swissgrid

Swissgrid AG
Bleichemattstrasse 31
Postfach
5001 Aarau
Schweiz

T +41 58 580 21 11
info@swissgrid.ch
www.swissgrid.ch

# Präqualifikationstests für die aktive Teilnahme an der Spannungshaltung

**Version** Version 1.1 vom 23. Januar 2025

**Verfasser** Fabian Streiff, Rafaela Tsaousi
Market

## Überarbeitungen

| Datum | Version | Autor / Abteilung | Abschnitt |
|---|---|---|---|
| 13.03.2019 | 0.1 | Fabian Streiff / MA-MS-PD | Erstellung Dokument |
| 17.09.2020 | 0.2 | Rafaela Tsaousi / MA-MO-AS | Revision |
| 09.10.2020 | 0.3 | Fabian Streiff / MA-MS-PD | Überarbeitung |
| 15.11.2020 | 0.4 | Diverse | Reviewkommentare |
| 27.11.2020 | 1.0 | Fabian Streiff / MA-MS-PD | Finale Version |
| 23.01.2025 | 1.1 | Fabian Streiff / MA-MS-DT | Präzisierung bzgl. Frequenzumrichtern und Richtung $Q_{max}$ und $Q_{min}$ |

| | | |
|---|---|---|
| **1** | **Einleitung und Ziele** | **3** |
| **2** | **Vorbereitung** | **3** |
| 2.1 | Ablauf Präqualifikation aktive Spannungshaltung | 3 |
| 2.2 | Kontaktstelle | 3 |
| 2.3 | Planung und Freigabe | 3 |
| 2.4 | Durchführung | 4 |
| 2.5 | Testabbruch | 5 |
| 2.6 | Finanzielle und rechtliche Aspekte | 5 |
| **3** | **Testdrehbuch Präqualifikation aktive Spannungshaltung** | **5** |
| 3.1 | Test S0 – Ermittlung der verfügbaren Blindleistung | 6 |
| 3.1.1 | Ziel | 6 |
| 3.1.2 | Testspezifische Rahmenbedingungen | 6 |
| 3.1.3 | Testsequenz S0 A - Nur KWB: Abfahren des Betriebsdiagramms | 6 |
| 3.1.4 | Testsequenz S0 B - Nur VNB: Ausfahren des verfügbaren Blindleistungsbandes | 7 |
| 3.2 | Test S1 – Folgen von Spannungsvorgaben | 8 |
| 3.2.1 | Ziel | 8 |
| 3.2.2 | Testspezifische Rahmenbedingungen | 8 |
| 3.2.3 | Testsequenz | 9 |
| 3.3 | Test S2 | 10 |
| 3.3.1 | Ziel | 10 |
| 3.3.2 | Testspezifische Rahmenbedingungen | 10 |
| 3.3.3 | Testsequenz | 11 |
| **4** | **Messdaten** | **11** |
| 4.1 | Allgemeine Angaben nach Testdurchführung | 11 |
| 4.2 | Messgrössen nach Test | 11 |
| **5** | **Auswertung und Akzeptanzkriterien** | **12** |
| 5.1 | Akzeptanzkriterien S0 – A | 12 |
| 5.2 | Akzeptanzkriterien S0 – B | 13 |
| 5.3 | Akzeptanzkriterien S1 | 13 |
| 5.3.1 | Beispiel erfüllter Test S1 eines KWB | 14 |
| 5.3.2 | Beispiel erfüllter Test S1 eines Verteilnetzbetreibers | 14 |
| 5.4 | Akzeptanzkriterien S2 | 15 |
| **6** | **Weitere notwendige Schritte** | **15** |
| **7** | **Erneuerung des Testats für aktive Spannungshaltung** | **16** |
| 7.1 | Vereinfachte Präqualifikation zur Erneuerung des Testates | 16 |
| **8** | **Literaturverzeichnis** | **16** |

# 1 Einleitung und Ziele

Dieses Dokument beschreibt den Präqualifikationsprozess zur Teilnahme von aktiven Teilnehmern[1] an der Spannungshaltung, wie sie im Übertragungsnetz der Schweiz praktiziert wird [1]. Das Dokument beschreibt die Ziele, Grundlagen, Rahmenbedingungen und den Ablauf der betrieblichen Tests.

Das generelle Ziel der Spannungshaltungstests ist die gemeinsame Vorbereitung auf die zu praktizierenden Prozesse im Rahmen der aktiven Spannungshaltung:

- Prüfung der Fähigkeit der Teilnehmer, an der aktiven Spannungshaltung teilzunehmen
- Erhalt und Verarbeitung von Spannungsplänen
- Betriebliche Umsetzung von Spannungsplänen
- Datensammlung und -auswertung für Ex-post-Kontrolle und Abrechnung
- Ursachen von eventuell auftretenden Problemen zu eruieren und an die Beteiligten zu kommunizieren
- Erteilung der Testate

# 2 Vorbereitung

## 2.1 Ablauf Präqualifikation aktive Spannungshaltung

Der Ablauf der Spannungshaltungspräqualifikation ist in der Betriebsvereinbarung Kapitel 4.4 (vergleiche [2] resp. [3]) beschrieben.

## 2.2 Kontaktstelle

Ansprechstelle für allgemeine Fragen zur Spannungshaltung sowie der Koordination und Testdurchführung ist:

**sdl-praequalifikation@swissgrid.ch**

Swissgrid und die Testteilnehmenden benennen vor den Tests die Ansprechstellen. Diese sind für die Tests verantwortlich und während den Tests erreichbar. Dabei sind die angemessene Schulung und Vorbereitung des involvierten Personals sicherzustellen.

Für betriebliche Themen während den Tests sowie für die betriebliche Freigabe der Tests 15 Minuten vor Testdurchführung (vergleiche Kapitel 2.3) muss die Netzführung kontaktiert werden:

**netzbetriebsfuehrung@chtso.ch**
**+41 58 580 29 21**

## 2.3 Planung und Freigabe

Um eine Teilnahme an der aktiven Spannungshaltung zu beantragen, muss der Partner das auf der Website von Swissgrid bereitgestellte Antragsformular ausfüllen und einreichen. Die benötigten Vorlaufzeiten seitens Swissgrid sind der Betriebsvereinbarung Kapitel 4.4 (vergleiche [2] resp. [3]) zu entnehmen.

[1] Ein aktiver Teilnehmer umfasst jeweils einen Ausspeisepunkt respektive eine Erzeugungseinheit, welche aktiv an der Spannungshaltung im Übertragungsnetz teilnimmt.

Nach Genehmigung des Antrages muss der Partner dem Swissgrid Präqualifikationsteam unter sdl-praequalifikation@swissgrid.ch die gewünschten Termine für die Tests S0, S1 und S2 mitteilen. Es ist nicht notwendig, dass alle Testtermine zusammen angegeben werden. Der SDV kann die nachfolgenden Termine nach erfolgreichem Abschluss der vorangegangenen Testauswertungen und unter Einhaltung der notwendigen Vorlaufzeit mitteilen.

Diese **Vorlaufzeit** ist wie folgt:

- Die Testtermine müssen dem Präqualifikationsteam mindestens **sieben Arbeitstage** vor der geplanten Durchführung des Tests mitgeteilt werden.

Die gesendete E-Mail für die Mitteilung der Termine muss auch die folgenden Informationen enthalten:

- Daten des Knotens: Name des Netzknotens und des Abrechnungspunktes, Netzebene, betroffene Anlagen und Transformatoren, Knotenschema (als angehängte Datei)
- Daten der Anlage: PQ-Diagramm der Maschinen
- Start- und Endzeit des Tests
- Teilnehmende Kraftwerke im Test (auch im Falle von Knoten von Verteilnetzbetreiber)
- Kontaktdaten des Testkoordinators und anderer verfügbarer Personen im Falle einer notwendigen Testunterbrechung durch die Swissgrid Netzführung

Bei der Terminplanung des Tests S2 ist zu beachten, dass dieser über 48h (Tieflasttag und Normallasttag) und somit an einem Freitag und einem darauffolgenden Samstag oder alternativ an einem Sonntag und einem darauffolgenden Montag stattfinden muss.

Erst nachdem die Testtermine vom Swissgrid Präqualifikationsteam bestätigt sind, können die Tests durchgeführt werden. Beim Erteilen der Bestätigung verteilt das Präqualifikationsteam eine ID-Nummer für die geplanten Tests. Swissgrid koordiniert die Tests nach Möglichkeit so, dass sie nicht gleichzeitig von mehreren Teilnehmern in der gleichen Region durchgeführt werden.

15 Minuten vor jeder Testdurchführung muss der Partner zusätzlich mittels Telefonats die Freigabe der Swissgrid Netzführung einholen. Nur wenn es die aktuelle Netzsituation erlaubt, können die Tests durchgeführt werden. Bei diesem Telefonat muss der Partner der Netzführung auch die ID-Nummer des Tests melden.

## 2.4 Durchführung

Nach erfolgter Freigabe wird der Test durchgeführt. Jeder Teilnehmer dokumentiert den Testverlauf und die Testergebnisse in einem einheitlichen Format. Der SDV benutzt die Vorlage von Swissgrid, um die benötige Daten bereitzustellen. Swissgrid wertet die Ergebnisse der Tests aus und kommuniziert diese dem Partner. Wenn notwendig, kann Swissgrid beim Partner Rückfragen stellen oder zusätzliche Informationen anfordern. Damit ein Vergleich möglich ist, erfolgen die Auswertungen einheitlich. Dabei ist für die Datenlieferung wichtig:

- Alle Messdaten sind mit einem Zeitstempel zu versehen (bestehend aus Datum, Stunde, Minute, Sekunde).
- Die folgende Vorzeichenkonvention (Verbraucherzählpfeilsystem) ist zu verwenden:
  - Negative Blindleistung = Lieferung induktiver Blindleistung an das Übertragungsnetz. Wirkung: Anhebung der Spannung am Übertragungsnetzknoten.

- Positive Blindleistung = Bezug induktiver Blindleistung aus dem Übertragungsnetz. Wirkung: Absenkung der Spannung am Übertragungsnetzknoten.

Während den Tests ist nicht vorgesehen, dass die Spannung von benachbarten Netzknoten konstant gehalten wird.

## 2.5 Testabbruch

Swissgrid kann die Präqualifikationstests abbrechen, wenn sie den sicheren und stabilen Betrieb des Übertragungsnetzes unter Testbedingungen in Gefahr sieht. Der Testabbruch erfolgt durch die Netzbetriebsführung. Die Netzbetriebsführer sind in Ihrer Entscheidung an keine vordefinierten Kriterien gebunden. Der Testabbruch erfolgt durch einen Telefonanruf an die regionalen Leitstellen bzw. Netzanlagenbetreuer und Testkoordinatoren.

Jeder Teilnehmer bricht den Test individuell ab, wenn der sichere und stabile Betrieb seiner Anlagen und/oder des Übertragungsnetzes unter Testbedingungen nicht weiter gewährleistet werden können. Sieht der Teilnehmer eine Gefährdung der Netzsicherheit, so ist umgehend die Netzbetriebsführung bei Swissgrid zu informieren. Diese wird die Situation beurteilen und gegebenenfalls den Test abbrechen. Der individuelle Testabbruch erfolgt ohne spezielle Meldung an Swissgrid, die entsprechenden Informationen können im Nachhinein ausgetauscht werden.

Falls seitens Partner oder seitens Swissgrid der jeweilige Test abgebrochen werden muss, so soll unverzüglich in den Normalbetrieb gewechselt werden; d.h. zum Zeitpunkt des Testabbruchs gültige Spannungsplan soll seitens Partner umgesetzt werden.

## 2.6 Finanzielle und rechtliche Aspekte

- Die Teilnahme an den in diesem Dokument beschriebenen Tests ist Bedingung für die Ausübung einer aktiven Rolle gemäss Spannungshaltungskonzept [1].
- Die Verantwortung für den sicheren Betrieb der Anlagen liegt auch während der Tests bei den jeweiligen Anlagenbetreibern.
- Die Testverantwortlichen überprüfen die erhaltenen Vorgaben (insbesondere den Spannungsplan) und setzen diese nur dann um, wenn sie weiterhin für den sicheren und stabilen Betrieb der Anlagen garantieren können.
- Die Teilnahme / Mitarbeit an den Tests wird von Swissgrid nicht vergütet. Leistungen, die im Rahmen der Tests erbracht werden, werden Swissgrid nicht in Rechnung gestellt.
- Die Abrechnung der Blindenergie wird für die betroffenen Ein- bzw. Ausspeisepunkte für die Dauer der Tests ausgesetzt.
- Die im Rahmen der Tests von den Teilnehmern vorgehaltene Blindleistung wird von Swissgrid nicht vergütet.
- Die im Rahmen der Tests von den Teilnehmern gelieferte Blindenergie wird von Swissgrid nicht vergütet.
- Swissgrid behält sich vor, geplante Tests zu verschieben (z.B. wenn die Netzsituation einen sicheren Betrieb nicht zulässt).

# 3 Testdrehbuch Präqualifikation aktive Spannungshaltung

Die Tests betreffen im Wesentlichen betriebliche Prozesse, d.h. Versand, Erhalt und Umsetzung von Spannungsplänen.

Es sind drei unterschiedliche Tests vorgesehen:

**Test S0**: Jeder neue aktive Teilnehmer wird auf seine Blindleistungsregelfähigkeit geprüft. Es muss dabei sichergestellt werden, dass die Betriebsmittel problemlos mit veränderlichen Sollwerten betrieben werden können und dass das zur Verfügung stehende Blindleistungsband komplett ausgefahren werden kann.

**Test S1**: Jeder neue aktive Teilnehmer wird auf seine Spannungsregelfähigkeit im Übertragungsnetz geprüft. Es wird dabei der Spannungs-Sollwert mehrere Male geändert und überprüft, ob die maximale Anforderung, d.h. eine 2 kV Spannungsänderung innerhalb von 15 Minuten, erfüllt werden kann.

**Test S2**: Jeder neue aktive Teilnehmer muss in der Lage sein, die gesamte Prozesskette richtig ausführen zu können. Es werden dabei über 48h (Tieflasttag und Normallasttag) im normalen Intraday-Prozess Spannungspläne verschickt. Es wird überprüft ob der Teilnehmer die Spannungspläne korrekt empfängt und umsetzen kann.

## 3.1 Test S0 – Ermittlung der verfügbaren Blindleistung

### 3.1.1 Ziel

Ziel des Tests S0 ist es, die verfügbaren Blindleistungsressourcen zu prüfen. Die erfolgreiche Absolvierung des Tests S0 ist Voraussetzung für eine Teilnahme an den Tests S1.

### 3.1.2 Testspezifische Rahmenbedingungen

Der Test S0 wird für Maschinen bzw. Anlagen mit einer Nennscheinleistung über 50 MVA separat durchgeführt. Dabei kann bei typgleichen Maschinen bzw. Anlagen mit einer Nennscheinleistung über 50 MVA der Test nur an einer Einheit (z.B. Generator) durchgeführt werden. Kleinere (d.h. Nennscheinleistung unter 50 MVA) typgleiche Maschinen bzw. Anlagen sollen zusammengefasst und gemeinsam getestet werden. Kleinere Maschinen, unterschiedlichen Typs können zu Einheiten von bis zu 50 MVA zusammengefasst und gemeinsam getestet werden.

### 3.1.3 Testsequenz S0 A - KWB und Umrichtertechnologie: Abfahren des Betriebsdiagramms

Der Test S0 A wird für direkt ans Übertragungsnetz angeschlossene Kraftwerke mit Synchrongeneratoren sowie für Betriebsmittel mit Umrichtertechnologien (z.B. Frequenzumformer, Batterien am ÜN) durchgeführt. Für jeden Synchrongenerator resp. jedes Betriebsmittel wird das Betriebsdiagramm abgefahren und auf Übertragungsnetzseite aufgenommen. Um das Betriebsdiagramm hinreichend genau abzubilden, werden wie in Abbildung 1 dargestellt alle Eckpunkte (●) sowie jeweils ein in etwa dazwischen liegender Punkt (■) abgefahren. Bei sehr nahe aneinander liegenden Eckpunkten kann auf dazwischen liegende Punkte verzichtet werden. Jeder dieser Betriebspunkte wird für mindestens 15 Minuten gefahren. Während des Tests müssen die betrieblichen Spannungsgrenzen eingehalten werden.

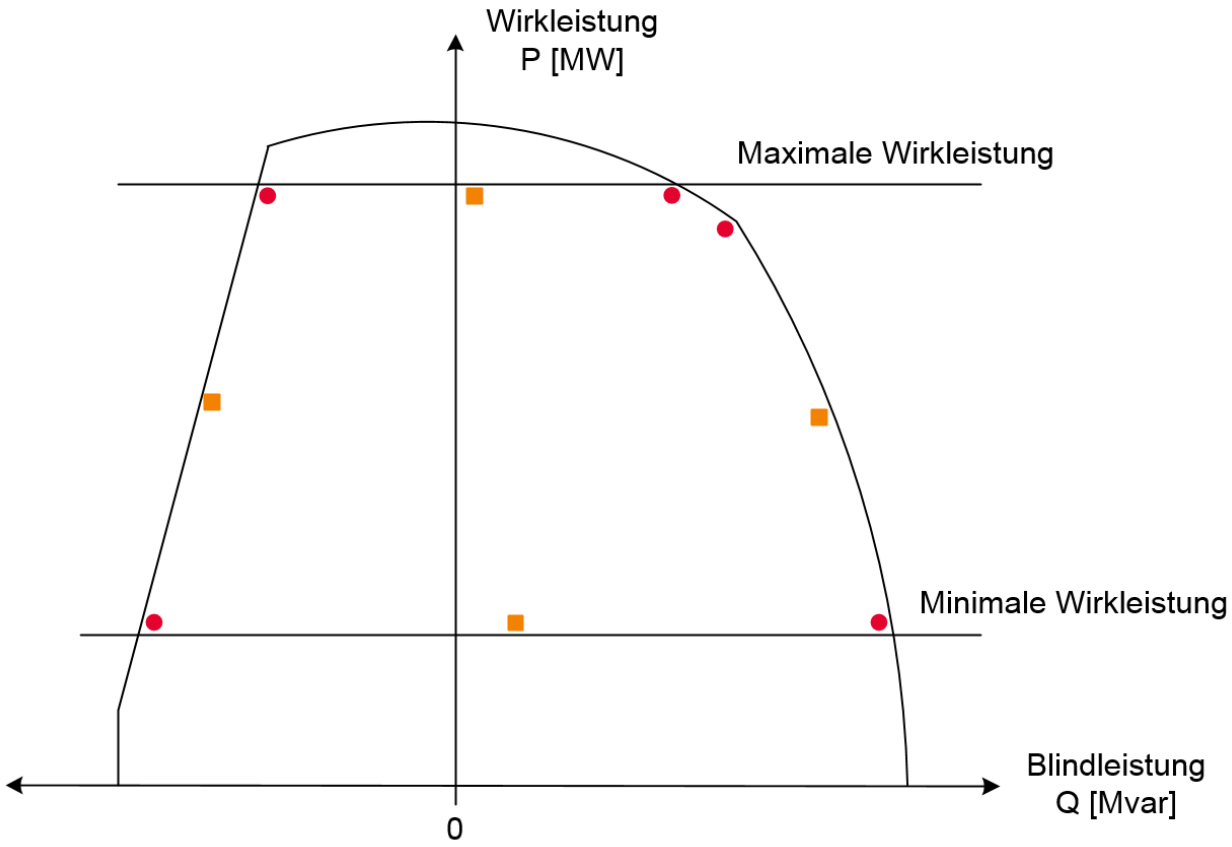


**Abbildung 1: S0 A: Abfahren des Betriebsdiagramms. Um das Betriebsdiagramm hinreichend genau abzubilden, werden alle Eckpunkte (●) sowie jeweils ein in etwa dazwischen liegenden Punkt (■) abgefahren.**

### 3.1.4 Testsequenz S0 B - Ausfahren des verfügbaren Blindleistungsbandes

Sofern die maximal ein- resp. ausgespeiste Blindleistung nicht von der Wirkleistung abhängt, kann statt Test S0 A der Test S0 B durchgeführt werden (z.B. bei einer Drosselspule im Verteilnetz).

Der Test S0 kann gemäss Abbildung 2 durchgeführt werden. Die betrieblichen Spannungsgrenzen müssen eingehalten werden. Als $U_{ref}$ zum Start des Tests kann die Ist-Spannung verwendet werden, welche zum Zeitpunkt t=0 vorliegt. Dieser Wert ist zu notieren.

Der Testablauf ist wie folgt:

1. Zu Beginn des Tests soll während 30 Minuten eine konstante Spannung gefahren werden. Dazu soll die Ist-Spannung $U_{ref}$ verwendet werden, welche zu Beginn des Tests zum Start des Tests (t=0) vorliegt.
2. Unter Berücksichtigung der betrieblichen Spannungsgrenzen wird während 60 Minuten die maximal mögliche Blindleistung ausgespeist. Als Konsequenz verringert sich die Netzspannung.
3. Unter Berücksichtigung der betrieblichen Spannungsgrenzen wird während 60 Minuten die maximal mögliche Blindleistung eingespeist. Als Konsequenz erhöht sich die Netzspannung.
4. Zum Ende des Tests soll während 30 Minuten die in Schritt 1 ermittelte Spannung $U_{ref}$ gefahren werden.

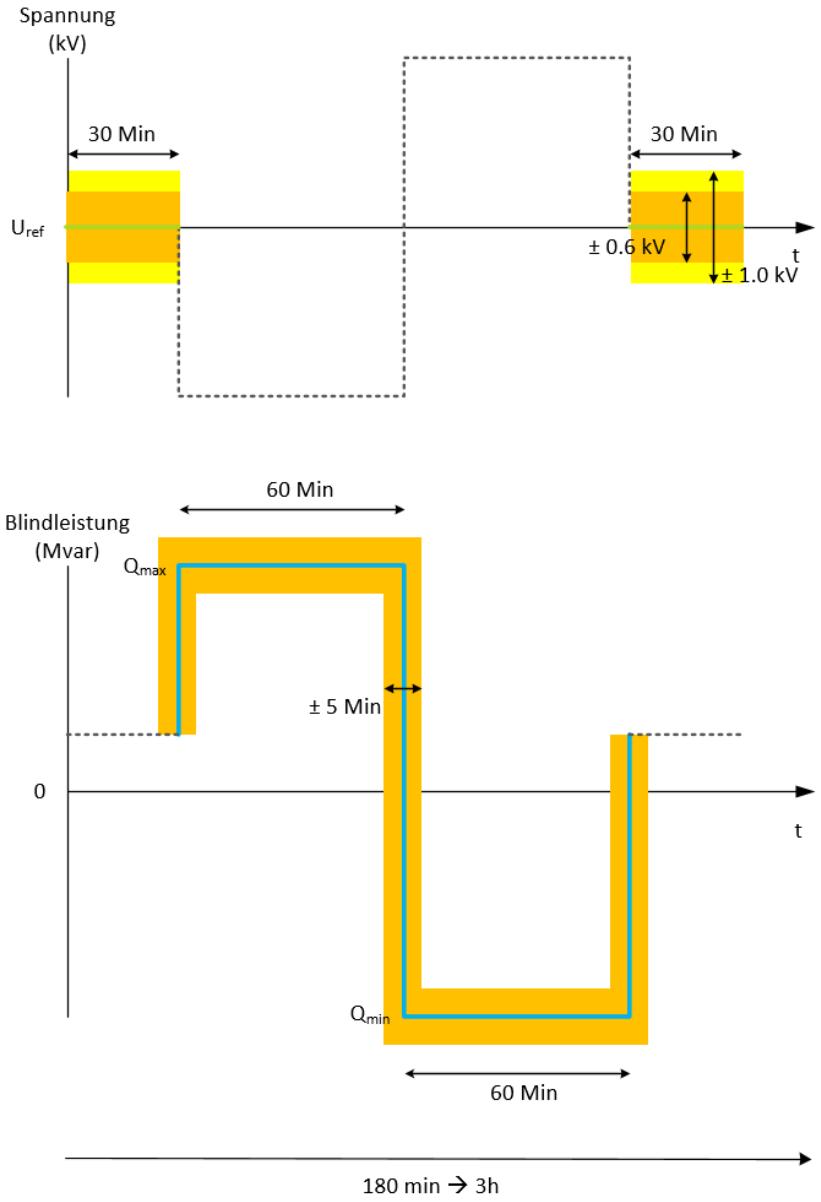


**Abbildung 2: S0 B: Ausfahren des verfügbaren Blindleistungsbandes**

## 3.2 Test S1 – Folgen von Spannungsvorgaben

### 3.2.1 Ziel

Ziel des Tests S1 ist der Betrieb einer Anlage eines aktiven Teilnehmers am Übertragungsnetz mit veränderlichen Spannungssollwerten über viereinhalb Stunden. Die Anlagen sollen sicher und stabil laufen und ihren Blindleistungsaustausch korrekt an die Spannungsvorgabe anpassen. Die erfolgreiche Absolvierung des Tests S1 ist Voraussetzung für eine Teilnahme an den Tests S2.

### 3.2.2 Testspezifische Rahmenbedingungen

Der Test S1 wird für die gesamte Erzeugungseinheit durchgeführt. Alle Maschinen und Anlagen der Erzeugungseinheit sollen während des Tests in Betrieb sein. Ausnahmen sind zu begründen.

### 3.2.3 Testsequenz

Der Test S1 soll bei ansonsten gewöhnlichen Betriebsbedingungen ablaufen, d.h. es sollte zu keinen Einschränkungen des Anlageneinsatzes kommen.

Voraussetzung für eine Teilnahme am Test S1 ist die erfolgreiche Absolvierung des Tests S0.

Als $U_{ref}$ zum Start des Tests kann die Ist-Spannung verwendet werden, welche zum Zeitpunkt t=0 vorliegt. Diese Spannung wird während 30 Minuten gefahren. Anschliessend, ab t > 30 min, ist ein vorgegebenes Spannungsprofil gemäss unten aufgeführter Tabelle bzw. gemäss Abbildung 3 abzufahren. Die Blindleistung stellt sich entsprechend ein.

| Zeit | Sollspannung |
|---|---|
| 0 < t ≤ 30 min | $U_{ref}$ |
| 30 min < t ≤ 90 min | $U_{ref}$ - 2 kV |
| 90 min < t ≤ 120 min | $U_{ref}$ |
| 120 min < t ≤ 180 min | $U_{ref}$ + 2 kV |
| 180 min < t ≤ 195 min | $U_{ref}$ |
| 195 min < t ≤ 210 min | $U_{ref}$ + 2 kV |
| 210 min < t ≤ 225 min | $U_{ref}$ |
| 225 min < t ≤ 240 min | $U_{ref}$ - 2 kV |
| 240 min < t ≤ 270 min | $U_{ref}$ |

Während des Tests müssen die betrieblichen Spannungsgrenzen eingehalten werden.

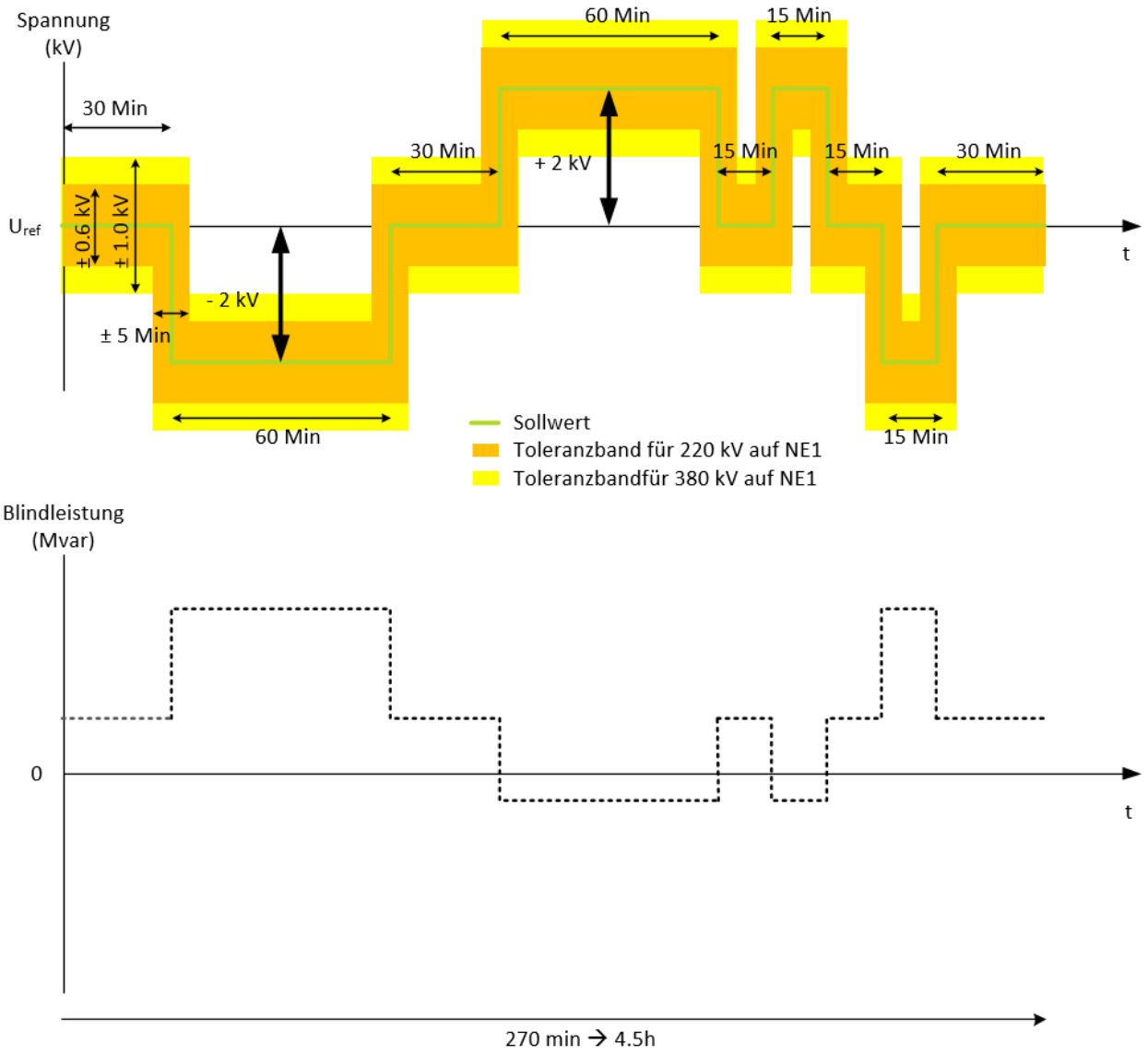


**Abbildung 3: Profil Spannung und Blindleistung für Test S1**

## 3.3 Test S2

### 3.3.1 Ziel

Ziel des Tests S2 ist die Verifikation, ob der Teilnehmer die gesamte Prozesskette richtig ausführen kann, insbesondere die Kommunikation und die Umsetzung des Spannungsplans.

Swissgrid erstellt und versendet Spannungspläne, die von den aktiven Teilnehmern an der Spannungshaltung durch Einsatz der verfügbaren Blindleistung unterstützt werden sollen. Die Anlagen sollen sicher und stabil laufen und ihren Blindleistungsaustausch korrekt an die Spannungsvorgabe anpassen.

### 3.3.2 Testspezifische Rahmenbedingungen

Der Test S2 soll bei ansonsten gewöhnlichen Betriebsbedingungen ablaufen, es sollte zu keinen Einschränkungen des Kraftwerkseinsatzes kommen.

Der Test S2 wird für die gesamte Erzeugungseinheit durchgeführt. Alle Maschinen und Anlagen der Erzeugungseinheit sollten während des Tests in Betrieb sein. Ausnahmen sind zu begründen.

Spannungspläne (inklusive Intraday-Spannungspläne) werden über 48h (Tieflasttag und Normallasttag) an den Teilnehmer versendet. Somit kann der Test S2 an einem Freitag und einem darauffolgenden Samstag oder alternativ an einem Sonntag und einem darauffolgenden Montag durchgeführt werden. Der Test startet jeweils am Testtag um 00:00 Uhr und endet um 24:00 Uhr des Folgetages.

Der Test S2 bedingt, dass der Partner die von Swissgrid erstellten und versendeten Spannungspläne empfangen und verarbeiten kann (vergleiche [4]). Um eine Anpassung der IT-Systeme von Partnern, welche bisher nicht an der Spannungshaltung teilgenommen haben, zu erleichtern, stellt Swissgrid auf Anfrage einen Spannungsplan zur Verfügung. Dieser Spannungsplan entspricht bezüglich des Formats (aber nicht bezüglich des Inhalts) dem Spannungsplan zum Testzeitpunkt. Er enthält alle Knoten, welche die Testspannungspläne enthalten werden.

### 3.3.3 Testsequenz

Der Teilnehmer muss die Spannungspläne automatisch einlesen und im ein- oder zweistufigen Quittierungsverfahren quittieren. Die entsprechenden Anforderungen sind in [4] beschrieben.

Der Teilnehmer muss seine verfügbaren Blindleistungsressourcen einsetzen, um dem Spannungsplan zu folgen.

# 4 Messdaten

## 4.1 Allgemeine Angaben nach Testdurchführung

Nach jeder Testdurchführung sendet der Partner Swissgrid die folgenden Informationen zu:

- ID-Nummer des durchgeführten Tests
- Sind im Rahmen des Tests organisatorische Probleme aufgetreten?
- Konnte der gesamte Test bzw. Spannungsplan realisiert werden?
- Sind im Rahmen des Tests technische Probleme aufgetreten?
- Ist es im Rahmen von zu Schutzauslösungen gekommen?
- Konnte der gesamte Test für alle genannten Anlagen / Kraftwerke / Ausspeisepunkte durchgeführt werden?

## 4.2 Messgrössen nach Test

Die unten aufgeführte Tabelle gibt an, welche Messgrössen bei welchem Test seitens Partner an Swissgrid geliefert werden müssen. Wenn nicht anders gekennzeichnet, müssen die Messdaten mit einer zeitlichen Auflösung von einer Minute geliefert werden.

**Tabelle 1: Messungen in Abhängigkeit der Tests. (*): Die Startspannung ist ein konstanter Wert. (**): Die Soll-Spannung wird mit einer Auflösung von 15 Minuten übermittelt.**

| Grösse | Symbol | Einheit | S0 A | S0 B | S1 | S2 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Datum | d | yyyy.mm.dd | X | X | X | X |
| Zeit | t | [hh:mm] | X | X | X | X |
| Startspannung (*) | $U_{ref}$ | kV | | X | X | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Soll-Spannung (**) | $U_{soll}$ | kV | | | X | X |
| Ist-Spannung | $U_{ist}$ | kV | X | X | X | X |
| Wirkleistung | $P_{ist}$ | MVA | X | X | X | X |
| Blindleistung | $Q_{ist}$ | MVar | X | X | X | X |
| Minimal mögliche Blindleistung | $Q_{Spann_min}$ | MVar | | X | X | X |
| Maximal mögliche Blindleistung | $Q_{Spann_max}$ | MVar | | X | X | X |

Im Folgenden werden die Messgrössen erläutert:

- Die Startspannung $U_{ref}$ ist die Ist-Spannung, welche zum Zeitpunkt t=0 vorliegt (vergleiche auch Kapitel 3.1.4 und 3.2.3.)
- Die Soll-Spannung $U_{soll}$ ist die Spannung, welche von Swissgrid an den Partner übermittelt wird.
- Die Ist-Spannung $U_{ist}$ ist die vom Partner für die Spannungshaltung verwendete Spannung am Einspeiseknoten auf der 220 bzw. 380 kV Netzebene. Es ist sicherzustellen, dass diese Spannungsmessung ebenfalls im Abrechnungsprozess verwendet wird.
- Die Wirkleistung $P_{ist}$ ist der gemessene Wirkleistungsaustausch der Anlage am Einspeisepunkt ins Übertragungsnetz (220 / 380 kV).
- Die Blindleistung $Q_{ist}$ ist der gemessene Blindleistungsaustausch der Anlage am Einspeisepunkt ins Übertragungsnetz (220 / 380 kV).
- Die minimal mögliche Blindleistung $Q_{min}$ entspricht der minimal möglichen Blindleistung aller an der aktiven Spannungshaltung beteiligten EZE am Eispeisepunkt.
- Die maximal mögliche Blindleistung $Q_{max}$ entspricht der maximal möglichen Blindleistung aller an der aktiven Spannungshaltung beteiligten EZE am Eispeisepunkt.

Ausserdem verwendet Swissgrid Zählerwerte für die Ist-Spannung (wenn vorhanden), Wirkleistung und Blindleistung, um die Messwerte zu plausibilisieren. Sind die vom Partner gelieferten Werte ausserhalb der Toleranz, wird das Testergebnis nicht akzeptiert. Die Zählerwerte werden ebenfalls für die Konformitätsberechnung verwendet. Sind die testspezifischen Konformitätsanforderungen nicht erfüllt, gilt der Test als nicht bestanden.

# 5 Auswertung und Akzeptanzkriterien

## 5.1 Akzeptanzkriterien S0 – A

Der Test S0 A ist erfolgreich bestanden, wenn:

- Die Punkte gemäss der Testsequenz S0 A angefahren und während der vorgegebenen Zeit gehalten werden können (vergleiche Abbildung 1).
- Das Betriebsdiagramm mit den vorhandenen Daten für jeden Synchrongenerator resp. jedes Betriebsmittel erstellt werden kann
- Das erhaltene Betriebsdiagramm mit den gelieferten Daten übereinstimmt

Swissgrid wird die Tests S0 nach den folgenden Kriterien auswerten und den Teilnehmern zur Verfügung stellen:

- Jeweilige Wirkleistung und Blindleistung der angefahrenen Punkte
- Wirkung des Blindleistungsaustausches auf die Spannung am Einspeiseknoten (Sensitivität, Netzstatik).

## 5.2 Akzeptanzkriterien S0 – B

Der Test S0 B ist erfolgreich bestanden, wenn:

- Das Profil gemäss der Testsequenz S0 B abgefahren werden kann (vergleiche Abbildung 2)
- Das angegebene $Q_{max}$ bzw. $Q_{min}$ bzw. die betrieblich maximal resp. minimal mögliche Blindleistung jeweils während 50 Minuten gehalten wird
- $Q_{max}$ muss positiv sein, $Q_{min}$ negativ

Swissgrid wird die Tests S0 nach den folgenden Kriterien auswerten und den Teilnehmern zur Verfügung stellen:

- Minimale / maximale gemessene Blindleistung am Anschlusspunkt des Übertragungsnetzes.
- Wirkung des Blindleistungsaustausches auf die Spannung am Einspeiseknoten (Sensitivität, Netzstatik).

## 5.3 Akzeptanzkriterien S1

Für mindestens 95 % aller Minutenwerte (d.h. maximal 14 Minutenwerte nicht konform) muss eines der folgenden Kriterien erfüllt sein:

1. **Spannung innerhalb des Toleranzbandes**
   - Der Teilnehmer hat genügend Blindleistungskapazität, um den Spannungssollwert unter Berücksichtigung des Toleranzbandes zu erreichen
   - Wenn die Spannung innerhalb des Toleranzbandes ist, gilt das Zeitintervall als konform.

2. **Erster Minutenwert ausserhalb des Toleranzbandes**
   - Der jeweils erste Minutenwert, bei welchem die Spannung ausserhalb des Toleranzbandes ist, wird als konform gewertet. Dies erlaubt eine Nachregelung der Blindleistung und berücksichtigt die Reaktionszeit auf sich ändernde Netzsituationen.

3. **Spannung ausserhalb des Toleranzbandes und maximaler systemdienlicher Blindleistungsaustausch**
   - Der Teilnehmer hat nicht genügend Blindleistungskapazität um die Soll-Spannung zu erreichen
   - Sobald die Soll-Spannung wegen fehlender Blindleistungskapazität nicht erreicht werden kann, muss die Blindleistung am Ein- bez. Ausspeisepunkt netzdienlich sein (positiv resp. negativ) und der Blindleistungsaustausch der verfügbaren Blindleistungsressourcen muss dem maximalen bzw. minimalem möglichen Austausch entsprechen. Wenn dies erfüllt ist, gilt dieses Zeitintervall als konform.

Dabei gelten die folgenden Toleranzbänder:

| Spannung Netzebene 1 | 220 kV | 380 kV |
|---|---|---|
| Toleranzband Spannung | ± 0.6 kV | ± 1.0 kV |
| Toleranzband Rampingzeit | ± 5 min | ± 5 min |

### 5.3.1 Beispiel erfüllter Test S1 eines KWB

Abbildung 4 zeigt eine erfolgreiche Testsequenz des Tests S1 eines Kraftwerkbetreibers. Es ist zu sehen, dass die Spannung immer im richtigen Bereich ist (gem. Punkt 1 in Kapitel 5.3). Das Kraftwerk hatte ausreichend Blindleistungsressourcen, um die Spannung wie gewünscht zu beeinflussen. Da die Spannung gem. Punkt 1 in Kapitel 5.3 immer im richtigen Bereich lag, muss die Blindleistung nicht ausgewertet werden.

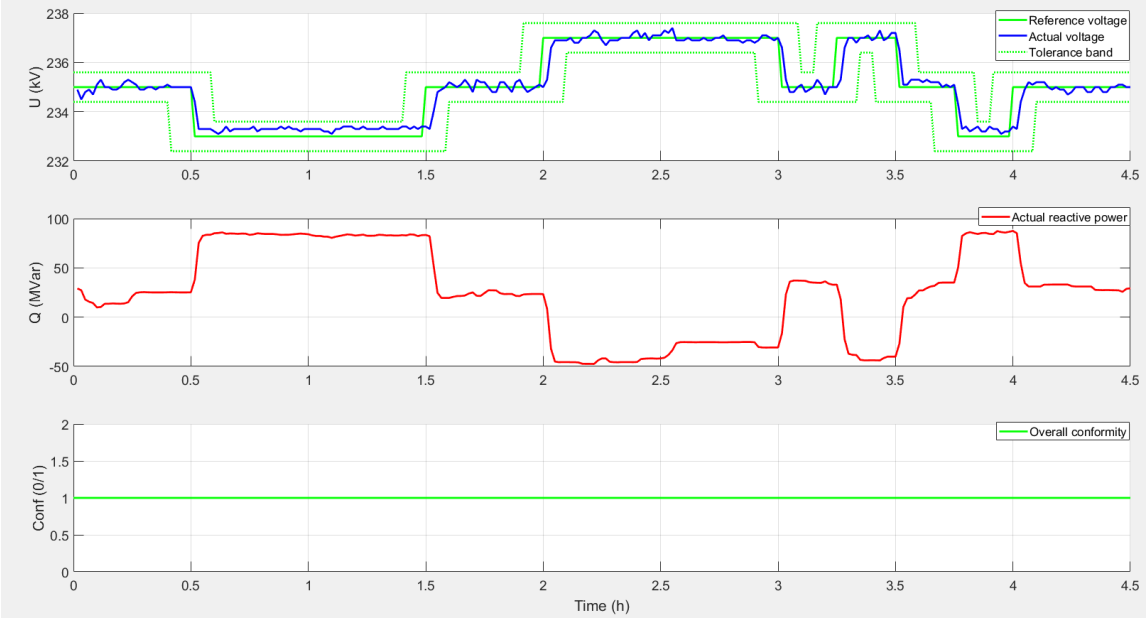


**Abbildung 4: Beispiel erfolgreicher Test eines Kraftwerkbetreibers**

### 5.3.2 Beispiel erfüllter Test S1 eines Verteilnetzbetreibers

Abbildung 5 zeigt eine erfolgreiche Testsequenz des Tests S1 eines Verteilnetzbetreibers (VNB). Es ist zu sehen, dass die Spannung nicht immer im richtigen Bereich ist (gem. Punkt 1 in Kapitel 5.3). Der VNB hatte keine ausreichend Blindleistungsressourcen, um die Spannung wie gewünscht zu beeinflussen. Deshalb kommt Punkt 2 und 3 von Kapitel 5.3 zum Zuge und es wird evaluiert, ob die maximale verfügbare Blindleistung systemdienlich eingesetzt wurde. Da dies während einer ausreichenden Zeit der Fall war, ist der Test erfüllt.

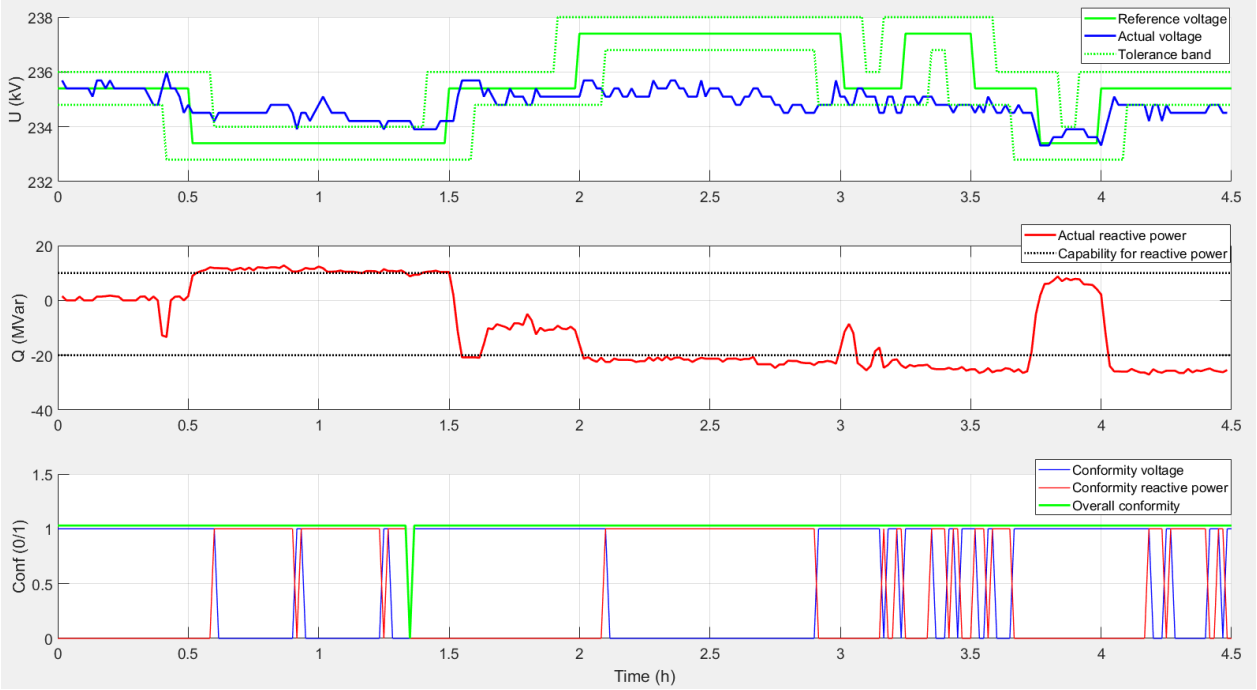


**Abbildung 5: Beispiel erfolgreicher Test eines Verteilnetzbetreibers**

Swissgrid wird die Tests S1 nach den folgenden Kriterien auswerten und den Teilnehmern zur Verfügung stellen:

- Erfüllung der Kriterien gemäss dem vorliegenden Kapitel

## 5.4 Akzeptanzkriterien S2

Der Test S2 ist erfolgreich bestanden, wenn:

- Keine Fehler im Kommunikationsprozess auftreten und jeder Spannungsplan gemäss [4] entweder im ein- oder zweistufigen Quittierungsverfahren quittiert wird.
- Eine Konformität von 90 % gemäss [1] erreicht wird.

Swissgrid wird die Tests S2 nach den folgenden Kriterien auswerten und den Teilnehmern zur Verfügung stellen:

- Erfüllung der Kriterien gemäss dem vorliegenden Kapitel

# 6 Weitere notwendige Schritte

Nach erfolgreichem Abschluss des Tests S2 muss das SDL Monitoring eingerichtet werden (vergleiche [5]). Dazu muss der Partner die entsprechende Signalliste prüfen und ergänzen. Swissgrid prüft, ob die Monitoringdaten erfolgreich an Swissgrid gesendet werden. Dies ist eine weitere Voraussetzung für den erfolgreichen Abschluss der Präqualifikation.

Nach erfolgreichem Abschluss des Einrichtens des SDL-Monitorings kann der Partner am entsprechenden Abrechnungspunkt in Absprache mit Swissgrid in der aktiven Rolle an der Spannungshaltung teilnehmen. Dies ist jeweils auf den ersten Tag eines Monates möglich.

# 7 Erneuerung des Testats für aktive Spannungshaltung

Die Bedingungen für die Gültigkeit und Erneuerungen des Testats sind den Betriebsvereinbarungen [3] respektive [2] zu entnehmen.

## 7.1 Vereinfachte Präqualifikation zur Erneuerung des Testates

Swissgrid kann gemäss den Betriebsvereinbarungen [3] respektive [2] entscheiden, ein gültiges Testat gemäss einer vereinfachten Präqualifikation zu erneuern. Ein entsprechender Test läuft folgendermassen ab:

- Überprüfen aller technischen Stammdaten & Kontaktadressen für die Spannungshaltung
- Ausführung Test S2

# 8 Literaturverzeichnis


[1] Swissgrid AG, «Spannungshaltungskonzept - Konzept für die Spannungshaltung im Übertragungsnetz der Schweiz ab 2020,» 1.0 vom 7. Januar 2019. [Online]. Available: www.swissgrid.ch.

[2] Swissgrid AG, «Betriebsvereinbarung KWB – Anhang 4 (Spannungshaltung),» Version 3.0 vom 26. August 2019. [Online]. Available: www.swissgrid.ch.

[3] Swissgrid AG, «Betriebsvereinbarung VNB – Anhang 3 (Spannungshaltung),» [Online]. Available: www.swissgrid.ch.

[4] Swissgrid AG, «Technische Anforderungen und Prozessablauf Kommunikation Spannungsplan,» 7.1 vom 13. November 2019. [Online]. Available: www.swissgrid.ch.

[5] Swissgrid AG, «Anforderungen an Monitoring Daten,» Version 2.0 vom 31. Januar 2020. [Online]. Available: www.swissgrid.ch.