



---

## Anforderungen an die Speicherkapazität bei Batterien für die Primärregelleistung

---

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	3
2	Mindestanforderungen an die Speicherkapazität .....	3
2.1	PRL-Erbringung ausschließlich mit Batterien (speicherbegrenzte TE) .....	3
2.2	PRL-Erbringung im Pool mit TE ohne Begrenzung der Arbeitsverfügbarkeit .....	5
2.2.1	Batterie erhöht Angebotsleistung.....	5
2.2.2	Batterie erhöht die Angebotsleistung nicht.....	5
2.3	Bestimmung der nutzbaren Speicherkapazität .....	7
3	Nachweis der Nachladestrategie .....	8
4	Anforderungen an die zu erfassenden Datenpunkte .....	8
5	Sonstiges.....	9
6	Abschließende Bemerkung .....	9

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Speicherverhältnis bei stationären Batteriespeichern .....	4
Abbildung 2:	Speicherverhältnis bei Batterien im Pool mit TE ohne Speicherbegrenzung .....	6
Abbildung 3:	Überprüfung der nutzbaren Speicherkapazität (Variante 1) .....	7
Abbildung 4:	Überprüfung der nutzbaren Speicherkapazität (Variante 2) .....	8

## 1 Einleitung

Bereits heute haben die deutschen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) verschiedenste Technologien für die Primärregelleistung (PRL) präqualifiziert. Diese Technologievielfalt wird von den ÜNB begrüßt und soll sich weiter fortsetzen. Den Eintritt der Speichertechnologien in den Primärregelleistungsmarkt, insbesondere der Batterien, möchten die ÜNB ebenfalls durch die vorliegende Beschreibung der Mindestanforderungen unterstützen.

Die Regelungen im PRL-Rahmenvertrag gemäß § 6.2 sehen eine 100%-ige Vorhaltung und Erbringung von PRL für die Produktzeitdauer von derzeit einer Woche vor. Da für eine oder mehrere Batterien mit einem begrenzten Speichervolumen eine Erbringung ohne Nachladestrategie im theoretischen Extremfall (200 mHz Frequenzabweichung) über eine Woche nicht möglich ist, werden zusätzliche Kriterien für Technische Einheiten (TE) mit begrenzten Speichervolumina sowie Anforderungen an die Nachladestrategie eingeführt, um die Verfügbarkeit zur Vorhaltung und Erbringung der PRL aus solchen TE einheitlich prüfen zu können.

## 2 Mindestanforderungen an die Speicherkapazität

Bei den Mindestanforderungen berücksichtigen die ÜNB zusätzlich zu den bisherigen Regelwerken bereits den derzeit noch bei der Europäischen Kommission in Abstimmung befindlichen Network Code on Load-Frequency-Control and Reserves (LFC&R NC). Dieser sieht vor, dass ein kontinuierlicher Vollabruf der präqualifizierten PRL bei speicherbegrenzten TE für mindestens 30 Minuten gewährleistet sein muss.

Bei dem Einsatz der Batterie für die PRL können zwei Betriebsweisen unterschieden werden:

- a) Eigenständiger Betrieb als singulärer Batteriespeicher oder in Kombination mit weiteren Batteriespeichern als Batteriepool (siehe 2.1).
- b) Integration der Batteriespeicher in einen Pool mit weiteren TE, die keine Begrenzung in der Arbeitsverfügbarkeit aufweisen, als Unterstützung (siehe 2.2).

Diese beiden Betriebsweisen ergeben unterschiedliche Mindestanforderungen und werden in den folgenden Kapiteln beschrieben. Soll ein Batteriespeicher in einem PRL-Pool mit TE die präqualifizierte und vermarktbarere PRL-Leistung erhöhen ist die Betriebsweise nach a) anzuwenden.

### 2.1 PRL-Erbringung ausschließlich mit Batterien (speicherbegrenzte TE)

Für die PRL-Erbringung ausschließlich aus speicherbegrenzten TE muss der Anbieter sicherstellen, dass für normale Frequenzverläufe stets eine Energiereserve vorhanden ist, welche ausreicht um die vorgehaltene PRL für mindestens 30 weitere Minuten in positiver als auch negativer Richtung erbringen zu können, im Folgenden als „30-Minuten-Kriterium“ bezeichnet. Im folgenden Diagramm ist aus dieser Anforderung abgeleitet der Arbeitsbereich für verschiedene Verhältnisse der nutzbaren Speicherkapazität und der PRL-PQ-Leistung dargestellt.

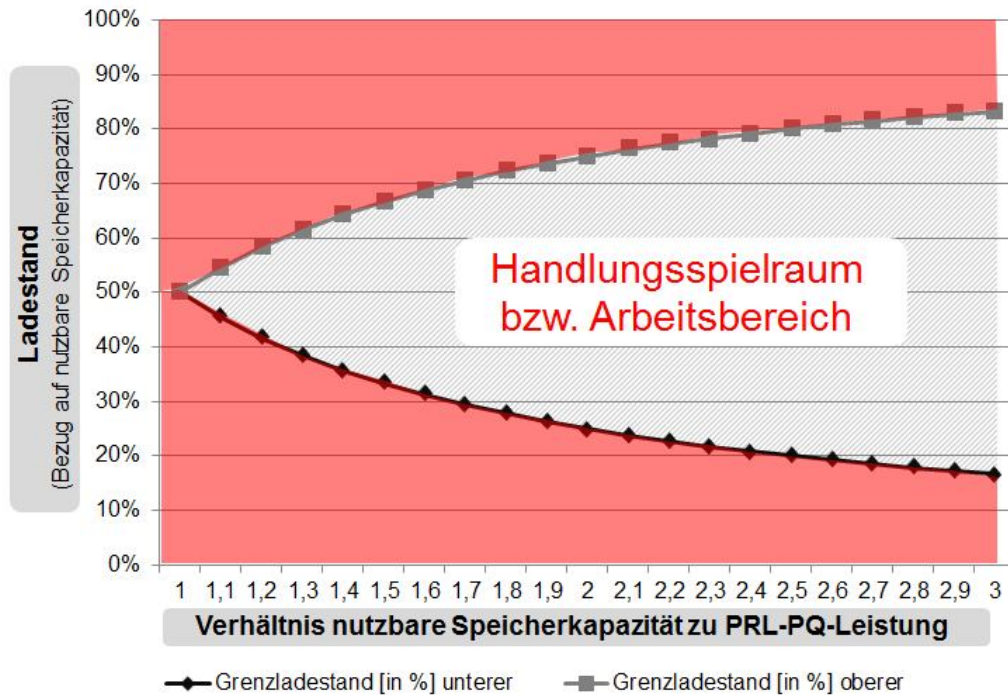


Abbildung 1: Speicherverhältnis bei stationären Batteriespeichern

Das 30-Minuten-Kriterium gilt als verletzt, wenn der Speicherstand während normaler Frequenzverläufe, also im Normalbetrieb, außerhalb des Arbeitsbereichs liegt. Der Normalbetrieb liegt dann vor, wenn die Frequenzabweichung kontinuierlich < 50 mHz ist oder keine der nachfolgenden Kriterien erfüllt ist:

- a) Vorliegen einer Frequenzabweichung außerhalb  $\pm 200$  mHz; oder
- b) Vorliegen einer Frequenzabweichung außerhalb  $\pm 100$  mHz für länger als 5 Minuten; oder
- c) Vorliegen einer Frequenzabweichung außerhalb  $\pm 50$  mHz für länger als 15 Minuten.

Sofern mindestens ein Kriterium vorliegt, ist ein Verlassen des Arbeitsbereiches für die Erbringung von PRL zulässig.

Der Anbieter ist verpflichtet, nach Rückkehr in den Normalbetrieb (Frequenzabweichung < 50 mHz) den Arbeitsbereich nach spätestens zwei Stunden wieder zu erreichen.

Aus dem 30-Minuten-Kriterium ergeben sich Anforderungen an das Speicherverhältnis (siehe Abbildung 1) und die Nachladestrategie.

Da bei einem Speicherverhältnis von genau 1 MWh zu 1 MW, einem mittleren Ladestand der Batterie in Kombination mit einer PRL-Erbringung die 30 Minuten nicht mehr in beiden Richtungen vorgehalten werden können, fordern die ÜNB ein größeres Speicherverhältnis, um einen Handlungsspielraum zu schaffen. Bei einem Verhältnis 2 MWh zu 1 MW ergibt sich gemäß Abbildung 1 beispielsweise ein Bereich von 25 % bis 75 %, um den der Speicherstand schwanken darf, ohne dass das genannte 30 Minuten-Kriterium verletzt werden würde.

Idealisiert lässt sich somit die Anforderung wie folgt beschreiben:

$$\frac{E_{nutzbar} [MWh]}{P_{PQ} [MW]} > 1 \quad (1)$$

mit  $E_{nutzbar} [MWh]$  Nutzbare Speicherkapazität einer Batterie

$P_{PQ}$ , [MW] PQ-Leistung einer Batterie

Die Bestimmung der zulässigen unteren ( $C_{uG}$ ) und oberen ( $C_{oG}$ ) Grenzen des nutzbaren Speicherbereiches (zulässiger Arbeitsbereich variiert entsprechend der vorgehaltenen PRL) erfolgt dabei abhängig von dem ausgewählten Speicherverhältnis bzw. der vermarktaren Leistung der Batterie:

$$C_{oG} = \frac{E_{\text{nutzbar}} - 0,5h \times P_{PQ}}{E_{\text{nutzbar}}} \quad (2)$$

$$C_{uG} = \frac{0,5h \times P_{PQ}}{E_{\text{nutzbar}}} \quad (3)$$

Der Anbieter sorgt durch die Anwendung der im Dokument „Eckpunkte und Freiheitsgrade bei der Erbringung von Primärregelleistung“ genannten Maßnahmen dafür, dass der zulässige Arbeitsbereich nach (2) und (3) eingehalten wird. Eine hiervon abweichenden Nachladestrategie kann ggf. nach Einzelfallprüfung durch die ÜNB zugelassen werden. Der Anbieter hat durch Simulationen vorab zu zeigen, dass das 30-Minuten-Kriterium unter Anwendung der im Konzept beschriebenen Nachladestrategie im Normalbetrieb zu keinem Zeitpunkt verletzt werden kann.

Die Einhaltung des 30-Minuten-Kriteriums während des Normalbetriebs, wird als Erfüllung der 100 % Verfügbarkeit gewertet.

**Dimensionierung der Leistungselektronik:** Des Weiteren ergeben sich aus dem 30-Minuten-Kriterium und der gewählten Nachladestrategie Anforderungen an die leistungsseitige Dimensionierung der speicherbegrenzten TE. Damit die PRL-Erbringung für Frequenzabweichungen innerhalb  $\pm 50$  mHz kontinuierlich gewährleistet werden kann, sind Ausgleichsgeschäfte mindestens in der Höhe über ein Viertel der PQ-Leistung sicherzustellen. Damit die Be- und Entladungen als Folge der Ausgleichsgeschäfte zeitgleich mit der vollen PRL-Aktivierung möglich sind, muss die Leistungselektronik (Netzanschluss, Wechselrichter, usw.) mindestens um ein Viertel größer als die PQ-Leistung ausgelegt werden.

## 2.2 PRL-Erbringung im Pool mit TE ohne Begrenzung der Arbeitsverfügbarkeit

### 2.2.1 Batterie erhöht Angebotsleistung

Batterien die die Anforderungen gemäß 2.1 erfüllen, können in einen Pool mit TE ohne Speicherbegrenzungen integriert werden. Dabei wird die für die Batterie präqualifizierte PRL der maximalen Angebotsleistung des PRL-Pools zugerechnet.

### 2.2.2 Batterie erhöht die Angebotsleistung nicht

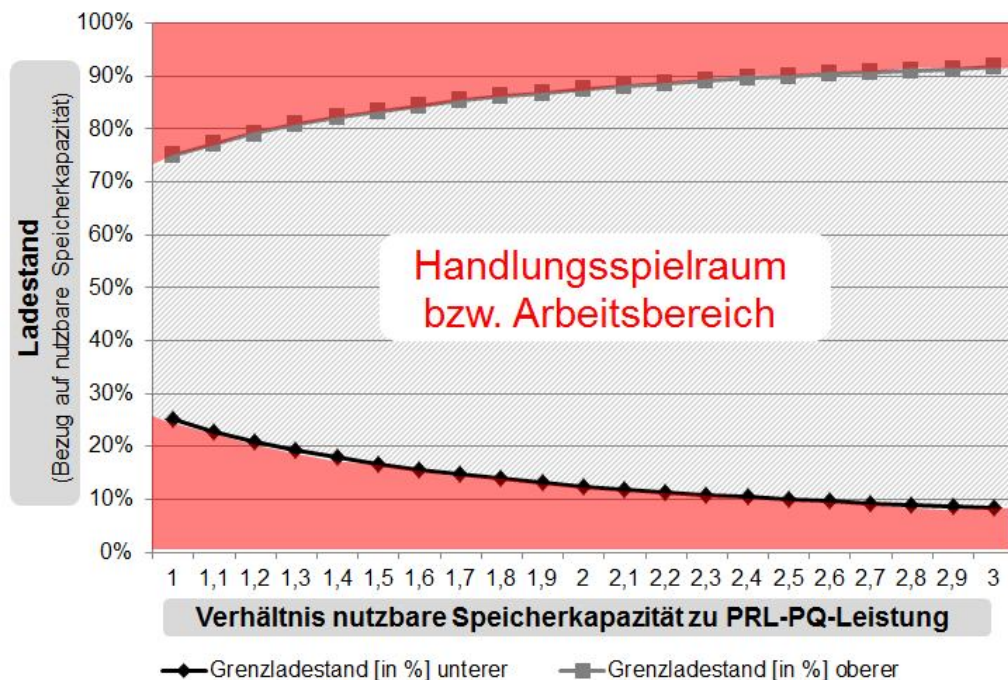
Soll die Batterie ausschließlich zur Steigerung der Flexibilität in einem Pool mit TE ohne Speicherbegrenzungen eingesetzt werden, müssen folgende Anforderungen erfüllt werden.

Zur Gewährleistung eines geordneten Überganges der PRL-Erbringung von Batteriespeichersystem an nicht speicherbegrenzte TE ist die Vorhaltung einer Energiereserve in energiebegrenzten TE, wel-

che ausreicht um die aus der TE vorgehaltene PRL jederzeit für mindestens 15 weitere Minuten in positiver als auch negativer Richtung erbringen zu können, im Folgenden als „15-Minuten-Kriterium“ bezeichnet, gefordert. In Abbildung 2 ist der Arbeitsbereich für verschiedene Verhältnisse der nutzbaren Speicherkapazität und der PRL-PQ-Leistung dargestellt.

In einem ausreichend großen Pool mit TE die eine unbeschränkte Arbeitsverfügbarkeit aufweisen, können Batterien präqualifiziert werden die ein Verhältnis von mindestens 1 MWh zu 1 MW aufweisen.

Bei dieser Betriebsweise wird die maximale Angebotsleistung gemäß Anlage 4 des PRL-Rahmenvertrages nicht um die PQ-Leistung der Batterie angehoben.



**Abbildung 2: Speicherverhältnis bei Batterien im Pool mit TE ohne Speicherbegrenzung**

Das 15-Minuten-Kriterium gilt als verletzt, wenn der Speicherstand während normaler Frequenzverläufe (Normalbetrieb) außerhalb des Arbeitsbereichs liegt. Der Normalbetrieb liegt dann vor, wenn die Frequenzabweichung kontinuierlich  $< 50$  mHz ist oder keine der nachfolgenden Kriterien erfüllt ist:

- a) Vorliegen einer Frequenzabweichung außerhalb  $\pm 200$  mHz; oder
- b) Vorliegen einer Frequenzabweichung außerhalb  $\pm 100$  mHz für länger als 5 Minuten; oder
- c) Vorliegen einer Frequenzabweichung außerhalb  $\pm 50$  mHz für länger als 15 Minuten.

Aus dem 15-Minuten-Kriterium ergeben sich Anforderungen an das Speicherverhältnis (siehe Abbildung 2) sowie die Nachlade- und Ablösestrategie.

Die ÜNB fordern, dass ein Anbieter im Rahmen einer Konzeptbeschreibung darlegt, wie eine uneingeschränkte Vorhaltung und Erbringung von PRL aus speicherbegrenzten TE in Kombination mit TE ohne Begrenzung der Arbeitsverfügbarkeit gewährleistet wird. Eine Möglichkeit besteht darin, dass die Einschränkung der Arbeitsverfügbarkeit durch rechtzeitige poolinterne Ablösung entgegengetreten wird, sodass jederzeit eine Energiereserve von 15-Minuten-Vollabruf vorgehalten wird. Mit diesem poolinternen Wechsel kann der Anforderung einer kontinuierlichen Vorhaltung und Erbringung gemäß Rahmenvertrag Rechnung getragen werden.

Idealisiert lässt sich somit die Anforderung wie folgt beschreiben:

$$\frac{E_{\text{nutzbar}} [MWh]}{P_{PQ} [MW]} > 1 \quad (4)$$

mit  $E_{\text{nutzbar}} [MWh]$  Nutzbare Speicherkapazität einer Batterie

$P_{PQ} [MW]$  PQ-Leistung einer Batterie

Die Bestimmung der zulässigen unteren ( $C_{uG}$ ) und oberen ( $C_{oG}$ ) Grenzen des nutzbaren Speicherbereiches (zulässiger Arbeitsbereich variiert entsprechend der vorgehaltenen PRL) erfolgt dabei abhängig von dem ausgewählten Speicherverhältnis bzw. der vermarktaren Leistung der Batterie:

$$C_{oG} = \frac{E_{\text{nutzbar}} - 0,25h \times P_{PQ}}{E_{\text{nutzbar}}} \quad (5)$$

$$C_{uG} = \frac{0,25h \times P_{PQ}}{E_{\text{nutzbar}}} \quad (6)$$

Der Anbieter hat durch Simulationen vorab zu zeigen, dass das 15-Minuten-Kriterium, mit nach (5) und (6) bestimmten Arbeitsbereich, unter Anwendung der im Konzept beschriebenen Nachladestrategie, wozu auch die Verlagerung der Vorhaltung und Erbringung auf andere TE im Pool dazugezählt werden kann, unter normalen Frequenzverläufen nie verletzt werden kann.

**Dimensionierung der Leistungselektronik:** Auch hier muss entsprechend der Nachladestrategie die Leistungselektronik ausgelegt werden.

### 2.3 Bestimmung der nutzbaren Speicherkapazität

Für die Ermittlung der PQ-Leistung ist neben dem „Doppelhöckertest“ die Bestimmung der zulässigen nutzbaren Speicherkapazität erforderlich. Diese ist unabhängig von der zu präqualifizierenden PRL, positive oder negative PRL, durchzuführen und dient zur Ermittlung der zulässigen Ladegrenzen (Definition des Arbeitsbereiches, vgl. Kapitel 2.1 und 2.2).

Der Nachweis kann im Rahmen des Doppelhubtests erfolgen, in dem nach dem zweiten Hub ein weiterer Hub angefügt wird und solange die Leistung erbracht wird, bis die Batterie die Grenze der nutzbaren Speicherkapazität erreicht hat (siehe Abbildung 3).

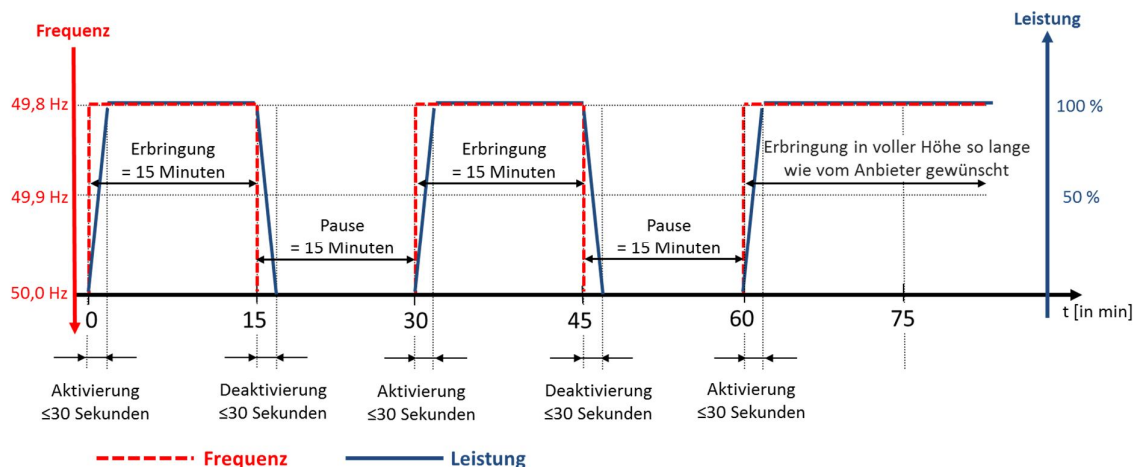
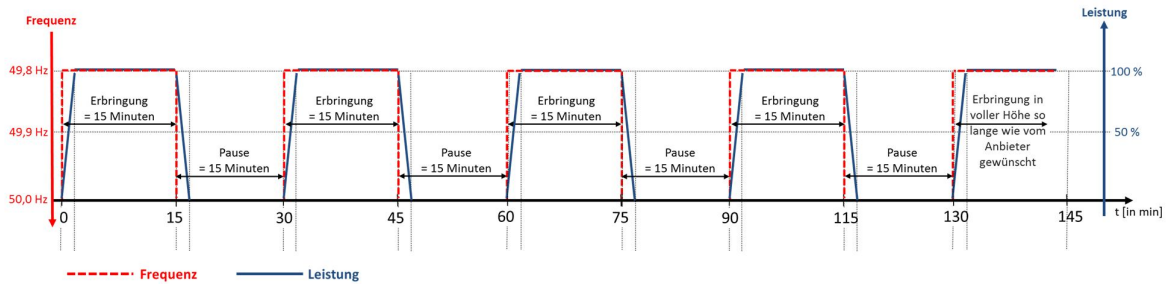


Abbildung 3: Überprüfung der nutzbaren Speicherkapazität (Variante 1)

Alternativ kann der Anbieter anstelle eines dritten Hubes die Hübe so häufig wiederholen, bis die vom Anbieter gewünschte Energiemenge bei der zu präqualifizierenden Leistung zur Verfügung gestellt wurde (siehe Abbildung 4).



**Abbildung 4: Überprüfung der nutzbaren Speicherkapazität (Variante 2)**

Der Anbieter beginnt den Test vom höchsten Ladestand der für ihn möglich ist und liefert zuerst den Test für positive PRL. Während des Tests sind keine Ausgleichsgeschäfte möglich, damit die nutzbare Speicherkapazität in voller Höhe überprüft werden kann. Der asymmetrische Test der nutzbaren Speicherkapazität ist möglich, da die Verluste bei der negativen PRL höher ausfallen können als bei der positiven PRL-Erbringung.

Die Speicherkapazität einer Batterie unterliegt i.d.R. einer Altersdegradation, d.h. über die Zeit verringert sich die nutzbare Speicherkapazität der Batterie. Der Anbieter ist verpflichtet, die präqualifikationsrelevanten Eigenschaften der Batteriespeicher regelmäßig zu überprüfen und den ÜNB bei Änderungen zu informieren; dieser wird PQ-Leistung entsprechend anpassen. Zudem kann der ÜNB von sich aus eine Überprüfung der Präqualifikation inkl. der nutzbaren Speicherkapazität durchführen.

### 3 Nachweis der Nachladestrategie

Bei beiden Betriebsweisen nach 2.1 und 2.2 ist ein aktives Lademanagement erforderlich. Möglichkeiten für ein aktives Lademanagement können dem Dokument „Eckpunkte und Freiheitsgrade bei der Erbringung von Primärregelleistung“ entnommen werden.

Der Anbieter ist verpflichtet glaubhaft nachzuweisen, dass die angenommene Ladestrategie/das Ladekonzept einen zuverlässigen Betrieb der Batterie zu jedem Zeitpunkt in dem erlaubten Bereich ermöglicht.

### 4 Anforderungen an die zu erfassenden Datenpunkte

Im Rahmen der PRL Vorhaltung und Erbringung müssen folgende Daten sekundlich je TE erfasst und archiviert und als Summenwert des Pools in abgestimmter Auflösung an den ÜNB übertragen werden. Die Archivierung je TE dient einem möglichen ex-post Erbringungsnachweis gemäß PRL-Rahmenvertrag.

- Vor Ort gemessene Frequenz
- Nutzbarer Energiegehalt des Speichers für positive und negative PRL
- Aktuelle Vorhalteleistung bzw. eingestellte Regelband unterschieden für positive und negative PRL
- Arbeitspunkt
- Einspeiseleistung
- PRL-Istleistung
- PRL-Status (an / aus)



Auf Anfrage kann der ÜNB die Übertragung der Werte je einzelner TE fordern.

## 5 Sonstiges

Es ist zu beachten, dass die PRL-Erbringung dezentral an der jeweiligen für PRL präqualifizierten TE erfolgen muss. Präqualifikationsvoraussetzung ist daher eine vor Ort an der TE befindliche Frequenzmessung inklusive der Regelungstechnik.

Wie auch bei einem Pool mit konventionellen TE muss mindestens der Ausfall der größten TE abgesichert werden. Bei einer stationären Batterie, die ohne externe Besicherung (Besicherungsvertrag mit einem Dritten) betrieben wird, muss die Batterie mit allen Ihren Komponenten so aufgebaut werden, dass egal welche Komponente ausfällt, eine Regelleistungserbringung und -vorhaltung jederzeit in voller Höhe gewährleistet wird.

Die ÜNB prüfen derzeit die Notwendigkeit von Anforderungen an das Verhalten bei Ausschöpfen der Energiereserve der PRL-Erbringung.

## 6 Abschließende Bemerkung

Aus verschiedenen Gründen, wie z.B. der gemeinsamen Beschaffung der PRL mit benachbarten TSO (Schweiz, Österreich und den Niederlanden), der Entwicklung des internationalen Network Code oder regulatorischer Vorgaben, möchten wir Sie darauf hinweisen, dass sich noch Anpassungen an den PQ-Bedingungen ergeben können.

Wir weisen darauf hin, dass die Präqualifikation für ein gemäß den dargelegten Bedingungen umgesetztes Batteriesystem gemäß § 2 Ziffer 2.2 Abs. 4 und § 2 Ziffer 2.3 Abs. 2 des Rahmenvertrages entfällt bzw. erlischt, wenn die Präqualifikationsanforderungen nicht mehr eingehalten werden. Die beschriebenen Anforderungen können gemäß § 2 Ziffer 2.3 des Rahmenvertrages weiterentwickelt, angepasst und überprüft werden.

Sollten sich bei der ÜNB-Abstimmung zukünftig Änderungen bzgl. der Präqualifikationskriterien ergeben, so gelten diese neuen Präqualifikationskriterien auch für bereits präqualifizierte Batteriespeicher wodurch ggf. ein erneuter Präqualifikationsprozess durchlaufen werden muss.