

# Bidirektionales Laden von E-Mobilen

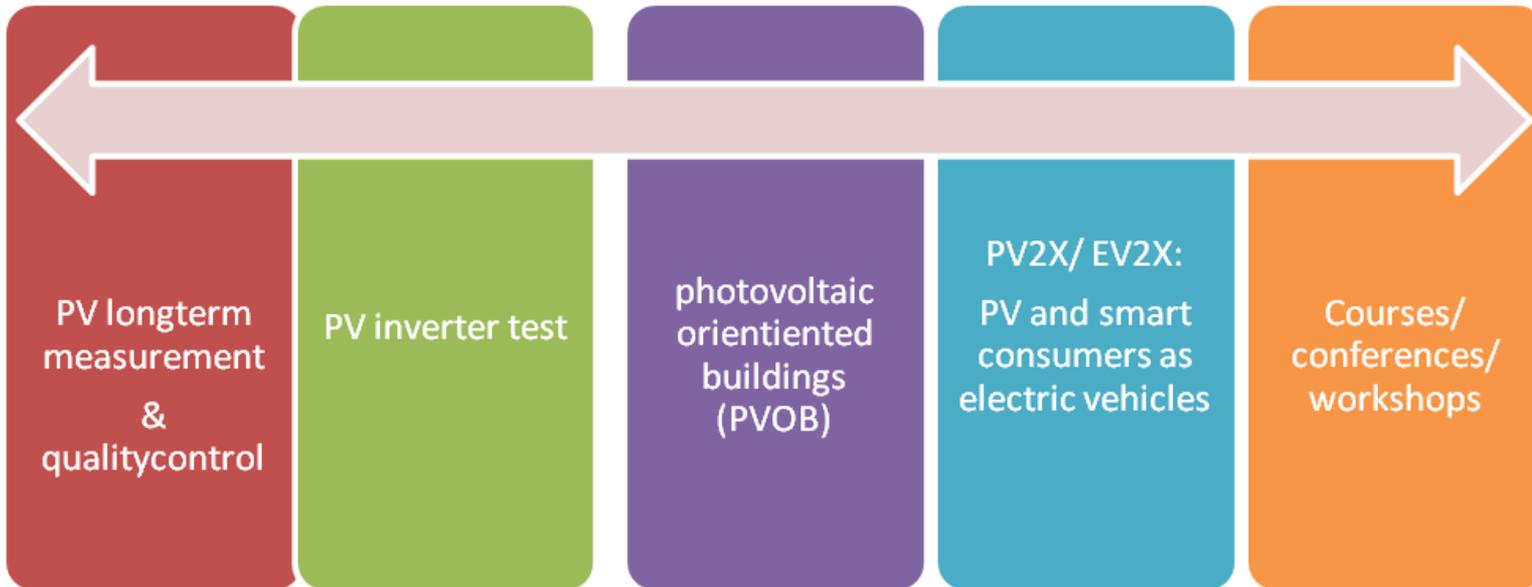


**Urs Walter Muntwyler** (Berner Fachhochschule)  
Professor Photovoltaik/ Leiter PV Labor

Chair 1999-2018 Technical Collaboration Programm «Hybrid- and Electric Vehicles» of the International Energy Agency ([www.ieahev.org](http://www.ieahev.org))

# PV Labor BFH-TI (Burgdorf)

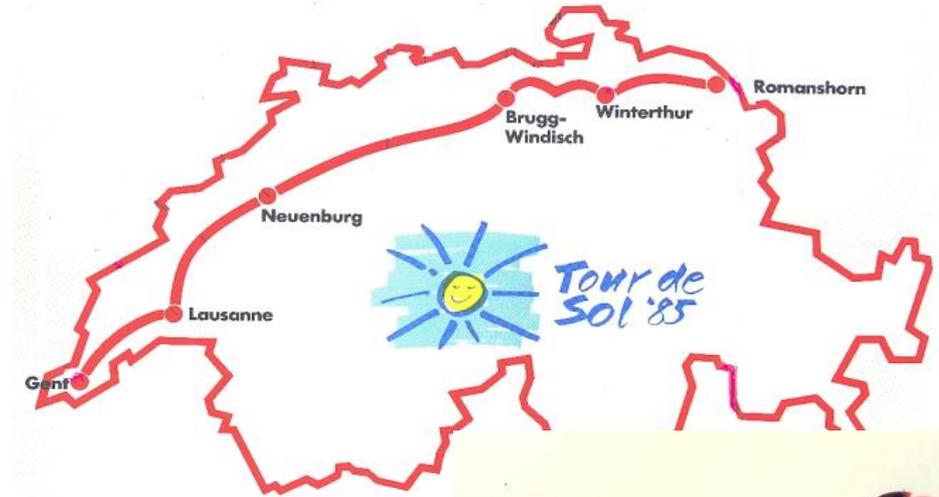
- ▶ Gegründet: 1988
- ▶ Teil des „Institut Energie+Mobilität (IEM)“
- ▶ Leiter PV Lab: Professor Urs Muntwyler
- ▶ 12-15 AssistantInnen und wiss.Mitarb.
- ▶ [www.pvtest.ch/](http://www.pvtest.ch/)



SCCER-FURIES Partner (2014-20)  
<http://sccer-furies.epfl.ch/>

# Tour de Sol – PR Tour für Solarenergie

1. Solarmobil-Rennen der Welt mit 58 Teilnehmern in 2 Kategorien  
< 6m<sup>2</sup> (max. 480 Wp).



Gewinner 85 Rennsolarmobile Mercedes Benz powered by alpha real (links oben), Tour de Sol 86 Solarmobil-Ladestelle (links unten), Kategorie für netzgekoppelte Fahrzeuge TdS 87 (unten mitte+rechts)

# Ersatz aller CH - PWs mit E-Mobile

Die etwa 5 Millionen PWs der Schweiz brauchen 7,2TWh (8 GWp) PV (12'000 km/ Jahr bei 12kWh/100km).

Der Solarcarport mit 2,5 kWp (<5'000.- Fr.) spart in 30 Jahren 27'000 Liter Benzin mit diesem (PHV) - Opel Ampera!



Opel Ampera lädt im Solarcarport in Burgdorf

**PHV E-Mobil braucht 2'400 Wp PV für 15'000 km/ Jahr**  
Für die graue Energie der Batterie braucht es zusätzlich 150 Wp PV!

# **Bidirektionales EV im Selbstversuch: BSc-Diplomarbeit Benjamin Ulrich**



# Bidirektionales Laden von Elektrofahrzeugen

Benjamin Ulrich

- ▶ TI, Elektro- Kommunikationstechnik und Informatik

# Bidirektionale E-Mobile:

Bidirektionale Elektrofahrzeuge bieten einen Zusatznutzen der grossen Batterie des E-Mobils:

**Vehicle To Home V2H:** Sie können die Verbraucher bei Stromausfall versorgen.

**Vehicle In Grid V1G:** Sie können Überschussenergie aus dem Netz aufnehmen.

**Vehicle to Grid V2G:** Sie können das Netz unterstützen.

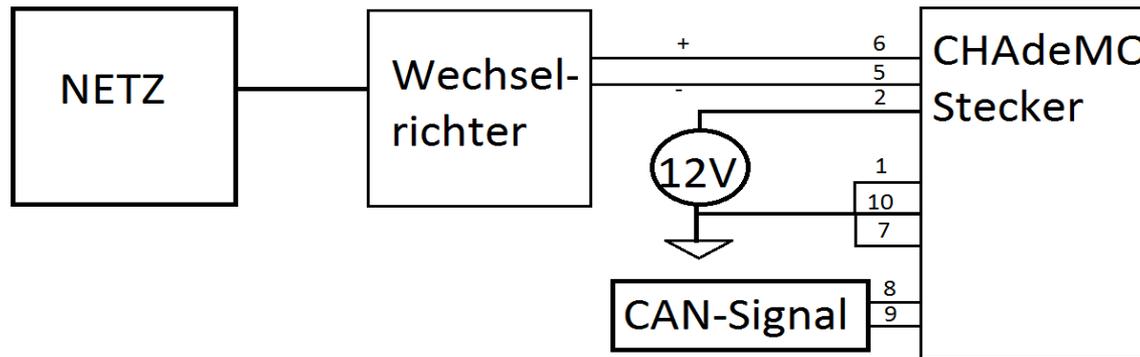
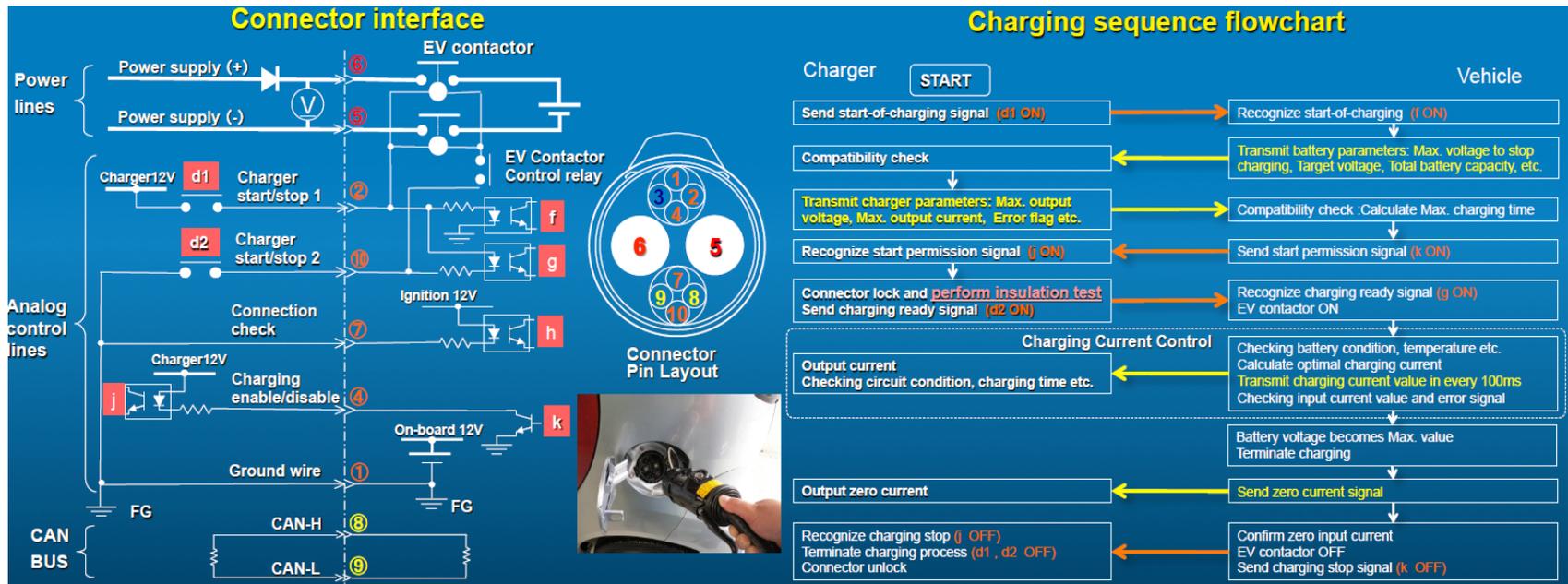
**Vehicle To Building V2B:** Sie können Gebäude mit Spitzenenergie versorgen.



Nissan Leaf des PV Labors in Burgdorf.

BSc Diplomarbeit von Benjamin Ulrich «Bidirektionaler Einsatz eines Nissan Leaf mit dem CHAdeMO Ladesystem».

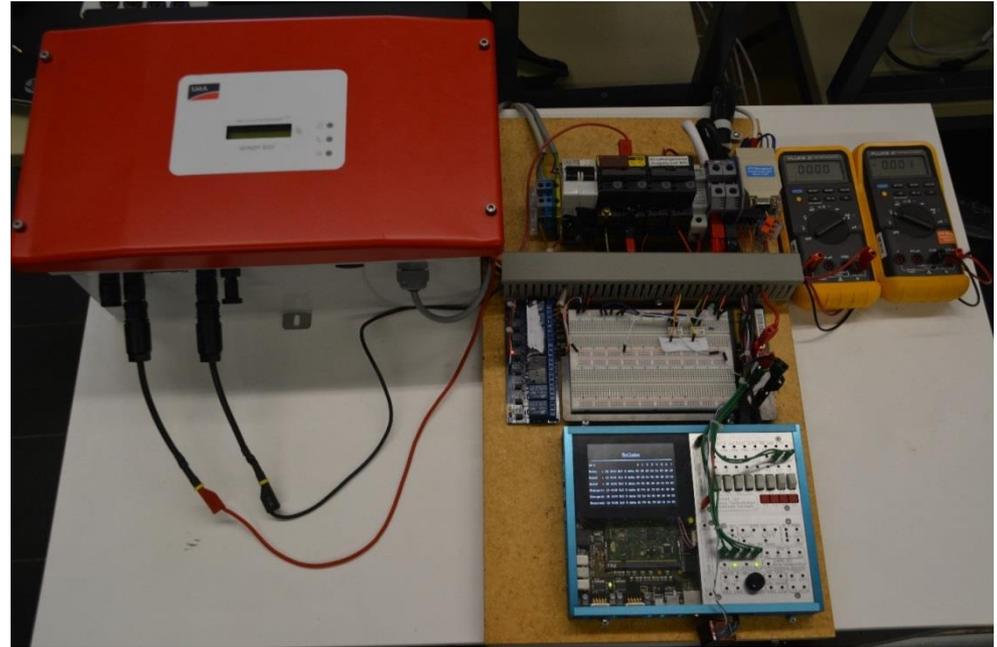
# CAN Bus kommuniziert mit EV



Struktur des bidirektionalen Nissan Leaf des PV LAB

# Hardware auf die günstige Art

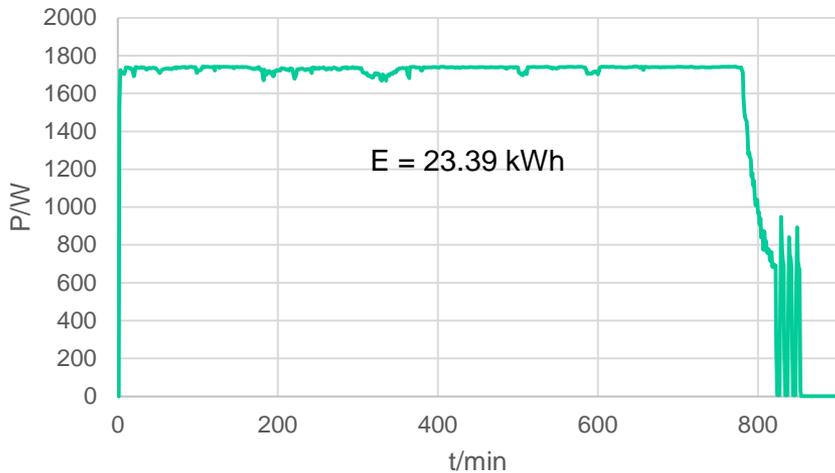
- Windwechselrichter von SMA für Netz-Einspeisung
- CAN Bus emuliert mit Schulboard
- Absicherungen und Schütze für Batterieanschluss
- Anpassung der Signalstärken mit OPV
- Diverse Messungen
- Vorwiderstand zum Schutz der ELKO im WR
- CHAdeMo-Kabel und Stecker



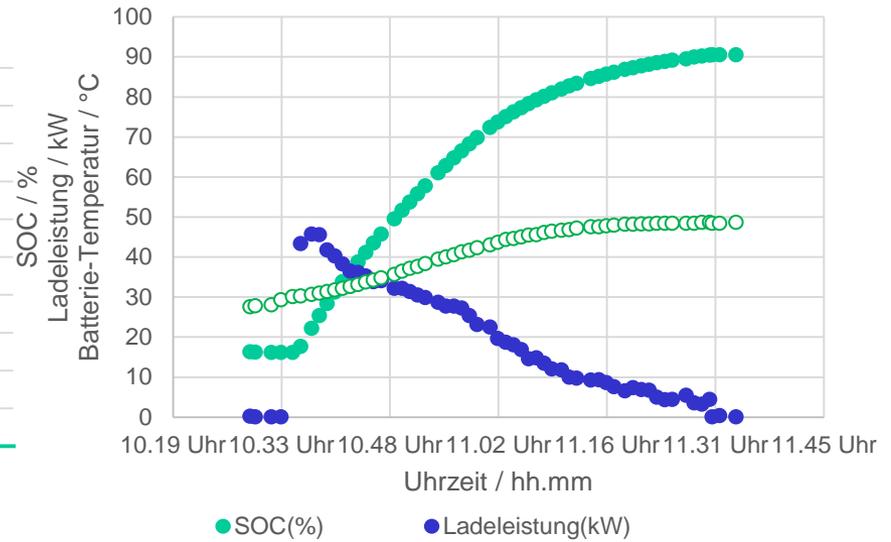
Hardware mit Software für Anschluss an CHAdeMO-Batterieladestandard

# Messresultate

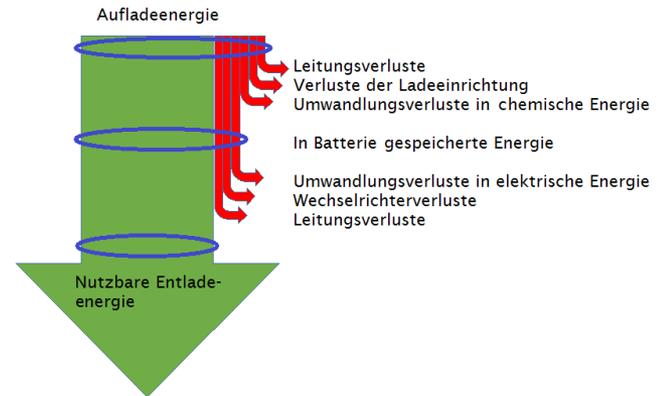
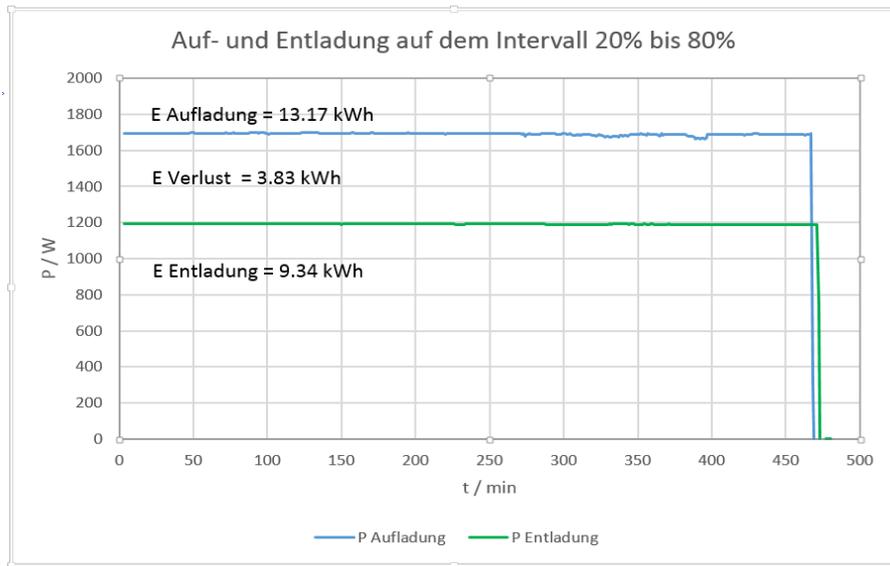
Aufladung von ca. 0 auf 100% SOC



Schnellladung



Auf- und Entladung auf dem Intervall 20% bis 80%

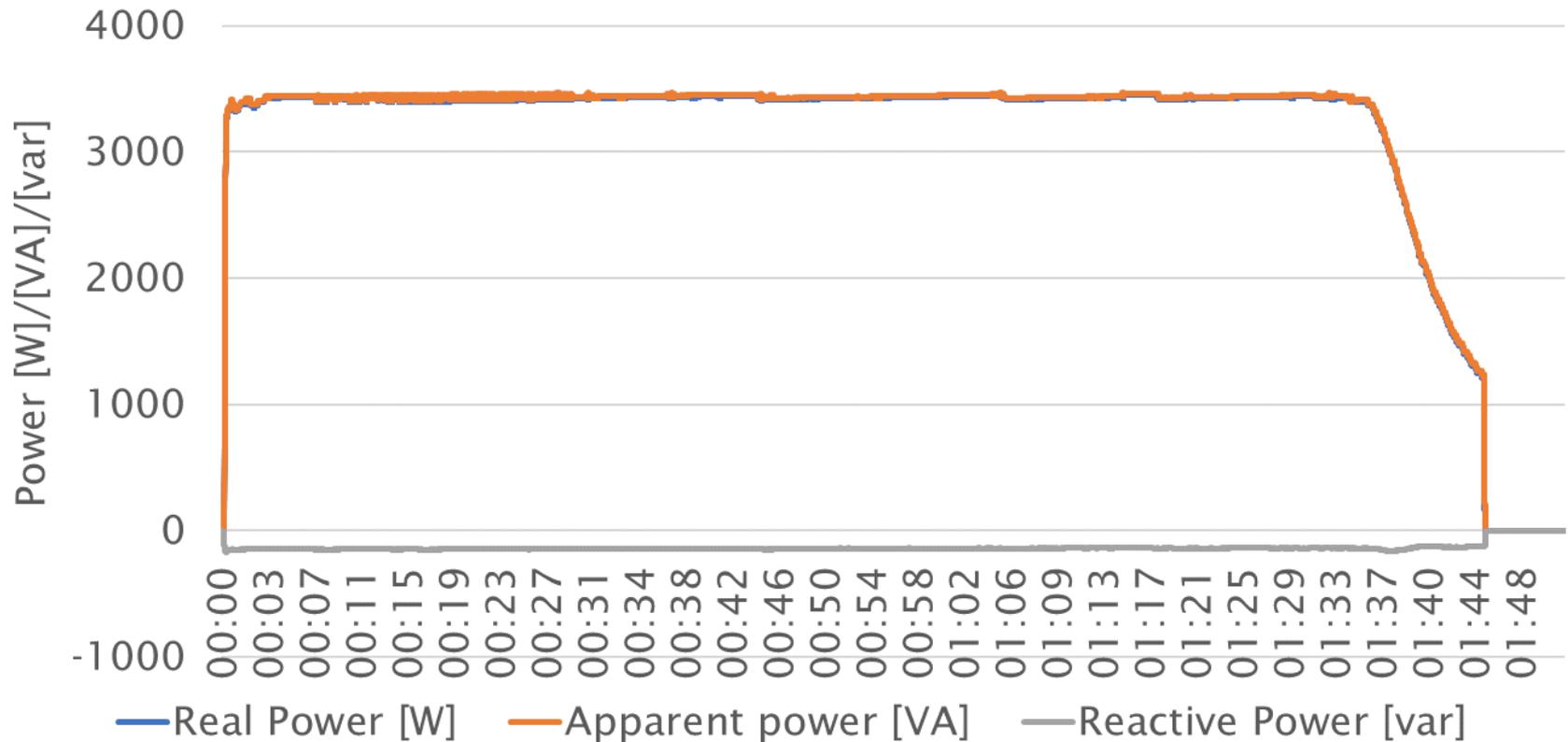


Resultat: Business case – grosse Langzeit Parkhäuser!

# Bidirektionales Laden von E-Mobilen

# Opel Ampera Plugin-Hybrid (2013)

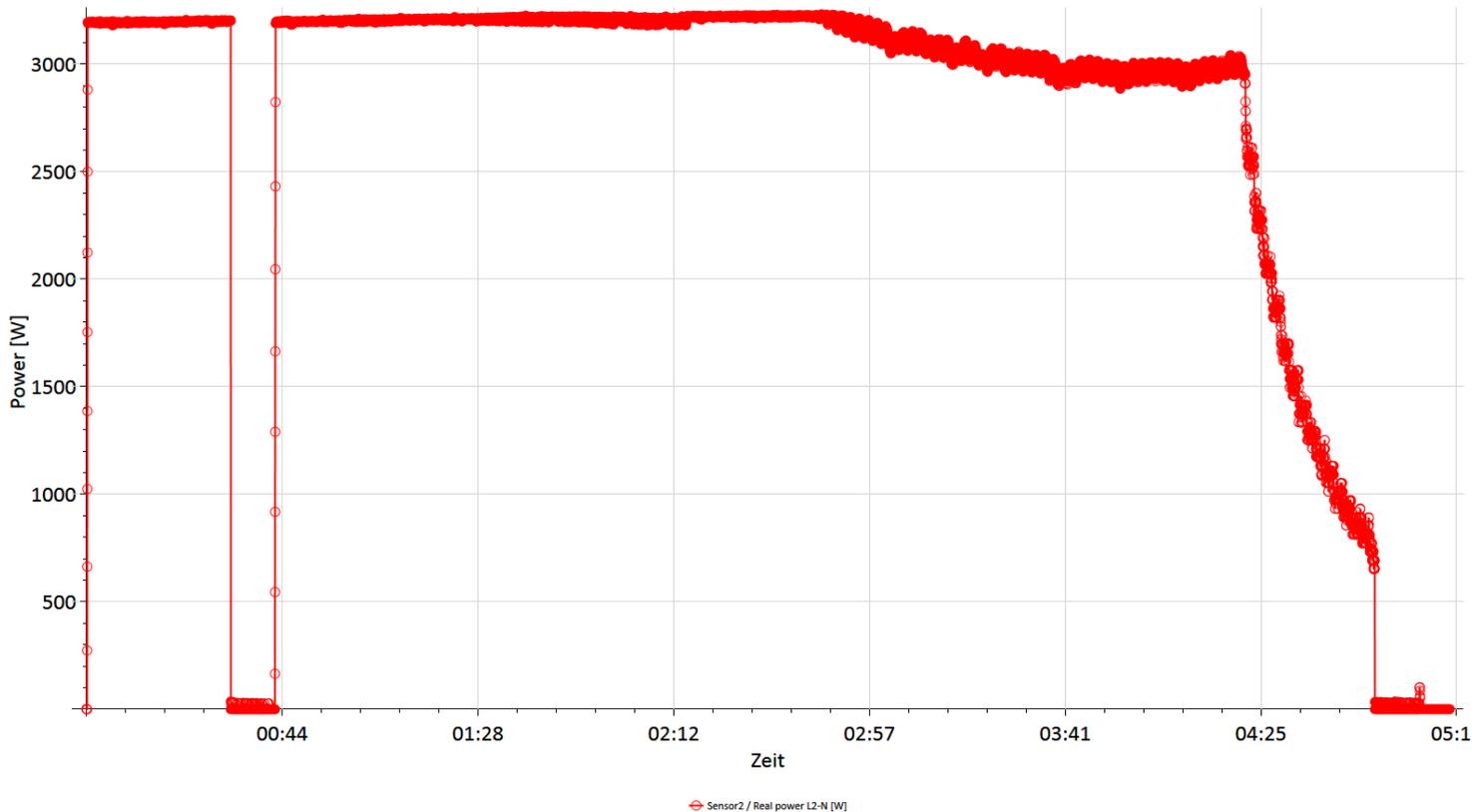
Laden eines E-Mobils an unserer E-Mobil-Ladetest-Station in Burgdorf! So sollte es aussehen:



Laden und Abregeln am Ende des Ladevorganges!

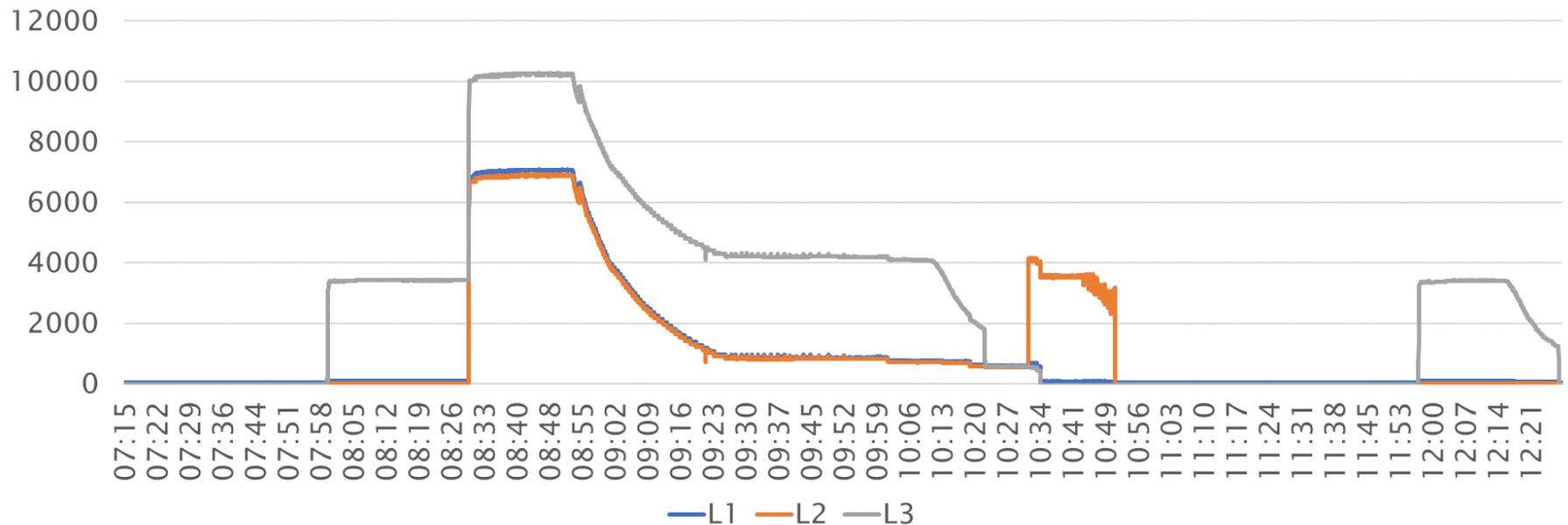
# Toyota i-MiEV

Ladevorgang eines Toyota i-MiEV analog Citroen C-Zero, aber andere Lademethode.



Interessanter Ladeunterbruch und Abregeln am Ende!

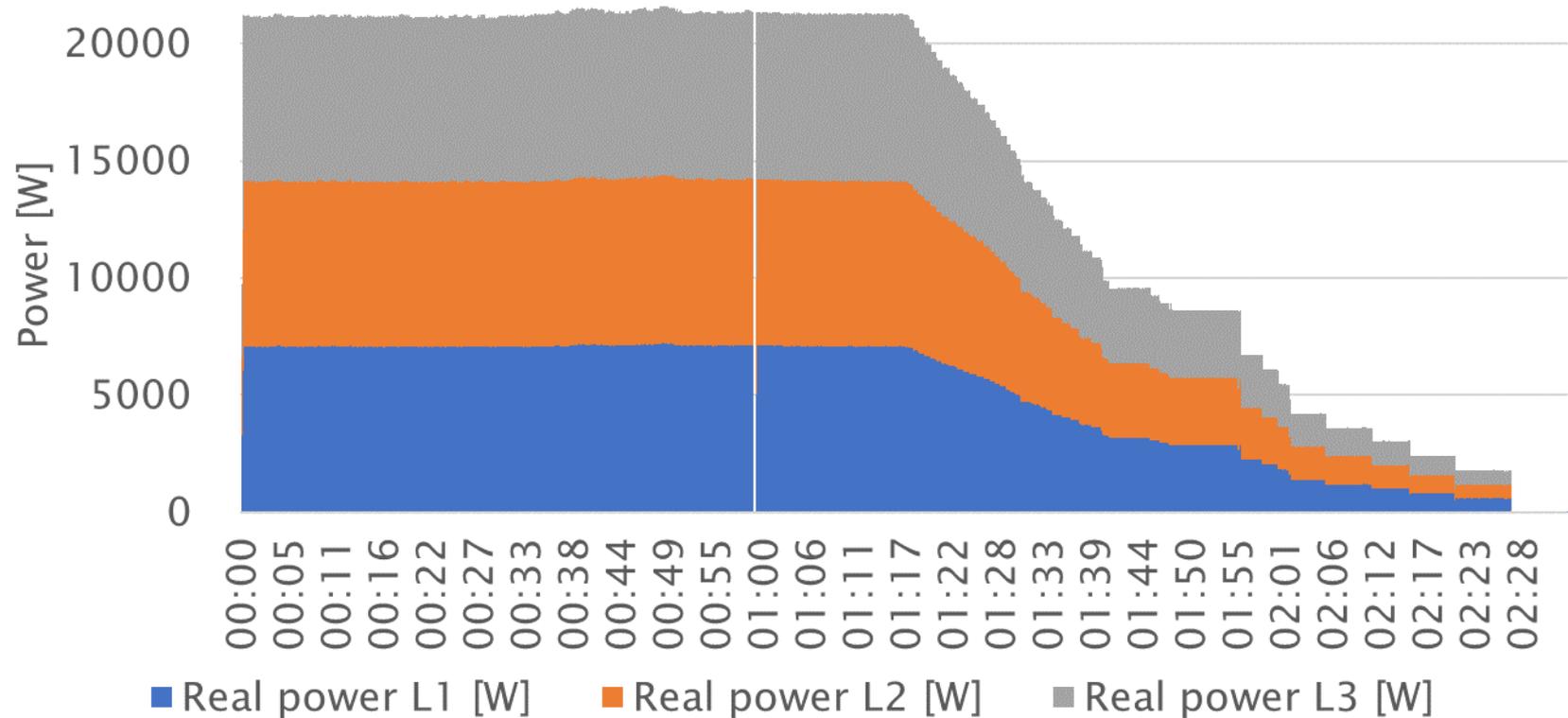
# Analyse des Ladevorganges von E-Mobilen



Das PV LAB der BFH analysiert die Ladeprofile von E-Mobilen in seinem Solarcarport in Burgdorf.

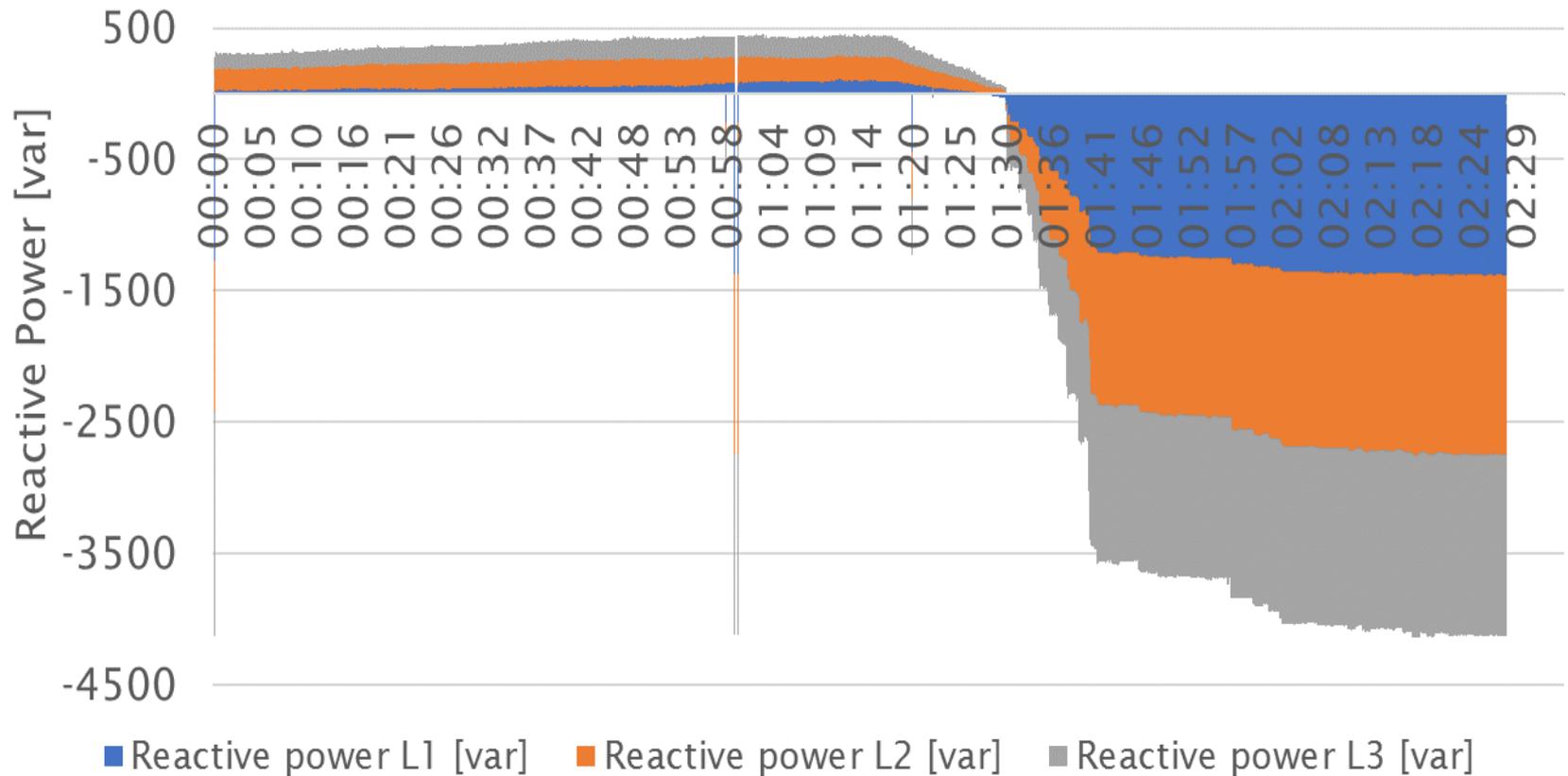
Die Ladeprofile werden eingesetzt bei Firmen (SMA), im Last-Profil-Generator LPG und dem Projekt SimZukunft.

# Renault Zoe (2017) – Power @ keba



Neue Version mit grösserer Batterie und schnellerem Laden.

# Renault Zoe (2017) - Blindleistung



Neue Version hat weniger Blindleistung und die Blindleistung steigt erst gegen Ende des Ladeprozesses an.

# Evaluation: Bidirektionale Ladestelle

Anbieter	Vorteile	Nachteile
Nichicon	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kostengünstigstes Produkt</li><li>• Auswahlmöglichkeit zwischen drei verschiedenen Modellen</li><li>• Längste Erfahrung mit V2G/V2H-Technologie</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hohe Zusatzkosten durch Import und technische Anpassung</li><li>• Aufwändige Installation und Anschaffungsprozess</li><li>• Begrenzter Support durch Hersteller</li></ul>
Magnum Cap	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hat sich bereits bewährt und wurde europaweit schon mehrfach eingesetzt</li></ul>	
Evttec	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sehr einfache Installation aufgrund CEE-Anschluss</li><li>• Service-Dienst vor Ort möglich</li><li>• Sehr innovativ und zukunftssträftig (Schnellladetechnologie)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sehr hoher Produktpreis</li></ul>

Fig. 43 Tabelle mit den Vor- und Nachteilen der Anbieter für bidirektionale Ladestationen

Technischer Teil der Evaluation der bidirektionalen Ladestelle für das PV Labor der BFH-TI.

**Preise:** Nichicon ca. 10kFr. plus Transport/  
Magnum cap: >20kFR./ EVTec: >>20kFr. (+Software)

# Magnum Cap in Irland



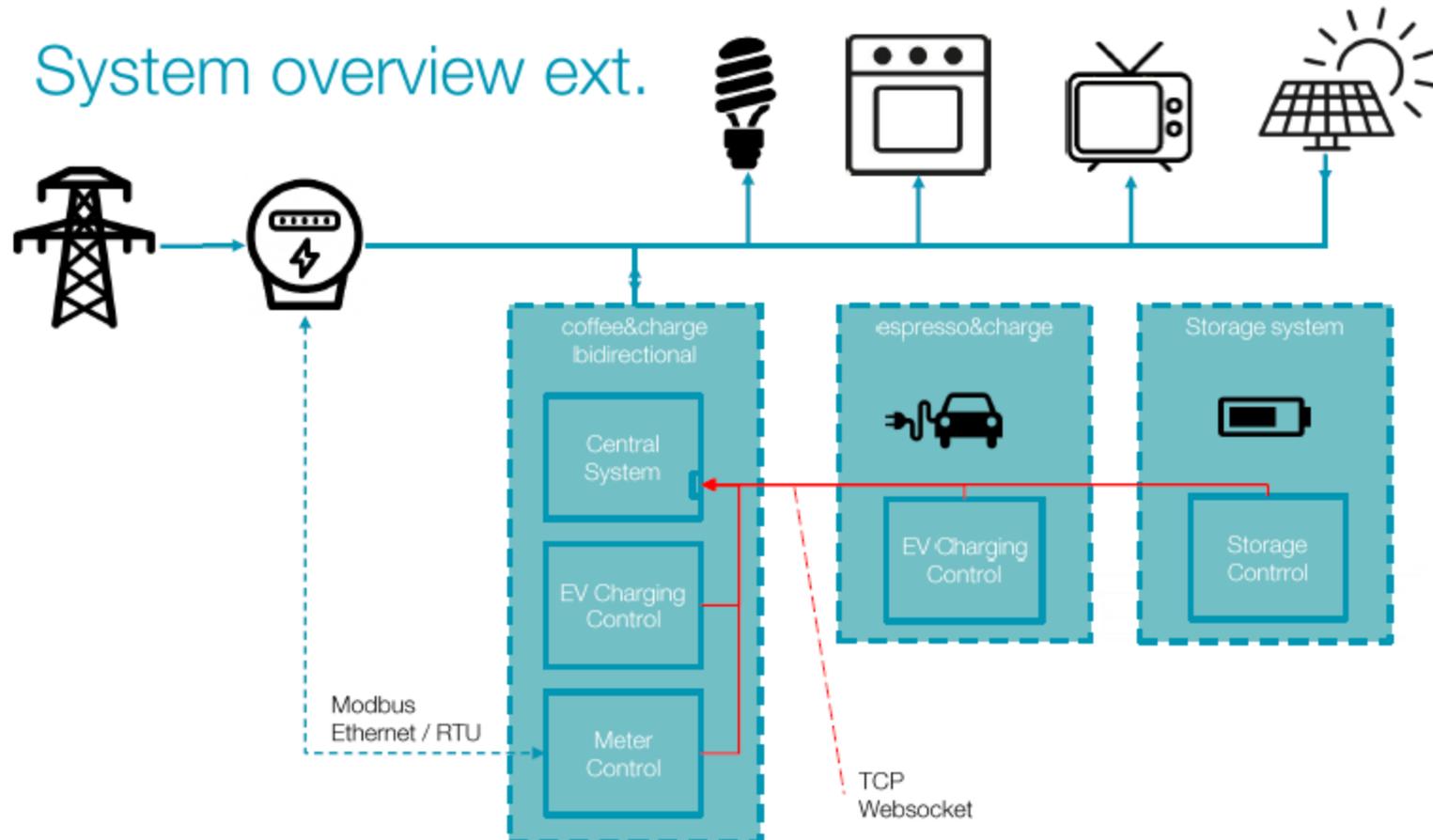
Bidirektionale Ladestelle mit Magnum Cap (Portugal)  
bei der irischen «Swissgrid» in Dublin mit Nissan Leaf  
mit CHAdeMO Ladung- April 2018

# Magnum cap in Dublin



Messung und Absicherungen (links) – bidirektionale Ladeinheit (rechts)

# Der Lade- und Entladeaufbau EVTec



# Bidirektionale Ladestelle im PV LAB Burgdorf

Wir wählten die teuerste Variante EVTec aus der Schweiz für:

- Lokale Speichernutzung
- Lastspitzenvermeidung
- Erhöhte Eigennutzung
- steuerbar

Name	Coffee&Charge bi-directional
Anschlussart	Stecker CEE
Frequenz	50 HZ
Eingangsspannung	400 V 3-Phasig
Eingangsstrom	3x32 A
Ausgangsleistung	10-20 kW
Ausgangsstrom	< 50 A <sub>DC</sub>
Gewicht	50 kg
Stecker	CHAdeMO
Preis	Ca. 21'800 CHF

Fig. 42 Tabelle technische Daten der Coffee&Charge bi-directional Ladestation

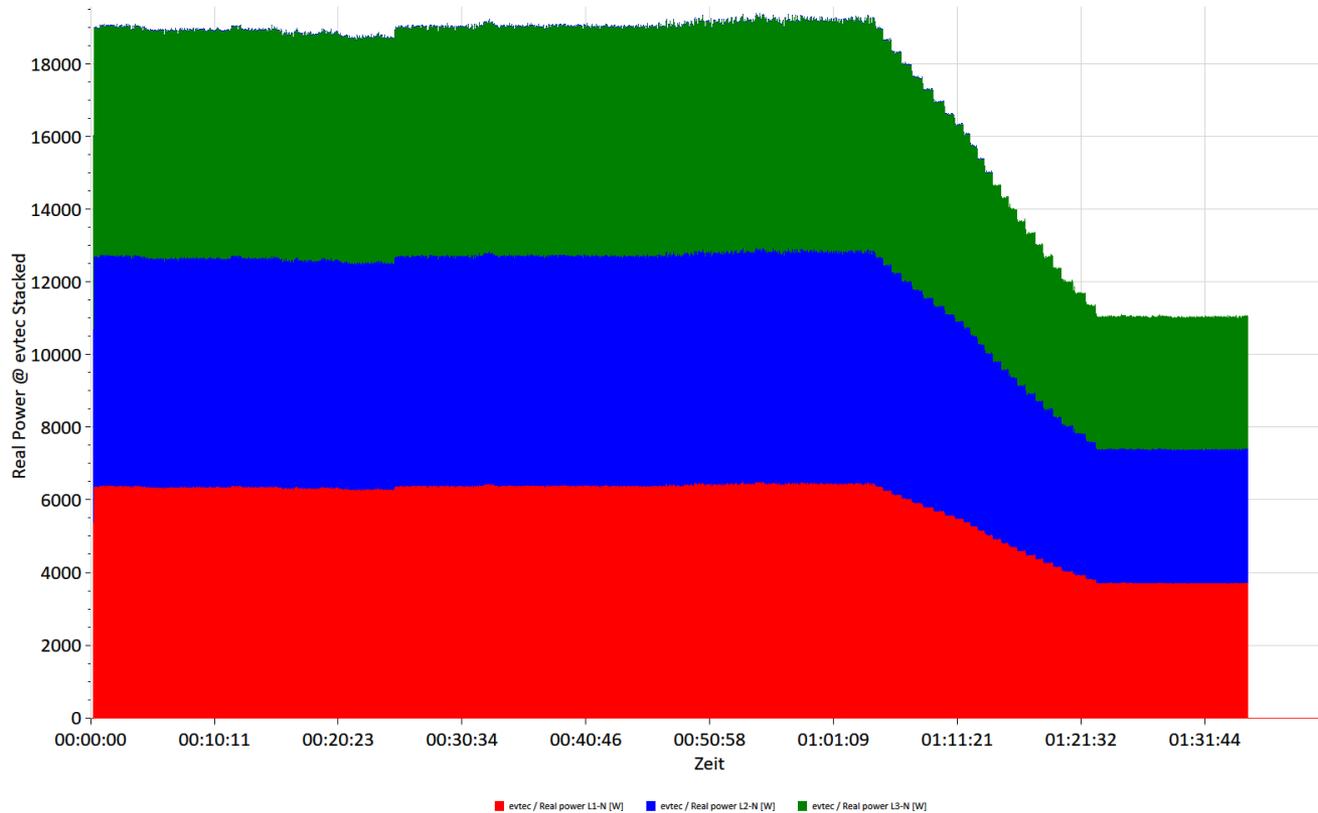


Vorgängige MSE-Diplomarbeit zu «business cases» von dezentralen Speichern – Urena Douglas Hunziker – wissenschaft. Mitarbeiter am PV Labor!

# Erste Messungen - Werkstattbericht

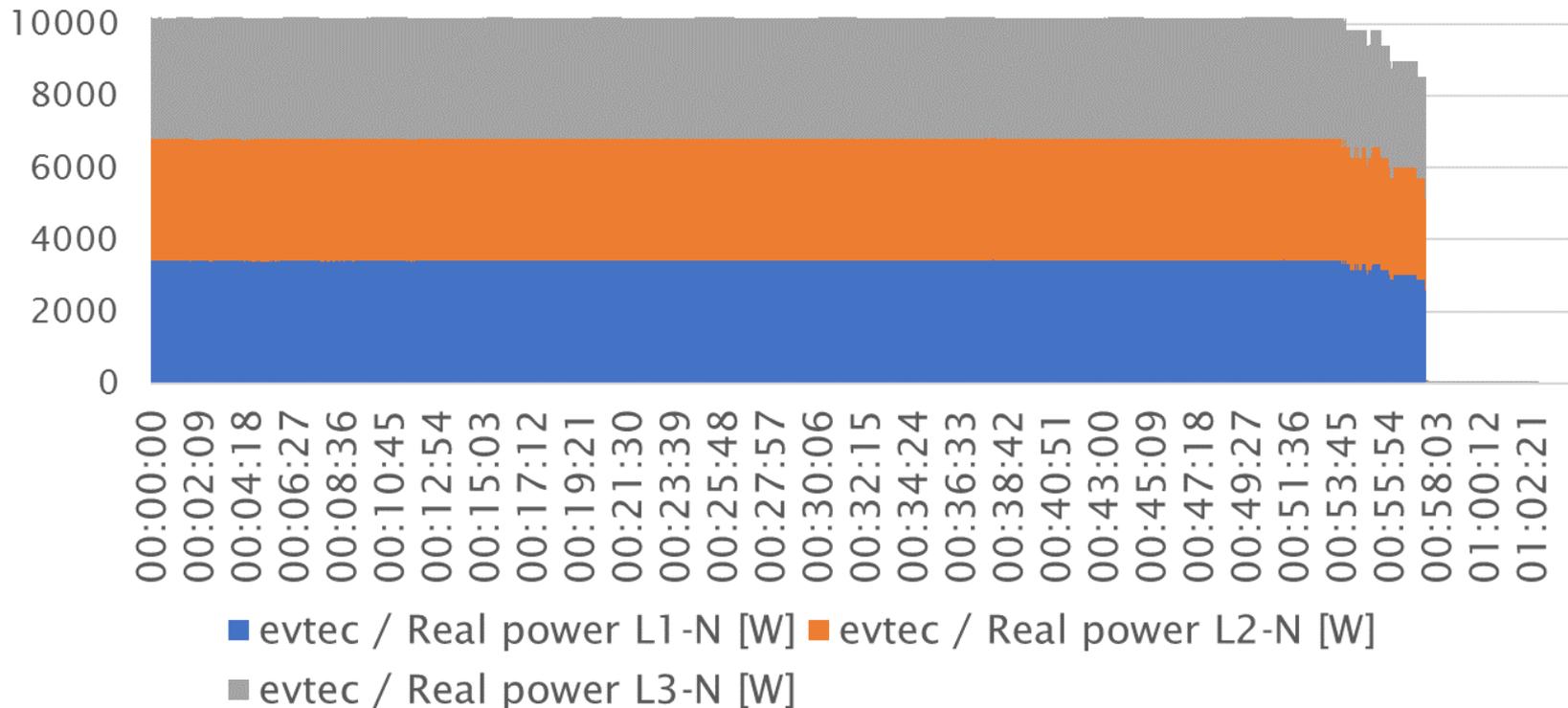
# Renault Zoe (2017) – Power @ EVTec

Der Zoe braucht weniger Leistung mit EVTec und stoppt früher - beide haben Type 2 Stecker.



# Nissan Leaf (2015) @ EVTec

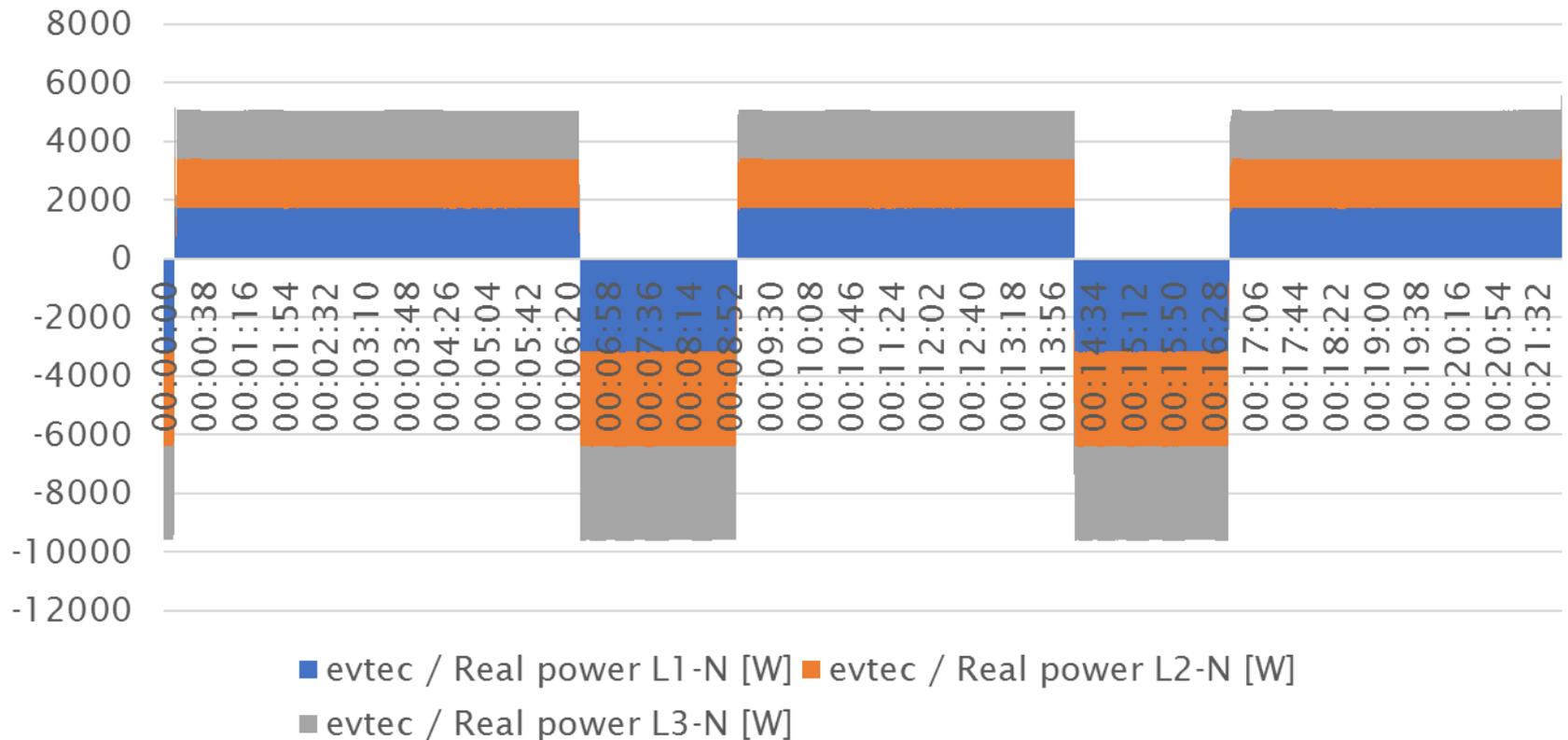
Die CHAdeMO Nissan Ladung mit 10 kW zeigt keine Ladeleistungseinschränkung am Ende.



Bricht Ladung abrupt ab...!

# Nissan Leaf Bidirectional @EVTec

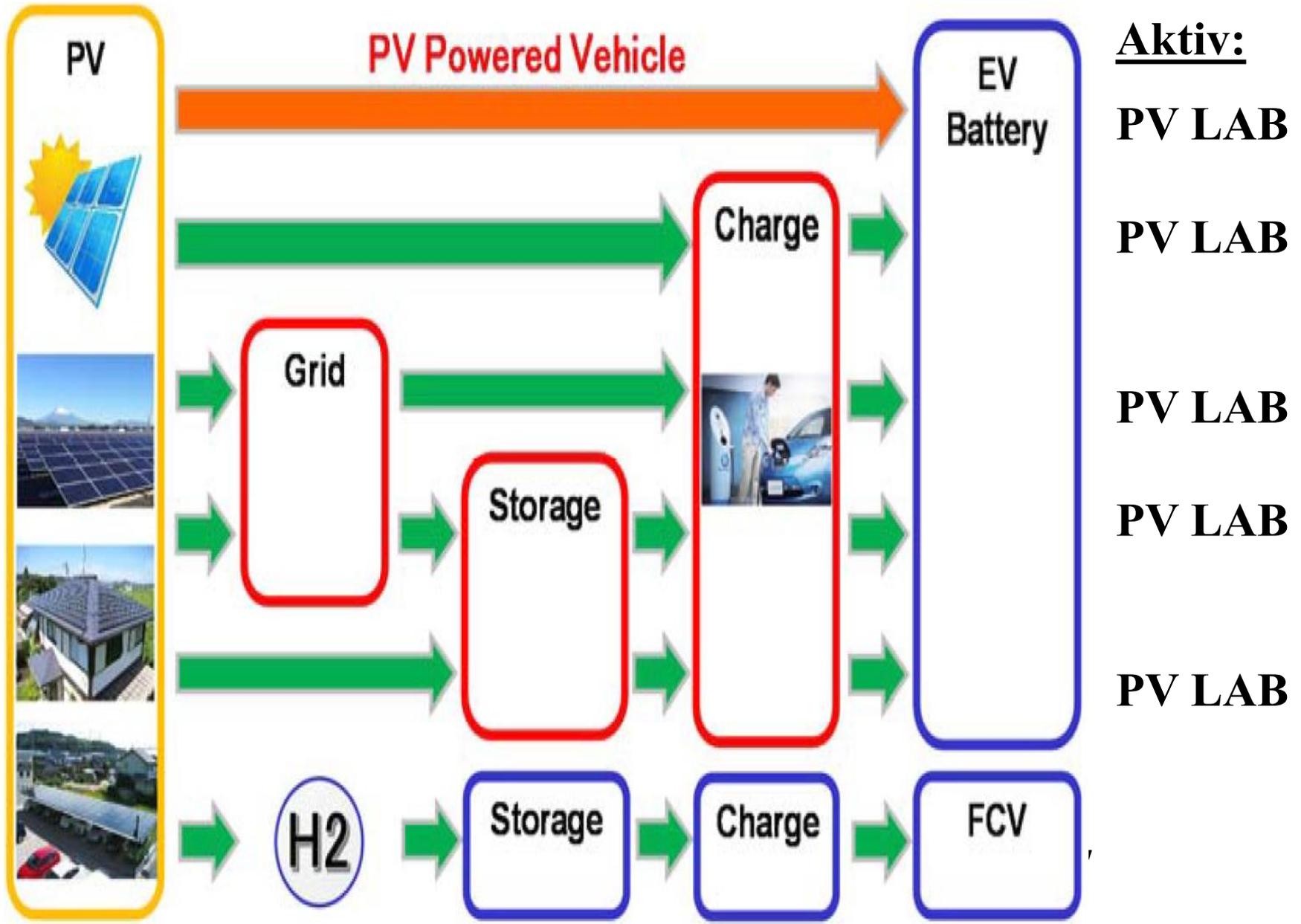
Bei der Entladung schaltet die EVTec zwischen Ladung und Entladung – Grund noch offen!



... da gibt's noch zu tun!

# Ausblick

# Forschungsprogramm „PV+EV“ Task 17



# Elektrofahrzeug-Palette bis 2019:

DIE MEISTVERKAUFTE MODELLE DER ENERGIEEFFIZIENZKATEGORIE A MIT MAX. 95 GRAMM CO<sub>2</sub> PRO KILOMETER

## BENZINFahrzeuge

FIAT 500	1709
FIAT Punto	255
SUZUKI Celerio	205
CITROEN C1	155
FIAT Panda	155

## DIESELFahrzeuge

RENAULT Meganie	860
RENAULT Clio	540
MAZDA 2	363
SKODA Octavia	281
VOLVO V40	267

## HYBRIDFahrzeuge

TOYOTA Auris HSD	1838
TOYOTA Yaris HSD	1616
TOYOTA Prius	522
PEUGEOT 3008 Hybrid4	222
TOYOTA C-HR HSD	158

## PLUG-IN-HYBRIDFahrzeuge UND ELEKTROFahrzeuge MIT RANGE EXTENDER

AUDI A3 e-tron	225
BMW i3	222
VW Passat GTE	220
VW Golf GTE	192
FORD C-MAX	70

## REINE ELEKTROFahrzeuge

TESLA Model S	886
RENAULT Zoé	406
TESLA Model X	383
BMW i3	323
KIA Soul	171

## ERDGAS- UND ERDGAS-/BENZIN-PERSONENWAGEN

FIAT Panda	227
VW up!	136
SKODA Octavia Combi	67
VW Golf Variant	67
VW Golf	48

## MARKTEINFÜHRUNG VON ELEKTRO-PERSONENWAGEN IN DER SCHWEIZ

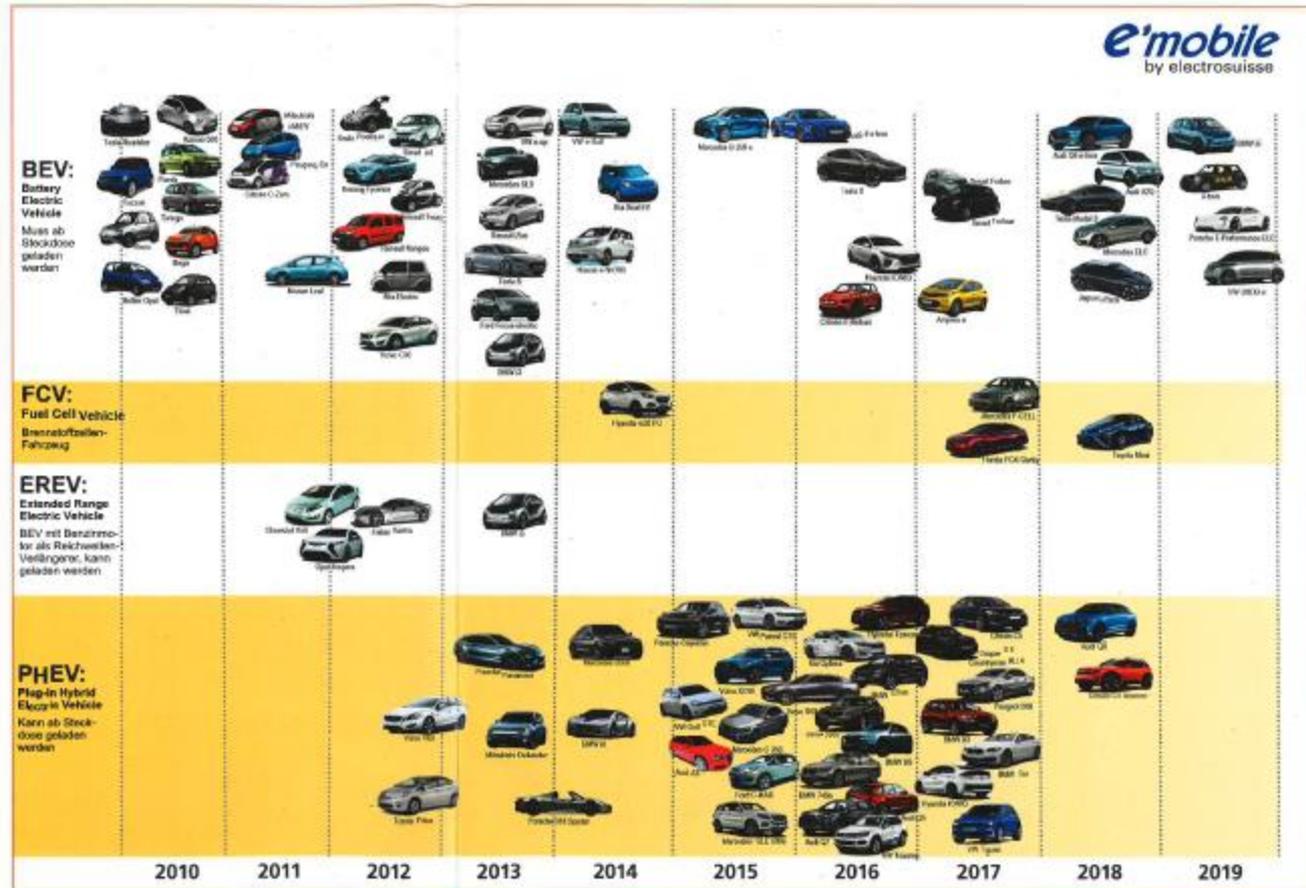


Abb. 3: Markteinführung von Elektropersonenwagen in der Schweiz (Stand Januar 2017)  
Angaben ohne Gewähr, erstellt von der Fachgesellschaft e'mobile von Electrosuisse, [www.e-mobile.ch](http://www.e-mobile.ch), [www.electrosuisse.ch](http://www.electrosuisse.ch)

Trend zu reinen Elektrofahrzeugen (BEV) – grosse Batterien

# Bidirektionale Ladestelle für PV

<b>Stärken</b>	<b>Schwächen</b>
Technisch lösbar	Kosten unit+Installation
Zugriff auf «Riesenbatterie»	Installationsort-Mieter
Zusatznutzen E-Mobil	Keine Normierung
<b>Chancen</b>	<b>Gefahren</b>
Wird noch viel günstiger	Unflexible EWs (rooming)
Platz für noch mehr PV	Überforderte Autohersteller
Neue Geschäftsmodelle	Gesetzliche Hürden

# Ausblick bidirektionale E-Mobile:

- Bidirektionale Elektrofahrzeuge sind schon heute realisierbar mit CHAdeMO E-Fahrzeugen + EVTEC etc.
- Wirkungsgrad wie PV-Speichersysteme ist realistisch.
- Fahrzeugbatterien ertragen die Zusatzbelastung.
- Ladesysteme können sowenig wie PV WR kosten.
- Verbundlösungen (V2B) bieten Potential.
- «Rooming»-Lösungen sind die Zukunft.
- Eine Normierung der Infrastruktur ist anzustreben.

## Weiter:

- Praxisprojekt «Erlenmatt Ost» mit 2 EVTEC läuft an
- Task 43 «Vehicle grid integration» IEA TPC HEV startet
- Task 17 «PV and transport» IEA TCP PVPS startet

Das PV Labor ist bestrebt bei allen Projekten aktiv mitzumachen. Wir halten Sie auf dem Laufenden und sind für weitere Projekte offen!



In cooperation with the CTI



**Energy**

Swiss Competence Centers for Energy Research



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Commission for Technology and Innovation CTI

**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**

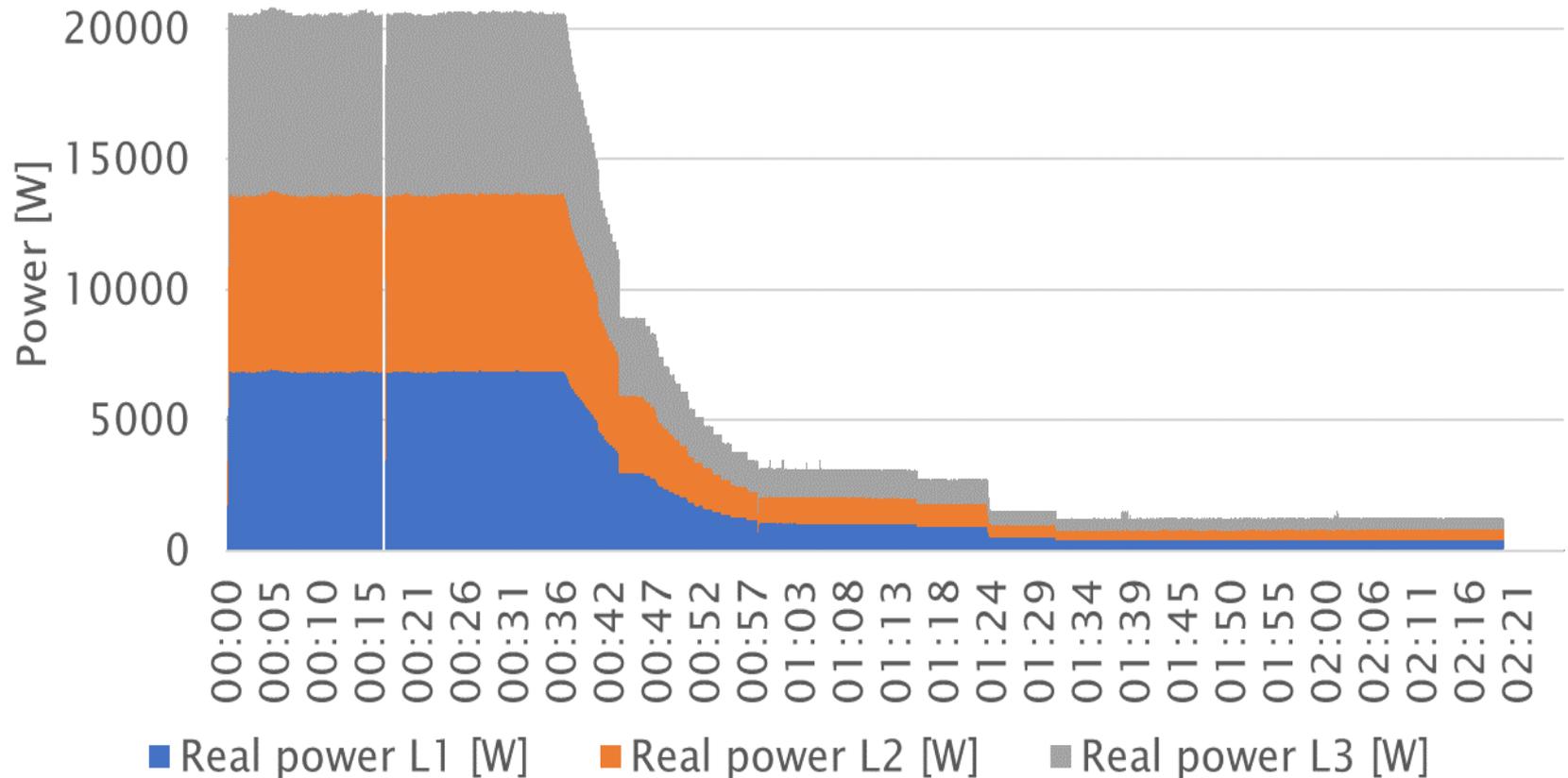
**3. PV Industrie Tag in Burgdorf am PV  
Labor der BFH Mittwoch 23. Januar 2019 –  
gratis für SCCER Teilnehmer und -Profis!**

**Kontakt: [urs.muntwyler@bfh.ch](mailto:urs.muntwyler@bfh.ch)**



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences

# Renault Zoe (2014) - Power



Zoe – dreiphasig über 1 Stunde mit 95%+ und keine Leistungsschwankungen.