

## 1 Beschreibung der Überschussenergiemessungen

Auf Basis der Erkenntnisse von Jan und Keno zum Thema Überschussenergie, liefert der folgende Bericht eine Übersicht über die gewonnenen Laborergebnisse der eingesetzten Hardware. Wegen der ungewissen politischen Lage die ab Ende Oktober 2014 ca. einen Monat andauerte, konnten aus Sicherheitsgründen keine Reisen unternommen werden. Die Auswertung von vor Ort gewonnenen Messwerten steht daher gegenwärtig noch aus<sup>1</sup>. In dieser Zeit wurden jedoch Versuche unternommen, die sich einstellenden Spannungs- und Stromverläufe mit einem Testaufbau im Büro von SEWA zu analysieren.

Eine besondere Herausforderung bestand dabei in der Einhaltung der zeitlichen Abfolge von Ladung und Entladung in Bezug auf die täglichen Arbeitszeiten. Zu Beginn konnten die Messungen des KEMO-Batteriewächters auch nur in der Garage von Microsow durchgeführt werden. Die tägliche Montage und Demontage des Solarpanels auf dem Garagendach und die hohen Innentemperaturen erschwerten die Messaufgaben erheblich.

### 1.1 Verwendete Hardware

#### 1.1.1 Phocos DCL

Dieses Modul des Herstellers Phocos eignet sich zum Aufladen einer Zweitbatterie (Beispiel Wohnmobil) oder zur Freigabe von solarer Überschussenergie. Dazu wird das Gerät an den Verbraucherausgang eines vorgeschalteten Solarladereglers, wie z. B. Phocos CML angeschlossen. Als zusätzliche Information dient der Anschluss des Solarpanels an den ☐☐-A-Eingang des DCL.

Zur Einstellung des gewünschten Betriebsmodus muss das Gerät geöffnet und die Jumper entsprechend gesetzt werden. In unserem Fall werden sie auf eine Ausgangsspannung von 12V und Überschussenergie gesetzt.

#### 1.1.2 Phocos DCS

Mit dem Modell Phocos DCS ist ausdrücklich *kein* Überschussenergiemanagement möglich. Er arbeitet lediglich als DC/DC-Spannungswandler und verfügt nicht über die zusätzlichen Eingänge des Phocos DCL.

#### 1.1.3 KEMO Batteriewächter M148A

Aus kostengründen wird parallel zum Phocos DCL der Einsatz eines Tiefentladeschutzreglers von KEMO getestet. Bei einem Preis von 15 EUR drängt sich diese

---

<sup>1</sup>Stand 14.12.2014



Bild 1: Phocos DCL (Quelle: Phocos)



Bild 2: Phocos DCS (Quelle: Phocos)

Alternative nahezu auf. Im praktischen Einsatz zeigen sich jedoch Tücken beim justieren der Schaltschwelle. Das Potentiometer kann im Feldeinsatz nur schwer genau justiert werden, daher erfolgte die Einstellung auf Maximalspannung (Rechtsanschlag). Hinzu kommt die temperaturabhängigkeit des Bauteils. Je nach Standort sind so Variationen der Freigabe der Überschussenergie möglich.



Bild 3: KEMO Batteriewächter (Quelle: KEMO Electronic)

## 2 Auswertung der Laborergebnisse

### 2.1 Phocos DCL Kennlinien am Samstag, den 25.10.2014

Ab Tagesanbruch um 6 Uhr zeigt sich in Bild 4 der Verlauf der Batteriespannung. Zu Beginn liegt das Spannungsniveau bei 12,8 V und steigt dann mit der Erhöhung der Solarstrahlung auf 14,3 V um 9:30 Uhr an. Von da an erfolgt die zweistündige Erhaltungsladung bei konstanter Spannung bis ca. 11:30 Uhr. Nach dieser Zeit sinkt die Batteriespannung auf 13,4 V ab. Die Batterie ist voll aufgeladen. In dieser Phase soll die Nutzung von Überschussenergie erfolgen.

Bei einem Vergleich mit dem Ladestrom in Bild 5 wird deutlich, dass der Strom bis 9:30 Uhr auf einen Wert von 2,7 A nahezu konstant ansteigt. Gegen 9 Uhr erfolgt ein minimales Einsacken des Stroms bei einem Wert von 2,5 A. Dieses Verhalten kann durch interne Effekte der Batterie erklärt werden und ist in der Literatur als Peukert-Effekt definiert.

Das um 11:30 Uhr einsetzende Abklingen des Stroms erfolgt nach einer e-Funktion, bis mit Ende der Erhaltungsladung um 11:30 Uhr der Stromfluss abrupt auf 0,4 A absinkt und dort um diesen Wert leicht schwankt.

In Bild 6 zeigt sich um 16:36 Uhr mit Einsetzen der Dämmerung ein ausgeprägtes Zweipunktverhalten des Phocos-DCL-Ausgangs, bis auch hier ab Unterschreitung der 6 V-Abschaltschwelle die Ausgangsspannung nach einer e-Funktion schließlich um 17:24 Uhr auf Null Volt abgeklungen ist. Das Zweipunktverhalten des DCL wirkt auch indirekt auf den Eingangskreis des Ladereglers CML zurück, hier zeigt sich ab 16:36 Uhr ein leichter Anstieg des Batterieladestroms.

Zur Übersicht des Gesamtverhaltens beinhaltet Bild 7 nochmal alle vorher angesprochenen Kennlinien übereinandergelegt.

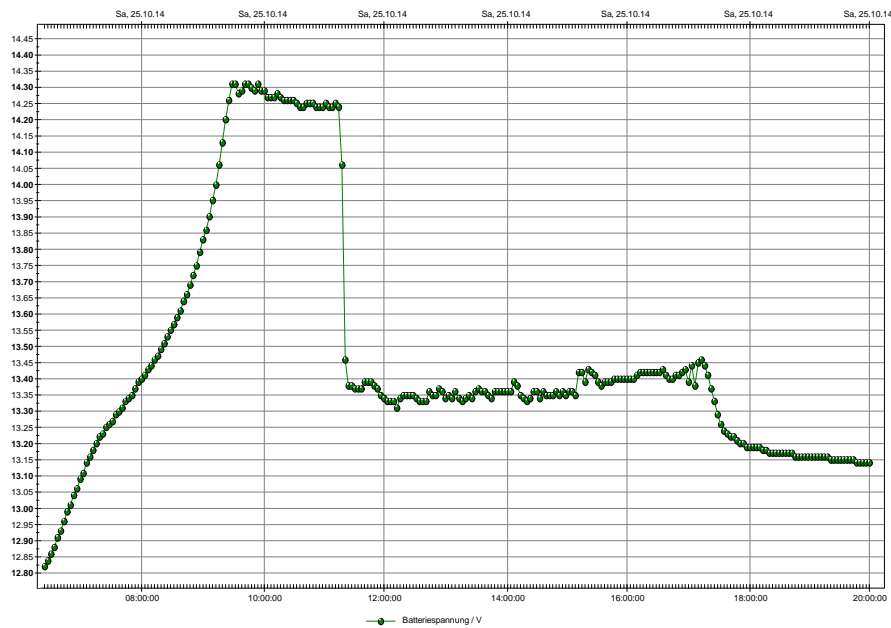


Bild 4: Detaillierter Verlauf der Batteriespannung des Phocos DCL am 25.10.2014

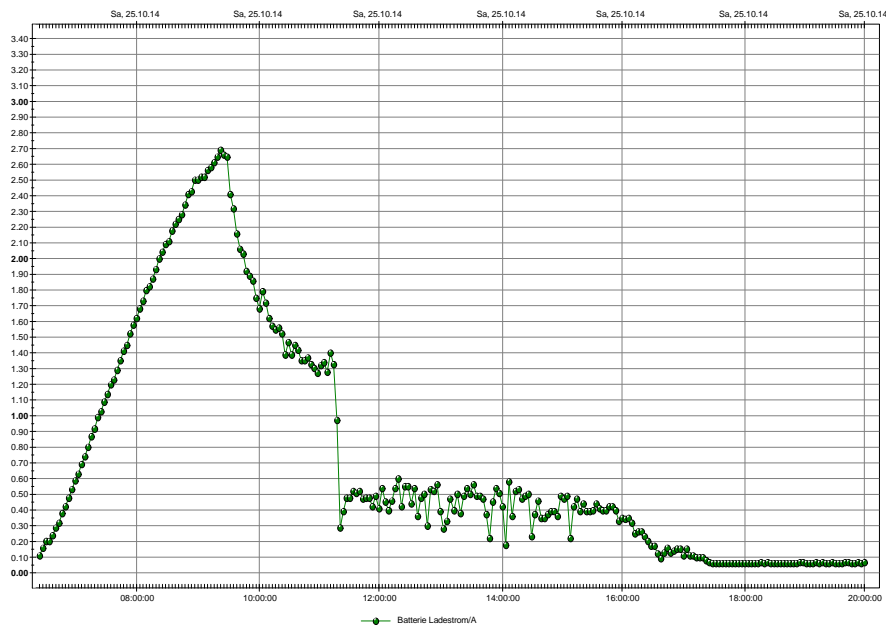


Bild 5: Detaillierter Verlauf des Ladestroms der Batterie am 25.10.2014

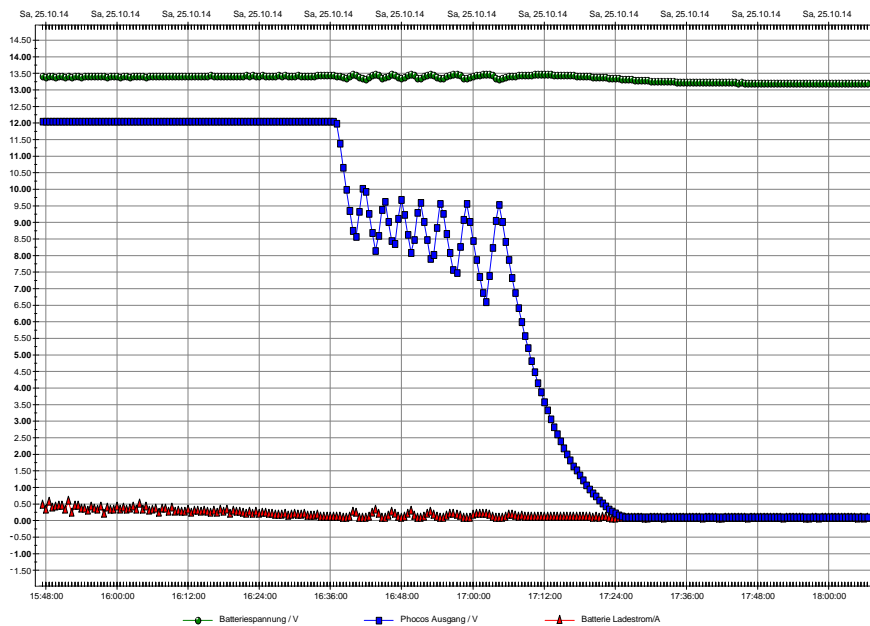


Bild 6: Detaillierter Verlauf von Strom und Spannung des Phocos DCL am Abend des 25.10.2014

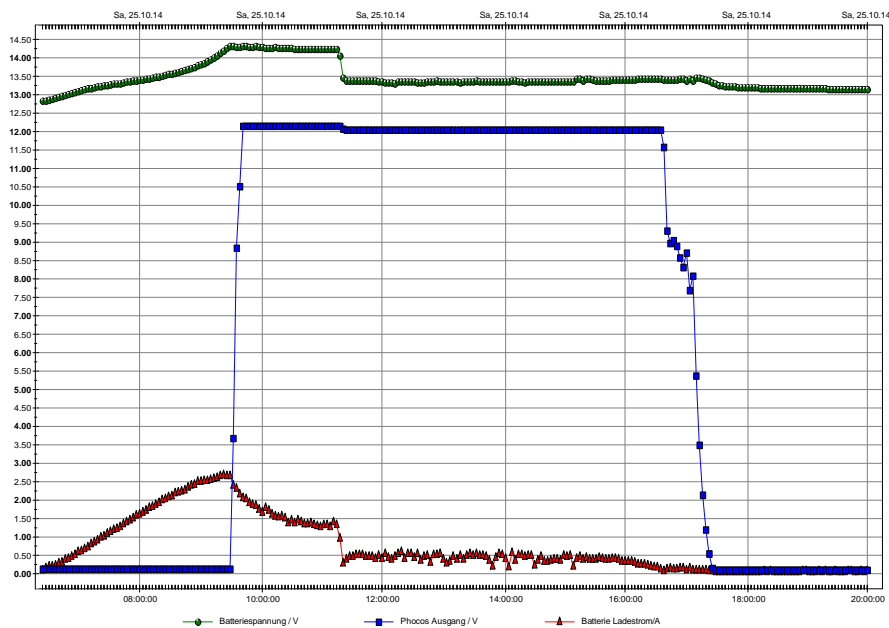


Bild 7: Tagesverlauf von Strom und Spannung des Phocos DCL am 25.10.2014

## 2.2 Phocos DCL Kennlinien am Montag, den 27.10.2014

Nach Anpassung des Python-Skripts zur Auswertung der Messdaten des Datenloggers Voltfox Maxi, erfolgt ab Montag, den 27.10.2014 eine geänderte optische Aufbe-

reitung der Diagramme. Außerdem wird hier anstatt der Darstellung des Batterieladestroms, die Solarmodulspannung zur Dämmerungsphase präsentiert, da aus den Messungen vom Samstag, den 25.10.2014 nicht hervorgeht, was der DCL vor dem Abschalten am Abend genau macht.

In Bild 8 zeigt sich, dass wenn die Batterie morgens bereits voll aufgeladen ist, der DCL ca. eine halbe Stunde nach Sonnenaufgang Überschuss freigibt.

Der steile Anstieg der Modulspannung in Bild 9 lässt sich durch das Umstecken der Messspitze um 16:50 Uhr erklären. Zuvor war dieser Datenlogger für die Strommessung verantwortlich.

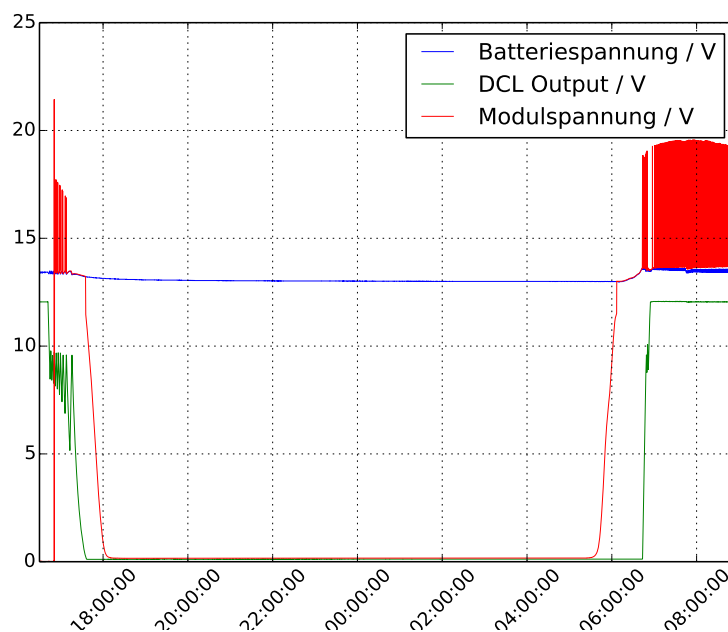


Bild 8: Tagesverlauf der Spannungen vom Phocos DCL am 27.10.2014

## SEWA Zwischenbericht Überschussenergie

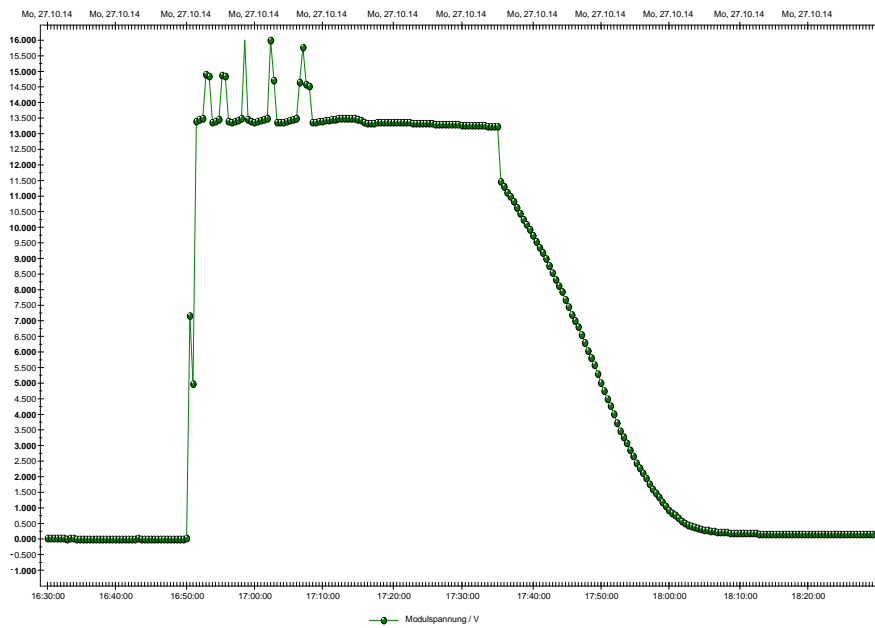


Bild 9: Modulspannung des Phocos DCL am 27.10.2014, **Sprung um 16:50 Uhr ist durch Anschluss der Messspitze zu erklären!**

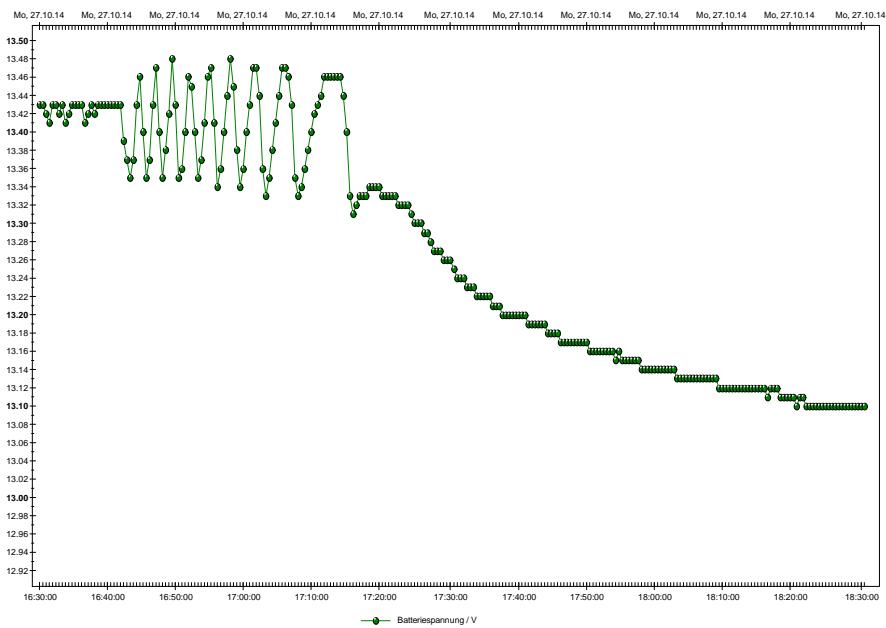


Bild 10: Batteriespannung des Phocos DCL am 27.10.2014

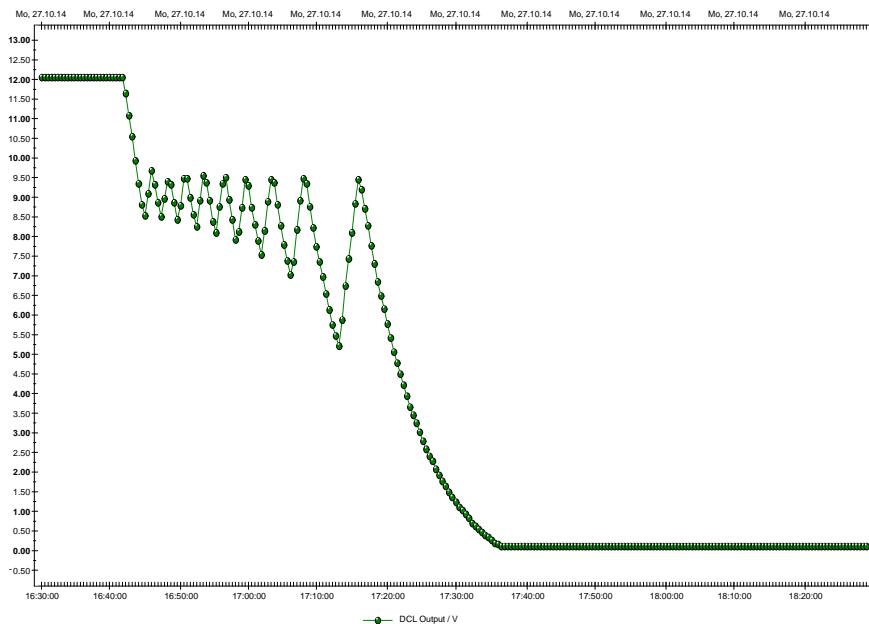


Bild 11: Ausgangsspannung des Phocos DCL am 27.10.2014

## 2.3 Phocos DCL Kennlinien am Dienstag, den 28.10.2014

Für diesen Tag fehlen derzeit noch die Diagramme. Das ist insofern bedauerlich, als dass hier die Freigabe von Überschussenergie ersichtlich ist. Der Phocos DCL gibt Überschuss frei, sobald die Modulspannung oberhalb der Batteriespannung liegt. Die Einträge aus dem Praktikanten Logbuch verweisen auf Rohdaten, zu denen die Diagramme fehlen:

**DCL 28-10-14#1.TF2:** DCL gibt Überschuss frei, wenn PV-Spannung über Batteriespannung liegt? Deshalb das Einschwingverhalten

**DCL 28-10-14#3.TF2:** Einfluss der Verbraucherlast (9LEDs) auf Überschuss bei voller Batterie

Test für heute ab 15 Uhr:

Nochmal mit Modulspannung von Anfang an das Abschaltverhalten mitloggen.

Nach Einbruch der Dunkelheit Verbraucher (9LEDs) für drei Stunden einschalten.

Test für morgen früh:

Nochmal mit Modulspannung und nicht mehr voller Batterie das Einschaltverhalten mitloggen.

## 2.4 Phocos DCS

Start der Messung: 10:50 Uhr

Normaler Verbraucher: Eine LED 3,5 W (bei Start der Messung ausgeschalten)

Überschussverbraucher: Eine LED 3,5 W

Batteriespannung bei Start: 13,5 V → Erhaltungsladung

DCS gibt aber keinen Überschuss frei

Vielleicht braucht er vorher Peak von Hauptladung, um zu wissen, dass sich die Batterie in Erhaltungsladung befindet?

Deshalb: Batterie erst nochmal entladen mit 9 x 3,5 W LEDs

Nachdem Batterie am Vortag entladen wurde, geht sie bei Sonnenaufgang in die Hauptladung, um 10:45 in die Ausgleichs- und um 12:40 in die Erhaltungsladung. Trotzdem gibt der DCS während der gesamten Zeit keine Überschussenergie frei.

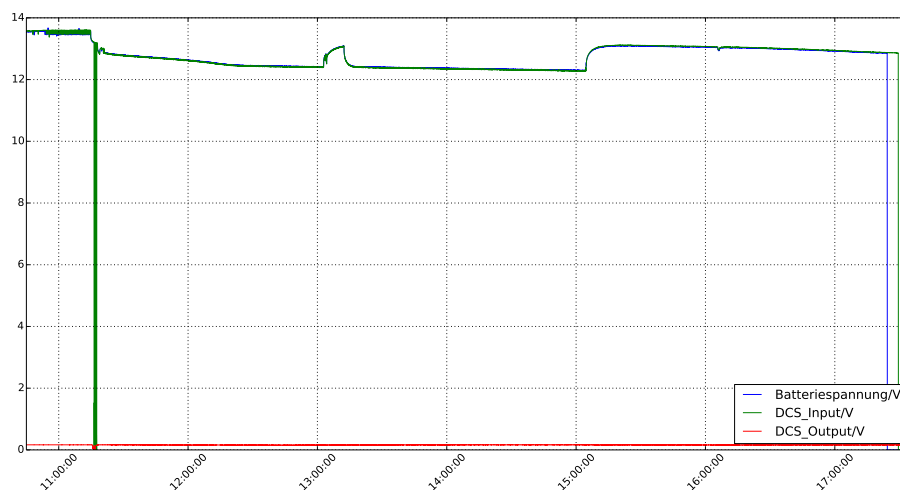


Bild 12: Verlauf von Batterie-, Ein- und Ausgangsspannung des Phocos DCS am 14.11.2014

## 2.5 KEMO M148A

Anstelle von Kennlinien erfolgt auch hier vorerst nur eine Beschreibung der gewonnenen Messergebnisse. Der KEMO Batteriewächter eignet sich prinzipiell als Überschussregler. Die verschiedenen Ladephasen des vorgeschalteten Ladereglers sorgen dafür, dass mit voller Batterie bei Tagesbeginn keine Überschussenergie freigegeben wird. Dieser Zustand trifft in Schulen regelmäßig montags auf, wenn Sonntag Abend die Beleuchtung nicht eingeschaltet wurde.

Ohne zusätzliche Hardware muss man also damit leben, dass bei voll aufgeladener Batterie an diesem Tag keine Überschussenergie bereitgestellt wird.

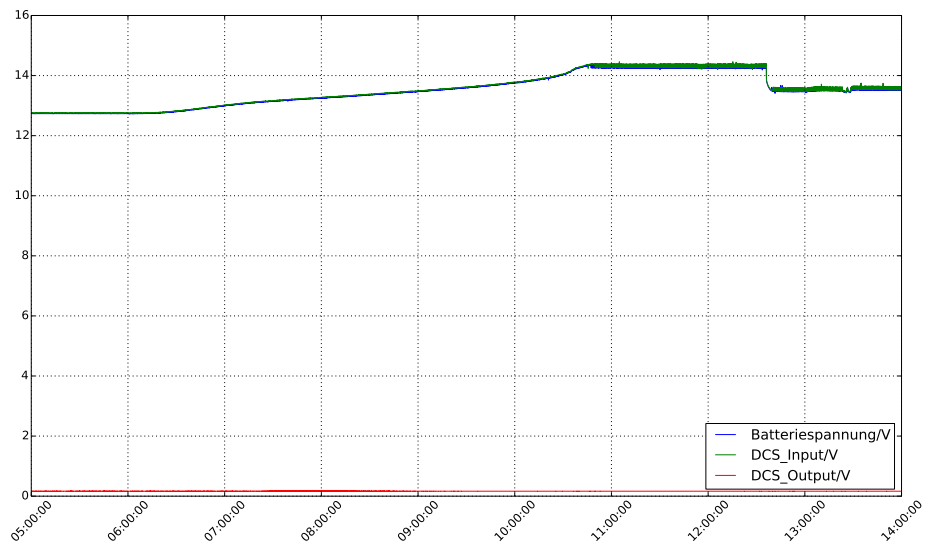


Bild 13: Verlauf von Batterie-, Ein- und Ausgangsspannung des Phocos DCS am 15.11.2014