

Solarbatteriesystem und transienter „NESPRESSO-Test“ in der ZHAW Bachelorausbildung

C. Allenspach, R. Koch, E. Kinigadner, F. Carigiet, F. Baumgartner
ZHAW School of Engineering, Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering
Technikumstrasse 9, 8401 Winterthur, Schweiz
E-Mail: alls@zhaw.ch, Download: www.zhaw.ch/~bauf

Ziele

- Optimierung des Eigennutzungsgrades eines Einfamilienhauses mit PV und Batteriesystem
- Messung von Standby-Verlusten, statischen und dynamischen Wirkungsgraden (Batterie, PV) [1]
- Umsetzung von automatisierten Tests mit täglichen Leistungsflüssen eines EFH in der Labor-/Messumgebung mittels SunSpec SVP [2]
- Bewertung von Batteriesystemen nach dem NESPRESSO-Testverfahren (Regelverhalten)

Laborumgebung ZHAW ReeLab

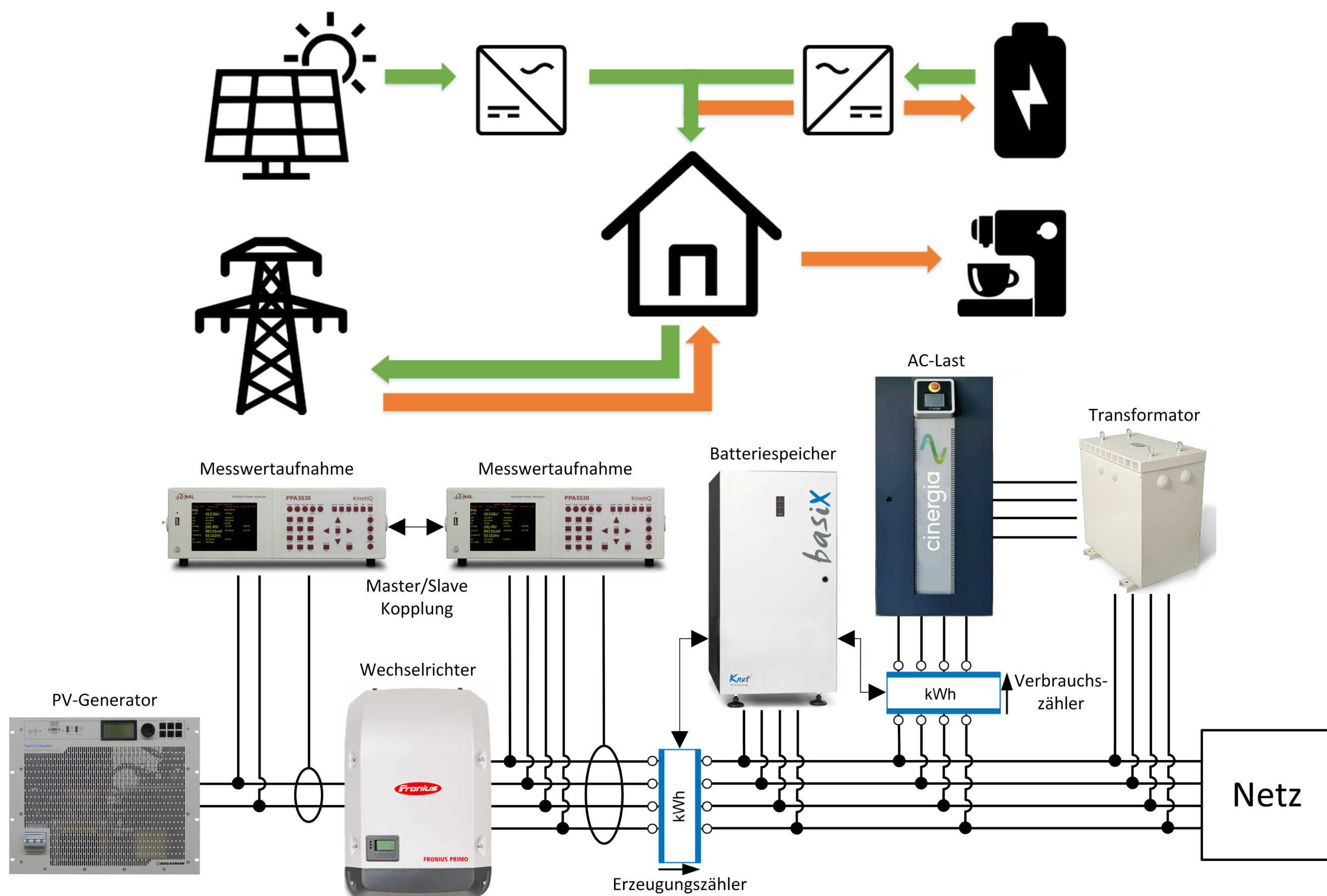


Abb. 1 – Labor-/Messsystem und Leistungsflüsse für Messungen von Leistungskomponenten am Beispiel eines Privathaushaltes

NESPRESSO-Test

Fragestellung: Wie schnell kann das PV- & Batteriesystem den Strombedarf der Kaffeemaschine decken.

Die Erfassung der transienten Leistungsflüsse ermöglicht die Bestimmung der tatsächlich vom Batteriesystem zur Verfügung gestellten Energie.

Anstatt die simulierende AC-Last zu nutzen, wird das Verhalten des Batteriesystems auf den Betrieb einer Kaffeemaschine untersucht.



Abb. 2 – Kaffeemaschine der Marke NESPRESSO für die Messungen des transienten Batterieverhaltens

Diskussion & Resultate

Vollzyklus bei halber, sowie ganzer Nennlade- und Entladungsleistung [2]

Mithilfe der SunSpec SVP Programmierung in Python konnten automatisierte Testsequenzen erstellt werden, welche den europäisch und kalifornisch gewichteten Wirkungsgrad des PV-Wechselrichters bestimmten. Ausserdem wurde der Batteriewirkungsgrad bei Voll- und Teillast erfasst (siehe folgende Tabelle).

| $P_{Nominal}$ | $P_{BESS(Entladen)}$ [W] | $t_{(Entladen)}$ [s] | $P_{BESS(Laden)}$ [W] | $t_{(Laden)}$ [s] | η_{BESS} |
|---------------|--------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------|----------------------|
| 100% | 2'642.831 ± 2.314 (k=2) | 10'592 | 2'289.188 ± 3.811 (k=2) | 15'923 | 76.80% ± 0.04% (k=2) |
| 50% | 1'349.410 ± 0.972 (k=2) | 20'599 | 1'151.579 ± 1.950 (k=2) | 33'517 | 72.02% ± 0.02% (k=2) |

Mit den zuvor genannten Messdaten konnte der gesamte Systemwirkungsgrad berechnet werden. Dieser Wirkungsgrad ist bei Batterienennleistung, halber Nennleistung und jeweils für 2 verschiedene Spannungsbereiche des PV-WR erfasst worden (ersichtlich in folgender Tabelle):

| Systemwirkungsgrad bei Vollzyklen (kombiniert PV & Batterie) | | | | | | | |
|--|--------------------|------------------------------|--------------------|-------------------------------|--------------------|------------------------------|--------------------|
| (Umpp = 595V) & η_{EURO} | | (Umpp = 595V) & η_{CEC} | | (Umpp = 800V) & η_{EURO} | | (Umpp = 800V) & η_{CEC} | |
| $P_{batt,nom}$ | 50% $P_{batt,nom}$ | $P_{batt,nom}$ | 50% $P_{batt,nom}$ | $P_{batt,nom}$ | 50% $P_{batt,nom}$ | $P_{batt,nom}$ | 50% $P_{batt,nom}$ |
| 0.74 | 0.69 | 0.75 | 0.70 | 0.73 | 0.69 | 0.74 | 0.69 |

Transiente Resultate bei konstanter Last [2]

- Totzeit: 27s | Einschwingzeit: 126s (bei konstanter Last von 2.7kW)
- Werte von neueren Batteriesystemen gemäss Stromspeicherinspektion 2019 [3]:
- Totzeit: <0.1 - 2.2s | Einschwingzeit: 0.4 – 12.6s

Resultate des NESPRESSO-Test

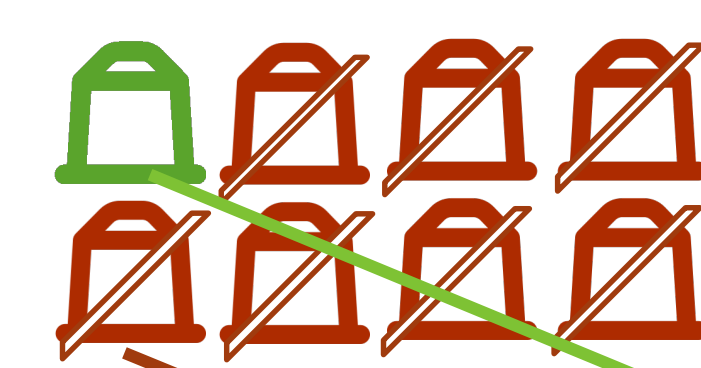
- Verbrauch der Kaffeemaschine: $E_{Kaffee} = 16.94$ Wh (ohne Standby-Erhitzung)
- Anteil an E_{Kaffee} von der Batterie: $E_{K,Batt} = 2.01$ Wh (11.86%)*

Weitere Effekte

- Ungewollte Einspeisung während der Regelung: $E_{Batt->Netz} = 1.70$ Wh
- Ungewollter Netzbezug während der Regelung: $E_{Netz->Batt} = 1.34$ Wh**

Zusammenarbeit

Das Projekt wird unter der laufenden Forschung des IEA Smart Grid International Research Facility Network (SIRFN) durchgeführt unter der BFE Nr. SI 501524-01 [4]. Einzelne Inhalte werden auch im IEA Task 13 ST1 [5] behandelt die in Zusammenarbeit mit Christian Messner vom Austrian Institute of Technology (AIT) [6] erfolgen und vom BFE gefördert werden unter SFOE 81 00073.



Die Trägheit der untersuchten Batterie ist die Ursache, dass nur 1/8* der Energie für das Brühen eines Kaffees vom Batteriesystem geliefert wird.

Zusätzlich zum Verbrauch der Kaffeemaschine, speist die Batterie weitere 8%** der Energie in das Netz ein und bezieht diese erneut.

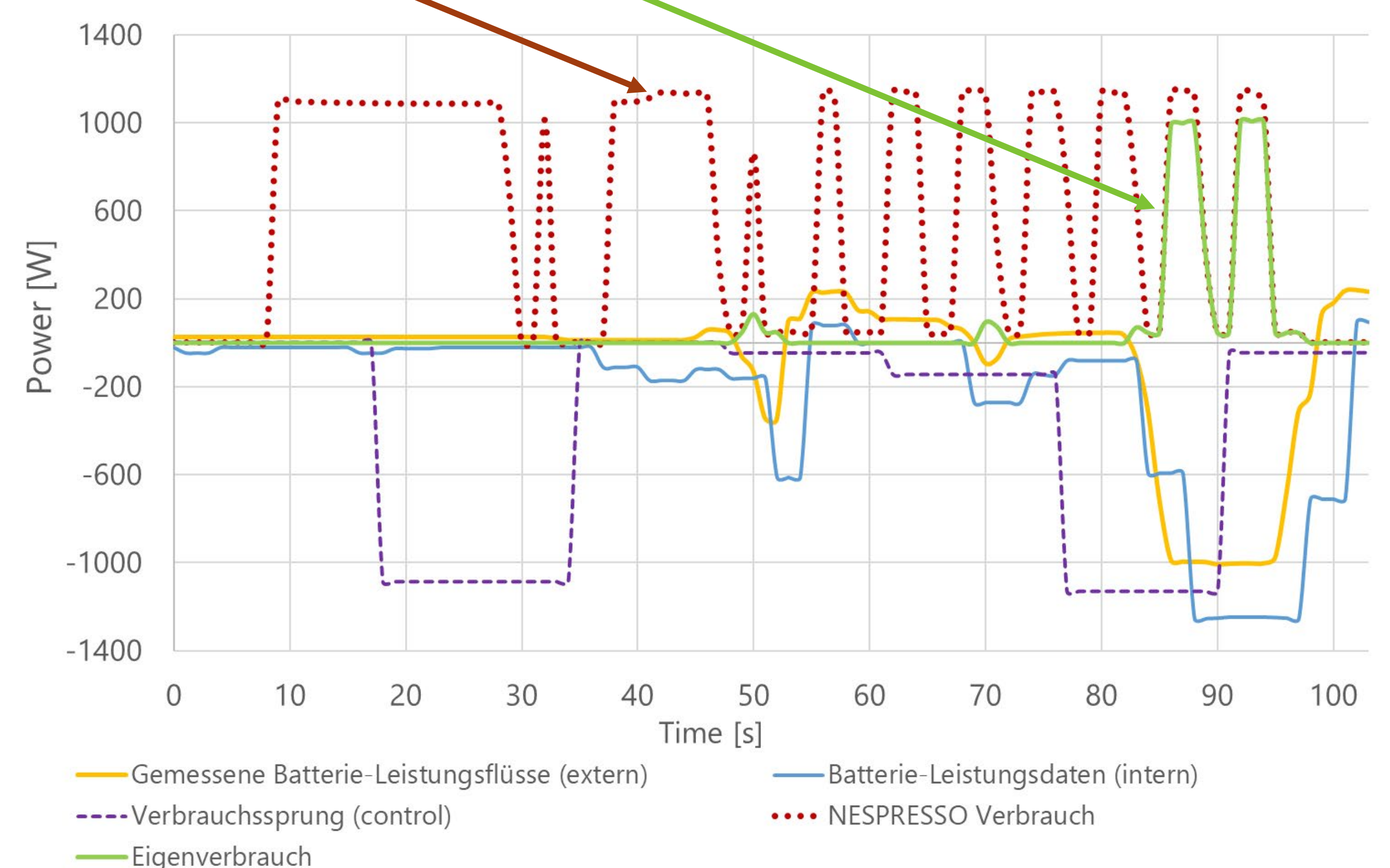


Abb. 3 – Zeitlicher Verlauf des elektrischen Verbrauchs der Kaffeemaschine und die Leistungsflüsse des Batteriesystems beim Brühen eines Kaffees

- Um mehr als die Hälfte des Energieverbrauchs zu decken, müsste die Batterie innerhalb von ca. 5 Sekunden die benötigte Leistung zur Verfügung stellen. Solche Systeme sind schon heute auf dem Markt erhältlich [3].

Referenzen

- [1] E.Kinigadner, R.Koch. Bachelorarbeit: Entwicklung von Labortests für PV-Batterie-Inverter mittels internationaler SunSpec Vereinbarung, Winterthur, 2019.
- [2] ZHAW IEFE ist SunSpec Mitglied; <https://sunspec.org/project/zhaw/>
- [3] Weniger, Johannes & Maier, Selina & Kranz, Lena & Orth, Nico & Böhme, Nico & Quaschnig, Volker. (2019). Stromspeicher-Inspektion: Bewertung der Systemtechnik zur Speicherung von Solarstrom.
- [4] SIRFN. Participants; <http://www.sirfn.net/participants/>
- [5] IEA. Task 13; <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=57#c90>
- [6] AIT. Homepage; <https://www.ait.ac.at/>