

## 1 Zweck

- Festlegung der Prüfgegenstände, Prüfziele, Prüfmethoden, Beurteilungskriterien und Bewertungsmaßstäbe für den flüssigkeitsgekühlten Energiespeicherschrank.
- Definition der Bedingungen und Abläufe des flüssigkeitsgekühlten Energiespeicherschanks in den verschiedenen Prüfphasen (Prüfaufgabenentwurf, Prüfvorbereitung, Prüfdurchführung, Prüfabschluss).
- Festlegung der Grundprinzipien der Prüfung des flüssigkeitsgekühlten Energiespeicherschanks, der Klassifizierung von Nichtkonformitäten sowie der Qualitätsbeurteilungskriterien.
- Prüfung der Leistungsmerkmale aller von Hoenergy produzierten flüssigkeitsgekühlten Energiespeicherschranke, um sicherzustellen, dass deren Sicherheit und Zuverlässigkeit den Kundenanforderungen entsprechen.
- Aufdeckung offensichtlicher oder latenter Qualitätsprobleme, um objektive Daten als Grundlage für die Verbesserung von Produktqualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit bereitzustellen.

## 2 Geltungsbereich

Gilt für die Funktionen und Leistungsmerkmale der flüssigkeitsgekühlten Energiespeicherschranke, die von der Hoenergy New Energy Technology Co., Ltd. hergestellt werden.

## 3 Referenzierte Normen

| Nr. | Norm                            | Beschreibung                                                                                                                                      |
|-----|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Produkttechnische Anforderungen | „Produktspezifikation“                                                                                                                            |
| 2   | IEC 62933-3-1:2018              | (Planung und Leistungsbewertung von Energiespeichersystemen) Betriebs- und Wartungsverfahren für Energiespeicherkraftwerke                        |
| 3   | IEC 62933-2-1:2017              | (Parameter und Prüfung von Einheiten) Allgemeine technische Anforderungen an elektrochemische Energiespeichersysteme für Stromnetze               |
| 4   | IEC TS 62933-3-2:2023           | (Leistungskennzahlen von Energiespeichersystemen) Betriebskennzahlen und Bewertung elektrochemischer Energiespeicherkraftwerke                    |
| 5   | EN 50549-1:2019                 | (Anschluss von Erzeugungsanlagen an Niederspannungsnetze) Technische Spezifikation für den Netzanschluss elektrochemischer Energiespeichersysteme |
| 6   | EN 50549-10:2022                | (Konformitätsbewertung/Prüfung) Prüfspezifikation für netzgekoppelte elektrochemische Energiespeichersysteme                                      |
| 7   | IEC 62619:2022                  | (Industrielle Lithiumzellen/Batterien) Lithium-Ionen-Batterien für die elektrische Energiespeicherung                                             |
| 8   | IEC TS 62933-3-2:2023           | (Leistungskennzahlen von Energiespeichersystemen) Betriebskennzahlen und Bewertung elektrochemischer Energiespeicherkraftwerke                    |
| 9   | IEC 62933-2-1:2017              | (Parameter und Prüfung von Einheiten) Allgemeine technische Anforderungen an elektrochemische Energiespeichersysteme für Stromnetze               |
| 10  | EN 50549-10:2022                | (Konformitätsbewertung/Prüfung) Prüfspezifikation für netzgekoppelte elektrochemische Energiespeichersysteme                                      |
| 11  | IEC 62477-1:2022                | (Sicherheit von Leistungselektronikumrichtern) Technische Spezifikation für Energiespeicherumrichter in elektrochemischen Energiespeichersystemen |

## 4 Begriffsdefinitionen

- **EUT:** Zu prüfendes Gerät (Equipment Under Test)
- **AE:** Hilfseinrichtung (Auxiliary Equipment)

## 5 Testgrundsätze und Beurteilungskriterien

### 5.1 Grundlegende Testprinzipien

Basierend auf Standards (internationale Standards, nationale Standards, Branchenstandards), Prüfspezifikationen und Spezifikationen sowie unter Berücksichtigung von Testdaten wird der Flüssigkeitsgekühlte Energiespeicherschrank aus Benutzersicht bewertet, um Funktionsmängel und potenzielle Ausfälle in der Testphase aufzudecken.

Die Testarbeit wird nicht durch Faktoren beeinflusst, die den Testprozess stören, wie z. B. die Einstellung und Denkweise des Projektentwicklungsteams, sondern wird gemäß dem Testablauf unabhängig durchgeführt.

## 5.2 Grundsätze und Standards der Problemklassifizierung

Einstufung nach dem Grad der Abweichung von den Produktqualitätsmerkmalen:

- **Klasse A (schwerwiegender Mangel):** Ausfall von Grundfunktionen, Sicherheitsfunktionen usw.
- **Klasse B (wichtiger Mangel):** Hauptkennzahlen oder vom Kunden besonders beachtete Punkte erfüllen die Anforderungen nicht
- **Klasse C (allgemeiner Mangel):** Allgemeine Kennzahlen erfüllen die Anforderungen nicht
- **Klasse D (akzeptabler Mangel):** Mangel, der je nach aktueller Situation des Kunden oder des Unternehmens akzeptabel ist

## 5.3 Qualitätsbeurteilungskriterien

Sämtliche Prüfposten entsprechen den festgelegten Anforderungen, wird die Beurteilung als konform festgelegt.

Erfüllt ein beliebiger Prüfposten die festgelegten Anforderungen nicht, ist die Prüfung auszusetzen. Nachdem die verantwortliche Einheit den nicht konformen Posten analysiert, die Ursache ermittelt und Korrekturmaßnahmen ergriffen hat, ist die Prüfung erneut vorzulegen. Ist die Nachprüfung konform, gilt die Beurteilung weiterhin als konform. Weist die Nachprüfung erneut Posten auf, die den festgelegten Anforderungen nicht entsprechen, so wird die Beurteilung als nicht konform festgelegt.

## 6 Testgeräte, Werkzeuge und Umgebung

### 6.1 Prüfgeräte

| Nr. | Gerätebezeichnung                      | Hersteller         | Modell            |
|-----|----------------------------------------|--------------------|-------------------|
| 1   | Netzwerkkabel-Tester                   | Prokits (Taiwan)   | MT-7028           |
| 2   | Zangen-Strommessgerät                  | Fluke              | F393              |
| 3   | Tragbare Taschen-Wärmebildkamera       | Fluke              | PTi120            |
| 4   | Thermo-Hygrometer                      | Fluke              | F971              |
| 5   | Isolationswiderstands-Prüfgerät        | Fluke              | 1535/1537         |
| 6   | Netzqualitäts-Analysator               | Zhiyuan Electronic | PA5006H-P0600-242 |
| 7   | Isolations- und Hochspannungsprüfgerät | Chroma             | 19053             |
| 8   | CAN-Box                                | Zhouli Industry    | USBCAN-II+        |
| 9   | USB-zu-RS485-Modul                     | Ningtai Technology | UT-8890           |

### 6.2 Testumgebung

- Die Höhe des Testgeländes darf 2000 m nicht überschreiten
- Atmosphärischer Druck: 86–106 kPa
- Umgebungstemperatur während des Gerätebetriebs:  $20 \pm 5$  °C
- Tagesdurchschnitt der relativen Luftfeuchtigkeit: 45 %–75 %; das Gerät darf keiner Kondensation ausgesetzt sein

## 7 Prüfgegenstände, Prüfmethoden, Bewertungskriterien und Prüfergebnisse

### 7.1 Sichtprüfung und Überprüfung der Basiskomponenten

Umfasst Sichtprüfung, Geräteprüfung, Leitungsprüfung, Türschlossprüfung und Maßprüfung.

#### 7.1.1 Sichtprüfung

**Testmethode:** Produkttypenschild, Beschriftungen, Logo und Gehäusezustand prüfen.

**Bewertungskriterien:** Typenschild, Beschriftungen und Logo sind korrekt und deutlich sichtbar; das Gehäuse weist keine Beschädigungen oder Korrosion auf.

**Testergebnis:**

| Nr. | Prüfpunkt           | Bewertungskriterien                                                                                           | Ergebnis  |
|-----|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1   | Produktvorderseite  | Typenschild, Beschriftungen und Logo korrekt und deutlich sichtbar; Gehäuse ohne Beschädigungen und Korrosion | Bestanden |
| 2   | Produktlinke Seite  | Gleich wie oben                                                                                               | Bestanden |
| 3   | Produktrechte Seite | Gleich wie oben                                                                                               | Bestanden |
| 4   | Produktrückseite    | Gleich wie oben                                                                                               | Bestanden |
| 5   | Typenschild         | Gleich wie oben                                                                                               | Bestanden |
| 6   | Logo                | Gleich wie oben                                                                                               | Bestanden |

### 7.1.2 Geräteinspektion

**Prüfmethode:** Anhand der BOM-Stückliste und der Installationszeichnungen werden Einbauort und Befestigungszustand der Komponenten EMS, PCS, Batteriegehäuse, Flüssigkeitskühleinheit, Schaltschrank, Brandschutzeinrichtung, Entfeuchtungsgerät usw. überprüft.

**Beurteilungskriterien:** Die Befestigungspositionen aller Geräte sind korrekt und zuverlässig, ohne Verformungen oder Verschiebungen; die Verbindungsschrauben sind fest angezogen.

#### Prüfergebnisse:

| Nr. | Prüfgegenstand          | Beurteilungskriterien                                                                                                                                      | Ergebnis |
|-----|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1   | PCS                     | Die Befestigungspositionen aller Geräte sind korrekt und zuverlässig, ohne Verformungen oder Verschiebungen; die Verbindungsschrauben sind fest angezogen. | Konform  |
| 2   | EMS                     | Wie oben                                                                                                                                                   | Konform  |
| 3   | Batteriegehäuse         | Wie oben                                                                                                                                                   | Konform  |
| 4   | Flüssigkeitskühleinheit | Wie oben                                                                                                                                                   | Konform  |
| 5   | Schaltschrank           | Wie oben                                                                                                                                                   | Konform  |
| 6   | Brandschutzschrank      | Wie oben                                                                                                                                                   | Konform  |
| 7   | Entfeuchtungsgerät      | Wie oben                                                                                                                                                   | Konform  |
| 8   | Sonstige Komponenten    | Wie oben                                                                                                                                                   | Konform  |

### 7.1.3 Leitungsprüfung

**Prüfmethode:** Punkt-für-Punkt-Überprüfung anhand der elektrischen Schaltpläne:

1. Die Verdrahtung der Leistungs-, Kommunikations- und Hilfsstromversorgungsleitungen der einzelnen Batteriecluster ist korrekt und zuverlässig;
2. Die Leistungs-, Kommunikations- und Stromversorgungsleitungen der einzelnen Sammelschränke sind korrekt angeschlossen und die Verbindungen sind zuverlässig;
3. Die Leistungs-, Kommunikations-, Hilfsstromversorgungs- und Kühllüfterleitungen des PCS sind korrekt und zuverlässig verdrahtet;
4. Die Kommunikations- und Hilfsstromversorgungsleitungen des EMS sind korrekt und zuverlässig verdrahtet;
5. Die Kommunikations- und Leistungsleitungen des Schaltschranks sind korrekt und zuverlässig verdrahtet;
6. Die Brandmelde-Kommunikations- und Leistungsleitungen sind korrekt und zuverlässig verdrahtet;
7. Die Erdungsleitungen der einzelnen Geräte sind korrekt geerdet und die Verbindungen sind zuverlässig.

**Bewertungskriterien:** Die Kabel und Kupferschienen sind an allen Stellen korrekt angeschlossen und die Verbindungen sind zuverlässig; die Erdungs- und Leistungsleitungen sind plangemäß korrekt verbunden, die Adernummer-Beschriftungen sind deutlich und korrekt.

#### Prüfergebnis:

| Nr. | Prüfpunkt                                            | Bewertungskriterien                                                                                                                                                                                                                       | Ergebnis |
|-----|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1   | Leistungsleitung/Kupferschiene Batteriecluster       | Kabel und Kupferschienen sind an allen Stellen korrekt angeschlossen und die Verbindungen sind zuverlässig; die Erdungs- und Leistungsleitungen sind plangemäß korrekt verbunden, die Adernummer-Beschriftungen sind deutlich und korrekt | Konform  |
| 2   | Signalleitung Batteriecluster                        | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 3   | Leistungsleitung Hochspannungsbox                    | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 4   | Signalleitung Hochspannungsbox                       | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 5   | Leistungsleitung/Kupferschiene PCS                   | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 6   | Signalleitung PCS                                    | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 7   | Stromversorgungsleitung EMS                          | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 8   | Signalleitung EMS                                    | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 9   | Leistungs- und Signalleitung Flüssigkeitskühleinheit | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 10  | Leistungs- und Signalleitung Entfeuchter             | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |
| 11  | Brandmelde-Stromversorgungs- und Signalleitung       | wie oben                                                                                                                                                                                                                                  | Konform  |

#### 7.1.4 Türschlossprüfung

**Prüfmethode:** Mit dem Schlüssel jedes Türschloss einzeln auf- und abschließen und jeden Türflügel beobachten.

**Bewertungskriterien:** Die Schlossfunktion ist normal, keine Verformungen, keine Beschädigungen.

**Prüfergebnis:**

| Nr. | Prüfpunkt                              | Bewertungskriterien                                                      | Ergebnis |
|-----|----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1   | Aussehen und Funktion des Türschlosses | Die Schlossfunktion ist normal, keine Verformungen, keine Beschädigungen | Konform  |

#### 7.1.5 Maßprüfung

**Prüfmethode:** Mit einem Maßband die Abmessungen des Schrankes in allen Richtungen messen und mit der Konstruktionszeichnung abgleichen.

**Beurteilungskriterien:** Gemäß ISO 2768-1:1989 "Allgemeine Toleranzen – Teil 1: Toleranzen für Längen- und Winkelmaße":

Tabelle 1 Grenzabweichungen für Längenmaße (mm)

| Toleranzklasse | 0,5–3 | >3–6  | >6–30 | >30–120 | >120–400 | >400–1000 | >1000–2000 | >2000–4000 |
|----------------|-------|-------|-------|---------|----------|-----------|------------|------------|
| Fein (f)       | ±0,05 | ±0,05 | ±0,1  | ±0,15   | ±0,2     | ±0,3      | ±0,5       | —          |
| Mittel (m)     | ±0,1  | ±0,1  | ±0,2  | ±0,3    | ±0,5     | ±0,8      | ±1,2       | ±2         |
| Grob (c)       | ±0,2  | ±0,3  | ±0,5  | ±0,8    | ±1,2     | ±2        | ±3         | ±4         |
| Sehr grob (v)  | —     | ±0,5  | ±1    | ±1,5    | ±2,5     | ±4        | ±6         | ±8         |

Längenabweichung  $\leq \pm 1,2$  mm; Breitenabweichung  $\leq \pm 1,2$  mm; Höhenabweichung  $\leq \pm 2$  mm.

**Prüfergebnisse:**

| Nr. | Prüfpunkt | Beurteilungskriterien                 | Ergebnis |
|-----|-----------|---------------------------------------|----------|
| 1   | Länge     | Maßabweichung des Geräts $\leq 10$ mm | Konform  |
| 2   | Breite    | Maßabweichung des Geräts $\leq 10$ mm | Konform  |
| 3   | Höhe      | Maßabweichung des Geräts $\leq 10$ mm | Konform  |

## 7.2 Funktionstest

### 7.2.1 Einschaltprüfung des Batterieclusters

#### Prüfverfahren:

1. Messen Sie die Spannung B+/B– zwischen den einzelnen Batterie-PACKs und dem Hochvolt-Verteiler;
2. Schließen Sie den Leistungsschalter des Hochvolt-Verteilers;
3. Verbinden Sie den PC über eine CAN-Box mit dem Hochvolt-Verteiler, starten Sie das Hauptsteuergerät und lesen Sie die Dateninformationen des Batterieclusters aus.

**Beurteilungskriterien:** Die PACK-Spannung, die Batteriecluster-Spannung und die maximale Spannungsdifferenz entsprechen den Normen (PACK-Spannung 134,4–172,8 V, Spannungsdifferenz <0,5 V; Batteriecluster-Spannung 672–864 V, Spannungsdifferenz <2 V). Die Stromversorgung des Hochvolt-Verteilers ist normal und es liegen keine Alarme vor. Die Spannungen der einzelnen Batteriecluster, PACKs und Zellen sind normal, und die Daten aller Temperatursensoren sind normal.

#### Prüfergebnisse:

| Position                                      | Standardwert               | Probe | PACK-Nr. | Mindestwert | Höchstwert | Spannungsdifferenz | Ergebnis |
|-----------------------------------------------|----------------------------|-------|----------|-------------|------------|--------------------|----------|
| Batteriecluster-Prüfung                       | 134,4–172,8 V              | 1     | #1       | Vout (V)    | Vout (V)   | —                  | Konform  |
| Batteriecluster-Prüfung                       | 672–864 V                  | 1     | —        | Vout (V)    | Vout (V)   | —                  | Konform  |
| Prüfung der maximalen PACK-Spannungsdifferenz | Spannungsdifferenz 0–0,5 V | 1     | —        | Vout (V)    | Vout (V)   | 0–0,5              | Konform  |

### 7.2.2 Überprüfung des Hochfahrprozesses

#### Testverfahren:

1. Den Wechselstrom-seitigen Schutzschalter schließen;
2. Die Schutzschalter der Flüssigkeitskühleinheit, der Brandmeldeanlage, des Lüfters, der 24-V-Stromversorgung, der Steckdosen, der Beleuchtung, des Hochspannungsverteilers usw. schließen;
3. Die Batteriecluster zuschalten.

**Bewertungskriterien:** Das System läuft normal, während des Hochfahrprozesses treten keine Alarme oder Schutzauslösungen auf.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt       | Bewertungskriterien                                                                                   | Ergebnis |
|-----|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1   | Hochfahrprozess | Das System läuft normal, während des Hochfahrprozesses treten keine Alarme oder Schutzauslösungen auf | Konform  |

### 7.2.3 EMS-Datenprüfung

**Testmethode:** Nachdem das System eingeschaltet wurde, melden Sie sich separat auf der lokalen EMS-Plattform und der Cloud-Plattform an, um die Plattformdaten einzusehen.

**Beurteilungskriterien:** Die Daten auf der lokalen EMS-Plattform und der Cloud-Plattform sind jederzeit normal.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt        | Beurteilungskriterien                                                                 | Ergebnis |
|-----|------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1   | EMS-Datenprüfung | Die Daten auf der lokalen EMS-Plattform und der Cloud-Plattform sind jederzeit normal | Konform  |

### 7.2.4 Überprüfung der Batterieclusstrange-Informationen

#### Testmethode:

1. Anmelden an der lokalen EMS-Plattform und der Cloud-Plattform;
2. Clusstrang-Spannung, Clusstrang-Strom, Clusstrang-SOC, Ladekapazität, Entladekapazität, Einzel-Ladekapazität, Einzel-Entladekapazität, kumulierte Ladekapazität, kumulierte Entladekapazität, höchste Einzelzellenspannung, niedrigste Einzelzellenspannung, Durchschnittstemperatur, höchste Einzelzellentemperatur, niedrigste Einzelzellentemperatur, Einzelzellen-SOH, Isolation R+, Isolation R–, durchschnittlicher SOC und weitere Informationen einsehen.

**Bewertungskriterium:** Die Batterieclusstrange-Informationen sind korrekt.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt                                         | Bewertungskriterium                                | Ergebnis  |
|-----|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------|
| 1   | Überprüfung der Batterieclusstrange-Informationen | Die Batterieclusstrange-Informationen sind korrekt | Bestanden |

### 7.2.5 Prüfung der Messgenauigkeit der Klemmenspannung von Batterieclustern

#### Testverfahren:

1. Mit dem Spannungsmessbereich eines Multimeters die PACK-Klemmenspannung V1 messen;
2. Die PACK-Klemmenspannung V2 aus der lokalen EMS- bzw. Cloud-Plattform auslesen;
3. Den Messfehler der Klemmenspannung  $(V2-V1)/V1$  berechnen;
4. Den während des Testvorgangs berechneten Maximalwert des Fehlers heranziehen.

**Beurteilungskriterium:** Messfehler  $\leq \pm 5\%$ .

#### Testergebnis:

| Position                                              | Sollwert            | Probe | PACK-Nr. | Gemessener Wert Vout (V) | EMS-Daten Vout (V) | BMS-Hauptgerät Vout (V) | Spannungsdifferenz | Ergebnis  |
|-------------------------------------------------------|---------------------|-------|----------|--------------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------|
| Prüfung der PACK-Spannungsgenauigkeit                 | -0,50 % bis +0,50 % | 1     | #1       | -0,50 %                  | -0,50 %            | —                       | —                  | Bestanden |
| Dito                                                  | Dito                | 2     | —        | —                        | —                  | —                       | —                  | Bestanden |
| Dito                                                  | Dito                | 3     | —        | —                        | —                  | —                       | —                  | Bestanden |
| Dito                                                  | Dito                | 4     | —        | —                        | —                  | —                       | —                  | Bestanden |
| Dito                                                  | Dito                | 5     | —        | —                        | —                  | —                       | —                  | Bestanden |
| Prüfung der Spannungsgenauigkeit des Batterieclusters | -0,50 % bis +0,50 % | 1     | —        | -0,50 %                  | -0,50 %            | —                       | —                  | Bestanden |

### 7.2.6 Genauigkeitsprüfung der PCS-Klemmenspannung

#### Testverfahren:

1. Messen Sie mit dem Spannungsmessbereich eines Multimeters die PCS-Gleichspannung V1 sowie die drei Phasenspannungen VA1, VB1 und VC1 auf der Wechselstromseite;
2. Lesen Sie die PCS-Gleichspannung V2 sowie die drei Phasenspannungen VA2, VB2 und VC2 auf der Wechselstromseite aus dem lokalen EMS bzw. der EMS-Cloud-Plattform aus;
3. Berechnen Sie die Messabweichungen der Klemmenspannungen  $(V2-V1)/V1$ ,  $(VA1-VA2)/VA1$ ,  $(VB1-VB2)/VB1$ ,  $(VC1-VC2)/VC1$ ;
4. Ermitteln Sie den während des Testvorgangs berechneten Maximalwert der Abweichung.

**Beurteilungskriterium:** Messabweichung  $\leq \pm 5\%$ , gemäß PCS-Datenblatt.

#### Testergebnis:

| Prüfpunkt                                   | Sollwert            | Muster | Kategorie        | Gemessener Wert | Plattformdaten | Differenz | Ergebnis |
|---------------------------------------------|---------------------|--------|------------------|-----------------|----------------|-----------|----------|
| Genauigkeitsprüfung der PCS-Klemmenspannung | -0,50 % bis +0,50 % | 1      | Spannung Phase A | -0,50 %         | 0,50 %         | —         | Konform  |
| Dito                                        | Dito                | 1      | Spannung Phase B | —               | —              | —         | Konform  |
| Dito                                        | Dito                | 1      | Spannung Phase C | —               | —              | —         | Konform  |
| Dito                                        | Dito                | 1      | Gleichspannung   | —               | —              | —         | Konform  |

### 7.2.7 Beleuchtungsprüfung

**Prüfmethode:** Öffnen und schließen Sie die Batterietür und beobachten Sie den Beleuchtungsstatus.

**Beurteilungskriterium:** Die Beleuchtung funktioniert ordnungsgemäß.

### 7.2.8 PCS-Kühlventilator-Prüfung

#### Prüfverfahren:

1. PCS in Betrieb nehmen;
2. Wenn die Temperatur des PCS-Kühlkörpers den Sollwert überschreitet, das Verhalten des PACK-Lüfters beobachten;
3. PCS anhalten;
4. Das Verhalten des Lüfters erneut beobachten.

**Bewertungskriterien:** Wenn die Wirk-/Blindleistung beim Laden und Entladen des PCS unter dem Sollwert liegt (z. B. 1 % der Nennleistung), startet der Lüfter, sobald die Temperatur des PCS-Kühlkörpers die Solltemperatur (80 °C) überschreitet, und läuft, bis die Kühlkörpertemperatur auf die Solltemperatur (60 °C) abgesunken ist. Wenn die Wirk-/Blindleistung beim Laden und Entladen des PCS über dem Sollwert liegt (z. B. 1 % der Nennleistung), startet der Lüfter, sobald die Temperatur des PCS-Kühlkörpers die Solltemperatur (60 °C) überschreitet, und läuft, bis die Temperatur auf die Solltemperatur (50 °C) abgesunken ist.

#### Prüfergebnis:

| Nr. | Prüfpunkt                    | Ergebnis |
|-----|------------------------------|----------|
| 1   | Lüfter-Luftströmungsrichtung | Konform  |
| 2   | Lüfter-Steuerlogik           | Konform  |

### 7.2.9 Datenprüfung der Flüssigkeitskühleinheit

#### Testmethode:

1. Beobachten Sie die Starttemperaturwerte für Kühlung/Heizung der Flüssigkeitskühleinheit;
2. Vergleichen Sie die Flüssigkeitskühldaten zwischen EMS lokal und Cloud;
3. Stellen Sie die Starttemperaturwerte für Kühlung/Heizung der Flüssigkeitskühleinheit manuell ein und beobachten Sie den Betriebszustand.

#### Bewertungskriterien:

1. Wenn die PCS in Betrieb ist: Höchsttemperatur  $\geq 35$  °C startet die Kühlung; Temperatur  $\leq 20$  °C wechselt in den Wasserkreislauf zur Warmhaltung; Temperatur  $\leq 5$  °C startet die Heizung; Temperatur steigt auf 15 °C wechselt in den Wasserkreislauf zur Warmhaltung.
2. Wenn die PCS nicht in Betrieb ist: Höchsttemperatur  $\geq 40$  °C startet die Kühlung; Temperatur  $\leq 35$  °C stoppt das TMS; Temperatur  $\leq 5$  °C startet die Heizung; Temperatur steigt auf 15 °C stoppt das TMS.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt                                | Bewertungskriterien     | Ergebnis  |
|-----|------------------------------------------|-------------------------|-----------|
| 1   | Datenprüfung der Flüssigkeitskühleinheit | Steuerungslogik korrekt | Bestanden |

### 7.2.10 Brandprüfung

**Testmethode:** Den Status des Brandmeldesystems und die Rückmeldungen am EMS lokal / in der Cloud / im Cloud-Portal beobachten.

**Bewertungskriterien:** Das Brandmeldesystem arbeitet normal, die Rückmeldungen sind korrekt.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt           | Ergebnis  |
|-----|---------------------|-----------|
| 1   | Betriebszustand     | Bestanden |
| 2   | Störungsrückmeldung | Bestanden |

### 7.2.11 Überprüfung des Not-Aus-Schalters

#### Testverfahren:

1. Über das EMS (lokal oder cloudbasiert) Laden und Entladen mit der Nennleistung des Systems anfordern;
2. Den Not-Aus-Schalter betätigen;
3. Den Betriebszustand des Systems sowie den Status der Anzeigeleuchten beobachten.

**Bewertungskriterien:** Beim Betätigen des Not-Aus-Schalters stoppt das System den Lade- und Entladevorgang, und die Not-Aus-Anzeigeleuchte leuchtet auf. Nach dem Loslassen des Not-Aus-Schalters nimmt das System den Lade- und Entladevorgang wieder auf, und die Not-Aus-Anzeigeleuchte erlischt.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt                   | Ergebnis  |
|-----|-----------------------------|-----------|
| 1   | Zustandsrückmeldung korrekt | Bestanden |
| 2   | Logik korrekt               | Bestanden |

### 7.2.12 Simulierter BMS-Alarmtest

#### Testmethode:

1. Den aktuellen Lade- und Entladestrom des BMS sowie die Zellenspannung und die Zelltemperatur beobachten;
2. Den am Hauptgerät eingestellten Alarmwert niedriger als den aktuellen Wert festlegen;
3. Den Betriebszustand des gesamten Systems beobachten;
4. Den am Hauptgerät eingestellten Alarmwert höher als den aktuellen Wert festlegen;
5. Den Betriebszustand des gesamten Systems beobachten.

**Bewertungskriterien:** Erfüllt die technischen Normen.

#### Testergebnis:

| Nr. | Alarmtyp               | Bewertungskriterien            | Ergebnis  |
|-----|------------------------|--------------------------------|-----------|
| 1   | Zellüberspannung       | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 2   | Cluster-Überspannung   | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 3   | Zellentladung          | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 4   | Cluster-Überentladung  | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 5   | Entlade-Überstrom      | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 6   | Lade-Überstrom         | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 7   | Lade-Übertemperatur    | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 8   | Entlade-Übertemperatur | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 9   | SOC-Alarm              | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |

### 7.2.13 Simulierter PCS-Alarmtest

#### Testmethode:

1. PCS-Unterspannungsalarm simulieren;
2. PCS-Phasenfolgefehler-Alarm simulieren;
3. PCS-Status sowie Lade- und Entladezustand beobachten.

**Bewertungskriterien:** Beim Auftreten des Alarms stoppt das System den Lade- und Entladevorgang; nach Aufhebung des Alarms werden Lade- und Entladevorgang wieder normal aufgenommen.

#### Testergebnis:

| Nr. | Alarmtyp          | Bewertungskriterien            | Ergebnis  |
|-----|-------------------|--------------------------------|-----------|
| 1   | Unterspannung     | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |
| 2   | Phasenfolgefehler | Erfüllt die technischen Normen | Bestanden |

### 7.2.14 Alarmtest für simulierte BMS-EMS-Kommunikation

#### Testverfahren:

1. Die Kommunikationsleitung zwischen BMS und EMS abziehen;
2. Den lokalen oder Cloud-Status des EMS beobachten;
3. Die Kommunikationsleitung zwischen BMS und EMS wiederherstellen;
4. Den lokalen oder Cloud-Status des EMS beobachten.

**Beurteilungskriterien:** Beim Abziehen der Kommunikationsleitung unterbricht das System den Lade- und Entladevorgang und löst einen Systemalarm aus; nach Wiederherstellung der Kommunikationsleitung nimmt das System den normalen Lade- und Entladebetrieb wieder auf.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt                                        | Beurteilungskriterien                                                                          | Ergebnis  |
|-----|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1   | Alarmtest für BMS-EMS-Kommunikation (Simulation) | Abziehen der Leitung führt zu Stillstand und Alarm, Wiederherstellung normalisiert den Betrieb | Bestanden |

### 7.2.15 Alarmtest – Simulation der Kommunikation zwischen PCS und EMS

#### Testverfahren:

1. Das Kommunikationskabel zwischen PCS und EMS abziehen;
2. Den lokalen oder Cloud-Status des EMS beobachten;
3. Die Kommunikationsverbindung zwischen PCS und EMS wiederherstellen;
4. Den lokalen oder Cloud-Status des EMS beobachten.

**Bewertungskriterien:** Beim Abziehen des Kommunikationskabels stoppt das System den Lade- und Entladevorgang und löst einen Systemalarm aus; nach Wiederherstellung der Kommunikationsverbindung nimmt das System den normalen Lade- und Entladebetrieb wieder auf.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt                                                     | Bewertungskriterien                                                               | Ergebnis  |
|-----|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1   | Alarmtest – Simulation der Kommunikation zwischen PCS und EMS | Alarm und Stillstand bei abgezogenem Kabel, Wiederaufnahme nach Wiederherstellung | Bestanden |

### 7.2.16 Alarmtest – Simulation der Kommunikation zwischen BMS und PCS

#### Testmethode:

1. Kommunikationsleitung zwischen PCS und BMS abziehen;
2. Status des EMS lokal oder in der Cloud beobachten;
3. Kommunikationsleitung zwischen PCS und PCS wiederherstellen;
4. Status des EMS lokal oder in der Cloud beobachten.

**Bewertungskriterien:** Beim Abziehen der Kommunikationsleitung stoppt das System das Laden und Entladen und erzeugt einen Systemalarm; nach Wiederherstellung der Kommunikationsleitung nimmt das System das Laden und Entladen wieder normal auf.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt                                                | Bewertungskriterien                                                                          | Ergebnis |
|-----|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 1   | Simulation des Kommunikationsalarms zwischen BMS und PCS | Alarm und Stillstand bei abgezogener Leitung, Wiederaufnahme bei wiederhergestellter Leitung | Konform  |

### 7.2.17 Alarmtest – simulierte Kommunikation zwischen BMS und Flüssigkeitskühleinheit

#### Testverfahren:

1. Die Kommunikationsleitung zwischen Klimagerät und BMS abziehen.
2. Den lokalen oder Cloud-Status des EMS beobachten.
3. Die Kommunikationsleitung zwischen Klimagerät und BMS wiederherstellen.
4. Den lokalen oder Cloud-Status des EMS beobachten.

**Bewertungskriterien:** Beim Abziehen der Kommunikationsleitung stoppt das System den Lade- und Entladevorgang und löst einen Systemalarm aus. Nach Wiederherstellung der Kommunikationsleitung nimmt das System den normalen Lade- und Entladebetrieb wieder auf.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt                                                                     | Bewertungskriterien                                                                                        | Ergebnis  |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1   | Alarmtest – simulierte Kommunikation zwischen BMS und Flüssigkeitskühleinheit | Bei abgezogener Leitung erfolgt Stopp und Alarm, nach Wiederherstellung der Leitung erfolgt Wiederaufnahme | Bestanden |

### 7.2.18 Isolationsprüfung

**Prüfverfahren:** Der Isolationswiderstand zwischen den Ein-/Ausgängen des integrierten Schrankes und dem Gehäuse sowie der Isolationswiderstand zwischen B+/B– des Hochspannungskastens und dem Gehäuse wird mit 3110 VDC über 10 s geprüft.

**Beurteilungskriterien:** Der Isolationswiderstand darf nicht weniger als 1 MΩ betragen.

#### Prüfergebnisse:

| Prüfpunkt         | Sollwert                 | Probe | Kategorie        | Messwert ( $\Omega$ ) | Ergebnis  |
|-------------------|--------------------------|-------|------------------|-----------------------|-----------|
| Isolationsprüfung | $\geq 1 \text{ M}\Omega$ | 1     | B+ gegen Gehäuse | —                     | Bestanden |
| Isolationsprüfung | $\geq 1 \text{ M}\Omega$ | 1     | B– gegen Gehäuse | —                     | Bestanden |

### 7.2.19 Spannungsfestigkeitsprüfung

**Prüfverfahren:** Prüfung des Ableitstroms zwischen den Ein- und Ausgängen des integrierten Schanks und dem Gehäuse sowie des Ableitstroms zwischen B+/B– des Hochspannungsfachs und dem Gehäuse, 3110 VDC bei 60 s.

**Beurteilungskriterien:** Ableitstrom  $< 1 \text{ mA}$ .

**Prüfergebnisse:**

| Prüfpunkt                   | Sollwert         | Muster | Kategorie        | Ableitstrom (mA) | Ergebnis  |
|-----------------------------|------------------|--------|------------------|------------------|-----------|
| Spannungsfestigkeitsprüfung | $< 1 \text{ mA}$ | 1      | B+ gegen Gehäuse | —                | Bestanden |
| Spannungsfestigkeitsprüfung | $< 1 \text{ mA}$ | 1      | B– gegen Gehäuse | —                | Bestanden |

### 7.2.20 SOC-Kalibrierungstest

**Testmethode:**

1. Das lokale/Cloud-basierte Steuerungssystem des EMS lädt mit 1/2 der Nennleistung;
2. Die BMS-SOC-Daten werden beobachtet, bis der BMS-Überspannungsschutz auslöst.

**Bewertungskriterien:** Der Kalibrierwert für die volle Ladung SOC beträgt 100%.

**Testergebnis:**

| Nr. | Testpunkt             | Bewertungskriterien     | Ergebnis  |
|-----|-----------------------|-------------------------|-----------|
| 1   | SOC-Kalibrierungstest | SOC auf 100% kalibriert | Bestanden |

### 7.2.21 Volllastentestung

**Testverfahren:**

1. EMS-Lokal-/Cloud-Steuerungssystem entlädt mit voller Leistung bis zur Abschaltschwelle und lädt anschließend mit voller Leistung bis zur Abschaltschwelle;
2. Den Betriebszustand des gesamten Systems beobachten.

**Beurteilungskriterien:** Während des Lade- und Entladevorgangs mit voller Leistung treten keine Alarmer und keine Schutzaktionen auf, der Lade- und Entladevorgang wird nicht unterbrochen.

**Testergebnis:**

| Nr. | Testpunkt         | Beurteilungskriterien                                                 | Ergebnis |
|-----|-------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------|
| 1   | Volllastentestung | Lade- und Entladevorgang ohne Alarmschutz, Vorgang nicht unterbrochen | Konform  |

### 7.2.22 Entladungs-/Ladewirkungsgradprüfung

**Prüfverfahren:**

1. Das lokale/Cloud-Steuerungssystem des EMS entlädt mit voller Leistung bis zum Abschaltzeitpunkt, lädt anschließend mit voller Leistung bis zum Abschaltzeitpunkt und entlädt danach erneut mit voller Leistung bis zum Abschaltzeitpunkt;
2. Mit einem Netzqualitätsanalysator werden die Lademenge bei voller Kapazität W1 und die Entlademenge bei voller Kapazität W2 erfasst;
3. Der durchschnittliche Wirkungsgrad wird berechnet als  $\eta = W2/W1 \times 100 \%$ .

**Bewertungskriterium:** Der durchschnittliche Wirkungsgrad liegt über den Systemauslegungsanforderungen.

**Prüfergebnis:**

| Position                            | Sollwert                        | Probe | Kategorie      | Lademenge | Entlademenge | Wirkungsgrad | Ergebnis |
|-------------------------------------|---------------------------------|-------|----------------|-----------|--------------|--------------|----------|
| Entladungs-/Ladewirkungsgradprüfung | Auslegungsanforderungen erfüllt | 1     | Volle Leistung | —         | —            | —            | Konform  |

### 7.2.23 Temperaturdifferenztest

#### Testverfahren:

1. Das lokale oder cloudbasierte EMS-Steuerungssystem entlädt mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle, lädt anschließend mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle und entlädt danach erneut mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle;
2. Die Temperaturwerte der einzelnen Temperatursensoren werden aufgezeichnet;
3. Die Temperaturdifferenz wird berechnet.

**Bewertungskriterien:** Die maximale Temperaturdifferenz darf 10 °C nicht überschreiten.

#### Testergebnis:

| Element                 | Sollwert | Leistung (kW)  | Batteriecluster-Nr. | Maximaltemperatur (°C) | Minimaltemperatur (°C) | Temperaturdifferenz (°C) |
|-------------------------|----------|----------------|---------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|
| Temperaturdifferenztest | <10 °C   | Volle Leistung | #1                  | —                      | —                      | —                        |

### 7.2.24 Druckdifferenztest

#### Testverfahren:

1. Das lokale/Cloud-basierte EMS-Steuerungssystem entlädt mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle, lädt anschließend mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle und entlädt dann erneut mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle;
2. Die Spannungen der einzelnen Zellen werden aufgezeichnet und die maximale Druckdifferenz wird berechnet.

**Bewertungskriterien:** Die maximale Druckdifferenz darf 200 mV nicht überschreiten.

#### Testergebnis:

| Prüfpunkt          | Sollwert | Leistung (kW)  | Batteriecluster-Nr. | Maximale Zellspannung (mV) | Minimale Zellspannung (mV) | Druckdifferenz (mV) | Ergebnis |
|--------------------|----------|----------------|---------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|----------|
| Druckdifferenztest | <200 mV  | Volle Leistung | #1                  | —                          | —                          | —                   | Konform  |

### 7.2.25 SOC-Genauigkeitstest

#### Testverfahren:

1. Das lokale/Cloud-basierte EMS-Steuerungssystem entlädt mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle, lädt anschließend mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle und entlädt dann erneut mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle;
2. Mit einem Netzqualitätsanalysator werden die Lade-SOC und die Entlade-SOC berechnet und mit den BMS-Daten verglichen.

**Beurteilungskriterien:** Die SOC-Abweichung darf 5 % nicht überschreiten.

#### Testergebnis:

| Prüfpunkt            | Sollwert | Leistung     | Messwert | Berechneter Wert | Abweichung | Ergebnis |
|----------------------|----------|--------------|----------|------------------|------------|----------|
| SOC-Genauigkeitstest | <5 %     | Nennleistung | —        | —                | —          | Konform  |

### 7.2.26 Kapazitätstest

#### Testmethode:

1. Das lokale/Cloud-basierte EMS-Steuerungssystem entlädt mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle, lädt anschließend mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle und entlädt danach erneut mit voller Leistung bis zur Abschaltsschwelle;
2. Die Ladekapazität und die Entladekapazität werden mit einem Netzqualitätsanalysator berechnet;
3. Die Kapazitätsdifferenz wird berechnet.

**Bewertungskriterium:** Die Kapazität darf nicht weniger als 95 % der Nennkapazität betragen.

#### Testergebnis:

| Prüfpunkt      | Sollwert | Leistung     | Messwert | Ergebnis  |
|----------------|----------|--------------|----------|-----------|
| Kapazitätstest | >95 %    | Nennleistung | —        | Bestanden |

### 7.2.27 Überprüfung der Software-Versionsnummer

#### Testmethode:

1. Überprüfung der Software-Version der Hauptsteuerung;
2. Überprüfung der Software-Version der untergeordneten Steuerung.

**Beurteilungskriterien:** Die Versionsnummer ist korrekt.

#### Testergebnis:

| Nr. | Kategorie                    | Versionsnummer | Ergebnis  |
|-----|------------------------------|----------------|-----------|
| 1   | BMS-Hauptsteuerung           | —              | Bestanden |
| 2   | BMS-untergeordnete Steuerung | —              | Bestanden |

### 7.2.28 BMS-OTA-Upgrade-Test

#### Testmethode:

1. BMS-Hauptsteuerungsprogramm und Slave-Steuerungsprogramm über die EMS-Cloud-Plattform aktualisieren, den Upgrade-Vorgang und die Phänomene nach dem Upgrade beobachten, 10-mal wiederholen;
2. BMS-Hauptsteuerungsprogramm und Slave-Steuerungsprogramm über den BMS-Hauptsteuerungs-Hostcomputer aktualisieren, den Upgrade-Vorgang und die Phänomene nach dem Upgrade beobachten, 10-mal wiederholen.

**Beurteilungskriterien:** Das Programm wird normal aktualisiert, der Betrieb nach dem Upgrade ist normal.

#### Testergebnis:

| Nr. | Testpunkt                            | Ergebnis  |
|-----|--------------------------------------|-----------|
| 1   | Upgrade über Cloud-Plattform normal  | Bestanden |
| 2   | Upgrade über BMS-Hostcomputer normal | Bestanden |

### 7.2.29 Geräuschprüfung

**Prüfverfahren:** In einem horizontalen Abstand von 1 m und 1,2 m zum Gerät wird mit einem Schallpegelmesser der Geräuschpegel bei Vollastbetrieb gemessen und der Maximalwert aufgezeichnet.

**Bewertungskriterien:** Gemäß IEC 62933-2-1:2017 (Parameter und Prüfverfahren für Einheiten): Der Geräuschpegel darf 80 dB nicht überschreiten.

#### Prüfergebnisse:

| Prüfpunkt       | Sollwert | Messwert | Ergebnis  |
|-----------------|----------|----------|-----------|
| Geräuschprüfung | ≤80 dB   | —        | Bestanden |

### 7.2.30 Wasserdichtigkeitstest

**Prüfverfahren:** IPX4: Verwendung einer Sprühdüse mit einer Bohrungsöffnung von 0,5 mm und 121 Sprühlöchern, der Wasserdurchfluss wird auf 10 L/min eingestellt, der Abstand zwischen Probe und Düse beträgt 300–500 mm, die Prüfdauer beträgt 10 min.

**Bewertungskriterien:** Im Geräteinneren darf kein eindringendes Wasser Schäden verursachen; im Allgemeinen darf eindringendes Wasser – selbst wenn vorhanden – nicht ausreichen, um den normalen Betrieb des Geräts zu beeinträchtigen oder die Sicherheit zu gefährden. Bezugnahme auf IEC 60529:2013.

#### Prüfbedingungen:

- Umgebungstemperatur 15–35 °C; Umgebungfeuchtigkeit 25–75 % r. F.; Luftdruck 86–106 kPa
- Prüfeinrichtung: ZC1207 IPX3-X6 Wasserdichtigkeits-Prüfmaschine
- Nach dem Versuch wird das Gehäuse auf eingedrungenes Wasser überprüft

**Referenznorm:** IEC 60529:2013

**Prüfergebnis:** Nach der IPX4-Prüfung wurde die Jalousie-Seite des Geräts beregnet; im Geräteinneren sind deutliche Wasserspuren erkennbar.

### 7.2.31 Test gegen Rückeinspeisung

#### Testverfahren:

1. Den Rückeinspeisungs-Leistungspunkt P<sub>nl</sub> und die Auslösezeit T<sub>d</sub> einstellen (entsprechend den Prüfanforderungen);
2. Das System realisiert zwei Betriebsmodi – Spitzenlastkappung und Talsohlenfüllung (Peak Shaving und Valley Filling) sowie Echtzeit-Dispatch; jeder Modus muss jeweils im Lade- und im Entladezustand betrieben werden;

3. Unter den oben genannten vier Betriebszuständen die Leistung der elektronischen Last so anpassen, dass die elektronische Last im Bereich von 0–50 kW arbeitet;
4. Die Dauer der Rückeinspeisung darf nicht weniger als 5 s betragen;
5. Mit einem Netzqualitäts-Analysator Parameter wie die Wirkleistung am Netzanschlusspunkt des Speichers und am PCC-Punkt aufzeichnen.

**Bewertungskriterien:** Die Auslösezeit der Rückeinspeisungsschutzfunktion darf nicht 2 s überschreiten.

**Testergebnisse:**

| Modus                                              | Mittlere Auslösezeit (s) | Ergebnis  |
|----------------------------------------------------|--------------------------|-----------|
| Spitzenlastkappung und Talsohlenfüllung (Laden)    | 1,581                    | Bestanden |
| Spitzenlastkappung und Talsohlenfüllung (Entladen) | 1,931                    | Bestanden |
| Echtzeit-Dispatch (Laden)                          | 1,897                    | Bestanden |
| Echtzeit-Dispatch (Entladen)                       | 1,663                    | Bestanden |

### 7.2.32 Anti-Überlast-Test

**Testmethode:**

1. Den Anti-Überlast-Leistungspunkt P<sub>gz</sub> und die Auslösezeit T<sub>d</sub> einstellen (die Testanforderungen erfüllen);
2. Das System implementiert drei Modi: Lastspitzenkappung und -auffüllung (Peak Shaving & Valley Filling), dynamische Kapazitätserweiterung sowie Echtzeit-Dispatch. Jeder Modus muss sowohl im Lade- als auch im Entladezustand betrieben werden;
3. Unter den oben genannten sechs Betriebszuständen die Leistung der elektronischen Last so anpassen, dass die elektronische Last im Bereich von 0 bis 50 kW arbeitet;
4. Die Überlastdauer darf nicht weniger als 5 s betragen;
5. Mit einem Analysator Parameter wie die Wirkleistung am Netzanschlusspunkt des Energiespeichersystems und am PCC-Punkt aufzeichnen.

**Beurteilungskriterien:** Die Auslösezeit der Anti-Überlast-Funktion darf nicht mehr als 2 s betragen.

**Testergebnisse:**

| Modus                                         | Mittlere Auslösezeit (s) | Ergebnis  |
|-----------------------------------------------|--------------------------|-----------|
| Lastspitzenkappung und -auffüllung (Laden)    | 1,663                    | Bestanden |
| Lastspitzenkappung und -auffüllung (Entladen) | 1,651                    | Bestanden |
| Dynamische Kapazitätserweiterung (Laden)      | 1,710                    | Bestanden |
| Dynamische Kapazitätserweiterung (Entladen)   | —                        | Bestanden |
| Echtzeit-Dispatch (Laden)                     | —                        | Bestanden |
| Echtzeit-Dispatch (Entladen)                  | —                        | Bestanden |

### 7.2.33 Stabilitätstest

**Testmethode:**

1. Die Cloud-Plattform konfiguriert die Strompreisparameter der Anlage, erstellt einen Planleistungswert und überträgt diesen an das lokale EMS;
2. Die Betriebsparameter umfassen Rückleistungsschutz-Parameter, Überlastschutz-Parameter, Anlagenkapazität, SOC-Grenzwerte (oberer und unterer Grenzwert), Zählerkonfiguration sowie Kommunikationskonfiguration;
3. Die Anlage wird gestartet; der Energiespeicher nimmt vor Ort am Spitzenlastkappungs- und Talsohlenauffüllungsbetrieb teil. Ein Netzqualitätsanalysator der Anlage zeichnet dabei Parameter wie die Wirkleistung des Energiespeichers sowie am Netzanschlusspunkt auf;
4. Bedingt möglich werden die Parameter für Überlast- und Rückleistungsschutz manuell so justiert, dass die Auslösebedingungen der Schutzfunktionen erfüllt sind.

**Beurteilungskriterien:**

1. Die Cloud-Plattform und das lokale System laufen ordnungsgemäß, einschließlich der Prüfung, ob das Laden und Entladen des Energiespeichersystems den Anforderungen des Spitzenlastkappungs- und Talsohlenauffüllungsplans entspricht;
2. Alle Schutzfunktionen der einzelnen Ebenen funktionieren ordnungsgemäß, einschließlich SOC-, Überlast- und Rückleistungsschutz;

3. Die Datenüberwachung der Anlage arbeitet einwandfrei, einschließlich Echtzeit-Elektrikerparameter, Schnittstelleninformationen der Cloud-Plattform und Leistungsdaten;
  4. Die elektrischen Anlagen sowie die Überwachungsgeräte weisen weder Systemabstürze noch Verzögerungen auf und sind ordnungsgemäß angebunden.
-