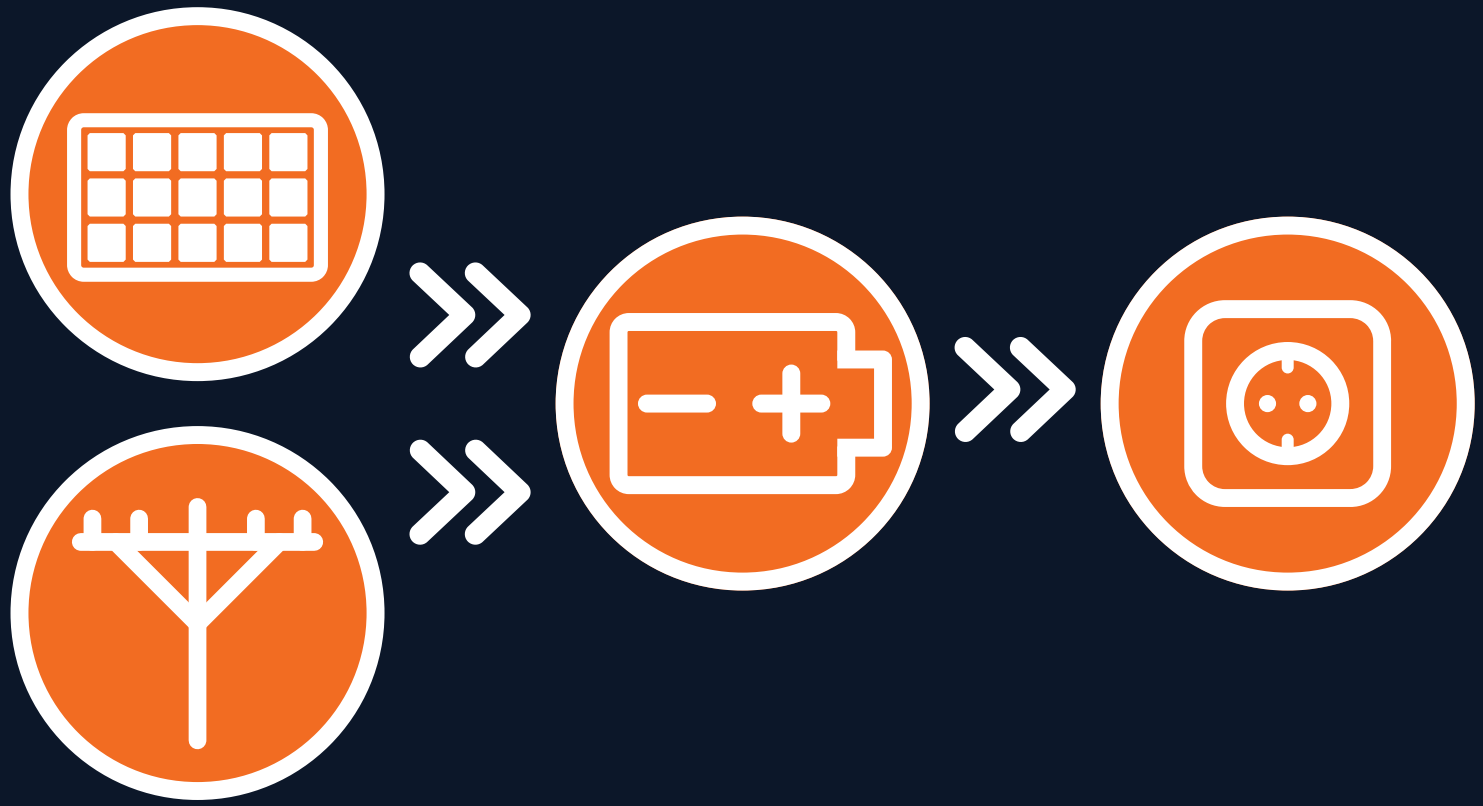


Qualität der KI-Algorithmen von Batteriesystemen

Kai Buchholz
Dr. Johannes Weniger

Qualität von PV-Anlagen und Batteriespeichern
Berlin | 6. November 2026

Neue Einsatzgebiete für Stromspeicher mit dynamischen Bezugstarifen



Was Anbieter versprechen: KI-optimierte Speicher senken die Stromkosten

> „**KI**-Assistent für größere **Energieeinsparungen**“

> „Wo **KI**-Entscheidungen zu **echter Ersparnis** werden“

> „Aktiviere jetzt die **KI**-gesteuerte Speicheroptimierung […] um Deine **Stromkosten zu senken**!“

Aussagen aus Pressemitteilungen, Produktblättern und von Websites verschiedener HEMS-Anbieter

Was benötigt ein intelligentes Energiemanagement für Batteriespeicher?

Verbrauchs-prognose

Erzeugungs-prognose

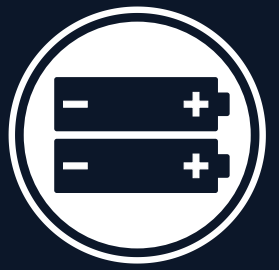
Strompreis-prognose



Energie-manager



Batterie-einsatz-fahrplan



aquu

Dynamische Tarife: So verhält sich der Speicher beim Laden und Entladen

Ladebetrieb

Laden mit Solarstrom



Laden mit Netzstrom in Niedrigpreisphasen

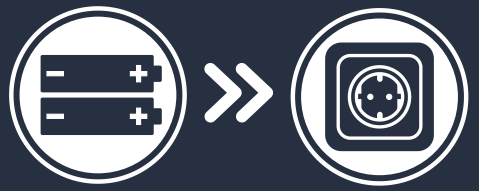


Laden der Batterie verzögern



Entladebetrieb

Entladen der Batterie in Hochpreisphasen



Entladen der Batterie verzögern



Einflussfaktoren auf die Qualität von HEMS-Algorithmen

Einflussfaktor	Praxisbeispiele
Prognosen Stromverbrauch, PV-Erzeugung	Unterschätzter PV-Ertrag führt zu unnötiger Netzladung.
Zustandsschätzung Ladezustand, Alterung	Gealterter Speicher fasst nur noch 8,5 kWh statt ursprünglich 10 kWh.
Systemmodell Wirkungsgrad, Leistungsgrenzen	Ohne eingerechnete Verluste lädt der Speicher schon bei 1 ct/kWh Preisdifferenz.
Optimierung Planungshorizont, Zielfunktion	Planung endet um Mitternacht und übersieht günstige Preise am Folgetag.
Regelung Messung, Kommunikation, Umsetzung	Aufgrund eines Ausfalls des Internetrouters liegen keine aktuellen Prognosen vor.

Betriebsdaten: Zwei Haushalte mit HEMS und dynamischem Stromtarif

HEMS 1

Oktober 2025 – August 2026



PV-Anlage (24 kW) | Batterie (17 kWh) | Wärmepumpe | E-Auto

Jahresstrombedarf: ca. **9800 kWh**

HEMS 2

Januar 2026 – Juli 2026



PV-Anlage (7 kW) | Batterie (26 kWh) | Wärmepumpe | E-Auto

Jahresstrombedarf: ca. **13 500 kWh**

Kein Systemvergleich: Hardware, Software, Tarife und Zeiträume unterscheiden sich, weshalb kein Vergleich untereinander möglich ist.

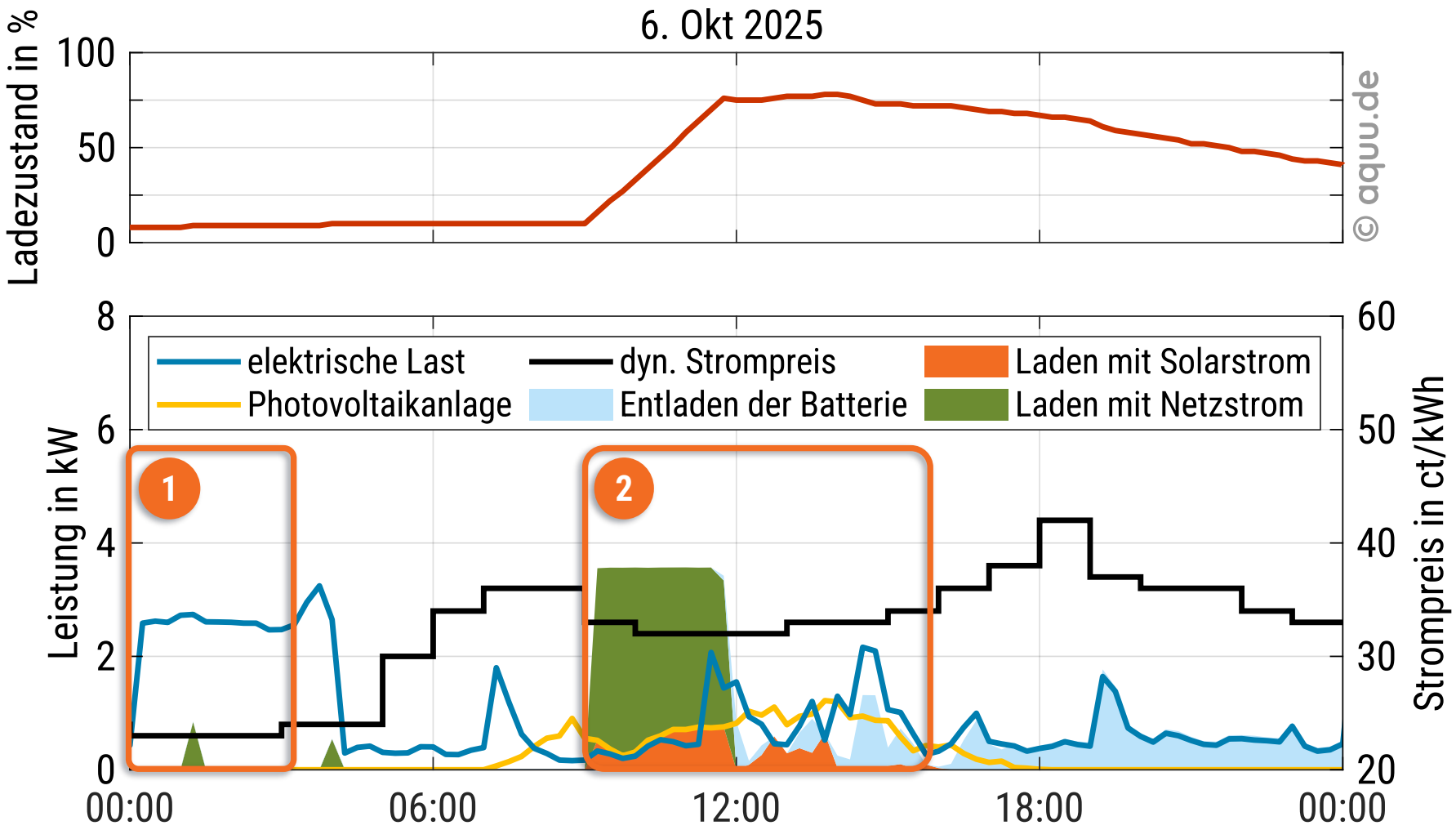
HEMS 1: Zeitpunkt des Ladens mit Netzstrom nicht optimal

Negativbeispiel

1. Das günstigste Zeitfenster nachts (ca. 23 ct/kWh) bleibt ungenutzt.

2. Laden mit Netzstrom am Vormittag (ca. 32 ct/kWh) und Entladen ab Mittag (ca. 33 ct/kWh).

→ Die Preisdifferenz ist zu gering, um die Speicherverluste zu kompensieren.

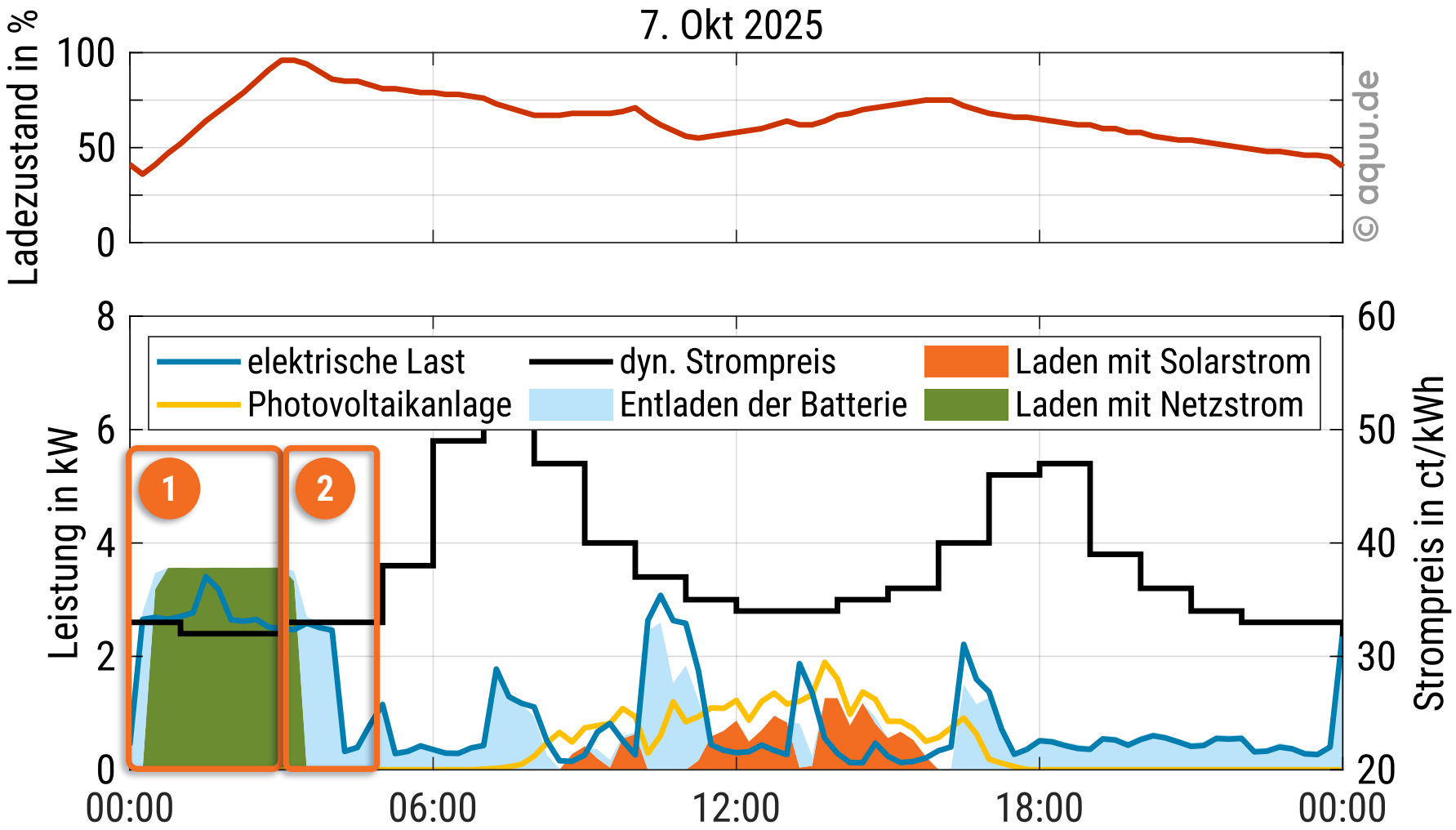


HEMS 1: Preisdifferenz zwischen Lade- und Entladephase zu gering

Negativbeispiel

1. Folgetag: Laden mit Netzstrom nachts (ca. 32 ct/kWh).
2. Unmittelbar im Anschluss: Entladen des Batteriespeichers (ca. 33 ct/kWh).

→ Aufgrund der Wirkungsgradverluste muss die Preisdifferenz größer sein.



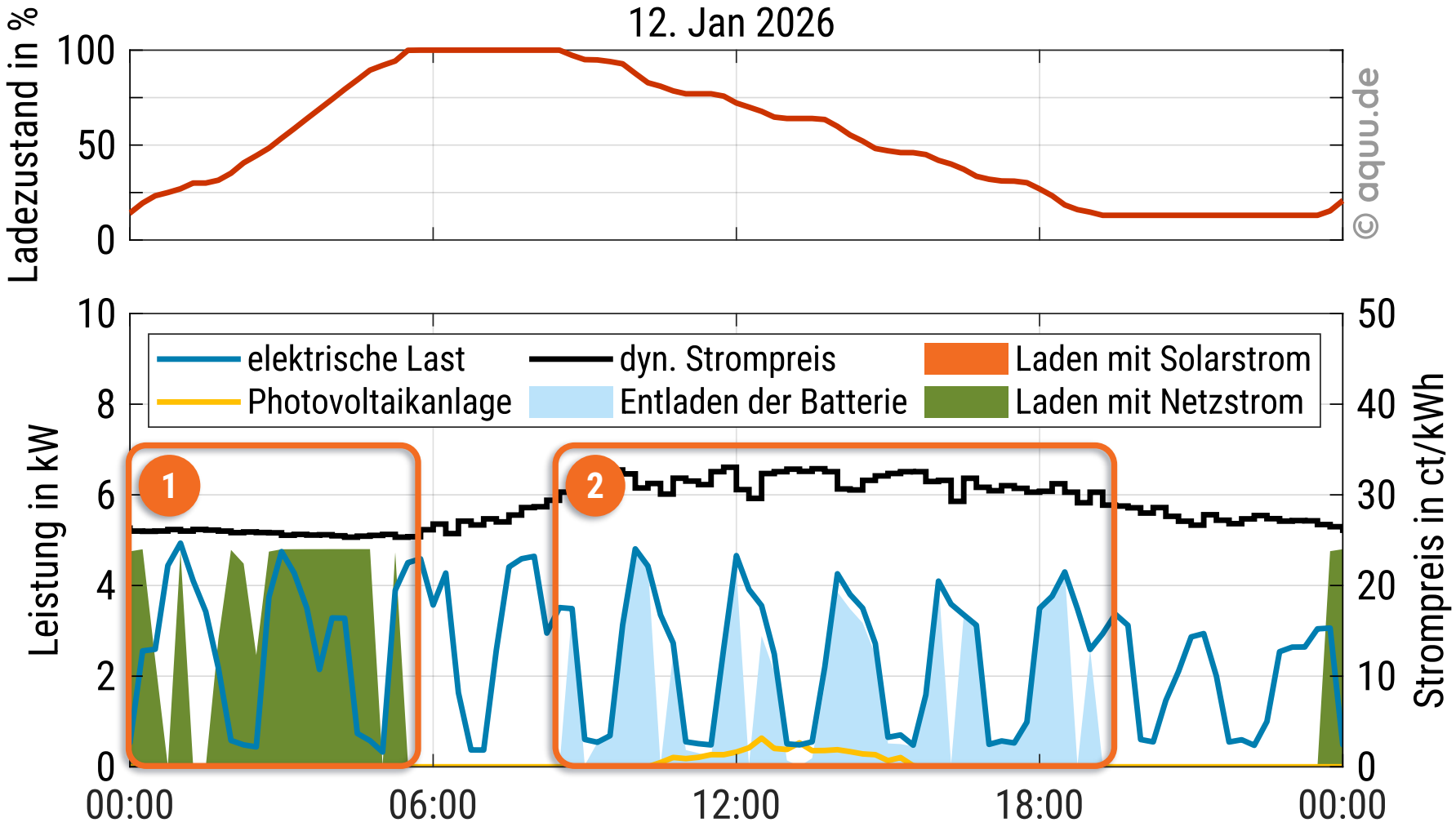
HEMS 2: Preisunterschiede im Tagesverlauf optimal ausgenutzt

Positivbeispiel

1. Netzladung in den günstigsten Nachtstunden (ca. 25 ct/kWh).

2. Entladung gezielt in teuren Viertelstunden (ca. 30 ct/kWh bis 33 ct/kWh).

→ Auch an ertragsarmen Tagen können Batteriespeicher einen Zusatznutzen erzielen.



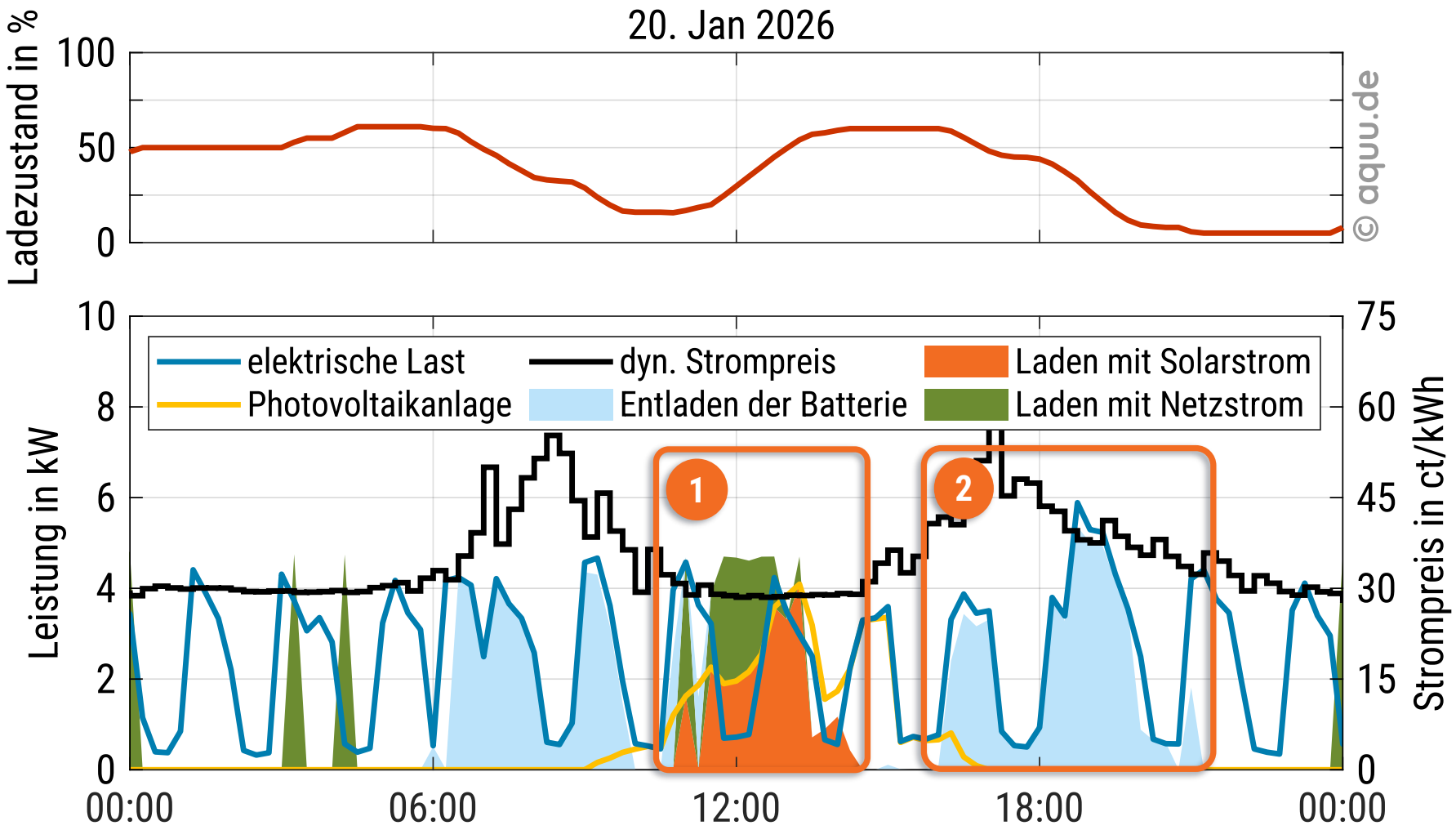
HEMS 2: PV und dynamischer Tarif ergänzen sich im Tagesverlauf

Positivbeispiel

1. Mittags Laden mit Solarstrom, ergänzt durch Netzstrom zum Tagestiefstpreis (ca. 29 ct/kWh).

2. Entladen über die gesamte Abendspitze (ca. 40 ct/kWh bis 52 ct/kWh).

→ Günstiger Netzstrom ergänzt den Solarstrom, um Preisspitzen abzufangen.



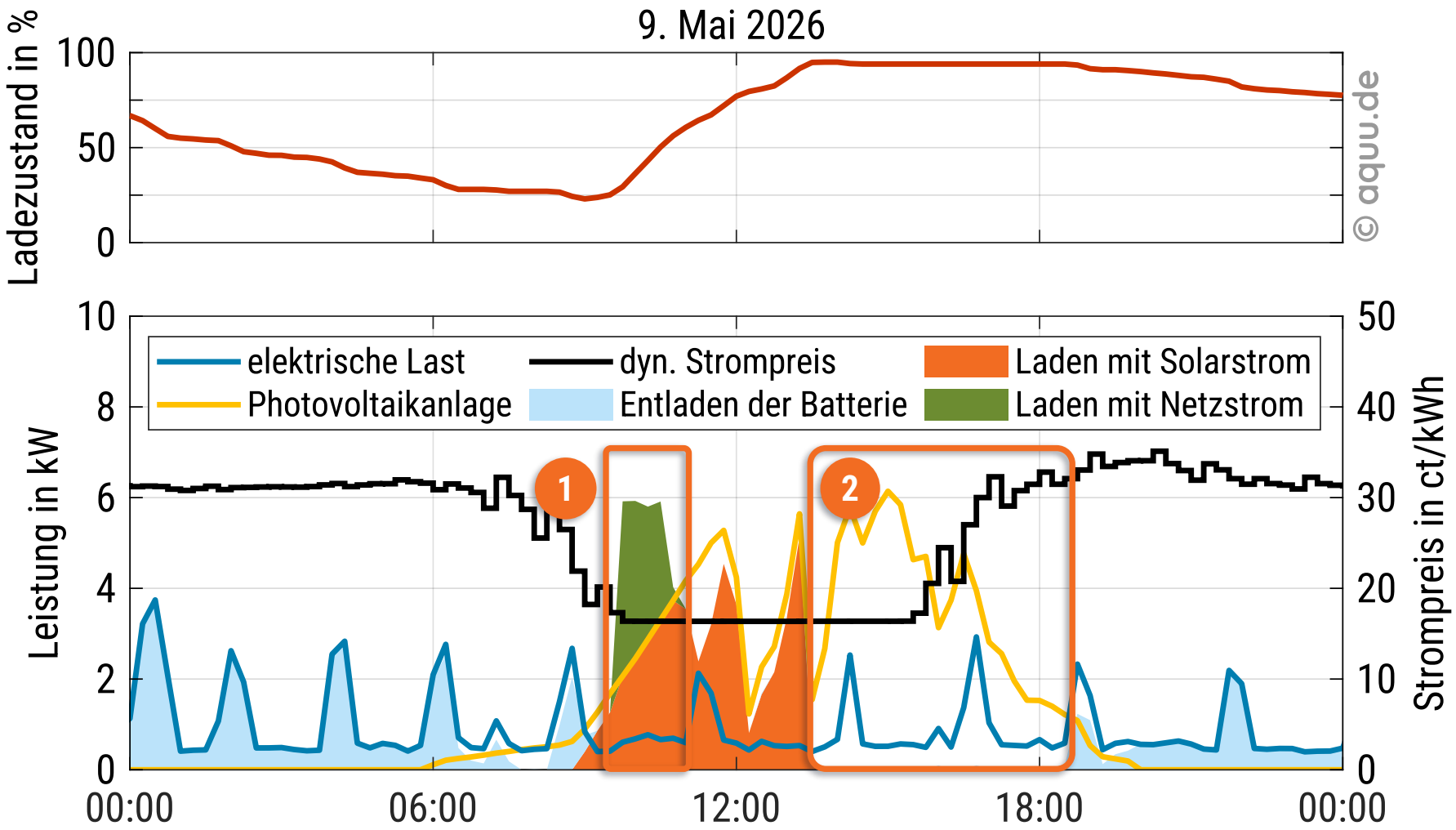
HEMS 2: Laden mit Netzstrom blockiert Speicherplatz für Solarstrom

Negativbeispiel

1. Laden mit Netzstrom zum günstigsten Preis (ca. 16 ct/kWh).

2. Nachmittags ist der Speicher voll: Solarstrom wird ins Netz eingespeist.

→ Kostenminimales Laden aus dem Netz ist nicht automatisch sinnvoll.



Laden mit Netzstrom im Winter und in den Übergangsmonaten

Laden mit Netzstrom

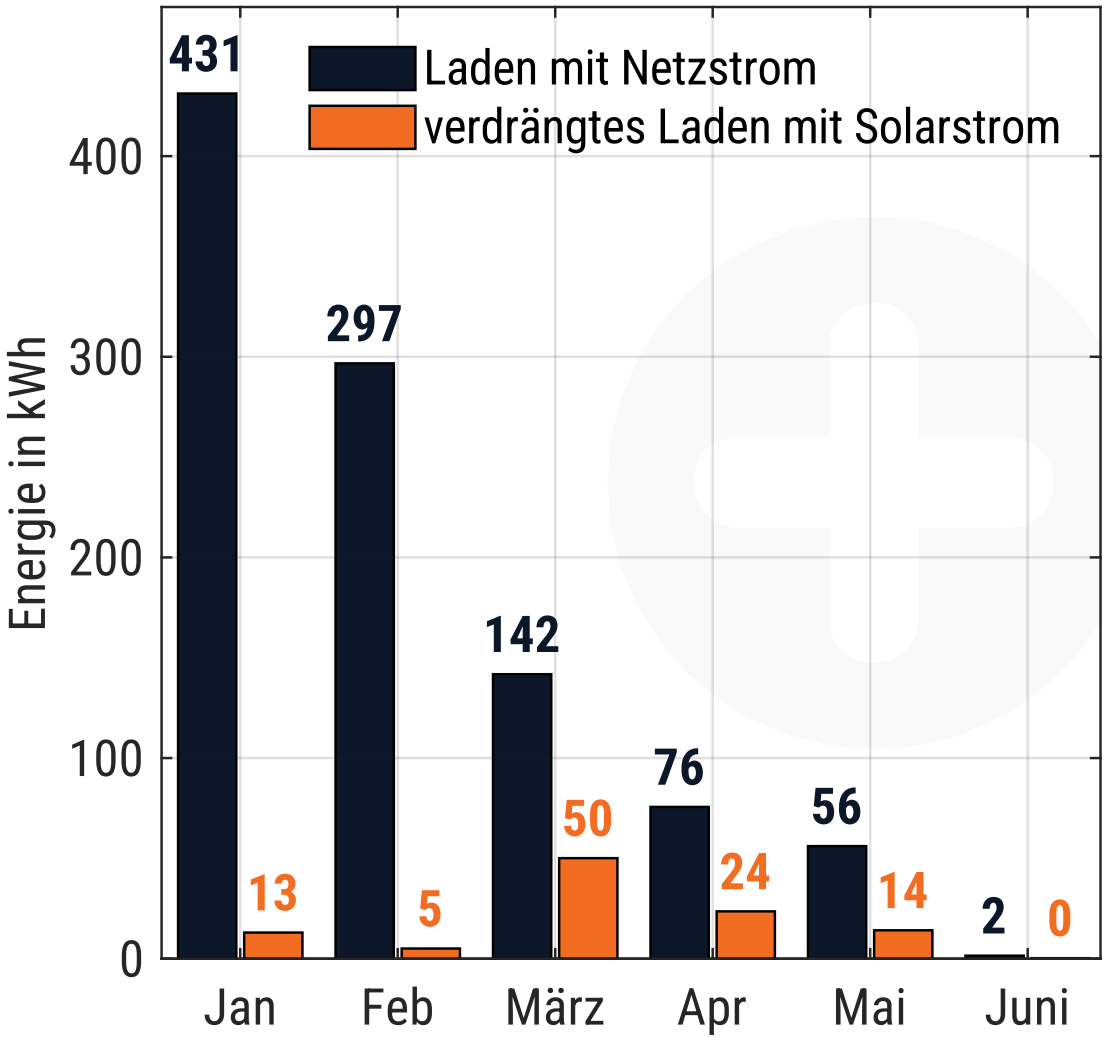
+ Der Speicher wird vor allem in den PV-schwachen Wintermonaten mit Netzstrom geladen.

Verdrängtes Laden mit Solarstrom

+ Ist der Speicher bereits mit Netzstrom gefüllt, wird überschüssiger Solarstrom eingespeist statt gespeichert.
+ In den Übergangsmonaten hätte sich bis zu einem Drittel der Netzladung durch Solarstrom ersetzen lassen (März: 50 kWh von 142 kWh).

€ **Kosteneffekt:** Verdrängtes Laden mit Solarstrom verursacht ca. 17 € Mehrkosten im 1. Halbjahr und reduziert so den Nutzen der übrigen Netzladung.

Batterieladen mit Netzstrom pro Monat



Betriebsdaten: Mittlere Strompreise beim Laden und Entladen

Durchschnittlicher Strompreis …	HEMS 1	HEMS 2
… aller Viertelstunden des dynamischen Stromtarifs	33,3 ct/kWh	28,3 ct/kWh
… beim Netzbezug aller Verbraucher (ohne Batteriespeicher)	30,9 ct/kWh	25,9 ct/kWh
… beim Laden des Batteriespeichers mit Netzstrom	29,8 ct/kWh	24,1 ct/kWh
… beim Entladen des Batteriespeichers (vermiedener Netzbezug)	35,6 ct/kWh	31,3 ct/kWh
Durchschnittliche Preisdifferenz (Entladen – Laden)	**5,8 ct/kWh**	**7,2 ct/kWh**

Fazit: Beide HEMS laden im Mittel günstiger, als die übrigen Verbraucher Netzstrom beziehen. Die Preisdifferenz muss mindestens groß genug sein, um die Speicherverluste zu kompensieren.

Mittelwerte ohne Ausfalltage. Kein Vergleich zwischen den Systemen: Tarife, Verbraucher und Zeiträume unterscheiden sich.

Ein sehr gutes HEMS mit dynamischem Stromtarif und Speicher …

… minimiert die Stromkosten durch die Speicherung von günstigem Netzstrom.

… erstellt regelmäßig neue Einsatzfahrpläne unter Berücksichtigung von Prognosen.

… verlagert das Laden mit Netzstrom in die günstigsten Viertelstunden.

… hält ausreichend Energie für die teuersten Viertelstunden vor.

… prüft vor jeder Netzladung, ob später PV-Überschüsse zu erwarten sind.

… lädt nur dann aus dem Netz, wenn die Preisdifferenz die Speicherverluste kompensiert.



aquu

Kai Buchholz
Projektleiter

Dr. Johannes Weniger
Geschäftsführer

info@aquu.de
aquu.de

gefördert durch
DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt
www.dbu.de