Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Batteriespeicher in Handwerksbetrieben

Dr.-Ing. Johannes Weniger
Forschungsgruppe Solarspeichersysteme

pvspeicher.htw-berlin.de

Online-Seminar der Mittelstandsinitiative
Energiewende und Klimaschutz | 29.09.2021

Schwerpunkte

1. Grundlagen und Unterscheidungsmerkmale
2. Kenngrößen zur Systemauslegung
3. Lastganganalyse und Systemauslegung
4. Empfehlungen zur Systemauswahl

Schwerpunkte

1. Grundlagen und Unterscheidungsmerkmale
2. Kenngrößen zur Systemauslegung
3. Lastganganalyse und Systemauslegung
4. Empfehlungen zur Systemauswahl

Stromspeicher im Gewerbe und Handwerk: Zahlen und Fakten

> 1900 **Installierte Batteriesysteme in Deutschland (30 kWh bis 100 kWh)**

Quelle: Marktstammdatenregister Stand September 2021

> 50 **Gewerbespeicheranbieter**

Quelle: pv magazine Marktübersicht Gewerbespeicher März 2021

≈ 800 €/kWh **Mittlerer Preis für Batteriesysteme bis 100 kWh**

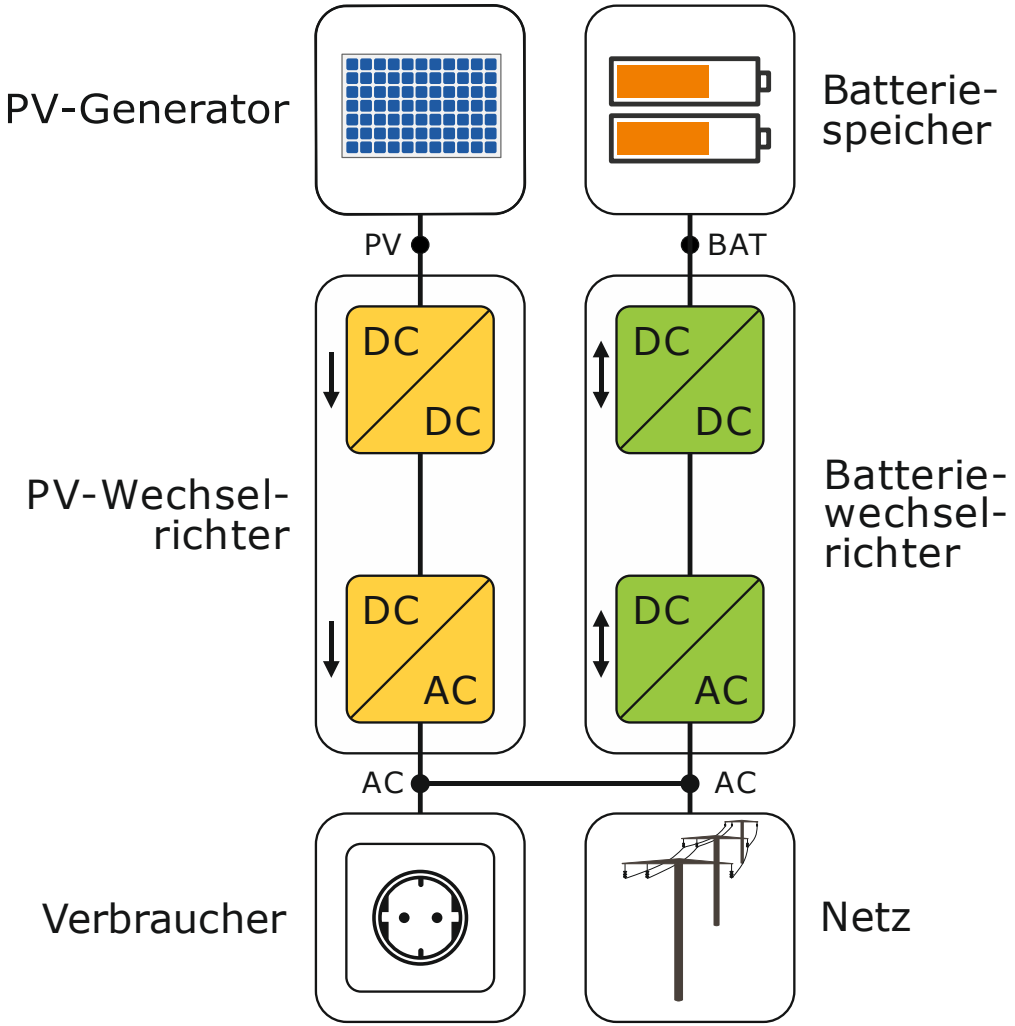
Quelle: pv magazine Marktübersicht Gewerbespeicher März 2021

> 95 % **Marktanteil von Lithium-Ionen-Batteriesystemen**

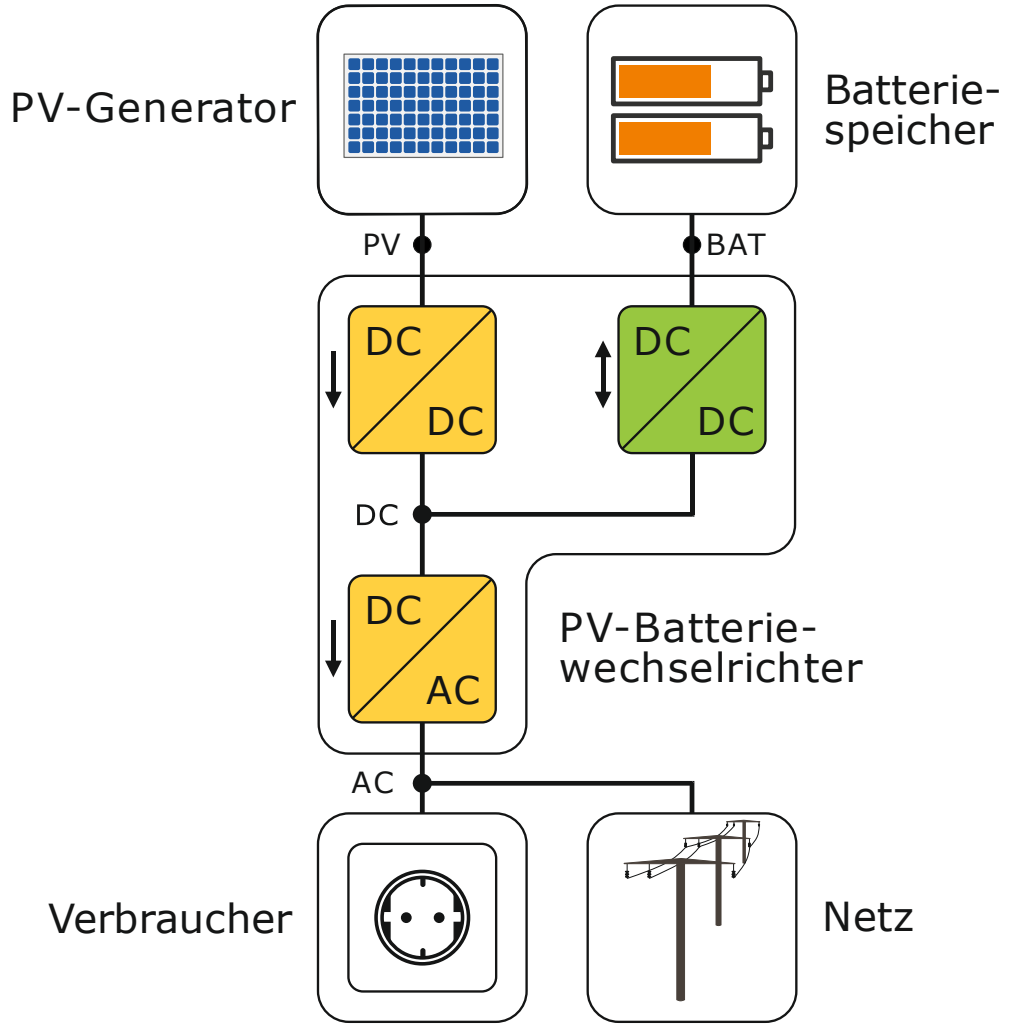
Quelle: RWTH Aachen

Systemkonzepte zur Speicherung von Solarstrom

AC-gekoppelte Systeme



DC-gekoppelte Systeme

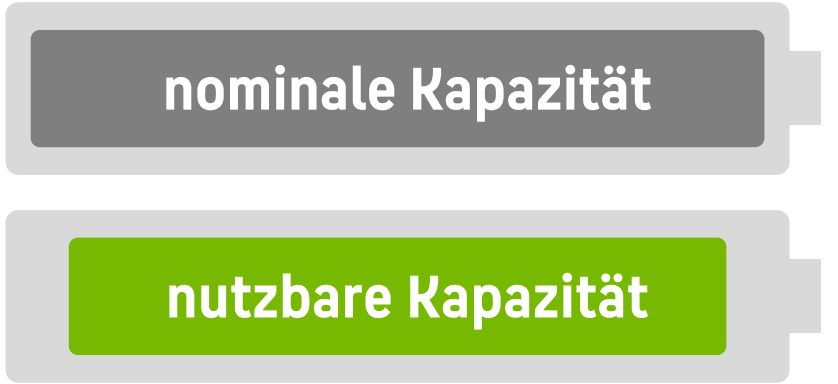


Häufigkeit der Kapazitätsangaben auf Datenblättern

Quelle: Stromspeicher-Inspektion 2018, 60 Datenblätter von Batteriesystemen

Speicherkapazitätsangaben von Batteriesystemen

- Der **Energieinhalt eines Batteriespeichers** (Einheit Kilowattstunden) wird umgangssprachlich als Speicherkapazität bezeichnet.
- Auf Datenblättern wird häufig nur die **nominale Speicherkapazität** angegeben.



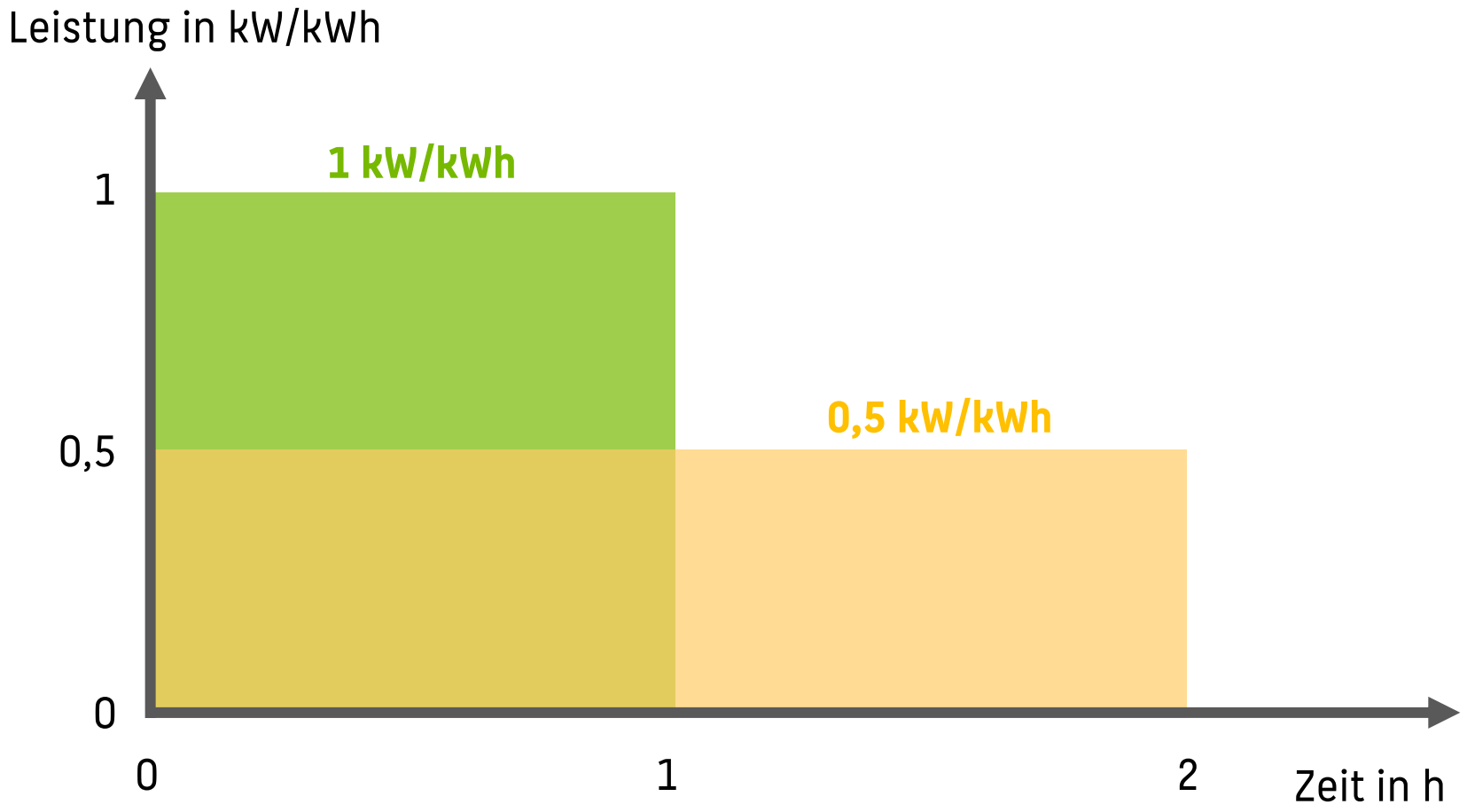
- Die **nutzbare Speicherkapazität** ist in der Regel kleiner als die nominale Speicherkapazität, da der Ladezustandsbereich zum **Alterungs- und Tiefenentladeschutz** eingeschränkt wird.
- Die **Entladetiefe** (engl. depth of discharge, DOD) gibt das Verhältnis von nutzbarer Speicherkapazität zu nominaler Speicherkapazität an.
- Batteriespeicher sollten vorrangig anhand der **nutzbaren Speicherkapazitäten** verglichen werden.

Alterung von Lithium-Ionen-Batterien

- Im Betrieb kommt es zu einem **alterungsbedingten Kapazitätsverlust** der Batterie.
- Alterungsmechanismen von Batterien:
  - **Zyklische Alterung**: Alterung während des Lade- und Entladevorgangs.
  - **Kalendarische Alterung**: Alterung, die unabhängig von der Nutzung auftritt.
- Die **Überlagerung der zyklischen und kalendarischen Alterung** ist unvermeidbar.
- Eine **Abschätzung der Batterielebensdauer** nur anhand der angegebenen Zyklenanzahl ist nicht ratsam.
- **Hohe Temperaturen** und lange Verweilzeiten bei **hohen Ladezuständen** beschleunigen die kalendarische Alterung.
- **Hohe Lade- und Entladeströme** wirken sich negativ auf die zyklische Alterung aus.
- Die **erwartete Restkapazität** einer Lithium-Batterie zum Ende der Nutzungsdauer wird häufig mit 60 % bis 80 % der Anfangskapazität angegeben.

Leistungsfähigkeit von Batteriesystemen

- Die **Leistungsfähigkeit** eines Batteriesystems wird durch das Verhältnis der Nennleistung zur Speicherkapazität angegeben.



Weitere Unterscheidungsmerkmale von Batteriesystemen

Skalierbarkeit
und Erweiterbarkeit

Batterietechnologie

Stand-by-Verbrauch

Wirkungsgrad

IP-Schutzart

Einschwingzeit

Energiemanagement

zulässiger Temperaturbereich

Kommunikations-
schnittstellen

Ersatzstromversorgung

Schwerpunkte

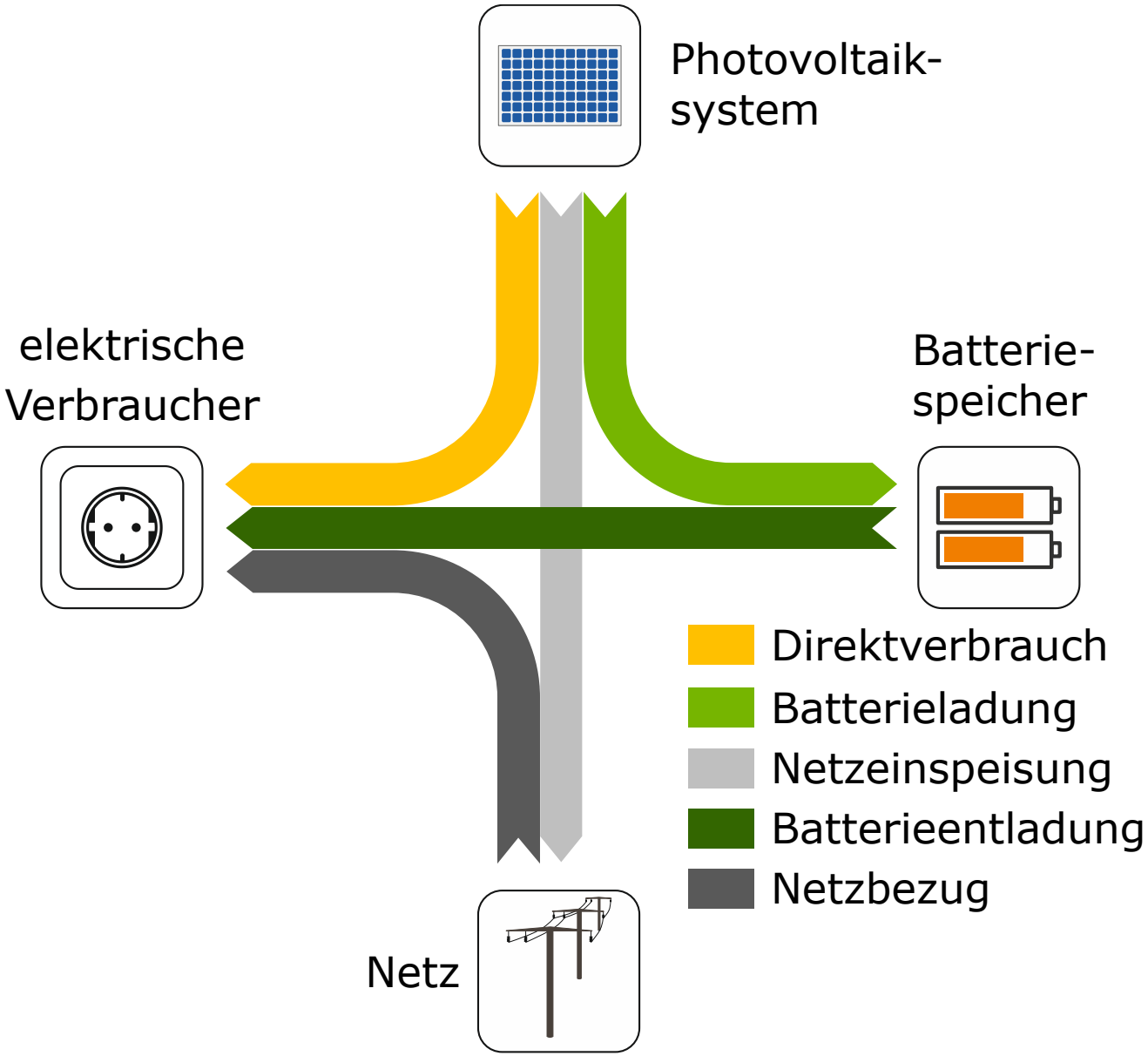
1 Grundlagen und Unterscheidungsmerkmale

2 Kenngrößen zur Systemauslegung

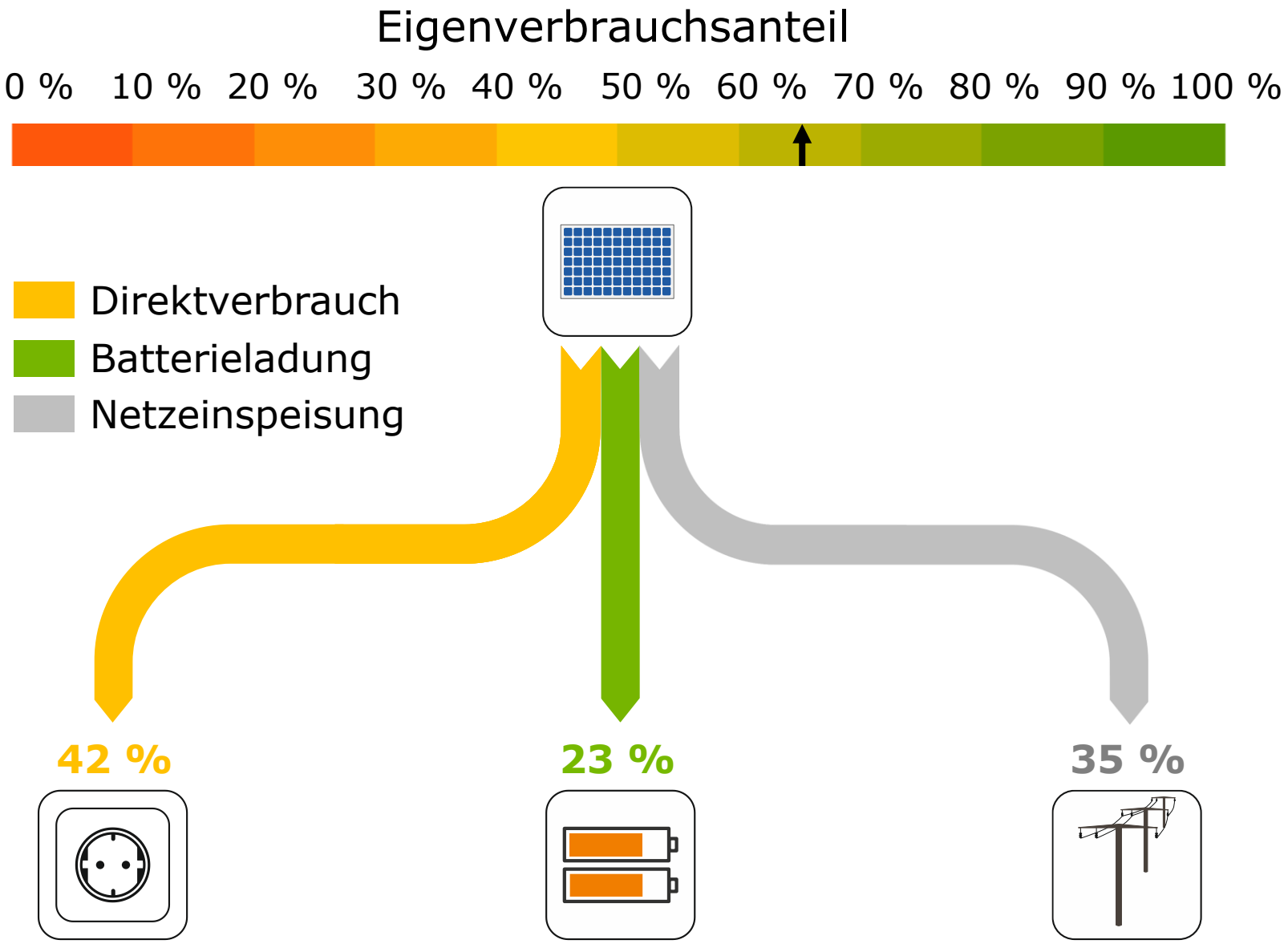
3 Lastganganalyse und Systemauslegung

4 Empfehlungen zur Systemauswahl

Energieflüsse in Gebäuden mit Photovoltaik-Batteriesystemen

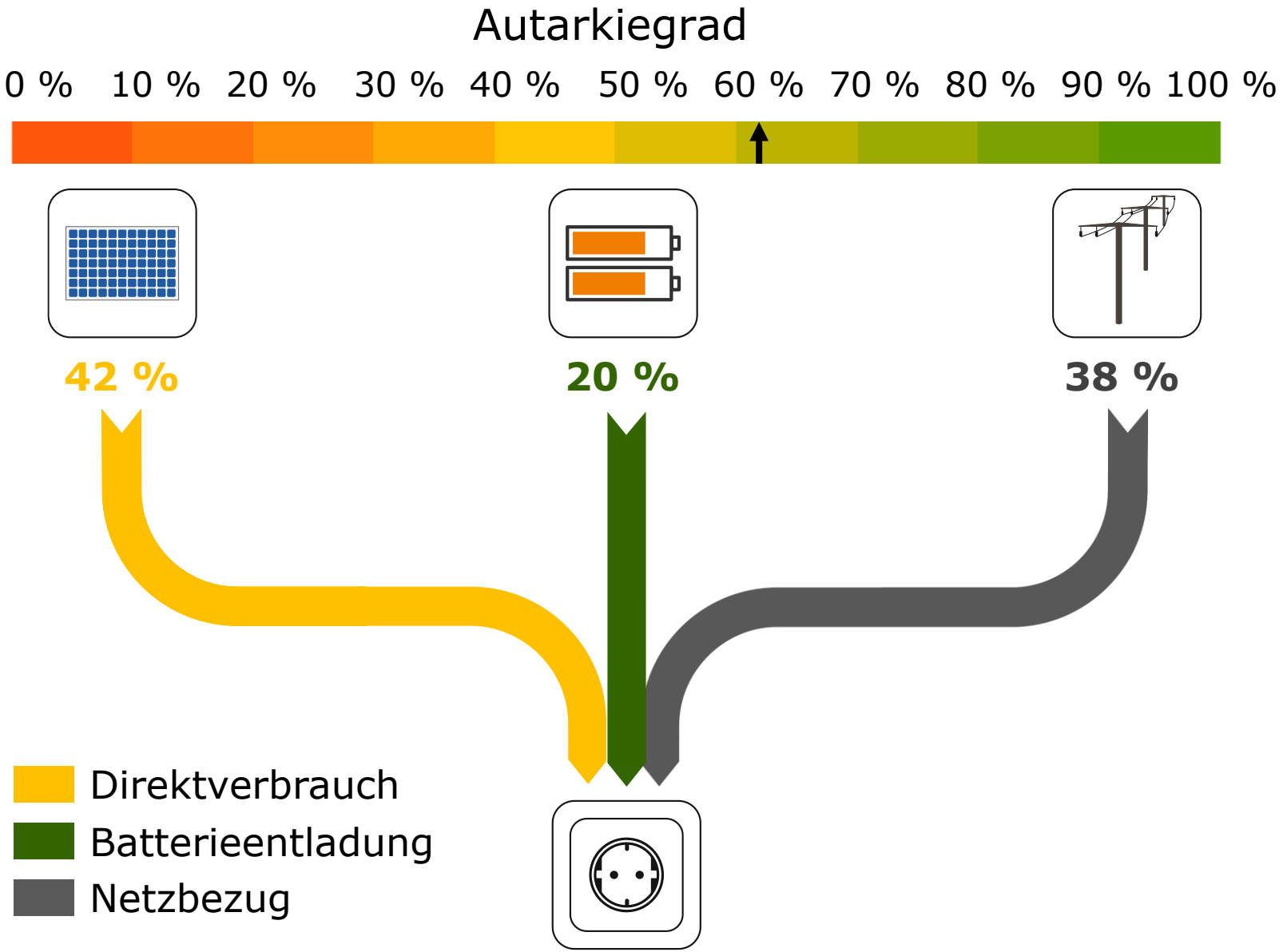


Energetische Bewertung von PV-Speichersystemen



Beispiel: Produktionsbetrieb, PV-Leistung 100 kWp, Speicherkapazität 100 kWh, Stromverbrauch 100.000 kWh/a

Energetische Bewertung von PV-Speichersystemen



Beispiel: Produktionsbetrieb, PV-Leistung 100 kWp, Speicherkapazität 100 kWh, Stromverbrauch 100.000 kWh/a

Praxisbeispiel

Bäckerei Mertens (Paderborn, NRW)	
Speichersystem	Tesvolt TS HV 70
Speicherkapazität	140 kWh
PV-Leistung	54 kWp
Stromverbrauch	195.000 kWh/a
Vermiedener Netzbezug	42.000 kWh/a
Autarkiegrad	22 %

Quelle: tesvolt.com

Praxisbeispiel

Tischlerei Rasche (Delbrück-Ostenland, NRW)	
Speichersystem	VARTA ELEMENT 12
Speicherkapazität	23,4 kWh
PV-Leistung	74 kWp
Stromverbrauch	56.000 kWh/a
Vermiedener Netzbezug	31.000 kWh/a
Autarkiegrad	55 %

Quelle: varta-ag.com, paul-arens.de

Schwerpunkte

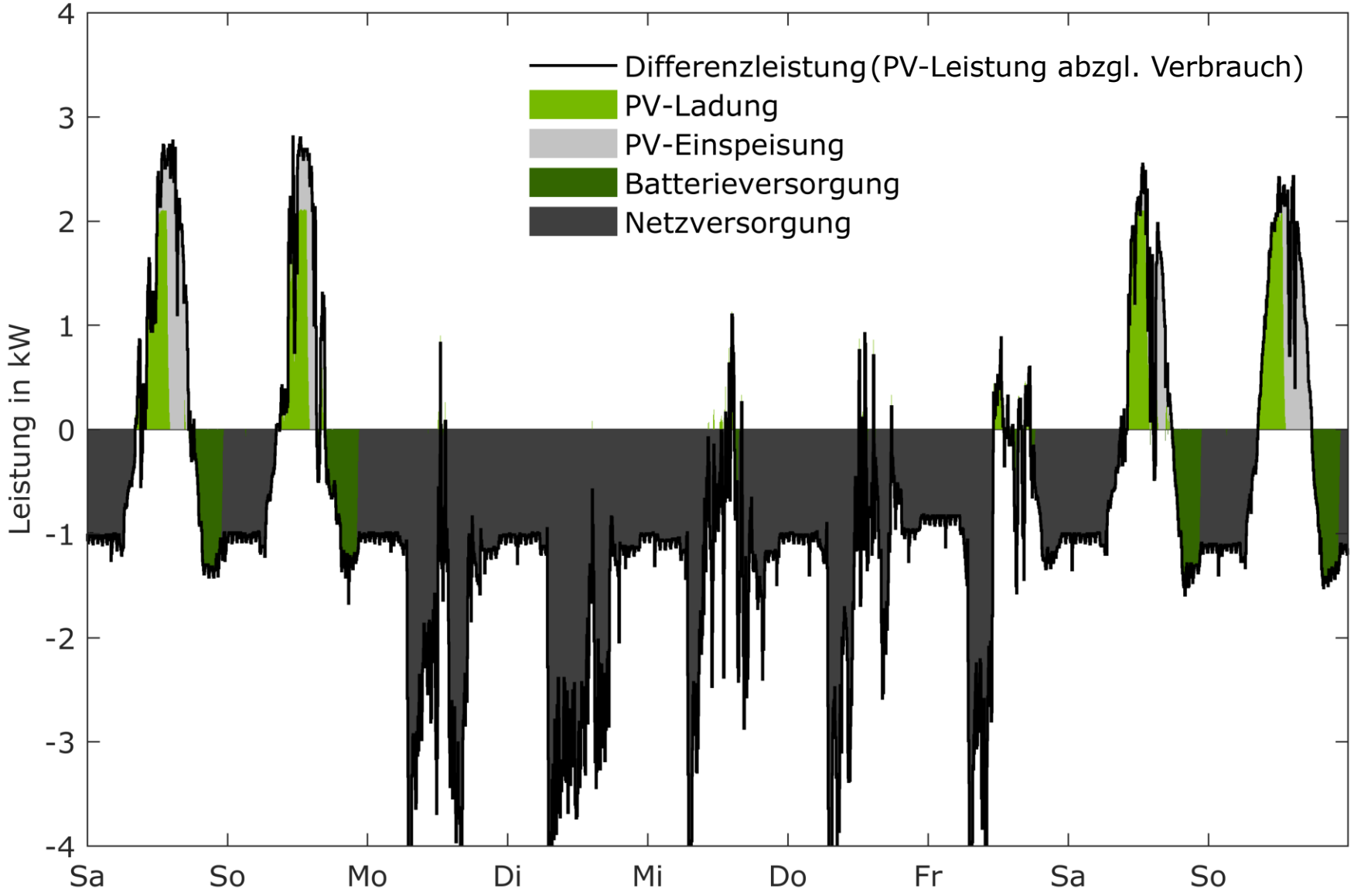
1 Grundlagen und Unterscheidungsmerkmale

2 Kenngrößen zur Systemauslegung

3 Lastganganalyse und Systemauslegung

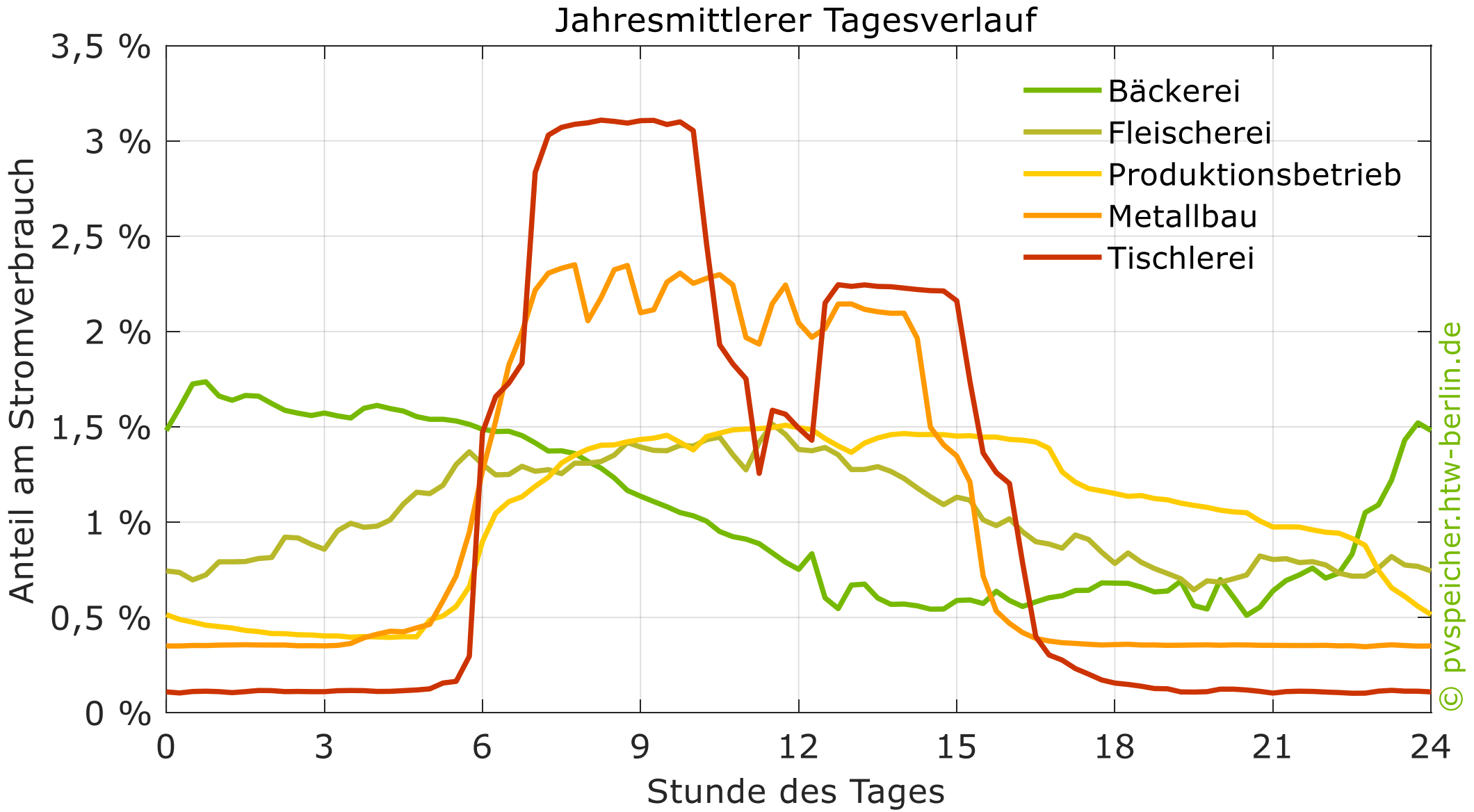
4 Empfehlungen zur Systemauswahl

Praxisbeispiel: „Wochenendspeicher“ in einem Gewerbebetrieb



→ Wird die PV-Anlage zu klein dimensioniert, kann der Speicher nicht „atmen“.

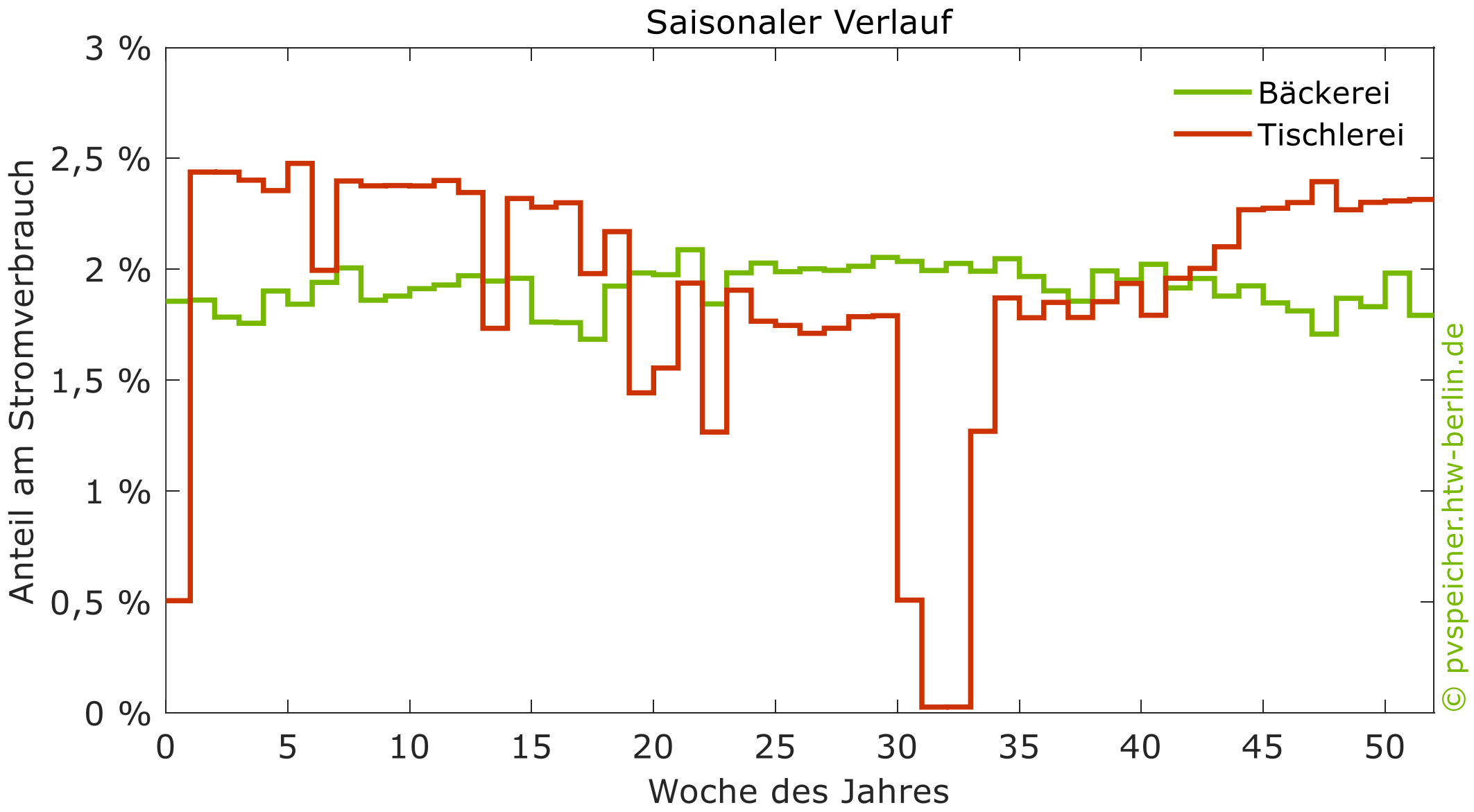
Unterschiede im Tagesverlauf von verschiedenen Betrieben



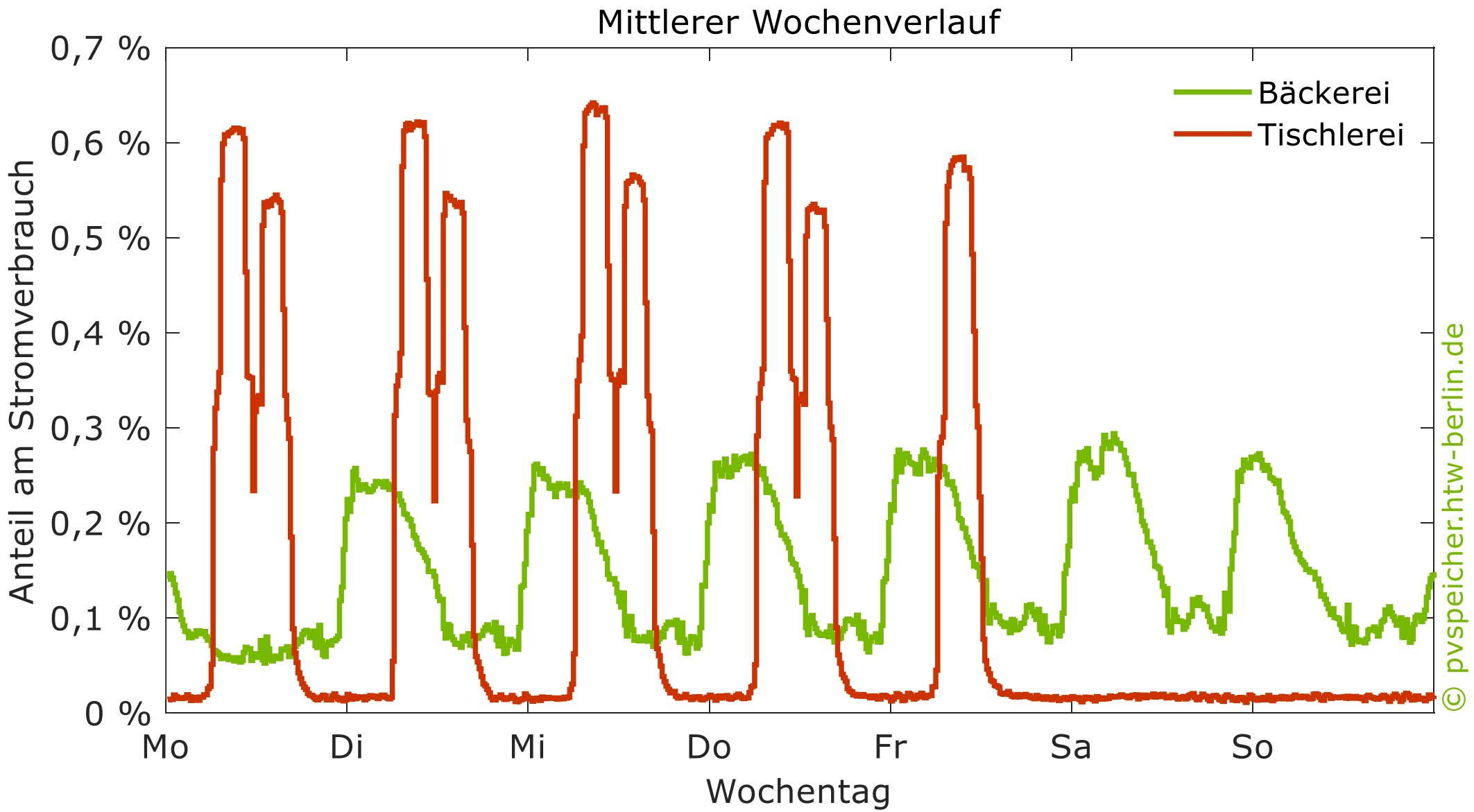
Näher betrachtete Gewerbebetriebe

	Bäckerei	Tischlerei
Jährlicher Stromverbrauch	202.000 kWh/a	158.000 kWh/a
Mittlerer Leistungsbedarf	23 kW	18 kW
Minimaler Leistungsbedarf	4 kW	0,2 kW
Maximaler Leistungsbedarf	72 kW	99 kW

Unterschiede im saisonalen Verlauf



Unterschiede im Wochenverlauf



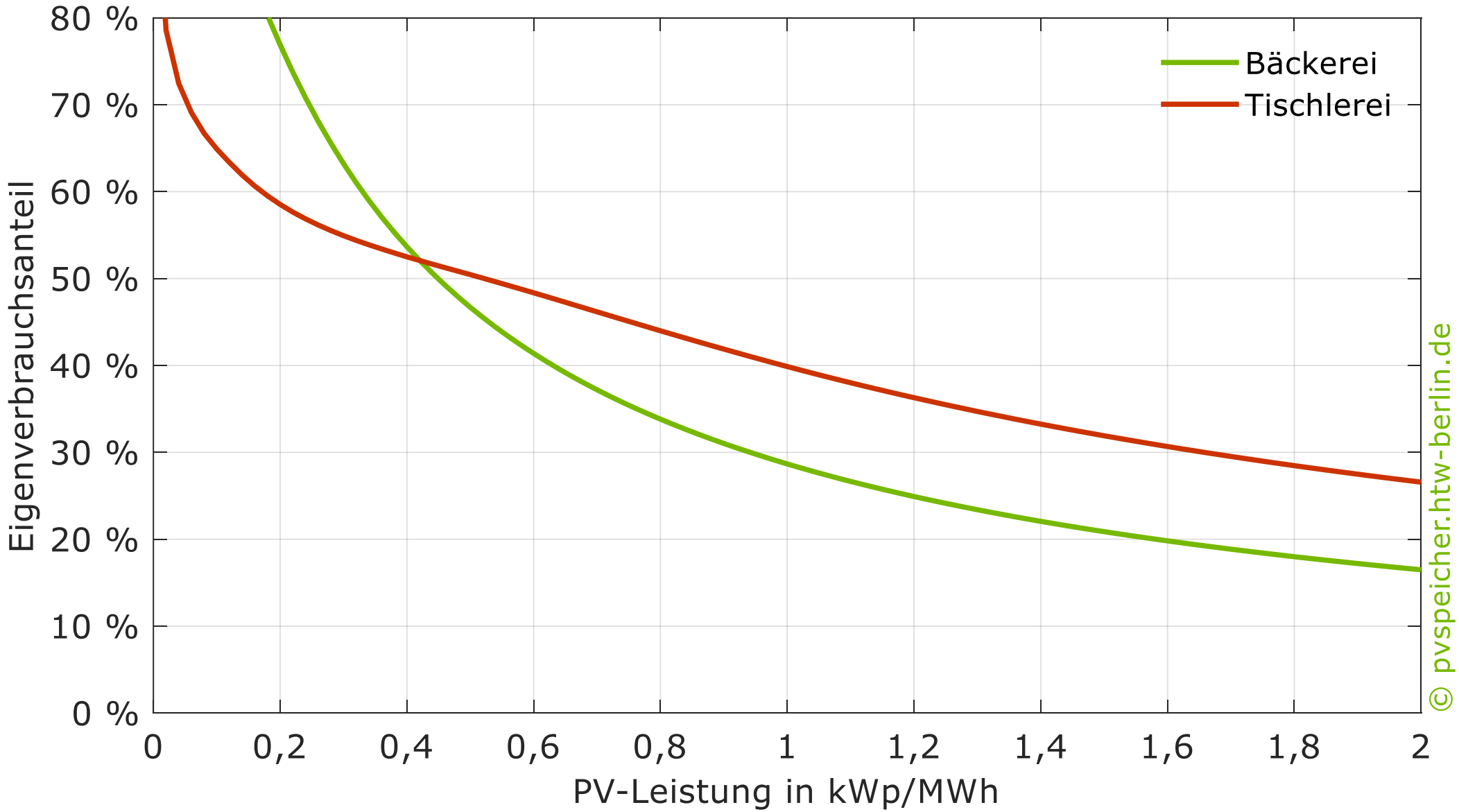
Rahmenbedingungen der Simulationsanalysen

- **Simulation des PV-Systems**
  - Wetterdaten der DWD-Wetterstation Lindenberg bei Berlin (2017) mit einer zeitlichen Auflösung von 1 min
  - PV-Generator mit einer südlichen Ausrichtung und einer Neigung von 25°
  - Die Nennleistung des PV-Wechselrichters beträgt 1 kW/kWp
  - Der resultierende AC-Jahresertrag des PV-Systems beträgt 1000 kWh/kWp
- **Simulation des Batteriesystems**
  - Mittlerer Umwandlungswirkungsgrad des Batteriewechselrichters im Lade- und Entladebetrieb von jeweils 94 %
  - Mittlerer Umwandlungswirkungsgrad des Batteriespeichers von 95,8 %

Erläuterungen zur Normierung der Systemparameter

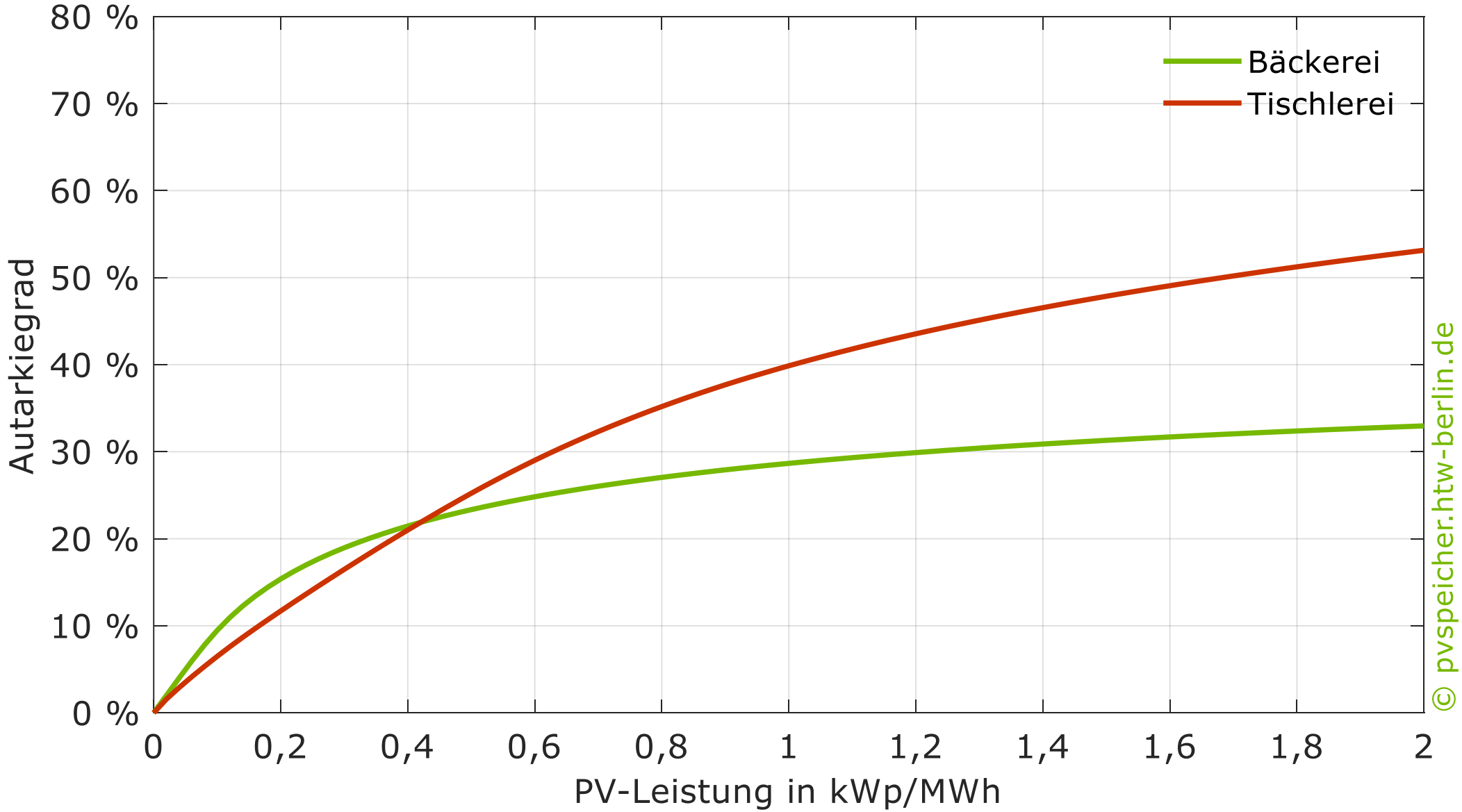
- Die **Nennleistung des PV-Systems** und die **Speicherkapazität des Batteriesystems** werden zur besseren Vergleichbarkeit der Ergebnisse auf den **jährlichen Stromverbrauch** der einzelnen Gebäude normiert (1 MWh entspricht 1000 kWh).
- Die **Speicherleistung** des Batteriesystems wird als Verhältnis der Nennleistung zur Speicherkapazität angegeben.
- Beispiel: Bäckerei mit einem jährlichen Strombedarf von 200 MWh
  - Bei einer normierten PV-Leistung von 1,5 kWp/MWh hat die Bäckerei eine PV-Leistung von 300 kWp.
  - Ist zusätzlich ein Batteriespeicher mit einer normierten Speicherkapazität von 1 kWh/MWh installiert, beträgt die Speicherkapazität 200 kWh.
  - Beträgt die Speicherleistung in diesem Fall 0,5 kW/kWh, kann das Batteriesystem mit einer Leistung von max. 100 kW be- und entladen werden.

Einfluss der PV-Leistung auf den Eigenverbrauchsanteil



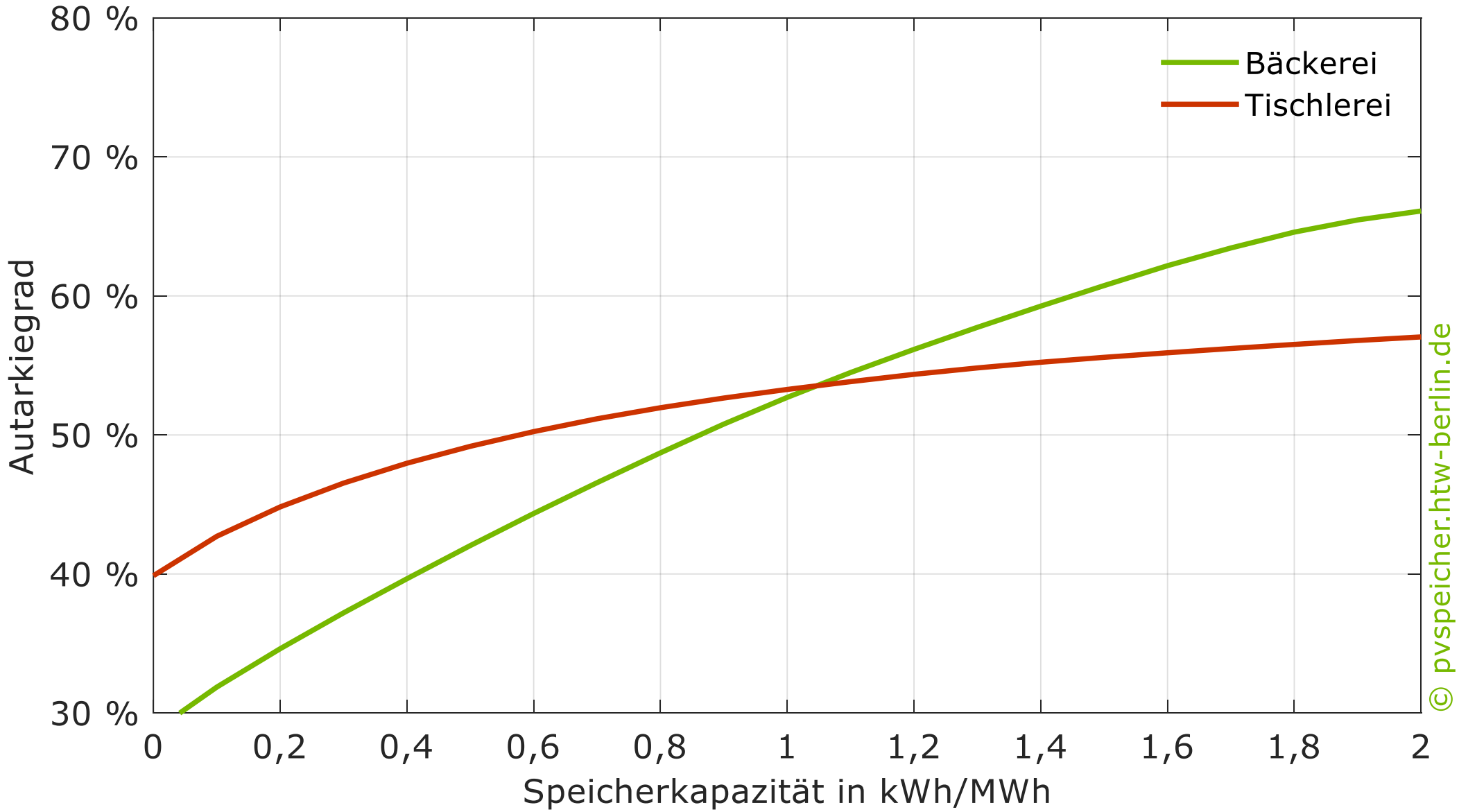
Ohne Batteriesystem, Normierung der PV-Leistung auf den jährlichen Stromverbrauch (1 MWh entspricht 1000 kWh)

Einfluss der PV-Leistung auf den Autarkiegrad



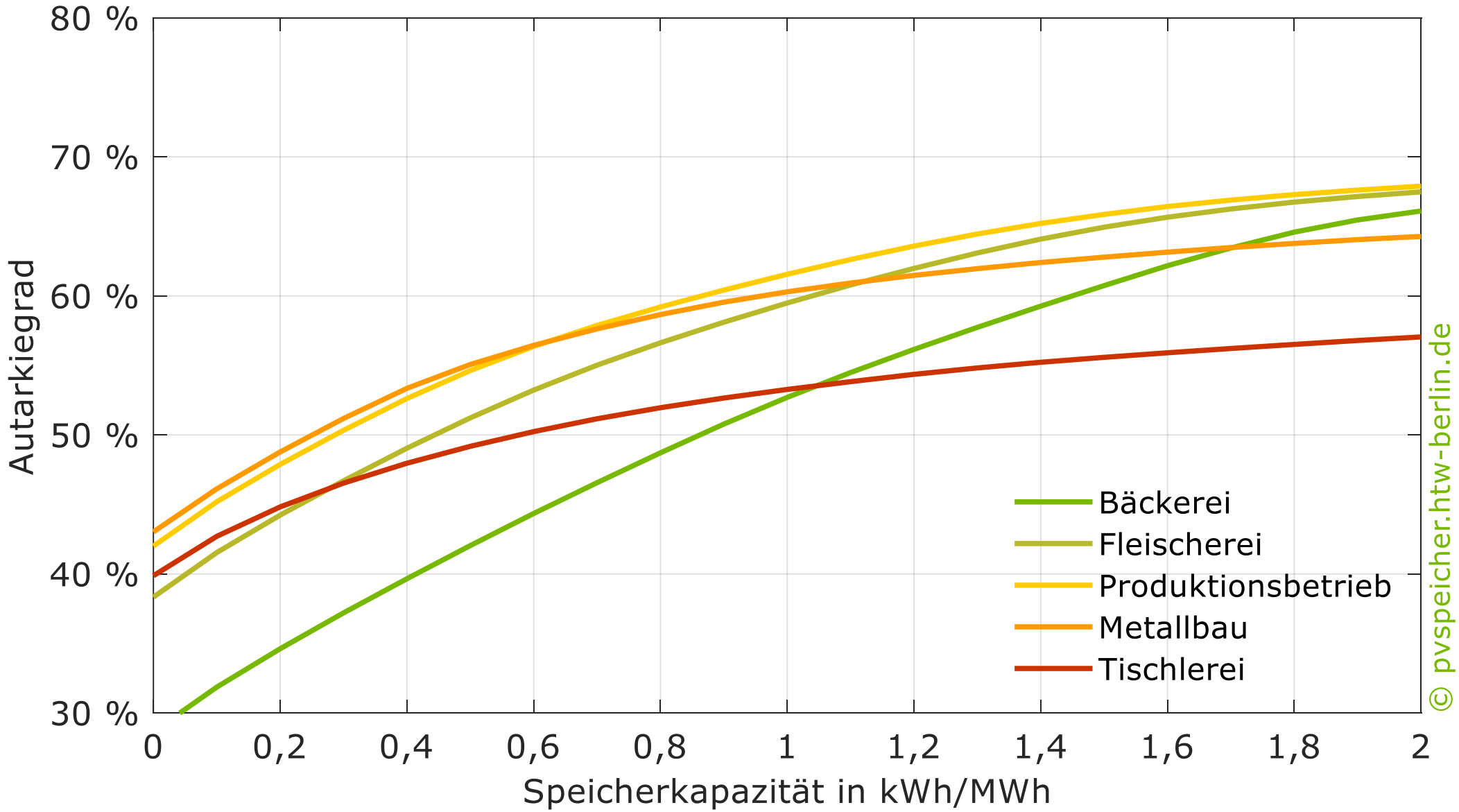
Ohne Batteriesystem, Normierung der PV-Leistung auf den jährlichen Stromverbrauch (1 MWh entspricht 1000 kWh)

Einfluss der Speicherkapazität auf den Autarkiegrad



PV-Leistung 1 kWp/MWh, Speicherleistung 0,5 kW/kWh, Normierung der Speicherkapazität auf den jährlichen Stromverbrauch

Erreichbare Autarkiegrade in unterschiedlichen Betrieben



PV-Leistung 1 kWp/MWh, Speicherleistung 0,5 kW/kWh, Normierung der Speicherkapazität auf den jährlichen Stromverbrauch

Empfehlungen zur PV- und Speicherauslegung im Gewerbe

- Die **PV-Anlage** sollte …
  - möglichst **groß** sein und die **geeignete Dachfläche** vollständig belegen.
  - nicht auf die **bilanzielle Deckung des Stromverbrauchs** beschränkt werden.

- Der **Batteriespeicher** sollte …
  - nur installiert werden, wenn **ausreichend Solarstromüberschüsse** anfallen. Hierzu ist eine PV-Leistung von **mind. 0,5 kWp je 1 MWh** Stromverbrauch pro Jahr erforderlich.
  - im Verhältnis zur **PV-Anlage** nicht zu groß sein. Die nutzbare Speicherkapazität sollte **max. 1 kWh bis 1,5 kWh je 1 kWp** PV-Leistung betragen.
  - unter Berücksichtigung des individuellen Lastprofils ausgelegt werden. Die nutzbare Speicherkapazität sollte **1 kWh bis 1,5 kWh je 1 MWh** Stromverbrauch pro Jahr nicht überschreiten.

Hinweise zur Lastprofilanalyse und Systemauslegung

- Sind Zähler zur **registrierenden Leistungsmessung** (RLM-Zähler) vorhanden und kann ein vorliegendes Lastprofil zur Systemdimensionierung verwendet werden?
- Ob sogenannte **Standardlastprofile** (SLP) geeignet sind, hängt sehr stark vom Gewerbetyp und vom individuellen Verbrauchsverhalten ab.
- Werden in den nächsten Jahren signifikante Änderungen des Stromverbrauchs durch **zusätzliche Verbraucher** (z. B. Elektrofahrzeuge, Klimaanlagen oder Wärmepumpen) erwartet und wurden diese bei der Planung berücksichtigt?
- Wurden die Lastprofile bei der Systemauslegung sowie bei der Abschätzung der erzielbaren Eigenversorgung mit einem **professionellen Simulationsprogramm** berücksichtigt?

Schwerpunkte

1 Grundlagen und Unterscheidungsmerkmale

2 Kenngrößen zur Systemauslegung

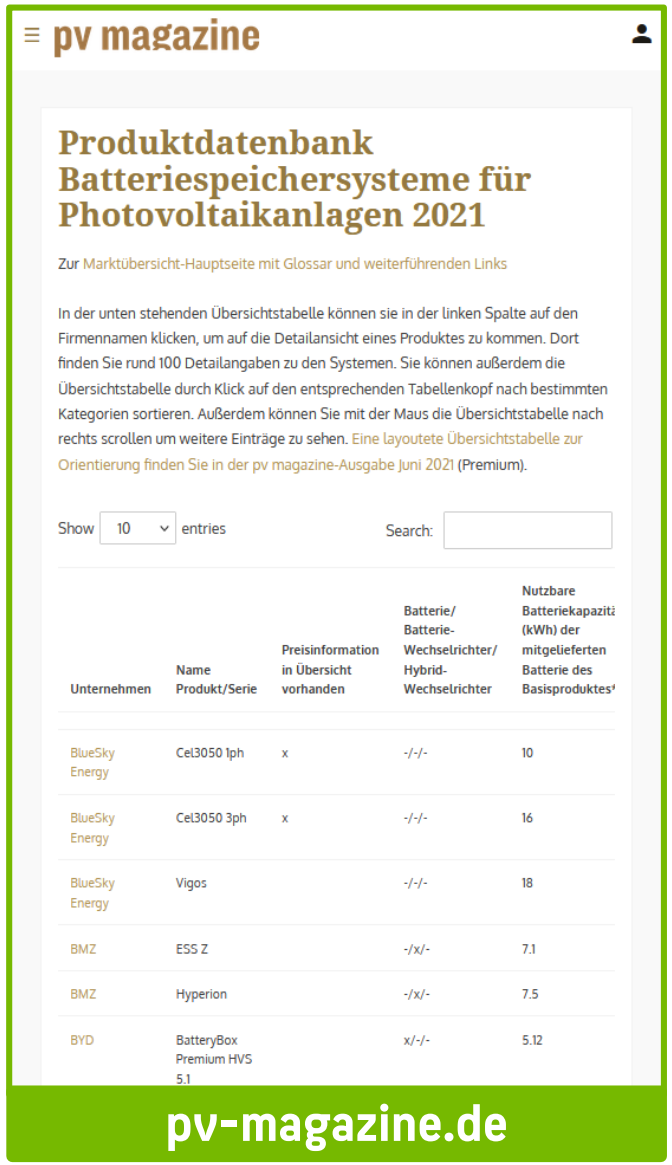
3 Lastganganalyse und Systemauslegung

4 Empfehlungen zur Systemauswahl

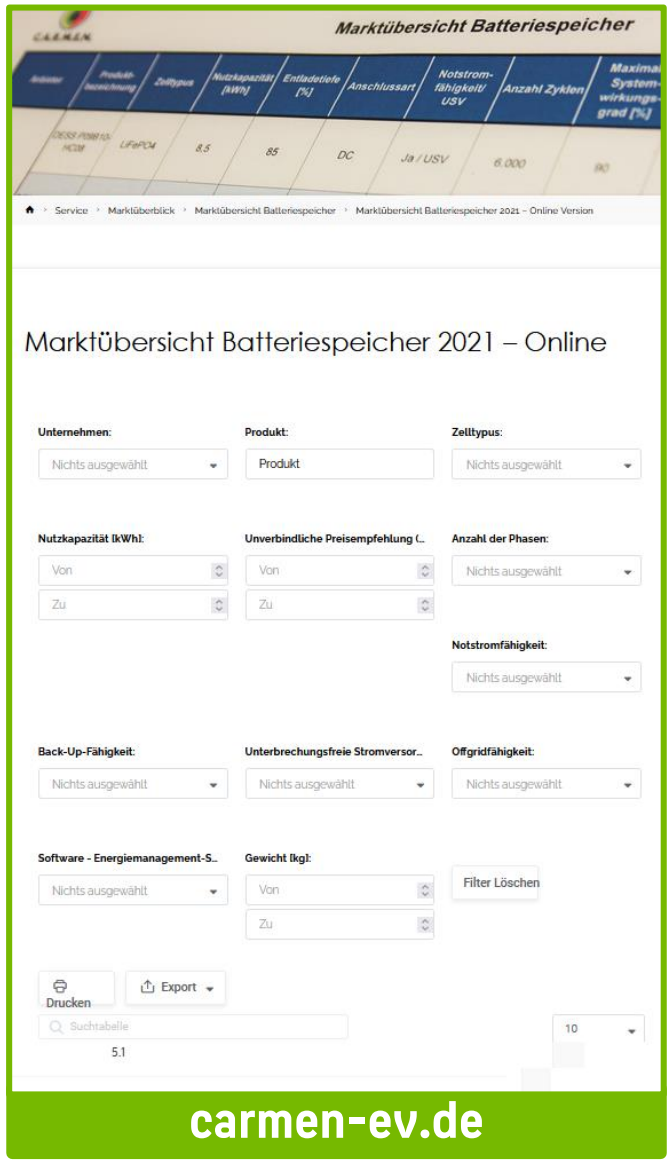
Hinweise zur Produktauswahl

- Ist die **nutzbare Speicherkapazität** auf dem Datenblatt angegeben?
- Kann der Hersteller **Referenzprojekte** vorweisen?
- Stellt der Hersteller einen **Zugang zum Monitoringportal** für ein Beispielsystem bereit?
- Hinterlässt der Hersteller den Eindruck, dass er auch noch in 10 oder 15 Jahren im **Service-Fall** weiterhelfen kann?
- Wie lange werden **Software-Updates** für das Batteriesystem bereitgestellt?
- Welche Leistungen werden im **Garantiefall** übernommen?
- Auf welcher Basis hat der Hersteller die Aussagen zur **Batterielebensdauer** abgeleitet?

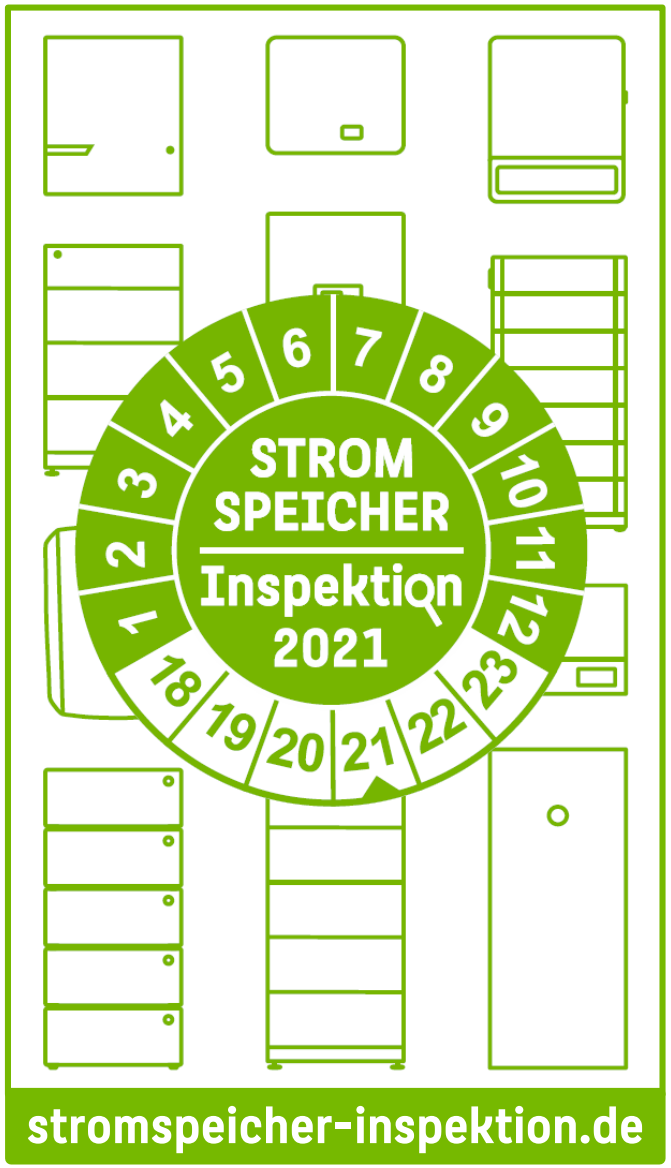
Marktübersichten und Speichervergleiche



pv-magazine.de



carmen-ev.de



stromspeicher-inspektion.de

Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin

University of Applied Sciences

Dr.-Ing. Johannes Weniger
Forschungsgruppe Solarspeichersysteme

pvspeicher.htw-berlin.de