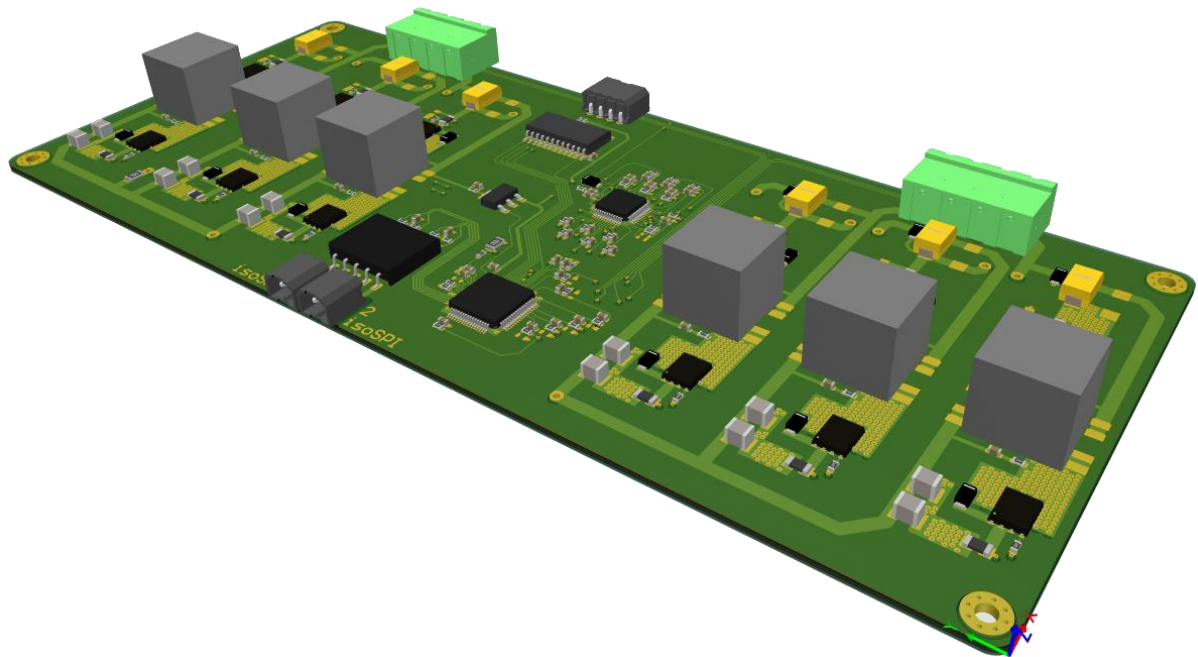


<b>n w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 1 von 12
Bearbeitet: FrF	Datum: 13.01.2019	
Freigabe: MuD	Datum: 13.01.2019	

# TheBMS

## Pro3E-Team4



Rev.	Änderung	Datum	Verantwortlich
1.0	Dokument erstellt	11.01.2019	P. Fankhauser
2.0	Dokument überarbeitet und erweitert	13.01.2019	F. Frey

<b>n w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 2 von 12

## 1 PRÜFAUFBAU

### Prüfaufbau

Benötigte Instrumente:

- 6 Netzgeräte mind. 5A falls Spannung für Funktionsprüfung auf 3.0 VDC bzw. 4.0 VDC eingestellt werden muss. Ansonsten min. 1 A  
Bsp.: EPS EPM-1865
- Leistungswiderstand Culatti (4.8 R / 16 A)
- Laptop als Hotspot
- TheBMS
- Multimeter

## 2 ABKÜRZUNGEN

Abkürzung	Beschreibung
BMS	Batterie-Management-System
isoSPI	Isolated Serial Peripheral Interface
UI	User Interface

<b>n   w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 3 von 12

### 3 PRÜFAUFBAU ERSTELLEN

Step	Prüfanweisung
	<u>Hinweis:</u> Die Balancingfunktion soll für jeden Block geprüft werden. Um einen Block zu simulieren, werden Netzgeräte verwendet und dienen somit als Blocksimulator. Dem jeweils zu ladendem Block wird ein Leistungswiderstand parallel geschaltet. Dies wird aufgrund der zu verarbeiteten Leistung getan.
3.1	Prüfaufbau gemäss Beilage (Abbildung 3) erstellen. Die ausgegrauten Elemente werden benötigt, um die Balancing-Funktion für den jeweiligen Block zu testen. Leistungswiderstand und Multimeter werden für die jeweiligen Blockmessungen neu angeschlossen.
3.2	Blocksimulator 1 bis 6 auf 3.5 VDC einstellen und der Reihe nach (Blocksimulator 1, Blocksimulator 2,...) einschalten.
3.3	Micro-USB- Kabel am Master an <b>rechtem Port</b> einstecken und anschliessend Stecker bei 230 VAC anschliessen (siehe Beilage Abbildung 1)
3.4	Hotspot auf eigenem Gerät mit dem Namen <b>thebms</b> und Passwort <b>pro3ETeam4</b> erstellen.
	<u>Hinweis:</u> Der Master verbindet sich automatisch mit dem Hotspot. Sobald der Master mit dem Hotspot verbunden ist, startet dieser die Übertragung der Telemetriedaten auf die Website.
3.5	Auf dem eigenen Laptop im Browser <b>TheBMS.ch</b> öffnen
3.6	Auf dem User Interface sind nun alle angeschlossenen Spannungen, die Raumtemperatur sowie der Balancing-Status ablesbar.

<b>n   w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 4 von 12

## 4 FUNKTIONSPRÜFUNG

Step	Funktionsprüfung für Balancing von Block_1	
4.1	Leerlaufstrommessung von $I_{GND} = 3.5 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>
4.2	Leistungswiderstand auf $1 \Omega$ eingestellt an Blocksimulator_1 anschliessen.	<input type="checkbox"/>
4.3	Um einen Balancing-Vorgang auszulösen wird der Blocksimulator_1 auf 3 VDC eingestellt. Blocksimulator_2 auf 4 VDC einstellen.	<input type="checkbox"/>
	<b>Hinweis:</b> Der Balancing-Algorithmus ermittelt den Mittelwert der angeschlossenen Blocksimulatoren (dieser wäre in diesem Fall bei 3.5 VDC. Sobald ein Blocksimulator um 0.1 VDC davon abweicht wird das Balancing ausgelöst. Dabei wird die Energie der Blocksimulatoren, welche über dem Mittelwert liegen auf die Blocksimulatoren, welche unterhalb des Mittelwerts liegen transferiert.	
4.4	Blocksimulator_2 liefert nun einen Ausgleichsstrom von 1 A (Blocksimulator_2 balanced Blocksimulator_1)	<input type="checkbox"/>
4.5	Strom von Blocksimulator_1 verringert sich nun auf ca. 3 A, da dieser von Blocksimulator_2 ge-balanced wird.	<input type="checkbox"/>
4.6	Blockspannungen sowie Temperaturüberwachung, sowie Temperaturmessung sind auf dem Userinterface ersichtlich.	<input type="checkbox"/>
4.7	Um eine Überspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_2 erhöhen. Balancing-Vorgang wird ab 4.2 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.8	Spannung an Blocksimulator_1 wieder auf 3VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.9	Um eine Unterspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_1 verringern. Balancing-Vorgang wird unter 2.8 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.10	Spannung an Blocksimulator_1 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.11	Strommessung während Balancing-Vorgang $I_{GND} = 10 \text{ mA} \pm 2 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>

 <p>Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik</p>	<p><b>Prüfanweisung TheBMS</b></p>	<p><b>Pro3ETeam4</b></p>
<p>Verfasst: FaP</p>	<p>Datum: 11.01.2019</p>	<p>Seite: 5 von 12</p>

Step	Funktionsprüfung der Sicherheitsfunktionen des Slaveprints	
4.12	<p>Um die Bidirektionalität der Verbindung zu testen werden folgende Schritte durchgeführt:</p> <p>Grünes Kabel (isoSPI1) an Slaveprint ausstecken Balancing Vorgang wird weiterhin ausgeführt, da Kommunikation über oranges Kabel (isoSPI2) gegeben ist.</p>	<input type="checkbox"/>
4.13	<p>Grünes Kabel (isoSPI1) an Slaveprint wieder einstecken und oranges Kabel (isoSPI2) an Slaveprint ausstecken. Balancing Vorgang wird weiterhin ausgeführt, da Kommunikation über grünes Kabel (isoSPI1) gegeben ist.</p>	<input type="checkbox"/>
4.14	<p>Grünes Kabel (isoSPI1) ausstecken Balancing-Vorgang wird angehalten, da keine Kommunikation zum Master stattfinden kann.</p>	<input type="checkbox"/>
4.15	<p>Grünes Kabel (isoSPI1) an isoSPI2-Port auf Slaveprint anschliessen. Balancing wird erneut ausgeführt, da Kommunikation auch von isoSPI1 (Master) via isoSPI2 (Slave) gewährleistet werden kann.</p>	<input type="checkbox"/>
4.16	<p>Um eine Übertemperatur auf den Li-Ion 18650 Zellen zu simulieren, kann einer bzw. beide der Taster betätigt werden. Diese simulieren die Temperaturschalter, welche auf den Blocks angebracht werden. → Taster drücken und halten. Balancing-Vorgang wird gestoppt. Auf dem Userinterface wird ein Fehler ausgegeben.</p>	<input type="checkbox"/>
4.17	<p>Taster wieder entlasten. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.</p>	<input type="checkbox"/>
4.18	<p>Um eine Übertemperatur der Umgebung zu simulieren, mittels Wärmequelle den PT1000 (siehe Beilage Abbildung 2) erwärmen. Mittels Userinterface Umgebungstemperatur beobachten. Sobald 45°C erreicht bzw. überschritten werden, wird der Balancing-Vorgang gestoppt.</p>	<input type="checkbox"/>
4.19	<p>Sobald die Temperatur des PT1000 unter 45°C sinkt, wird der Balancing-Vorgang wieder ausgeführt.</p>	<input type="checkbox"/>
4.20	<p>Um eine zu kalte Umgebung zu simulieren, mittels Kältespray den PT1000 (siehe Beilage Abbildung 2) abkühlen. Mittels Userinterface Umgebungstemperatur beobachten. Sobald 0°C erreicht bzw. unterschritten werden, wird der Balancing-Vorgang gestoppt.</p>	<input type="checkbox"/>
4.21	<p>Sobald die Temperatur des PT1000 über 0°C steigt, wird der Balancing-Vorgang wieder ausgeführt.</p>	<input type="checkbox"/>
<p><b>Ab hier werden die Schritte um die Funktionalität der Blöcke 2, 3, 4, 5 und 6 zu prüfen gleich durchgeführt wie für Block 1</b></p>		

<b>n   w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 6 von 12

Step	Funktionsprüfung für Balancing von Block_2	
4.22	Alle Blocksimulatoren auf 3.5 VDC einstellen. Leerlaufstrommessung von $I_{GND} = 3 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>
4.23	Leistungswiderstand auf $1 \Omega$ eingestellt an Blocksimulator_2 anschliessen.	<input type="checkbox"/>
4.24	Um einen Balancing-Vorgang auszulösen wird der Blocksimulator_2 auf 3 VDC eingestellt. Blocksimulator_3 auf 4 VDC einstellen.	<input type="checkbox"/>
4.25	Blocksimulator_3 liefert nun einen Ausgleichsstrom von 1 A (Blocksimulator_3 balanced Blocksimulator_2)	<input type="checkbox"/>
4.26	Strom von Blocksimulator_2 verringert sich nun auf ca. 3 A, da dieser von Blocksimulator_3 ge- balanced wird.	<input type="checkbox"/>
4.27	Blockspannungen sowie Temperaturüberwachung, sowie Temperaturmessung sind auf dem Userinterface ersichtlich.	<input type="checkbox"/>
4.28	Um eine Überspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_3 erhöhen. Balancing-Vorgang wird ab 4.2 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.29	Spannung an Blocksimulator_2 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.30	Um eine Unterspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_2 verringern. Balancing-Vorgang wird unter 2.8 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.31	Spannung an Blocksimulator_2 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.32	Strommessung während Balancing-Vorgang $I_{GND} = 10 \text{ mA} \pm 2 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>

<b>n   w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 7 von 12

Step	Funktionsprüfung für Balancing von Block_3	
4.33	Alle Blocksimulatoren auf 3.5 VDC einstellen. Leerlaufstrommessung von $I_{GND} = 3 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>
4.34	Leistungswiderstand auf $1 \Omega$ eingestellt an Blocksimulator_3 anschliessen.	<input type="checkbox"/>
4.35	Um einen Balancing-Vorgang auszulösen wird der Blocksimulator_3 auf 3 VDC eingestellt. Blocksimulator_4 auf 4 VDC einstellen.	<input type="checkbox"/>
4.36	Blocksimulator_4 liefert nun einen Ausgleichsstrom von 1 A (Blocksimulator_4 balanced Blocksimulator_2)	<input type="checkbox"/>
4.37	Strom von Blocksimulator_3 verringert sich nun auf ca. 3 A, da dieser von Blocksimulator_4 ge- balanced wird.	<input type="checkbox"/>
4.38	Blockspannungen sowie Temperaturüberwachung, sowie Temperaturmessung sind auf dem Userinterface ersichtlich.	<input type="checkbox"/>
4.39	Um eine Überspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_4 erhöhen. Balancing-Vorgang wird ab 4.2 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.40	Spannung an Blocksimulator_3 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.41	Um eine Unterspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_3 verringern. Balancing-Vorgang wird unter 2.8 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.42	Spannung an Blocksimulator_3 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.43	Strommessung während Balancing-Vorgang $I_{GND} = 10 \text{ mA} \pm 2 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>

<b>n   w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 8 von 12

Step	Funktionsprüfung für Balancing von Block_4	
4.44	Alle Blocksimulatoren auf 3.5 VDC einstellen. Leerlaufstrommessung von $I_{GND} = 3 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>
4.45	Leistungswiderstand auf $1 \Omega$ eingestellt an Blocksimulator_4 anschliessen.	<input type="checkbox"/>
4.46	Um einen Balancing-Vorgang auszulösen wird der Blocksimulator_4 auf 3 VDC eingestellt. Blocksimulator_5 auf 4VDC einstellen.	<input type="checkbox"/>
4.47	Blocksimulator_5 liefert nun einen Ausgleichsstrom von 1 A (Blocksimulator_5 balanced Blocksimulator_4)	<input type="checkbox"/>
4.48	Strom von Blocksimulator_4 verringert sich nun auf ca. 3 A, da dieser von Blocksimulator_5 ge- balanced wird.	<input type="checkbox"/>
4.49	Blockspannungen sowie Temperaturüberwachung, sowie Temperaturmessung sind auf dem Userinterface ersichtlich.	<input type="checkbox"/>
4.50	Um eine Überspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_5 erhöhen. Balancing-Vorgang wird ab 4.2 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.51	Spannung an Blocksimulator_4 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.52	Um eine Unterspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_4 verringern. Balancing-Vorgang wird unter 2.8 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.53	Spannung an Blocksimulator_4 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.54	Strommessung während Balancing-Vorgang $I_{GND} = 10 \text{ mA} \pm 2 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>



<b>n   w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 9 von 12

Step	Funktionsprüfung für Balancing von Block_5	
4.55	Alle Blocksimulatoren auf 3.5 VDC einstellen. Leerlaufstrommessung von $I_{GND} = 3 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>
4.56	Leistungswiderstand auf $1\Omega$ eingestellt an Blocksimulator_5 anschliessen.	<input type="checkbox"/>
4.57	Um einen Balancing-Vorgang auszulösen wird der Blocksimulator_5 auf 3 VDC eingestellt. Blocksimulator_6 auf 4VDC einstellen.	<input type="checkbox"/>
4.58	Blocksimulator_6 liefert nun einen Ausgleichsstrom von 1A (Blocksimulator_6 balanced Blocksimulator_5)	<input type="checkbox"/>
4.59	Strom von Blocksimulator_5 verringert sich nun auf ca. 3 A, da dieser von Blocksimulator_6 ge- balanced wird.	<input type="checkbox"/>
4.60	Blockspannungen sowie Temperaturüberwachung, sowie Temperaturmessung sind auf dem Userinterface ersichtlich.	<input type="checkbox"/>
4.61	Um eine Überspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_6 erhöhen. Balancing-Vorgang wird ab 4.2 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.62	Spannung an Blocksimulator_5 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.63	Um eine Unterspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_5 verringern. Balancing-Vorgang wird unter 2.8 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.64	Spannung an Blocksimulator_5 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.65	Strommessung während Balancing-Vorgang $I_{GND} = 10 \text{ mA} \pm 2 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>

<b>n   w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 10 von 12

Step	Funktionsprüfung für Balancing von Block_6	
4.66	Alle Blocksimulatoren auf 3.5 VDC einstellen. Leerlaufstrommessung von $I_{GND} = 3 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>
4.67	Leistungswiderstand auf $1 \Omega$ eingestellt an Blocksimulator_6 anschliessen.	<input type="checkbox"/>
4.68	Um einen Balancing-Vorgang auszulösen wird der Blocksimulator_6 auf 3 VDC eingestellt. Blocksimulator_1 auf 4VDC einstellen.	<input type="checkbox"/>
4.69	Blocksimulator_1 liefert nun einen Ausgleichsstrom von 1 A (Blocksimulator_1 balanced Blocksimulator_6)	<input type="checkbox"/>
4.70	Strom von Blocksimulator_6 verringert sich nun auf ca. 3 A, da dieser von Blocksimulator_1 ge-balanced wird.	<input type="checkbox"/>
4.71	Blockspannungen sowie Temperaturüberwachung, sowie Temperaturmessung sind auf dem Userinterface ersichtlich.	<input type="checkbox"/>
4.72	Um eine Überspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_1 erhöhen. Balancing-Vorgang wird ab 4.2 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.73	Spannung an Blocksimulator_6 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.74	Um eine Unterspannung der zu balancenden Zelle zu simulieren, Spannung an Blocksimulator_6 verringern. Balancing-Vorgang wird unter 2.8 VDC gestoppt.	<input type="checkbox"/>
4.75	Spannung an Blocksimulator_6 wieder auf 3 VDC einstellen. Balancing-Vorgang wird erneut ausgeführt.	<input type="checkbox"/>
4.76	Strommessung während Balancing-Vorgang $I_{GND} = 10 \text{ mA} \pm 2 \text{ mA}$	<input type="checkbox"/>

## 5 REVISIONSKONTROLLE

Rev	History – Grund der Änderung	Datum	Verantwortlich
1.0	Dokument erstellt	11.01.2019	P. Fankhauser
2.0	Dokument überarbeitet. Zudem wurden Ergänzungen und Erweiterungen zur effizienteren und qualitativeren Prüfung hinzugefügt.	13.01.2019	F. Frey

<b>n w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 11 von 12

## 6 BEILAGE

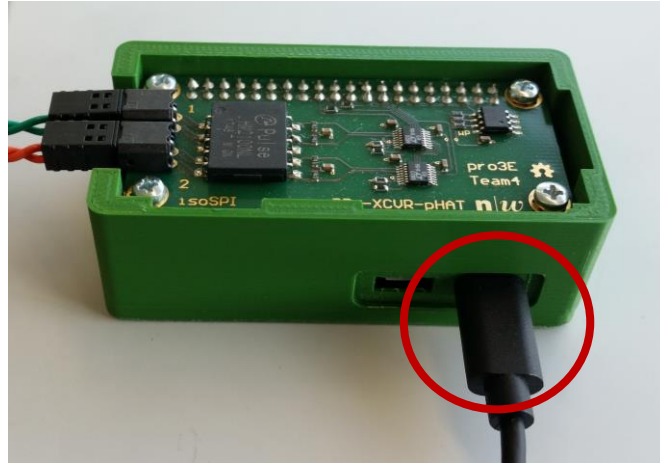


Abbildung 1: Masterprint

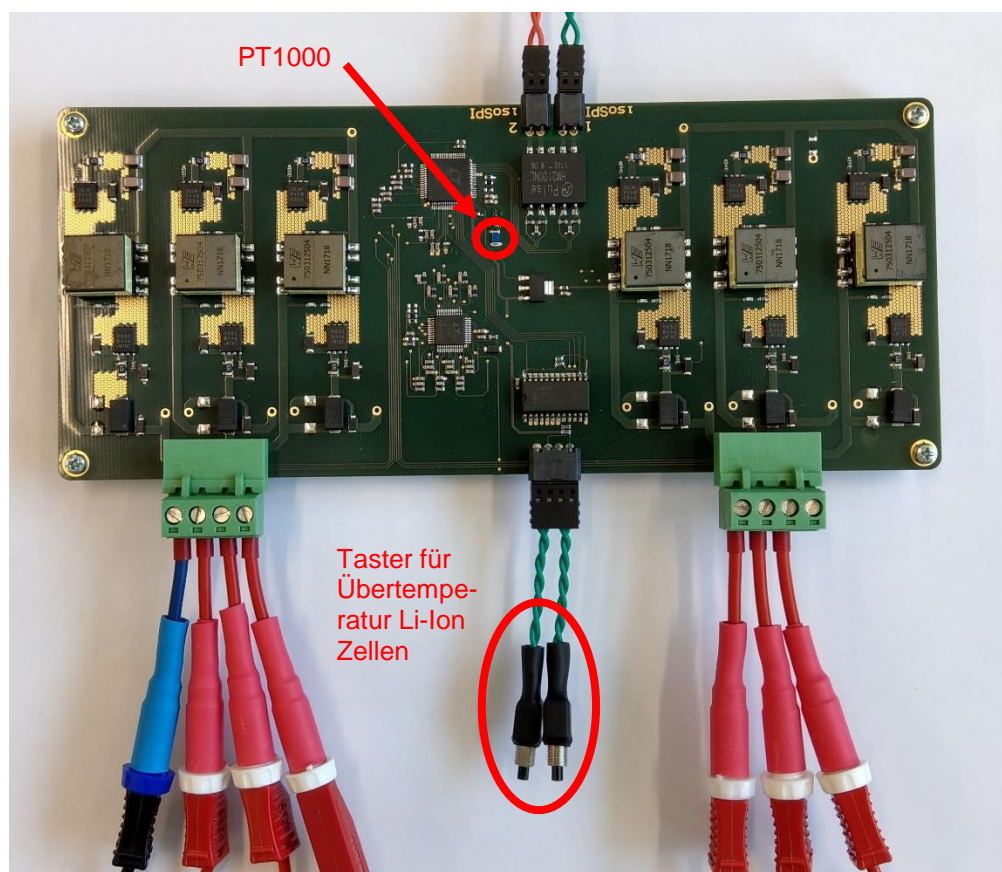


Abbildung 2: Slaveprint

<b>n w</b> Fachhochschule Nordwestschweiz Hochschule für Technik	<b>Prüfanweisung TheBMS</b>	<b>Pro3ETeam4</b>
Verfasst: FaP	Datum: 11.01.2019	Seite: 12 von 12

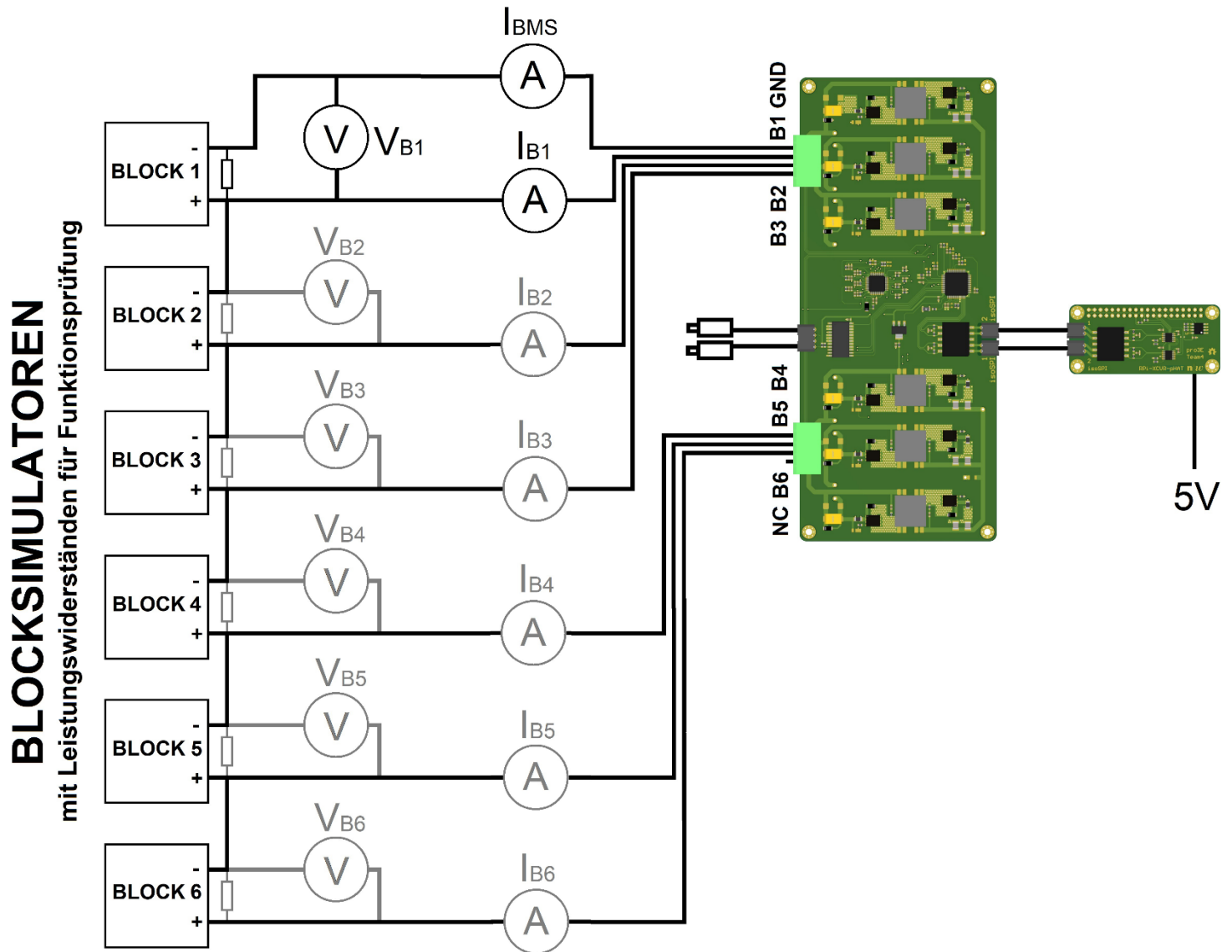


Abbildung 3: Prüfschema