

Batteriekapazitätsmessung

eDumper «LeLynx», Steinbruch Tscharner

Messbericht

Auftraggeber:

eMining AG
Blaser Lukas
+41793774517 lukas.blaser@emining.ch

Autor(en):

Blaser Lukas

Ort:

Heimberg BE ,Schweiz

Datum:

28 September 2020



Management Summary

Die Batteriekapazität wurde analog der Messung der Berner Fachhochschule vom 13.09 – 15.09.2018 durchgeführt. Seither hat das Fahrzeug 2350 Betriebsstunden geleistet.

So kann der Batteriezustand nach 380 Vollladezyklen Laufzeit beurteilt werden. Dies entspricht 12.6% der erwarteten Zykluslebensdauer, oder 20% der erwarteten kalendarischen Lebensdauer.



Inhalt

1	Sensorliste	3
2	Messfehler	3
3	Ergebnisse	3
3.1	Zusammenfassung.....	3
3.2	Vergleich mit erster Messung im September 2018	4
3.3	Detail Batterie 1	5
3.3.1	Batterie entladen	5
3.3.2	Batterie laden	7
3.4	Detail Batterie 2	9
3.4.1	Batterie entladen	9
3.4.2	Batterie laden	11
3.5	Detail Batterie 3	13
3.5.1	Batterie entladen	13
3.5.2	Batterie laden	15
3.6	Detail Batterie 4	17
3.6.1	Batterie entladen	17
3.6.2	Batterie laden	19
3.7	Diskussion.....	21

1 Sensorliste

Messgrösse	Sensor	Typ	Genauigkeit
Strom Batt1	Esoro BMS / TI	BQ34Z100	+0.5%
Strom Batt2	Esoro BMS / TI	BQ34Z100	+0.5%
Strom Batt3	Esoro BMS / TI	BQ34Z100	+0.5%
Strom Batt4	Esoro BMS / TI	BQ34Z100	+0.5%
Spannung	Esoro BMS / TI	BQ34Z100	+0.25%

2 Messfehler

Messgrösse	Genauigkeit
Strom	±0.5%
Spannung	±0.25%
Leistung	±0.75%
Energie	±0.75%

3 Ergebnisse

3.1 Zusammenfassung

Die Batteriekapazität entspricht der beim Entladen entnommenen Energie.

Batterie	Kapazität	Einheit
1	133.1 ± 1.00	kWh
2	140.9 ± 1.06	kWh
3	130.0 ± 0.98	kWh
4	131.2 ± 0.98	kWh
Total	535.3 ± 4.01	kWh

Die Speichereffizienz sagt aus, wieviel der zugeführten Energie der Batterie wieder entnommen werden kann.

Batterie	Speichereffizienz	Einheit
1	94.1 ± 1.41	%
2	96.7 ± 1.45	%
3	96.8 ± 1.45	%
4	96.2 ± 1.44	%

3.2 Vergleich mit erster Messung im September 2018

Der Vergleich der Speichereffizienz zeigt, wie stark sich der Innenwiderstand des Speichers verändert hat. Wird die Effizienz kleiner, hat der Widerstand zugenommen und umgekehrt.

Batterie	Speichereffizienzänderung	Einheit
1	-2.30 ± 4.51	%
2	1.76 ± 4.45	%
3	-1.07 ± 4.55	%
4	k.A	%
Total	-0.53 ± 4.50	%

Der Vergleich der Kapazität zeigt, wie stark die nutzbare Kapazität in der geleisteten Betriebszeit abgenommen hat.

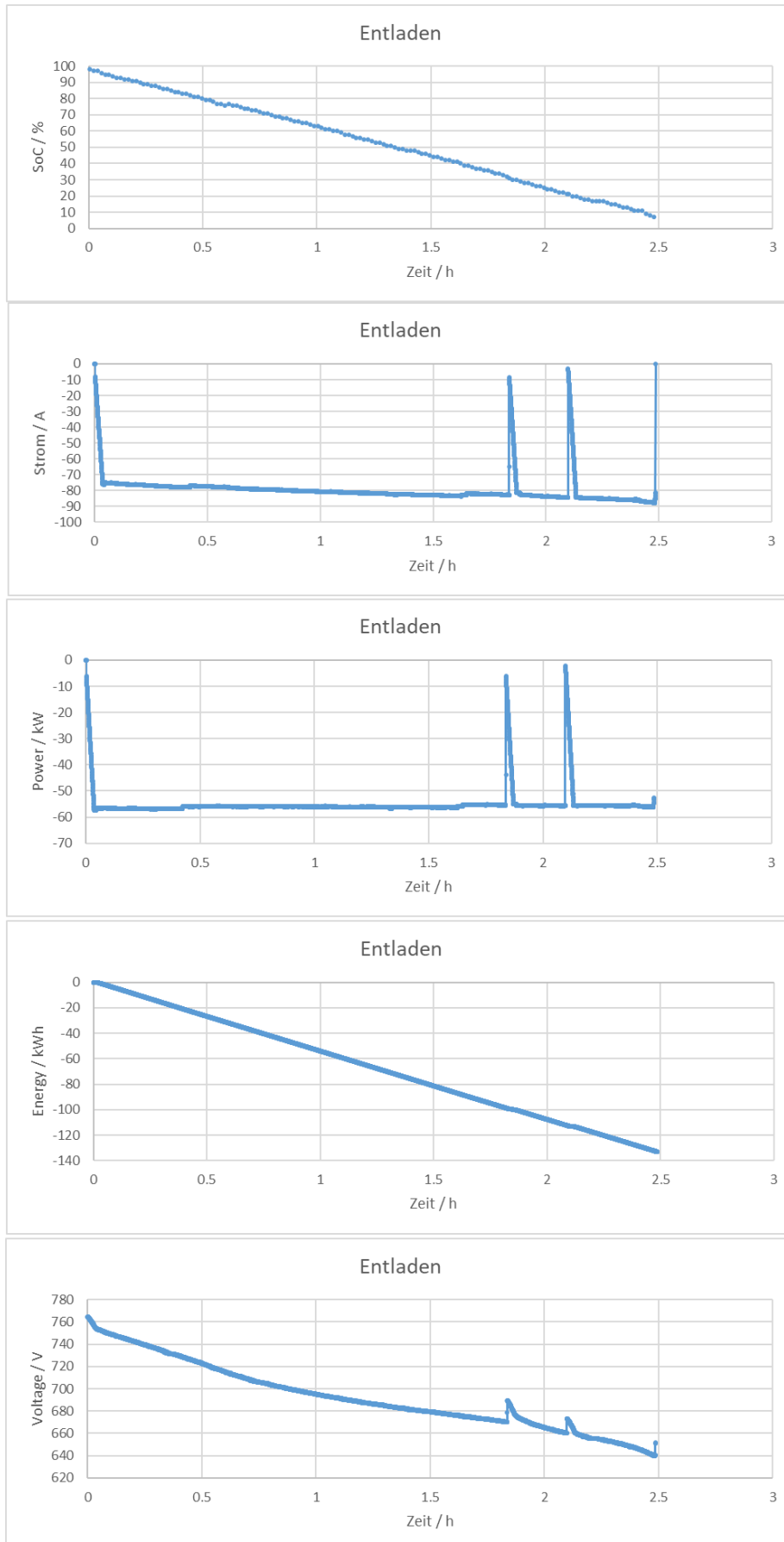
Batterie	Kapazitätsänderung	Einheit
1	-9.4 ± 2.35	%
2	+4.6 ± 2.35	%
3	-17.9 ± 2.35	%
4	-14.3 ± 2.35	%
Total	-9.8 ± 2.35	%



3.3 Detail Batterie 1

3.3.1 Batterie entladen

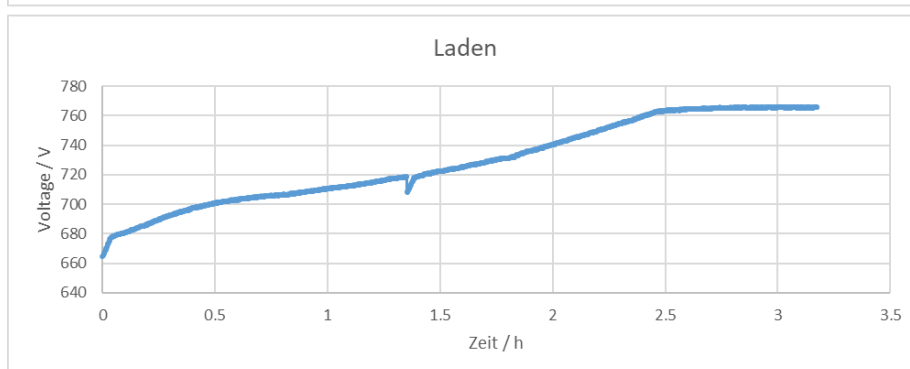
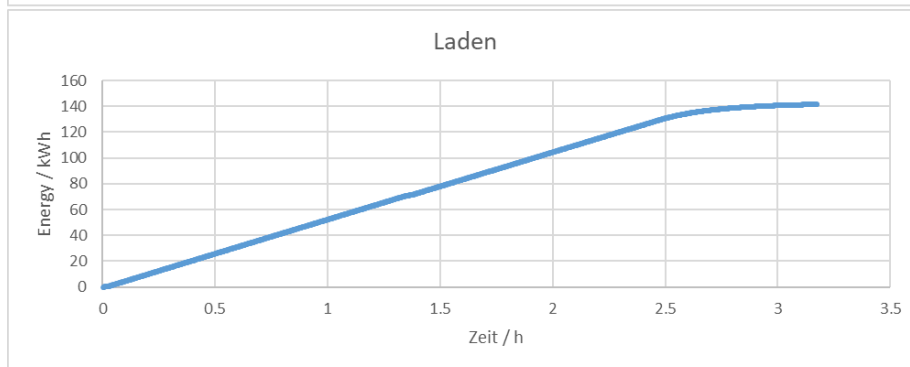
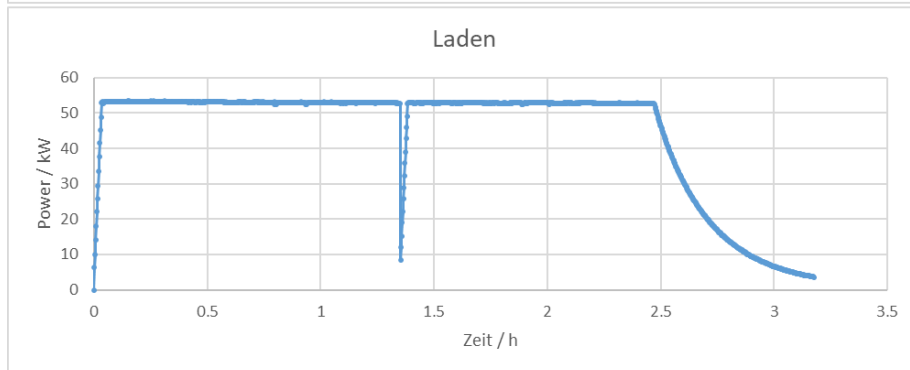
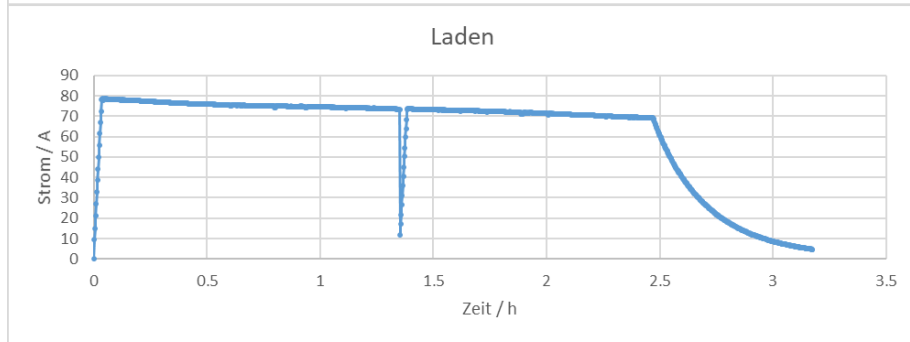
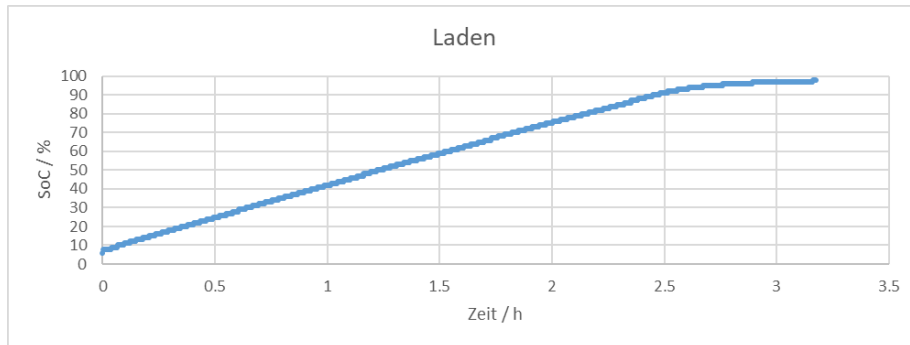
Batterie 1	Grösse	Einheit
Energie	133.1 ±1.00	kWh
SoC Bereich	98 - 7	%
Mittlerer Entladestrom	79.4	A
Batteriespannungsbereich	765.1 - 639.7	V
Messung Start	22.09.20 19:05	-
Logfiles	Batt1_1.csv	-





3.3.2 Batterie laden

Batterie 1	Grösse	Einheit
Energie	141.5 ±1.06	kWh
SoC Bereich	6 - 98	%
Mittlerer Ladestrom	61.4	A
Batteriespannungsbereich	664.5 - 766.1	V
Messung Start	23.09.20 08:55	-
Logfiles	Batt1_1.csv	-

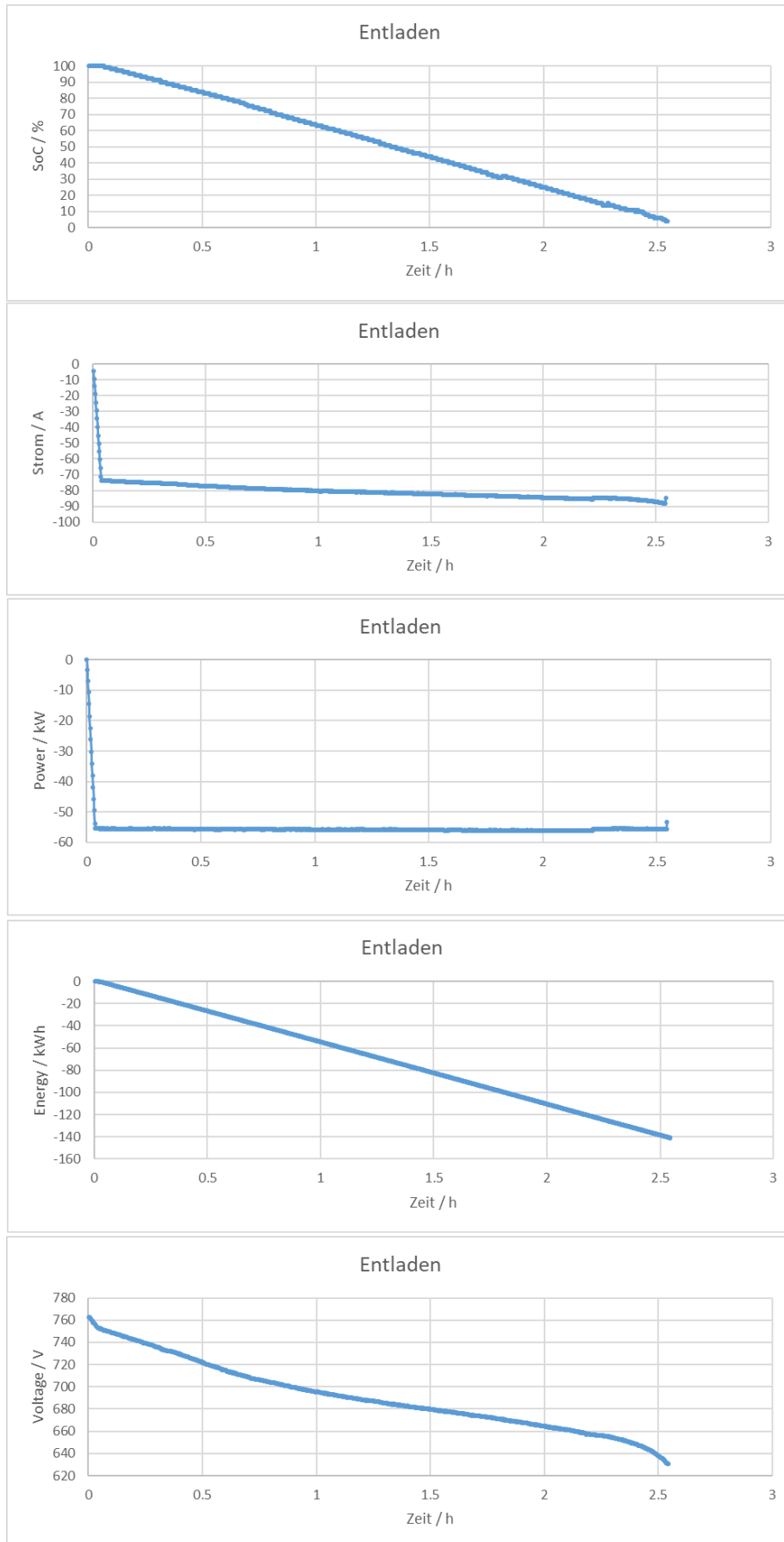




3.4 Detail Batterie 2

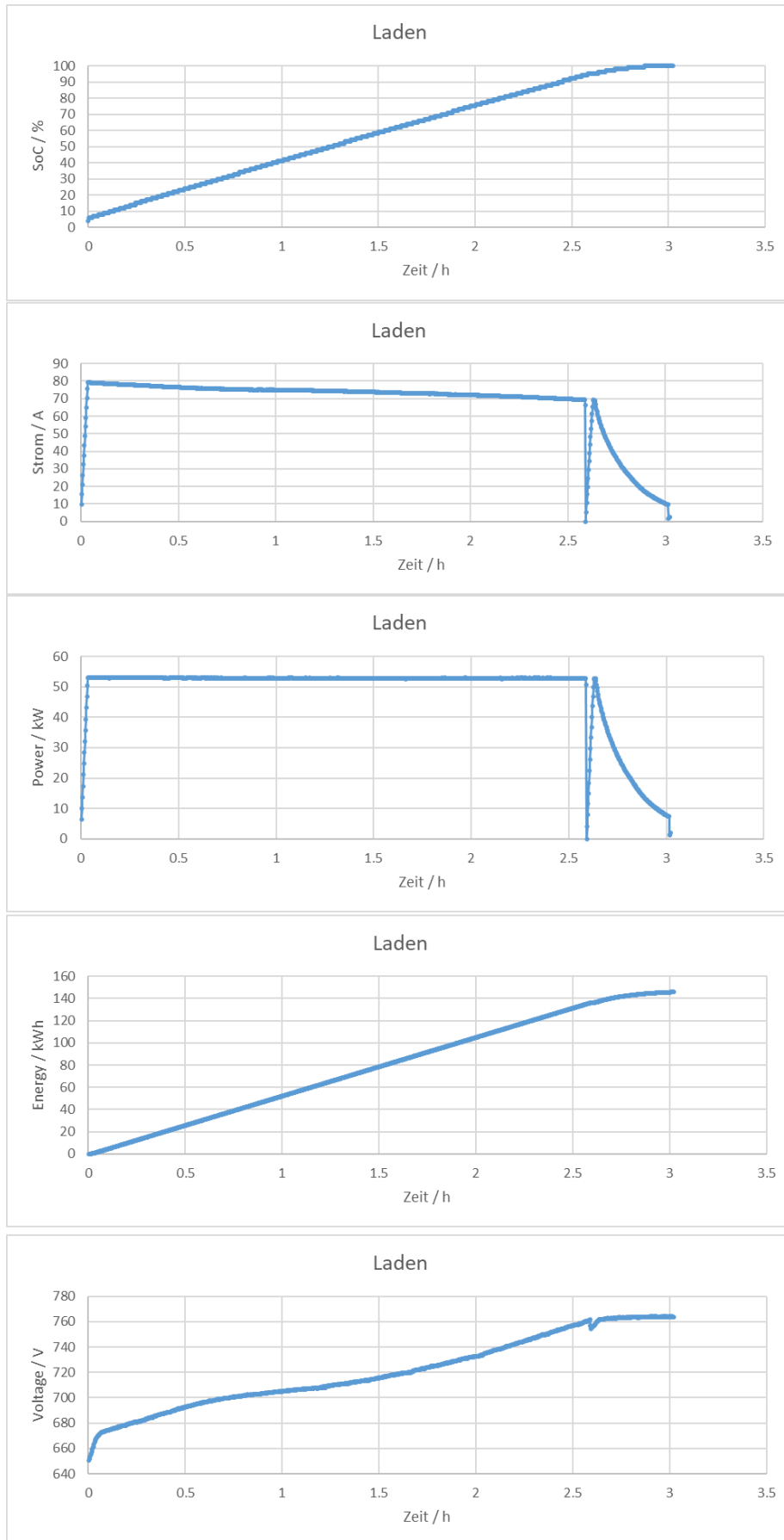
3.4.1 Batterie entladen

Batterie 2	Grösse	Einheit
Energie	140.9 ± 1.06	kWh
SoC Bereich	100 - 4	%
Mittlerer Entladestrom	80.5	A
Batteriespannungsbereich	763.1 - 630.9	V
Messung Start	23.09.20 14:11	-
Logfiles	Batt2_1.csv	-



3.4.2 Batterie laden

Batterie 2	Grösse	Einheit
Energie	145.7 ± 1.09	kWh
SoC Bereich	4 - 100	%
Mittlerer Ladestrom	67.5	A
Batteriespannungsbereich	650.4 - 764.1	V
Messung Start	23.09.20 16:47	-
Logfiles	Batt2_1.csv	-

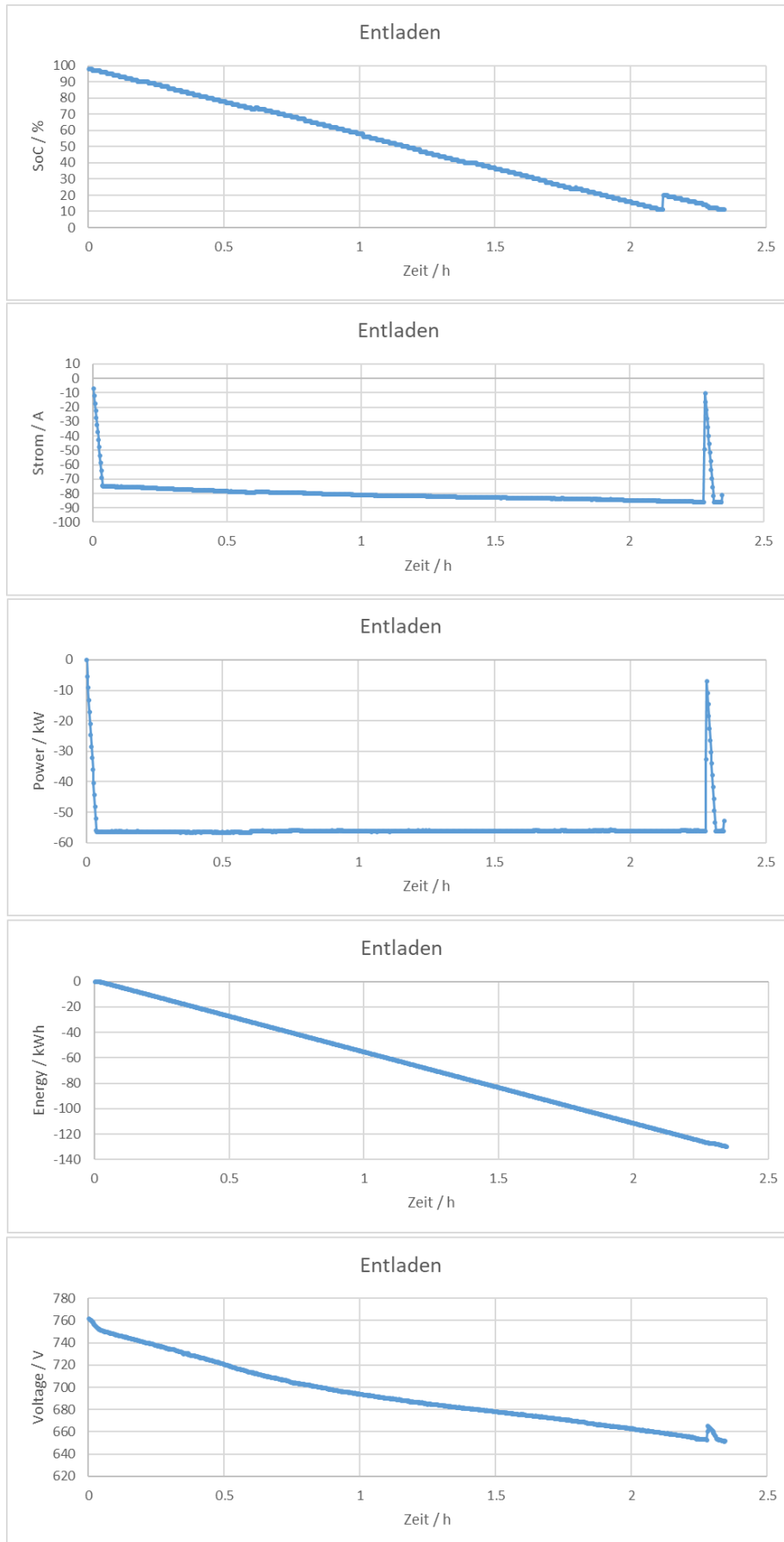




3.5 Detail Batterie 3

3.5.1 Batterie entladen

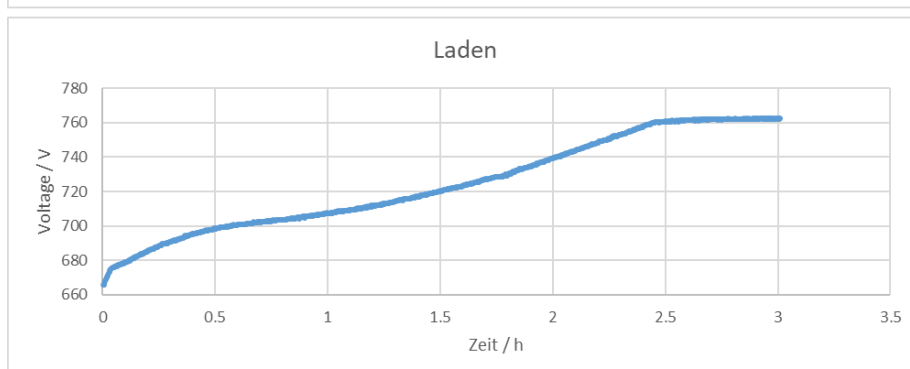
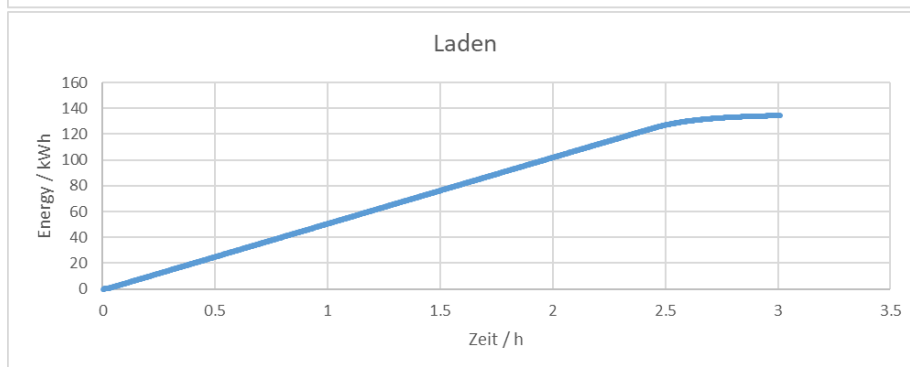
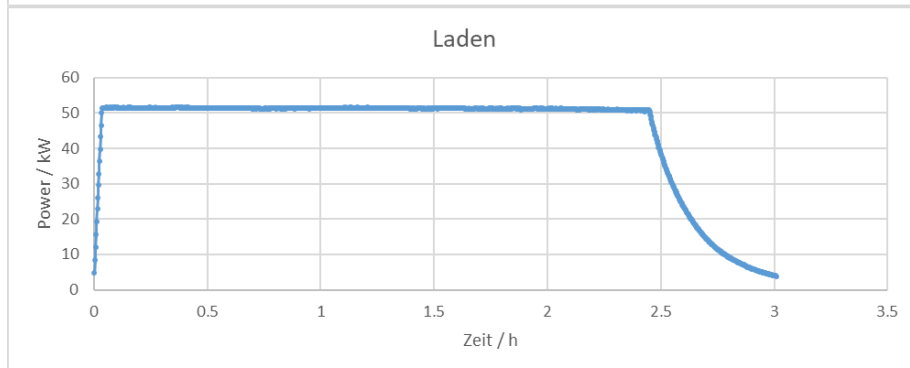
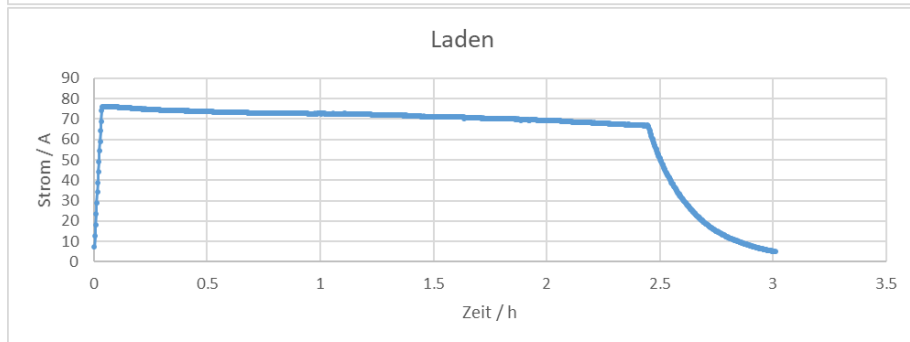
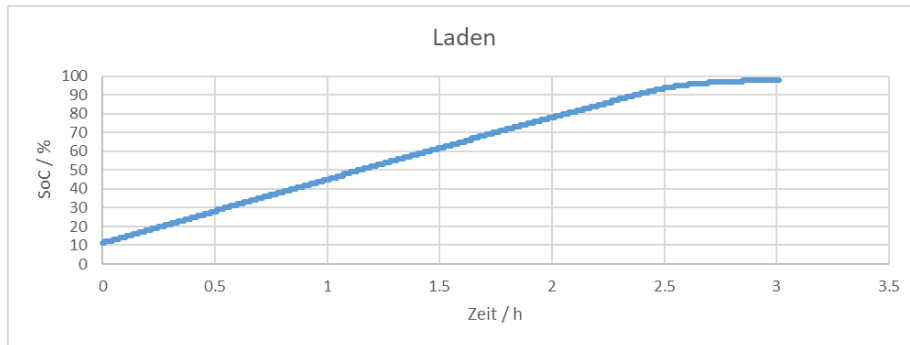
Batterie 3	Grösse	Einheit
Energie	130.0 ±0.98	kWh
SoC Bereich	98 - 11	%
Mittlerer Entladestrom	80.0	A
Batteriespannungsbereich	761.9 - 651.3	V
Messung Start	23.09.20 20:20	-
Logfiles	Batt3_1.csv	-





3.5.2 Batterie laden

Batterie 3	Grösse	Einheit
Energie	134.4±1.01	kWh
SoC Bereich	11 - 98	%
Mittlerer Ladestrom	62.1	A
Batteriespannungsbereich	664.9 - 762.7	V
Messung Start	23.09.20 22:48	-
Logfiles	Batt3_1.csv	-

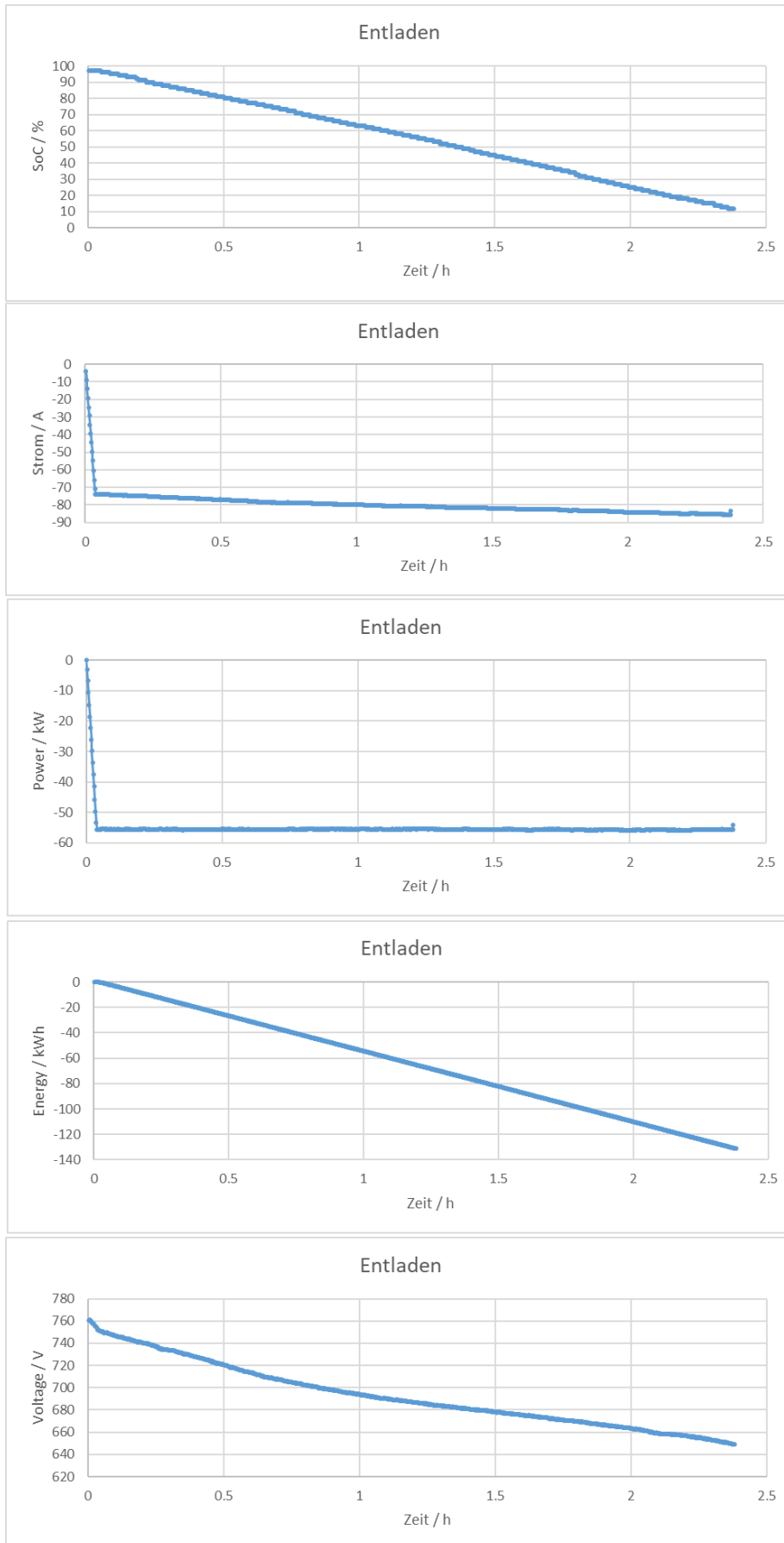




3.6 Detail Batterie 4

3.6.1 Batterie entladen

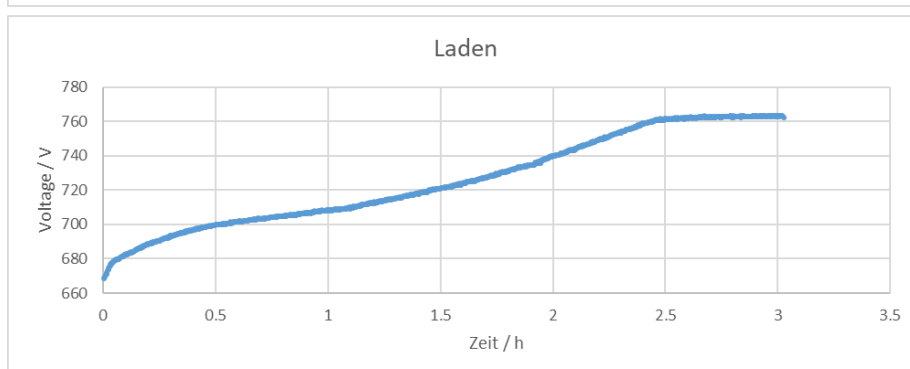
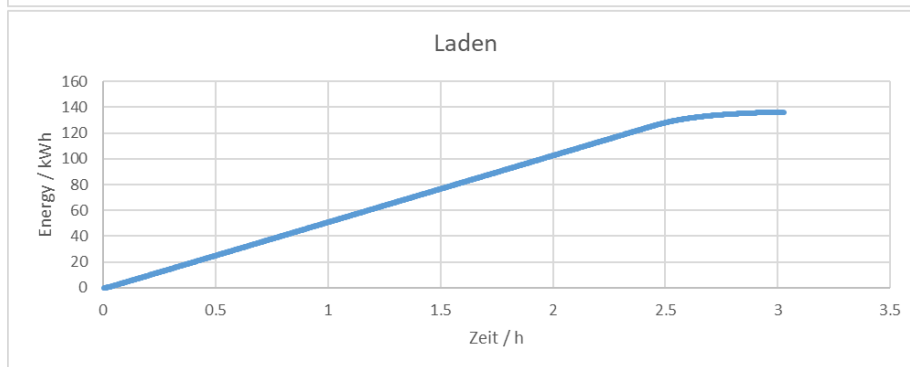
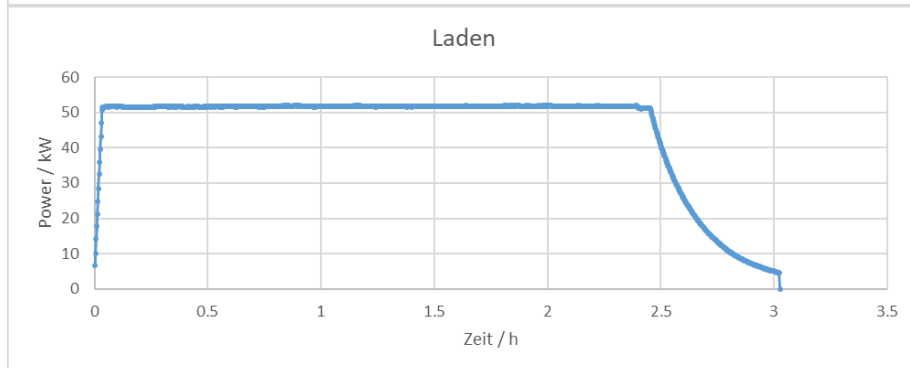
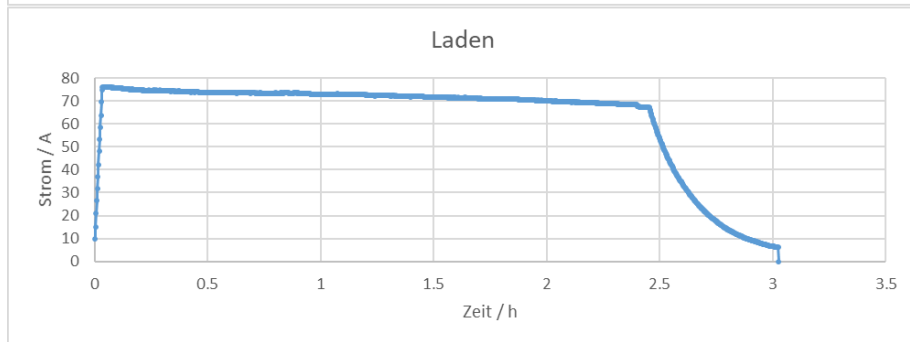
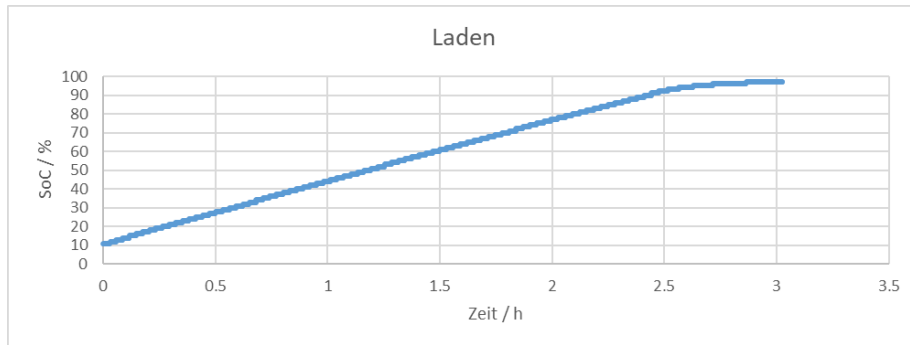
Batterie 4	Grösse	Einheit
Energie	131.2 ± 0.98	kWh
SoC Bereich	97 - 12	%
Mittlerer Entladestrom	79.8	A
Batteriespannungsbereich	763.1 - 648.8	V
Messung Start	24.09.20 09:14	-
Logfiles	Batt4_1.csv	-





3.6.2 Batterie laden

Batterie 4	Grösse	Einheit
Energie	136.4	kWh
SoC Bereich	11 - 97	%
Mittlerer Ladestrom	62.6	A
Batteriespannungsbereich	668.0 - 763.5	V
Messung Start	24.09.20 14:03	-
Logfiles	Batt4_1.csv	-





3.7 Diskussion

Bei der Serienschaltung von Einzelzellen wird die Gesamtkapazität der Batterie durch den Effekt limitiert, dass die Zelle welche beim Entladevorgang die tiefste Zellspannung aufweist, die ganze Batterie limitiert. Das heisst sobald eine Zelle des ganzen Packs das untere Spannungslimit von 3.1V erreicht hat, die ganze Batterie den Zustand «entladen» anzeigt, obwohl alle anderen Zelle noch Entladekapazität haben.

Dieser negative Effekt wird dadurch abgemindert, dass die einzelnen Zellen untereinander «gebalanced» werden. Durch diesen Vorgang werden alle Zellen bei jedem Volladevorgang auf dasselbe Spannungsniveau angehoben. Dieser Angleichvorgang konnte in den letzten Monaten vor der Messung aufgrund der installierten Ladestation nicht immer ausgeführt werden. Dies begünstigt ein «absacken» einer einzelnen Zelle im ganz entladenen Zustand und erklärt somit das beobachtete Phänomen, dass die Kapazität scheinbar stark abgenommen hat.

Weiterhin war der effektive Entladestrom um rund 6% höher, was denn Entladeschlussvorgang bei der Messung ebenfalls beschleunigt.

Grundsätzlich kann unter Berücksichtigung der genannten Effekte und des Batteriealters gesagt werden, dass sich der Energiespeicher des eDumppers in einem guten Zustand befindet.

