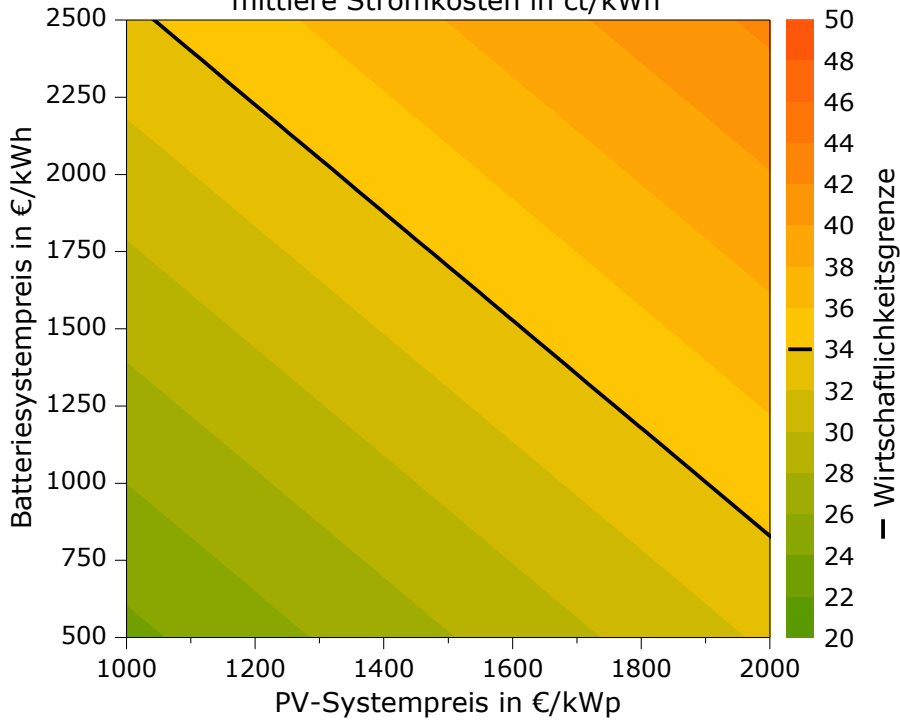
Einfluss der Speichergröße und -kosten

2,5 kWh
nutzbare Speicherkapazität

5 kWh
nutzbare Speicherkapazität

mittlere Stromkosten in ct/kWh

mittlere Stromkosten in ct/kWh



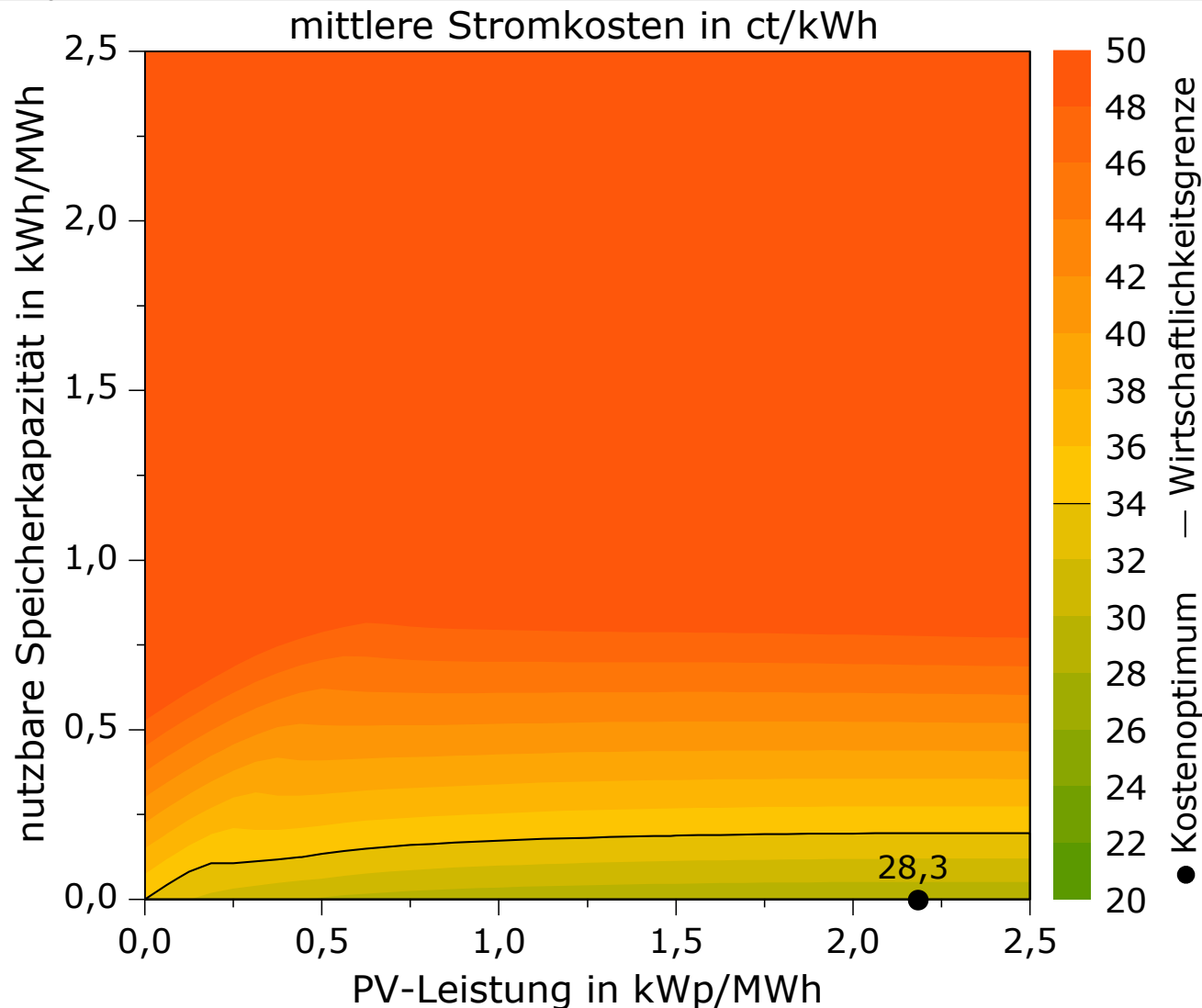
Kostenoptimale Systemdimensionierung

2014

kurzfristig

mittelfristig

langfristig



PV-Kosten 1800 €/kWp, Speicherkosten 3000 €/kWh, Einspeisevergütung 15 ct/kWh
Mittlere Strombezugskosten 34 ct/kWh, Zinssatz 4 %, Betriebskosten 1,5 %

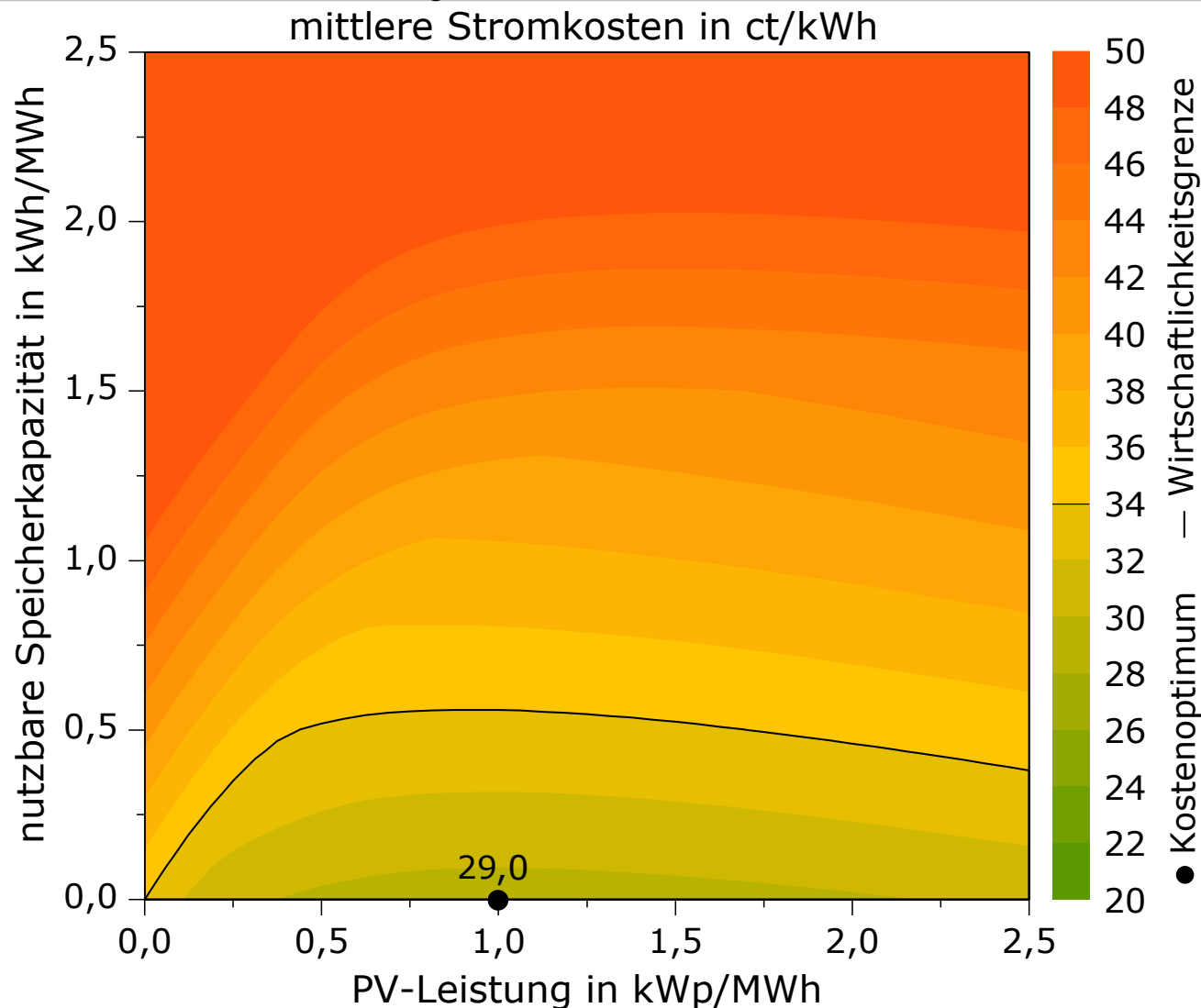
Kostenoptimale Systemdimensionierung

2014

kurzfristig

mittelfristig

langfristig



PV-Kosten 1500 €/kWp, Speicherkosten 1500 €/kWh, Einspeisevergütung 11 ct/kWh
Mittlere Strombezugskosten 34 ct/kWh, Zinssatz 4 %, Betriebskosten 1,5 %

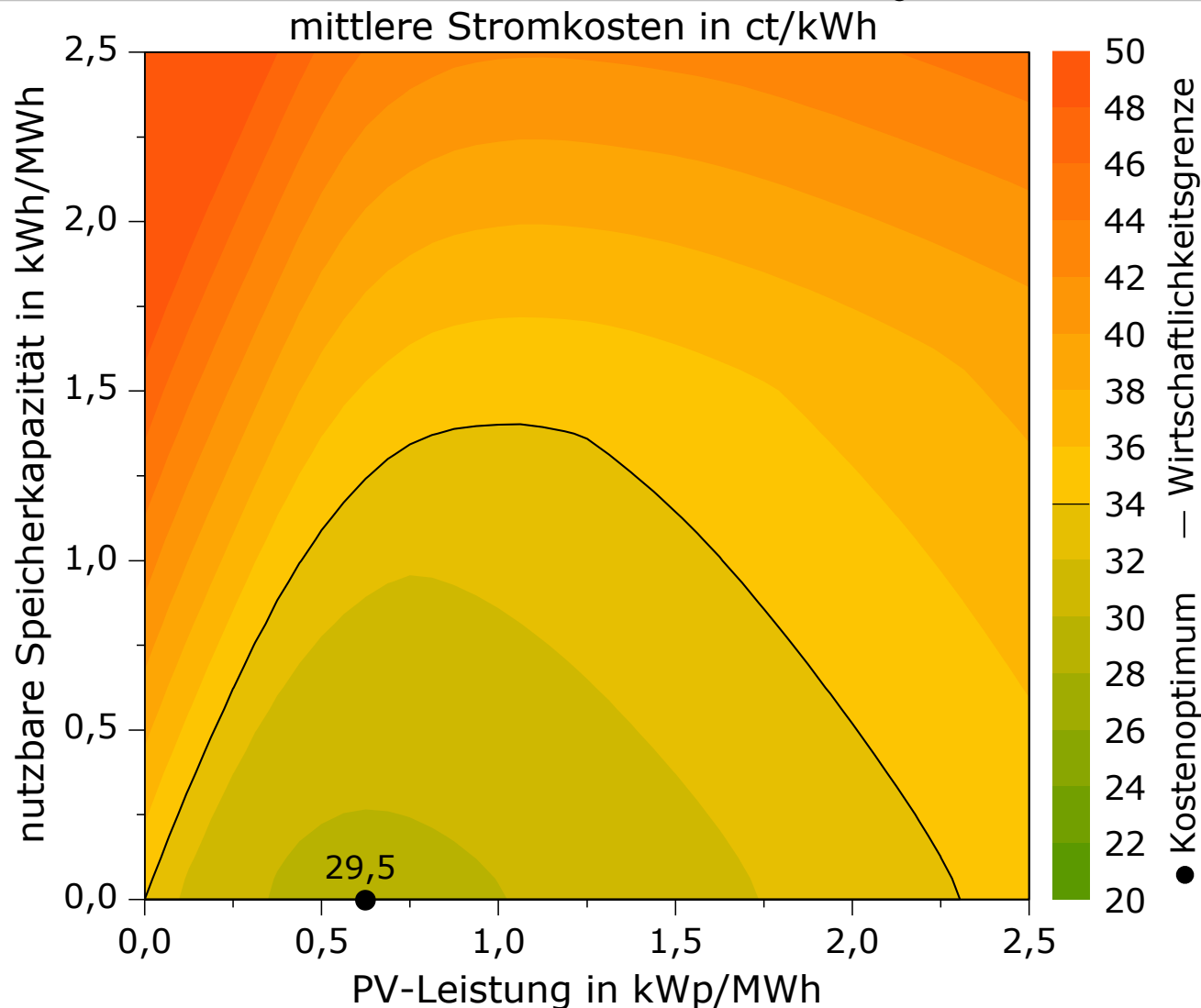
Kostenoptimale Systemdimensionierung

2014

kurzfristig

mittelfristig

langfristig



PV-Kosten 1200 €/kWp, Speicherkosten 1000 €/kWh, Einspeisevergütung 6 ct/kWh
Mittlere Strombezugskosten 34 ct/kWh, Zinssatz 4 %, Betriebskosten 1,5 %

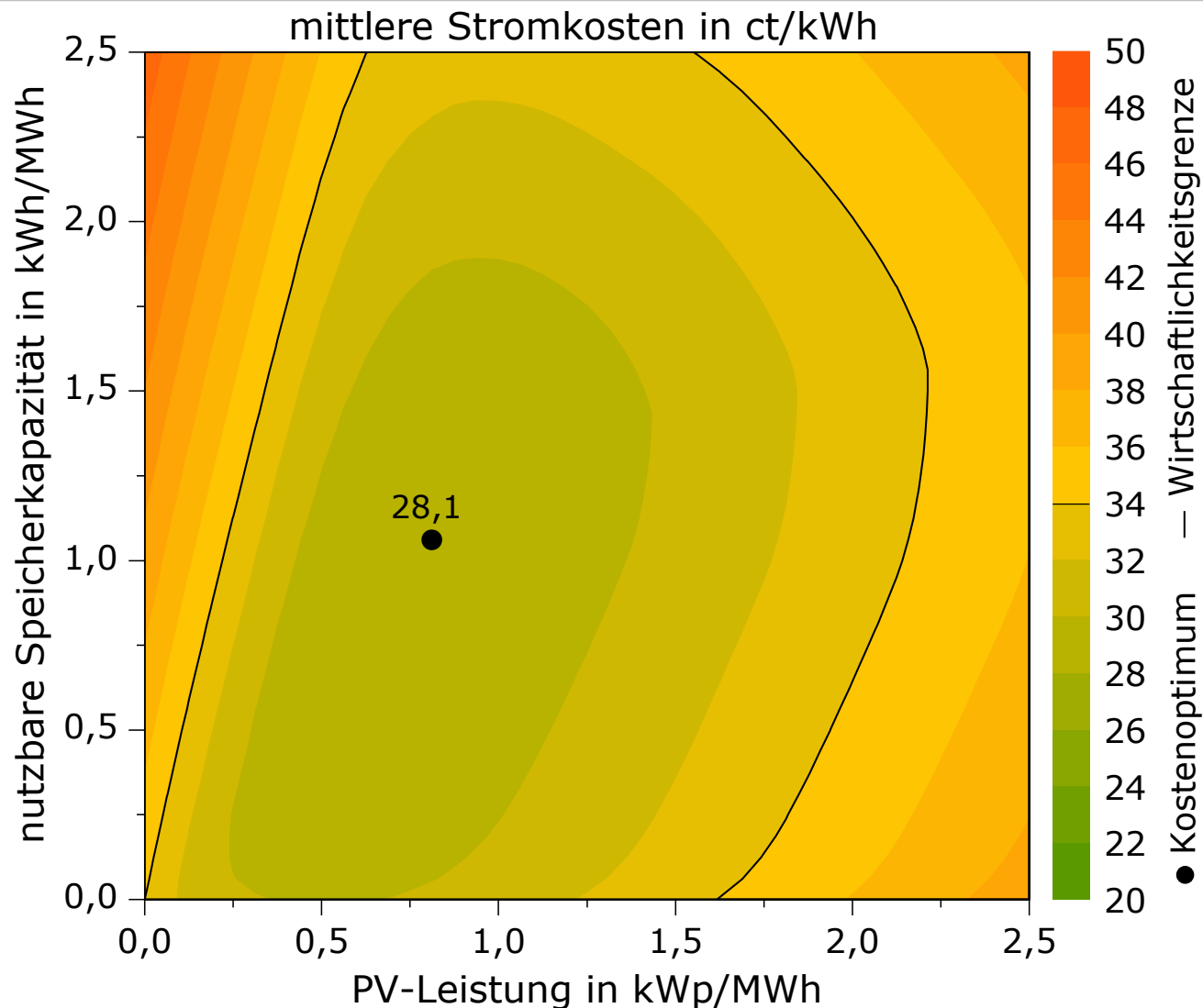
Kostenoptimale Systemdimensionierung

2014

kurzfristig

mittelfristig

langfristig

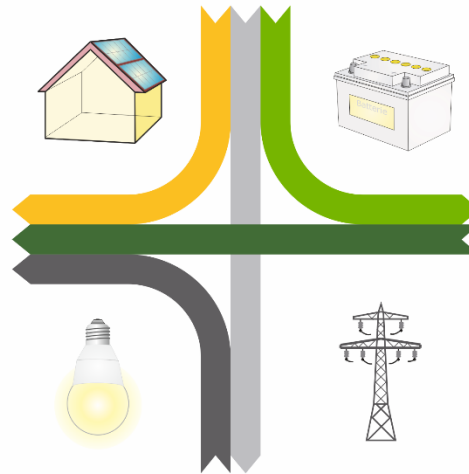


PV-Kosten 1000 €/kWp, Speicherkosten 600 €/kWh, Einspeisevergütung 2 ct/kWh
Mittlere Strombezugskosten 34 ct/kWh, Zinssatz 4 %, Betriebskosten 1,5 %

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Johannes Weniger | Joseph Bergner | Tjarko Tjaden | Volker Quaschnig

Dezentrale Solarstromspeicher für die Energiewende



 **BWV • BERLINER
WISSENSCHAFTS-VERLAG**

 **Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**
University of Applied Sciences