



## **Online-Appendix zu**

# **„Potenziale von Batteriespeichersystemen zur Regelenergiebereitstellung“**

**Johannes Weindl**

**Technische Universität München**

**Junior Management Science 1 (2016) 275-300**

# A1 - Fragenkatalog Hersteller



## Fragenkatalog "Batteriespeicher für Bereitstellung von Primärregelleistung"

1. Welche großformatigen (>1MW bzw. 1MWh) Speichertechnologie(en) bieten Sie allgemein an (z.B. Lithium-Eisen-Phosphat (LFP), Lithium-Titanat,...)?

Die folgenden Fragen beziehen sich auf ein Battery Energy Storage System (BESS), das für die Bereitstellung von Primärregelleistung (PRL) eingesetzt wird.

2. Welche Eigenschaften erscheinen Ihnen wichtig für ein BESS, das zur Bereitstellung von PRL genutzt werden soll? (bspw. dass das BESS effizient bei mittleren Ladungsstand arbeitet, da PRL immer gleichzeitig positiv und negativ angeboten werden muss)
3. Welche Speichertechnologie würden Sie daher empfehlen?
4. Welche Lebensdauer verspricht diese Technologie, sowohl in Jahren als auch in Vollzyklen (100% DoD)?
5. Basierend auf einer Nennleistung von 1MW, welche Auslegungsgröße in MWh erscheint Ihnen am geeignetsten für eine PRL-Bereitstellung (unter Berücksichtigung von Anschaffungskosten, Bereitstellungssicherheit, Abnutzung, etc.) (Muss keine der weiter unten genannten Varianten sein)

Ein zentraler Bestandteil meiner Abschlussarbeit ist eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für ein fiktives BESS zur PRL-Bereitstellung. Für die Ertragsseite liegen mir bereits Daten vor. Daten über die Kosten eines solchen BESS sind allerdings nicht frei verfügbar. An dieser Stelle bin ich auf ihre Mithilfe angewiesen. Ich würde mich sehr freuen wenn Sie mir hier weiterhelfen könnten. In meiner Arbeit will ich folgende Auslegungen eines BESS untersuchen:

- 1MW Leistung; 1MWh Speicherkapazität
- 1MW Leistung; 2MWh Speicherkapazität
- 2MW Leistung; 2MWh Speicherkapazität (Diese Variante insbesondere um herauszufinden ob es Skaleneffekte/Größenvorteile bei der Anschaffung von BESS gibt)



Für jede der drei genannten Varianten (und der von ihnen in Frage 5 favorisierten Variante) würde mich interessieren:

6. Mit welchen initialen Anschaffungskosten ist für ein solches BESS zu rechnen; wie viel davon fällt jeweils auf die Batterie selbst, auf das Batteriemanagementsystem und auf sonstige initiale Kosten (z.B. Baukosten)
7. Wie hoch erwarten Sie die jährlichen laufenden Kosten für den Betrieb des BESS (z.B. Wartung, Personalbedarf,...)
8. Wie hoch sind ungefähr die Markteintrittskosten: z.B.: Für die Qualifizierung als Anbieter von PRL.

Vielen Dank für ihre Mithilfe!



Interviewdokumentation "Batteriespeicher für Bereitstellung von Primärregelleistung"

Datum: 22.09.2015 Uhrzeit: 14:00 Uhr - 14:20 Uhr

Unternehmen: Wemag

Gesprächspartner: Herr Tobias Struck

1. Ihr Battery Energy Storage System (BESS) basiert auf der Lithium-Ionen-Technologie, die es in sehr vielen verschiedenen Varianten gibt (z.B. Lithium-Eisen-Phosphat (LFP), Lithium-Titanat,...). Für welche haben Sie sich entschieden und aus welchem Grund?

Samsung LMO

Yunicos hat empfohlen, weil gut PRL.

2. Sie bieten mit ihrem BESS unter anderem Primärregelleistung (PRL) an. Dies stellt bestimmte technologische Anforderungen an ihr BESS (bspw. dass es bei mittleren Ladungsstand effizient arbeitet, da PRL immer gleichzeitig positiv und negativ angeboten werden muss). Welche weiteren Eigenschaften waren ausschlaggebend für die Wahl der von ihnen genutzten Technologie bzw. welche Eigenschaften sind wichtig für die Bereitstellung von PRL?

Langlebigkeit, v.a. 200kW - 1MW

↳ Abwechselnder Betrieb der einzelnen Batteriestränge

Software aktiv regelt Ladezustand,  
so dass batteriefreundlich



3. Welche Lebensdauer versprechen Sie sich von ihrem BESS, sowohl in Jahren als auch in Vollzyklen (100% DoD)?

Samsung: 20 Jahre Garantie  
↳ unter Auflagen, z. B. Temperatur  
Software Xunicos

4. Ihr Batteriespeicher hat eine Größe von 5 MWh und eine Nennleistung von 5 MW. Warum haben Sie sich für diese Auslegung entschieden?

damals: 1:1 war richtig; MW kWh  
aus Erfahrung: bis zu 2:1

Ein zentraler Bestandteil meiner Abschlussarbeit ist eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für ein fiktives BESS zur PRL-Bereitstellung. Für die Ertragsseite liegen mir bereits Daten vor. Daten über die Kosten eines solchen BESS sind allerdings nicht frei verfügbar. An dieser Stelle bin ich auf ihre Mithilfe angewiesen. Ich würde mich sehr freuen wenn Sie mir hier weiterhelfen könnten:

5. Wie hoch waren die initialen Anschaffungskosten ihres BESS; wie viel davon fällt jeweils auf die Batterie selbst, auf das Batteriemanagementsystem und auf sonstige initiale Kosten (z.B. Baukosten)

6,5 Mio € → ~~Kosten~~ Herstellungskosten  
50% Batterie 50% Gebäude, BMS, ...

6. Wie hoch sind die jährlichen laufenden Kosten für den Betrieb des BESS (z.B. Wartung, Personalbedarf,...)

100 000 € pro Jahr  
↳ 5 MWh



7. Wie hoch waren ungefähr die Markteintrittskosten: z.B.: Für die Qualifizierung als Anbieter von PRL.

Kostet Aufwand, 2 Monate

8. Um PRL bereitstellen zu können müssen Sie als Betreiber eines BESS bei deren wöchentlicher Versteigerung des ÜNBs angenommen werden: Welche Strategie verfolgen Sie dabei? (z.B. konservativ: geringeren Preis akzeptieren, dafür sichere Annahme; aggressiv: hohes Gebot, damit hoher Ertrag bei Annahme, allerdings einhergehend mit erhöhtem Risiko der Nichtannahme)

konservativ, weil nur von PRL

aus Erfahrung mit Handel (100 Jahre)

nicht zu wenig nicht zu viel

9. Ein weiterer Punkt der in meinem Modell Berücksichtigung finden soll ist das Wiederaufladen bzw. Entladen der Batterie um die zugesicherte Reserveleistung anbieten zu können. In der Recherche für meine Abschlussarbeit bin ich bereits auf einige Ladestrategien gestoßen (z.B. Laden/Entladen einer festen Energiebetrages wenn bestimmtes Ladeniveau (SoC = State of Charge) erreicht ist; dynamische Ladstrategie bei der sich der SoC, bei dem die Ladung bzw. Entladung eingeleitet wird, nach einem gleitenden Durchschnitt der Regelleistungsabrufung richtet oder Nachladen nur in Off-Peak-Zeiten) Welche Ladestrategie verfolgen Sie bei ihrem BESS?

50% ist Zielladestand

mit oberer + unterer Grenze; wenn erreicht über

~~Intaday~~ über Handelspartner (z.B. "EON" etc)

Intaday Kraftwerksleistung

• Totband-Ladung; nicht im Großen Maß; Homöopathische Dosen;



10. ÜNBs haben Ende August neue Regeln für Batteriespeicher, die Regelleistung erbringen herausgebracht. (Mindestkapazität für bestimmte angebotene Leistung und Vorschriften über zulässigen Ladezustand, je nach Kapazitäts/Leistungsverhältnis). Inwiefern beeinträchtigen diese neue Regelungen den Betrieb ihres Batteriespeichers?

Trifft auch Wemag

↳ findet Wemag ~~es~~ unbegründet

↳ Wissenschaft sagt nicht nötig  
auch nicht im Ausland praktiziert

wohl ~~es~~ Hinkaltetaktik → was passiert  
wenn viele Speicher

→ Unsicherheit für Speicherbetreiber

↙ nochmal Änderung  
↳ welche Richtung entwickelt

⇒ Wemag erweitert MWh → Lösung für ~~Spe~~ ALT-Speicher

→ ~~jetzt~~ eigentlich schon etwas größer.

⇒ kein Problem für Wemag, aber Unsicherheit für zukünftige ~~PE~~ BESS-Projekte

↓  
"ÜNB:" In Zukunft kann es weitere Änderungen geben

# A3 - RWTH Aachen

Weindl, Johannes

---

**Von:** Thien, Tjark <TThien@eoner.rwth-aachen.de>  
**Gesendet:** Donnerstag, 27. August 2015 17:12  
**An:** Weindl, Johannes  
**Betreff:** AW: Fragenkatalog "Batteriespeicher für die Bereitstellung von Primärregelleistung"

Hallo Herr Weindl,

Hier soweit möglich die Antworten auf Ihre Fragen:

1. Lässt sich nicht pauschal beantworten. Ziel unseres Projekts ist u.a. zu erforschen, welche Technologie oder Kombination von Technologien sich am besten technisch/wirtschaftlich für verschiedenen Anwendungen u.a. PRL eignen.
2. Siehe oben. Wichtige Eigenschaften sind Kosten, Lebensdauer (kalendarisch und zyklisch) sowie Wirkungsgrad. Des Weiteren spielen gebäudetechnische und sicherheitstechnische Anforderungen eine Rolle.
3. Wie gesagt, es handelt sich um eine Forschungsanlage. Die Lebensdauer, welche wir erreichen spielt für uns eine ungeordnete Rolle, da es ja darum geht, etwas zu lernen. Zudem ist durch die Hybrid-Auslegung unserer Anlage die Angabe von Lebensdauern in Jahren und Vollzyklen pauschal kaum möglich.
4. Die Auslegung von 5 MW kommt von der ursprünglich Mindestlosgröße von 5 MW für die Teilnahme am PRL-Markt. Diese wurde inzwischen auf 1 MW reduziert. Die Kapazität von 5 MWh wurden geplant um ausreichend Reserven zu haben, um auch andere Anwendungen testen zu können.
5. Die Vermarktung des Speicher erfolgt durch unseren Projektpartner E.ON. Die Vermarktungsstrategie können wir leider nicht offenlegen.
6. Siehe Antwort zu 5.
7. Das Projektbudget beträgt ca. 11,2 Mio. Euro. Dies umfasst die Forschungstätigkeiten der Partner. Die exakten Kosten können wir leider derzeit nicht angeben. Grobe Richtwerte für Kosten von (Lithium-Ionen-)Batterien können Sie einer Studie entnehmen, die wir für die Initiative Sefep erstellt haben: [http://www.sefep.eu/activities/projects-studies/Ueberblick\\_Speichertechnologien\\_SEFEP\\_deutsch.pdf](http://www.sefep.eu/activities/projects-studies/Ueberblick_Speichertechnologien_SEFEP_deutsch.pdf) Preise sind natürlich deutlich höher als die angegebenen Kosten, geschätzt ca. 50 – 100 %. Die tatsächlichen Preise hängen stark von der jeweiligen spezifischen Technologie und Zelltyp ab.
8. Können wir leider nicht angeben.
9. Wie 8.

Ich hoffe, ich konnte mit diesen Informationen ein bisschen weiterhelfen.

Mit freundlichen Grüßen,  
Tjark Thien

=====

Dipl.-Ing. Tjark Thien  
Projektleitung M5BAT – Project Manager M5BAT  
<http://www.m5bat.de>

PGS - Institute for Power Generation and Storage Systems  
E.ON Energy Research Center (E.ON ERC)  
RWTH Aachen University  
Univ.-Prof. Dr. ir. Dr. h. c. Rik W. De Doncker  
Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Dirk Uwe Sauer

# A4 - Exide Technologies GmbH



Exide Technologies GmbH  
Im Thiergarten  
63654 Büdingen - Germany  
Telefon: +49 (0) 6042-81-479  
Fax: +49 (0) 6042-81-189  
E-Mail: martin.espig@eu.exide.com

## Fragenkatalog "Batteriespeicher für Bereitstellung von Primärregelleistung"

Von/From: Sebastian Zeh, Martin Espig, Martin Sinz  
An/To: Johannes Weindl  
Datum/Date: 2015/10/07

### 1. Welche großformatigen (>1MW bzw. 1MWh) Speichertechnologie(en) bieten Sie allgemein an (z.B. Lithium-Eisen-Phosphat (LFP), Silicium-Gel (SLA),...)?

Blei-Säure Zellen und Batterien

- VRLA (Valve Regulated Lead Acid) in Gel-Technologie
  - Sonnenschein A600
  - Sonnenschein A600 Solar
- Blei Säure
  - Classic OPzS Solar
  - Classic OCSM
  - TENSOR Solar

### 2. Welche Eigenschaften erscheinen Ihnen wichtig für ein BESS, das zur Bereitstellung von PRL genutzt werden soll? (bspw. dass das BESS effizient bei mittleren Ladungsstand arbeitet, da PRL immer gleichzeitig positiv und negativ angeboten werden muss)

- Hoher energetischer Wirkungsgrad (Hohe Lade- und Entladeeffizienz)
- Gute Performance im Teilladezustandsbetrieb [cPSoC (Controlled Partial State of Charge)]
- Hohe Leistung und Zyklisierbarkeit
- Geringe Wartung
- Hohe Zyklen- und kalendarische Lebensdauer auch bei mittlere Durchschnittsladezuständen
- Kurzer ROI (Return of Invest) und geringe TCO (Total Cost of Ownership)
- Geringe Kapazitätskosten
- Gutes, für die Anwendung sinnvolles Kapazitäts-/Leistungs-Verhältnis

### 3. Welche Speichertechnologie würden Sie daher empfehlen?

- VRLA (Valve Regulated Lead Acid)
  - Sonnenschein A600
  - Sonnenschein A600 Solar
- Blei Säure
  - Classic OCSM
  - TENSOR Solar

**EXIDE confidential**

**4. Welche Lebensdauer verspricht diese Technologie, sowohl in Jahren als auch in Vollzyklen (100% DoD)?\***

- Blei Säure
  - Classic OCSM: ca. 20 a / ca. 3000 Volläquivalentzyklen VÄZ<sup>1</sup> (100% C10)
  - TENSOR Solar: ca. 10 a / ca. 3100 VÄZ
- Blei Gel
  - Sonnenschein A600: ca. 20 a / ca. 1440 VÄZ
  - Sonnenschein A600Solar: ca. 15 a / ca. 2900 VÄZ

\*Unter Berücksichtigung der von EXIDE für diese Technologie entwickelten Ladeverfahren und Betriebstrategien für diese Anwendungen

**5. Basierend auf einer Nennleistung von 1MW, welche Auslegungsgröße in MWh erscheint Ihnen am geeignetsten für eine PRL-Bereitstellung (unter Berücksichtigung von Anschaffungskosten, Bereitstellungssicherheit, Abnutzung, etc.) (Muss keine der weiter unten genannten Varianten sein)**

- Unter Berücksichtigung der Anschaffungskosten sollte eine Variante mit Kapazitäts-Leistungs-Verhältnis von ca. 1,5:1 gewählt werden
- Unter Berücksichtigung der Bereitstellungssicherheit sollte eine Variante mit Kapazitäts-Leistungs-Verhältnis von ca. 2,5:1 gewählt werden
- Unter Berücksichtigung der Abnutzung sollte eine Variante mit einem möglichst hohen Kapazitäts-Leistungs-Verhältnis gewählt werden

**Ein zentraler Bestandteil meiner Abschlussarbeit ist eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für ein fiktives BESS zur PRL-Bereitstellung. Für die Ertragsseite liegen mir bereits Daten vor. Daten über die Kosten eines solchen BESS sind allerdings nicht frei verfügbar. An dieser Stelle bin ich auf ihre Mithilfe angewiesen. Ich würde mich sehr freuen wenn Sie mir hier weiterhelfen könnten. In meiner Arbeit will ich folgende Auslegungen eines BESS untersuchen:**

- 1 MW Leistung; 1 MWh Speicherkapazität
- 1 MW Leistung; 2 MWh Speicherkapazität
- 2 MW Leistung; 2 MWh Speicherkapazität

**Für jede der drei genannten Varianten (und der von ihnen in Frage 5 favorisierten Variante) würde mich interessieren:**

**6. Mit welchen initialen Anschaffungskosten ist für ein solches BESS zu rechnen; wie viel davon fällt jeweils auf die Batterie selbst, auf das Batteriemanagementsystem und auf sonstige initiale Kosten (z.B. Baukosten)**

Da jeder Bau anders ist, ist diese Frage schwer zu beantworten. Für uns ist daher lediglich eine Kostenabschätzung mit unserem modularen Restore500 System, welches alle nötigen Komponenten zur Elektroenergiespeicherung enthält, möglich.

---

<sup>1</sup> Die BEWAG Batterie, welche zur Frequenz-Stabilisierung des West-Berliner Inselnetzes eingesetzt wurde, hat insgesamt über eine Nutzungsdauer von 8a den 7000fachen Nennenergiedurchsatz geliefert.

- Kapazitäts-Leistungs-Verhältnis von 1:1
  - Ca. 1.000.000 € (4 Container; 50% Batterie, 50% Peripherie)
- Kapazitäts-Leistungs-Verhältnis von 2:1
  - Ca. 1.500.000 € (6 Container, 50% Batterie, 50% Peripherie)
- Kapazitäts-Leistungs-Verhältnis von 2:2
  - Ca. 2.000.000 € (8 Container, 50% Batterie, 50% Peripherie)

Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um Richtpreise kompletter Baueinheiten inklusive Einbau, Einhausung, Klimatisierung, BMS und Verkabelung der Batterien.

**7. Wie hoch erwarten Sie die jährlichen laufenden Kosten für den Betrieb des BESS (z.B. Wartung, Personalbedarf,...)**

- Da die Kosten für den Betrieb stark von der jeweiligen Anwendung abhängen können wir hier nur ungefähre Kosten nennen. Wir würden je Container mit laufenden Kosten von ca. 4000 € / a rechnen.

**8. Wie hoch sind ungefähr die Markteintrittskosten: z.B.: Für die Qualifizierung als Anbieter von PRL.**

- Hier können wir auf unseren Partner Belectric Solarkraftwerke GmbH verweisen, da wir selbst noch keine Präqualifikation durchgeführt haben.

# A5 - Siemens AG

## Fragenkatalog "Batteriespeicher für Bereitstellung von Primärregelleistung"

1. Welche großformatigen (>1MW bzw. 1MWh) Speichertechnologie(en) bieten Sie allgemein an (z.B. Lithium-Eisen-Phosphat (LFP), Lithium-Titanat,...)?  
=> Für PRL standardmäßig NMC, ggf. LFP speziell wenn auch Energie gepuffert werden soll und die Leistung (niedrige C-Raten  $\geq 1$ ) nicht unbedingt im Vordergrund steht. Alternativ auch Redox Flow, allerdings nur für Sonderprojekte.

Die folgenden Fragen beziehen sich auf ein Battery Energy Storage System (BESS), das für die Bereitstellung von Primärregelleistung (PRL) eingesetzt wird.

2. Welche Eigenschaften erscheinen Ihnen wichtig für ein BESS, das zur Bereitstellung von PRL genutzt werden soll? (bspw. dass das BESS effizient bei mittleren Ladungsstand arbeitet, da PRL immer gleichzeitig positiv und negativ angeboten werden muss)  
=> Zyklfestigkeit / Alterungsbeständigkeit, Wirkungsgrad, unempfindlich gegen klimatische Einflüsse (Umgebungstemperatur), beständig gegen thermisches Durchgehen.

3. Welche Speichertechnologie würden Sie daher empfehlen?  
=> NMC

4. Welche Lebensdauer verspricht diese Technologie, sowohl in Jahren als auch in Vollzyklen (100% DoD)?  
=> Ca. 5000 Vollzyklen bei 25°C / Voraussichtl. Lebensdauer 10-15Jahre - Lebensende bei EOL70

5. Basierend auf einer Nennleistung von 1MW, welche Auslegungsgröße in MWh erscheint Ihnen am geeignetsten für eine PRL-Bereitstellung (unter Berücksichtigung von Anschaffungskosten, Bereitstellungssicherheit, Abnutzung, etc.) (Muss keine der weiter unten genannten Varianten sein)  
=> Um die aktuellen Präqualifikationsanforderungen zu erfüllen ca. 1:1, für zukünftige PRL Auflagen 1MW:2MWh.

Ein zentraler Bestandteil meiner Abschlussarbeit ist eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für ein fiktives BESS zur PRL-Bereitstellung. Für die Ertragsseite liegen mir bereits Daten vor. Daten über die Kosten eines solchen BESS sind allerdings nicht frei verfügbar. An dieser Stelle bin ich auf ihre Mithilfe angewiesen. Ich würde mich sehr freuen wenn Sie mir hier weiterhelfen könnten. In meiner Arbeit will ich folgende Auslegungen eines BESS untersuchen:

- 1MW Leistung; 1MWh Speicherkapazität
  - 1MW Leistung; 2MWh Speicherkapazität
  - 2MW Leistung; 2MWh Speicherkapazität (Diese Variante insbesondere um herauszufinden ob es Skaleneffekte/Größenvorteile bei der Anschaffung von BESS gibt)
- => *Folgende Angaben als grobe Anhaltswerte für Turn Key Anlagen, diese können projektbezogen abweichen:*

- *1MW Leistung; 1MWh Speicherkapazität => EUR 1.500.000*

- *1MW Leistung; 2MWh Speicherkapazität => EUR 2.500.000*

- *2MW Leistung; 2MWh Speicherkapazität => EUR 2.900.000*

*Skaleneffekte treten merkbar erst bei grösseren Anlagen >10MW auf.*

Für jede der drei genannten Varianten (und der von ihnen in Frage 5 favorisierten Variante) würde mich interessieren:

6. Mit welchen initialen Anschaffungskosten ist für ein solches BESS zu rechnen; wie viel davon fällt jeweils auf die Batterie selbst, auf das Batteriemangement-system und auf sonstige initiale Kosten (z.B. Baukosten)

7. Wie hoch erwarten Sie die jährlichen laufenden Kosten für den Betrieb des BESS (z.B. Wartung, Personalbedarf,...)

8. Wie hoch sind ungefähr die Markteintrittskosten: z.B.: Für die Qualifizierung als Anbieter von PRL.

Vielen Dank für ihre Mithilfe!

# A6 - Herstellerangaben

Weindl, Johannes

---

**Von:** [REDACTED]  
**Gesendet:** Dienstag, 15. September 2015 10:51  
**An:** Weindl, Johannes  
**Betreff:** AW: Fragenkatalog "Batteriespeicher für Bereitstellung von Primärregelleistung"

Sehr geehrter Herr Weindl,

etwas spät aber wie versprochen hier meine Antworten auf Ihre Fragen (basierend auf bisherigen Anforderungen für PRL, diese sind jedoch derzeit bzgl. der Verwendung von Speichern in Überarbeitung).

1. Wir haben bisher LiFePo4 Zellen/ Module verbaut und Vanadium Radox Flow. Grundsätzlich sind wir jedoch Technologie offen.
2. Effizienz, geringe Selbstentladung (Halten des Ladezustands) und schnelle Leistungsabgabe / Steigerung der Leistung (hoher Leistungsgradient)
3. Lithium-Speicher (unabhängig von der Zusammensetzung) sind generell gut geeignet. LFP ist aufgrund des (fast) uneingeschränkten SOC-Bereichs und der Stabilität des Elektrolyts sehr gut für PRL geeignet.
4. Li- Technologien liegen alle ca. bei 10 Jahren kalendarisch (Hersteller-Angaben, darüber hinaus sicher auch verwendbar, jedoch geben derzeit keine Hersteller Garantien die länger laufen, es sei denn es werden extrem enge Betriebsbedingungen eingehalten). Zyklusfestigkeit hängt stark von der spezifischen Zusammensetzung (Elektrolyt / Kathodenmaterial) und der tatsächlichen Belastung ab. Hier haben aufgrund der sehr guten Nutzbarkeit (erlaubter SOC-Bereich) und Stabilität LFP-Zellen einen Vorteil.
5. Bisher ist man mit ca. 0,8 MWh nutzbar (je nach Interpretation des Betreibers/ Kunden am Ende des erwarteten Lebens (EOL – End of Life) oder BOL(beginning of Life)alte Regelung) ausgekommen, denn es muss ja für die Präqualifikation nur 2 x 15 min volle Leistung abgegeben werden. Die tatsächlich installierte MWh hängt dann wieder von Nutzbarkeit und spezifischen Alterungsverlauf ab. Bei LFP können Sie von ca. 20 % Alterung bei PRL über 10 Jahre ausgehen, also wird ca. 20% mehr installiert. Anhand der neuesten Entwürfe ist jedoch ein Sicherheitsaufschlag bei Batterien hinzugekommen, welcher sowohl bei der Leistung ( 1 MW PRL-Leistung muss mit ca. 1,25 MW abgedeckt werden zwecks Nachladen etc.) als auch bei der Kapazität mehr Reserven fordert. Genaue Angaben können hier aber noch nicht gemacht werden.
6. Vergangenhheitswerte ca.:
  - a. 1 MW/ 1 MWh – zwischen 950 und 1300 EUR/ kWh (abhängig von Kosten vor Ort, lokalen Anforderungen an Sicherheit, Kommunikation, Bauleistungen, Besicherungen (Bürgschaften, Versicherungen etc.)
  - b. 1 MW / 2 MWh – zw. 850 und 1100 EUR/ kWh
  - c. 2 MW/ 2 MWh siehe a. ( Leistung ist teuer und der spezifische Preis hängt vom Teiler( MWh) ab. Je mehr h installiert, desto günstiger der spez. Preis, je höher aber das Gesamtinvest. Bei PRL ist das Gesamtinvest entscheidend, da Leistung und nicht MWh vermarktet werden. MWh sollten also auf das Minimum begrenzt werden.
7. 2- 3% vom Initial- Invest.
8. Keine Angaben. Es dauert i.d.R. zwischen 3- 4 Monaten mit Vorbereitung etc.. Und je nachdem ob es schon erfahrene MA gibt, müssen mehr oder weniger MA sich damit beschäftigen.

Ich hoffe die Antworten helfen Ihnen bei Ihrer Arbeit. Ich wünsche Ihnen viel Erfolg.

Mit freundlichen Grüßen / Best regards

[REDACTED]  
[REDACTED]  
[REDACTED]

# A7 - Gebote

## Statistische Werte Gesamtjahr

Minimale Preisspanne	Minimum der Minimalwerte	Minimum der Maximalwerte
55,00 €	2.098,00 €	2.351,00 €
Maximale Preisspanne	Maximum der Minimalwerte	Maximum der Maximalwerte
6.582,00 €	3.473,00 €	9.253,00 €
Mittelwert Preisspanne	Mittelwert der Minimalwerte	Mittelwert der Maximalwerte
559,44 €	2.801,67 €	3.361,12 €
Median Preisspanne	Median der Minimalwerte	Median der Maximalwerte
246,50 €	2.723,00 €	3.193,00 €
3.Quartil Preisspanne	3.Quartil der Minimalwerte	3.Quartil der Maximalwerte
636,25 €	3.172,25 €	3.541,75 €

Minimum der Mittelwerte	Minimum der Mediane	Minimum der 3.Quartile
2.270,58 €	2.258,00 €	2.289,00 €
Maximum der Mittelwerte	Maximum der Mediane	Maximum der 3.Quartile
3.915,91 €	3.711,00 €	4.011,00 €
Mittelwert der Mittelwerte	Mittelwert der Mediane	Mittelwert der 3.Quartile
2.986,82 €	2.954,64 €	3.036,63 €
Median der Mittelwerte	Median der Mediane	Median der 3.Quartile
2.918,82 €	2.903,50 €	2.941,25 €
3.Quartil der Mittelwerte	3.Quartil der Mediane	3.Quartil der 3.Quartile
3.336,56 €	3.270,25 €	3.367,19 €

## Ergebnis Bidstrategies

Rang	Bietstrategie	Annahmen (#)	Annahmen (%)	Gesamtertrag	Ertrag/Annahme
1	3.Quartil-Vorwoche -4%	52	100%	150.327,84 €	2.890,92 €
2	Mittelwert-Vorwoche -2,5%	52	100%	150.219,96 €	2.888,85 €
3	Median-Vorwoche -2,75%	52	100%	148.951,02 €	2.864,44 €
4	3.Quartil-Vorwoche -5%	52	100%	148.761,93 €	2.860,81 €
5	Median-Vorwoche -3%	52	100%	148.568,11 €	2.857,08 €
6	Mittelwert-Vorwoche -1,5%	51	98%	148.286,33 €	2.907,58 €
7	3.Quartil-Vorwoche -3%	51	98%	148.274,93 €	2.907,35 €
8	Mittelwert-Vorwoche -2%	51	98%	147.533,60 €	2.892,82 €
9	3.Quartil-Vorwoche -3,5%	51	98%	147.510,62 €	2.892,37 €
10	Median-Vorwoche -2,5%	51	98%	145.877,55 €	2.860,34 €
11	Minimum-Vorwoche	52	100%	145.516,00 €	2.798,38 €
12	Median-Vorwoche -5%	52	100%	145.504,85 €	2.798,17 €
13	Minimum-Vorwoche +0,5%	51	98%	143.725,05 €	2.818,14 €
14	Maximum-Vorwoche -10%	49	94%	140.868,90 €	2.874,88 €
15	Maximum-Vorwoche -7,5%	48	92%	140.529,70 €	2.927,70 €
16	Mittelwert-Vorwoche -1%	47	90%	137.990,78 €	2.935,97 €
17	Maximum-Vorwoche -15%	49	94%	133.042,85 €	2.715,16 €
18	Maximum-Vorwoche -20%	51	98%	131.315,20 €	2.574,81 €
19	Maximum-Vorwoche -5%	43	83%	127.439,65 €	2.963,71 €
20	Minimum-Vorwoche +2%	43	83%	123.872,88 €	2.880,76 €
21	Mittelwert-Vorwoche	37	71%	109.836,56 €	2.968,56 €
22	Median-Vorwoche	37	71%	108.816,00 €	2.940,97 €
23	3.Quartil-Vorwoche	33	63%	98.935,75 €	2.998,05 €
24	Mittelwert-Vorwoche +2%	30	58%	91.346,81 €	3.044,89 €
25	Minimum-Vorwoche +5%	31	60%	89.887,35 €	2.899,59 €
26	Minimum-Vorwoche +10%	26	50%	77.886,60 €	2.995,64 €
27	Median-Vorwoche +5%	25	48%	75.413,10 €	3.016,52 €
28	3.Quartil-Vorwoche +5%	20	38%	62.398,09 €	3.119,90 €
29	Maximum-Vorwoche	17	33%	52.559,00 €	3.091,71 €

## Gebote volle Information

Rang	Strategie	Anzahl Annahmen	Annahmen in %	Gesamtertrag	Ertrag pro Annahme
1	Maximum der aktuellen Woche	52	100%	174.778,00 €	3.361,12 €
2	Minimum der Maximalmalwerte	52	100%	122.252,00 €	2.351,00 €
3	Minimum des 3.Quartils	52	100%	119.028,00 €	2.289,00 €
4	Minimum der Mittelwertewerte	52	100%	118.070,00 €	2.270,58 €
5	Minimum der Mediane	52	100%	117.416,00 €	2.258,00 €
6	Median der Minimalwerte	43	83%	117.089,00 €	2.723,00 €
7	Mittelwert der Minimalwerte	41	79%	114.868,60 €	2.801,67 €
8	Minimum der Minimalwerte	52	100%	109.096,00 €	2.098,00 €
9	Median der Mittelwertewerte	37	71%	107.996,16 €	2.918,82 €
10	Median der Mediane	37	71%	107.429,50 €	2.903,50 €
11	Median des 3.Quartils	35	67%	102.943,75 €	2.941,25 €
12	Mittelwert der Mediane	34	65%	100.457,90 €	2.954,64 €
13	Mittelwert der Mittelwertewerte	32	62%	95.578,36 €	2.986,82 €
14	Mittelwert des 3.Quartils	30	58%	91.099,04 €	3.036,63 €
15	3.Quartil der Minimalwerte	27	52%	85.650,75 €	3.172,25 €
16	Median der Maximalmalwerte	26	50%	83.018,00 €	3.193,00 €
17	3.Quartil der Mediane	24	46%	78.486,00 €	3.270,25 €
18	3.Quartil des 3.Quartils	22	42%	74.078,13 €	3.367,19 €
19	Mittelwert Maximalmalwerte	22	42%	73.944,54 €	3.361,12 €
20	3.Quartil der Mittelwertewerte	22	42%	73.404,35 €	3.336,56 €
21	Maximum der Minimalwerte	17	33%	59.041,00 €	3.473,00 €
22	3.Quartil der Maximalmalwerte	13	25%	46.042,75 €	3.541,75 €
23	Maximum der Mediane	10	19%	37.110,00 €	3.711,00 €
24	Maximum der Mittelwertewerte	8	15%	31.327,26 €	3.915,91 €
25	Maximum des 3.Quartils	7	13%	28.077,00 €	4.011,00 €
26	Maximum der Maximalmalwerte	1	2%	9.253,00 €	9.253,00 €

# A8 - PRL-Aktivierung

## PRL - Aktivierung

### Intra-Min-Umkehr

	Umkehr	10% Umkehr	20% Umkehr	50% Umkehr
Absolutes Vorkommen	23941	3679	644	63
relatives Vorkommen	4,55%	0,70%	0,12%	0,01%
-- zur Vorstufe		15,37%	17,50%	9,78%
-- zur Umkehr insgesamt		15,37%	2,69%	0,26%

### Abgerufene Energiemengen

PRL-Aktivierung auf Basis des **Median** des Abrufungsgrades

Positive Abrufung (kWh)	Negative Abrufung (kWh) Saldo	Anteil Saldo an pos. Abrufung
195038,8552	-161388,2238	33650,63142 17,25%

PRL-Aktivierung auf Basis des **Mittelwert** des Abrufungsgrades

Positive Abrufung (kWh)	Negative Abrufung (kWh) Saldo	Anteil Saldo an pos. Abrufung
204630,1406	-173675,123	30955,01753 15,13%

**Alle folgenden Werte basieren auf dem Median des Abrufungsgrades!**

	Minuten	Tage	%
Keine Abrufung	231143	160,5159722	43,98%

### Zyklen(tiefe)

Speicherkapazität (kWh)	1000	Angebotene Leistung (kW)	1000
Zyklenzahl	23614	volle Halbzyklen	178,2135395
Anteil Zyklentiefe <1%	76,73%	Vollzyklen	89,10676974
	Zykeldauer	Abgerufene Leistung (k Zyklentiefe (kWh))	Zyklentiefe (%)
Max	337	356,8016194	693,6491227 34,68%
Min	1	-283,3492823	-619,0043861 0,00%
Mittelwert	12,46959431	3,993507425	1,425028857 0,75%
Median	7	0,263157877	0,004385965 0,26%
3.Quartil	16	45,33717102	6,551535083 0,92%

Speicherkapazität (kWh)	1125	Angebotene Leistung (kW)	1000
Zyklenzahl	23614	volle Halbzyklen	158,4120351
Anteil Zyklentiefe <1%	79,05%	Vollzyklen	79,20601754
	Zykeldauer	Abgerufene Leistung (k Zyklentiefe (kWh))	Zyklentiefe (%)
Max	337	356,8016194	693,6491227 30,83%
Min	1	-283,3492823	-619,0043861 0,00%
Mittelwert	12,46959431	3,993507425	1,425028857 0,67%
Median	7	0,263157877	0,004385965 0,23%
3.Quartil	16	45,33717102	6,551535083 0,82%

Speicherkapazität (kWh)		1250		Angebotene Leistung (kW)		1000	
Zyklenzahl		23614		volle Halbzyklen	142,5708316		
Anteil Zyklentiefe <1%		81,23%		Vollzyklen	71,28541579		
	Zyklendauer	Abgerufene Leistung (k Zyklentiefe (kWh))		Zyklentiefe (%)			
Max	337	356,8016194		693,6491227		27,75%	
Min	1	-283,3492823		-619,0043861		0,00%	
Mittelwert	12,46959431	3,993507425		1,425028857		0,60%	
Median	7	0,263157877		0,004385965		0,21%	
3.Quartil	16	45,33717102		6,551535083		0,74%	

Speicherkapazität (kWh)		1375		Angebotene Leistung (kW)		1000	
Zyklenzahl		23614		volle Halbzyklen	129,6098469		
Anteil Zyklentiefe <1%		83,03%		Vollzyklen	64,80492344		
	Zyklendauer	Abgerufene Leistung (k Zyklentiefe (kWh))		Zyklentiefe (%)			
Max	337	356,8016194		693,6491227		25,22%	
Min	1	-283,3492823		-619,0043861		0,00%	
Mittelwert	12,46959431	3,993507425		1,425028857		0,55%	
Median	7	0,263157877		0,004385965		0,19%	
3.Quartil	16	45,33717102		6,551535083		0,67%	

Speicherkapazität (kWh)		1500		Angebotene Leistung (kW)		1000	
Zyklenzahl		23614		volle Halbzyklen	118,8090263		
Anteil Zyklentiefe <1%		84,82%		Vollzyklen	59,40451316		
	Zyklendauer	Abgerufene Leistung (k Zyklentiefe (kWh))		Zyklentiefe (%)			
Max	337	356,8016194		693,6491227		23,12%	
Min	1	-283,3492823		-619,0043861		0,00%	
Mittelwert	12,46959431	3,993507425		1,425028857		0,50%	
Median	7	0,263157877		0,004385965		0,17%	
3.Quartil	16	45,33717102		6,551535083		0,61%	

## A9 - Ladeverfahren

		Auslegungsgröße (MWh) (exkl. Puffer)			
		1,125	1,25	1,375	1,5
	obere Grenze Arbeitsbereich	55,56%	60,00%	63,64%	66,67%
	untere Grenze Arbeitsbereich	44,44%	40,00%	36,36%	33,33%
	Zykltiefe Ladevorgänge	5,56%	10,00%	13,64%	16,67%
<b>Lithium-Ionen (LFP)</b>					
<b>Lade- manage- ment</b>	Einspeichervorgänge	1776	631	385	270
	Ausspeichervorgänge	936	240	135	86
	Einspeichermenge (MWh)	130,588235	92,7941176	84,9264706	79,4117647
	Ausspeichermenge (MWh)	-58,5	-30	-25,3125	-21,5
	Beschaffungsmenge (MWh)	72,0882353	62,7941176	59,6139706	57,9117647
	Äquivalente Vollzyklen	75,3333333	43,55	35,4545455	29,6666667
<b>Totband- ladung</b>	Einspeichermenge (MWh)	19,9908043	21,5695088	22,9191511	23,5327512
	Ausspeichermenge (MWh)	-14,626615	-12,580233	-11,810009	-11,54356
	Äquivalente Vollzyklen	15,3855196	13,6598968	12,6287855	11,6921038
<b>Selbst- entladung</b>	Selbstentladung pro Jahr (MWh)	337,5	375	412,5	450
	Beschaffungsmenge (MWh)	0,39705882	0,44117647	0,48529412	0,52941176
	Äquivalente Vollzyklen	0,17647059	0,17647059	0,17647059	0,17647059
<b>Blei-Gel</b>					
<b>Lade- manage- ment</b>	Einspeichervorgänge	1839	675	416	299
	Ausspeichervorgänge	798	199	100	66
	Einspeichermenge (MWh)	148,306452	108,870968	100,645161	96,4516129
	Ausspeichermenge (MWh)	-49,875	-24,875	-18,75	-16,5
	Beschaffungsmenge (MWh)	98,4314516	83,9959677	81,8951613	79,9516129
	Äquivalente Vollzyklen	73,25	43,7	35,1818182	30,4166667
<b>Totband- ladung</b>	Einspeichermenge (MWh)	18,952677	21,3133179	21,722729	22,2734367
	Ausspeichermenge (MWh)	-14,0525	-10,741351	-10,945764	-10,451455
	Äquivalente Vollzyklen	14,6689676	12,8218675	11,8794519	10,9082974
<b>Selbst- entladung</b>	Selbstentladung pro Jahr (MWh)	810	900	990	1080
	Beschaffungsmenge (MWh)	1,04516129	1,16129032	1,27741935	1,39354839
	Äquivalente Vollzyklen	0,46451613	0,46451613	0,46451613	0,46451613

# A10 - Lebensdauer

## Zyklenlebensdauer

### Lithium-Ionen (LFP)

Zyklusverursacher	Auslegungsgröße (MWh)			
	1125	1250	1375	1500
PRL Aktivierung	79,2060	71,2854	64,8049	59,4045
Lademanagement	75,33333333	43,55	35,4545455	29,6666667
Totbandladung	15,3855	13,6599	12,6288	11,6921
Selbstentladung	0,17647059	0,17647059	0,17647059	0,17647059
<b>jährliche Zyklenanforderung</b>	<b>170,1013</b>	<b>128,6718</b>	<b>113,0647</b>	<b>100,9398</b>
Zyklenanforderung 10 Jahre	1701,0134	1286,7178	1130,6472	1009,3975
Zyklenanforderung 15 Jahre	2551,5201	1930,0767	1695,9709	1514,0963
Zyklenanforderung 20 Jahre	3402,0268	2573,4357	2261,2945	2018,7951
<b>Lebenserwartung</b>				
Zykluslebensdauer	5000,0000	5000,0000	5000,0000	5000,0000
zyklisches Lebensende (Jahren)	29,3942	38,8586	44,2225	49,5345
Restzyklen nach 20 Jahren	1597,9732	2426,5643	2738,7055	2981,2049

### Blei-Gel

Zyklusverursacher	Auslegungsgröße (MWh)			
	1125	1250	1375	1500
PRL Aktivierung	79,2060	71,2854	64,8049	59,4045
Lademanagement	73,25	43,7	35,1818182	30,4166667
Totbandladung	14,6690	12,8219	11,8795	10,9083
Selbstentladung	0,46451613	0,46451613	0,46451613	0,46451613
<b>jährliche Zyklenanforderung</b>	<b>167,5895</b>	<b>128,2718</b>	<b>112,3307</b>	<b>101,1940</b>
Zyklenanforderung 10 Jahre	1675,8950	1282,7180	1123,3071	1011,9399
Zyklenanforderung 15 Jahre	2513,8425	1924,0770	1684,9606	1517,9099
Zyklenanforderung 20 Jahre	3351,7900	2565,4360	2246,6142	2023,8799
<b>Lebenserwartung</b>				
Zykluslebensdauer	2900,0000	2900,0000	2900,0000	2900,0000
zyklisches Lebensende (Jahren)	17,3042	22,6082	25,8166	28,6578
Restzyklen nach 20 Jahren	-451,7900	334,5640	653,3858	876,1201

# A11 - Kapitalwertberechnung

## Auslegungsvarianten; jeweils für Li-Ionen und Blei-Gel

Nennleistung (MW)	1,25	1,25	1,25	1,25
angebotene Leistung (MW)	1	1	1	1
Speicherkapazität (MWh)	1,125	1,25	1,375	1,5
KLV	0,9	1	1,1	1,2
KALV	1,125	1,25	1,375	1,5
Speicherkapazität inkl. Puffer (MWh)	1,35	1,5	1,65	1,8
KLV (inkl. Puffer)	1,08	1,2	1,32	1,44

## initiale Investitionskosten (einmalig)

Lithium-Ionen (LFP)	spezifische Kosten (€/kWh)	1.113,00 €	1.095,00 €	1.077,00 €	1.059,00 €
	Investitionskosten (€)	1.502.550,00 €	1.642.500,00 €	1.777.050,00 €	1.906.200,00 €
Blei-Gel	spezifische Kosten (€/kWh)	980,00 €	950,00 €	920,00 €	890,00 €
	Investitionskosten (€)	1.323.000,00 €	1.425.000,00 €	1.518.000,00 €	1.602.000,00 €

## Kosten Ersatzinvestition / Liquidationserlös (einmalig)

Investitionskosten	661.500,00 €	712.500,00 €	759.000,00 €	801.000,00 €
Liquidationserlös	441.000,00 €	475.000,00 €	506.000,00 €	534.000,00 €

## NR: Investitionskosten ohne Puffer [für Betriebskosten]

Lithium-Ionen (LFP)	spezifische Kosten (€/kWh)	1.140,00 €	1.125,00 €	1.110,00 €	1.095,00 €
	Investitionskosten (€)	1.282.500,00 €	1.406.250,00 €	1.526.250,00 €	1.642.500,00 €
Blei-Gel	spezifische Kosten (€/kWh)	1.025,00 €	1.000,00 €	975,00 €	950,00 €
	Investitionskosten (€)	1.153.125,00 €	1.250.000,00 €	1.340.625,00 €	1.425.000,00 €

## Betriebskosten (jährlich)

Lithium-Ionen (LFP)	32.062,50 €	35.156,25 €	38.156,25 €	41.062,50 €
Blei-Gel	19.000,00 €	20.000,00 €	21.000,00 €	22.000,00 €
Vorteil Blei in %	40,74%	43,11%	44,96%	46,42%

## Kosten Ausgleichsenergie (jährlich)

	Beschaffungspreis (€/kWh)	0,03 €	0,03 €	0,03 €	0,03 €
	<b>Ausgleichsenergie</b>				
Lithium-Ionen (LFP)	Beschaffungsmenge (kWh)	72088,23529	62794,11765	59613,97059	57911,76471
	Beschaffungskosten (€)	2.162,65 €	1.883,82 €	1.788,42 €	1.737,35 €
Blei-Gel	Beschaffungsmenge (kWh)	98431,45161	83995,96774	81895,16129	79951,6129
	Beschaffungskosten (€)	2.952,94 €	2.519,88 €	2.456,85 €	2.398,55 €
	<b>Selbstentladung</b>				
Lithium-Ionen (LFP)	Beschaffungsmenge (kWh)	397,0588235	441,1764706	485,2941176	529,4117647
	Beschaffungskosten (€)	11,91 €	13,24 €	14,56 €	15,88 €
Blei-Gel	Beschaffungsmenge (kWh)	1045,16129	1161,290323	1277,419355	1393,548387
	Beschaffungskosten (€)	31,35 €	34,84 €	38,32 €	41,81 €
	<b>Gesamt</b>				
Lithium-Ionen (LFP)	Beschaffungsmenge (kWh)	72485,29412	63235,29412	60099,26471	58441,17647
	Beschaffungskosten (€)	2.174,56 €	1.897,06 €	1.802,98 €	1.753,24 €

Blei-Gel	Beschaffungsmenge (kWh)	99476,6129	85157,25806	83172,58065	81345,16129
	Beschaffungskosten (€)	2.984,30 €	2.554,72 €	2.495,18 €	2.440,35 €

#### Ertrag (jährlich)

Erlöse PRL Gebote (€)	150.327,84 €	150.327,84 €	150.327,84 €	150.327,84 €
-----------------------	--------------	--------------	--------------	--------------

#### Cash Flows (jährlich) [w/o Ersatzinvestition + Liquidationserlös]

Lithium-Ionen (LFP)	116.090,78 €	113.274,53 €	110.368,61 €	107.512,10 €
Blei-Gel	128.343,54 €	127.773,12 €	126.832,66 €	125.887,49 €

### Kapitalwert (€)

#### inklusive Puffer

	Auslegungsgröße (MWh) (exkl. Puffer)			
	1,125	1,25	1,375	1,5
Lithium-Ionen (LFP)	- 291.570,79 €	- 460.897,98 €	- 625.760,53 €	- 784.707,65 €
Blei-Gel	- 107.558,77 €	- 225.019,00 €	- 336.500,11 €	- 438.191,32 €

#### ohne Puffer

	Auslegungsgröße (MWh) (exkl. Puffer)			
	1,125	1,25	1,375	1,5
Lithium-Ionen (LFP)	- 71.520,79 €	- 224.647,98 €	- 374.960,53 €	- 521.007,65 €
Blei-Gel	62.316,23 €	50.019,00 €	159.125,11 €	261.191,32 €

### Break Even Batteriekosten (€/kWh)

#### inklusive Puffer

	Auslegungsgröße (MWh) (exkl. Puffer)			
	1,125	1,25	1,375	1,5
Lithium-Ionen (LFP)	897,02 €	787,73 €	697,75 €	623,05 €
Blei-Gel	900,33 €	799,99 €	716,06 €	646,56 €

#### ohne Puffer

	Auslegungsgröße (MWh) (exkl. Puffer)			
	1,125	1,25	1,375	1,5
Lithium-Ionen (LFP)	1.076,43 €	945,28 €	837,30 €	747,66 €
Blei-Gel	1.080,39 €	959,98 €	859,27 €	775,87 €

# A12 - 50Hertz Transmission GmbH

Weindl, Johannes

**Von:** Maik.Haiges@50hertz.com  
**Gesendet:** Donnerstag, 8. Oktober 2015 15:17  
**An:** Weindl, Johannes  
**Betreff:** AW: Kontakt zu 50Hertz

Hallo Herr Weindl,

die Höhe der bereitzustellenden Regelleistung innerhalb des Totbandes ist nicht beliebig. Einen guten Überblick gibt die Abbildung im Dokument „Eckpunkte und Freiheitsgrade bei Erbringung von Primärregelleistung“.

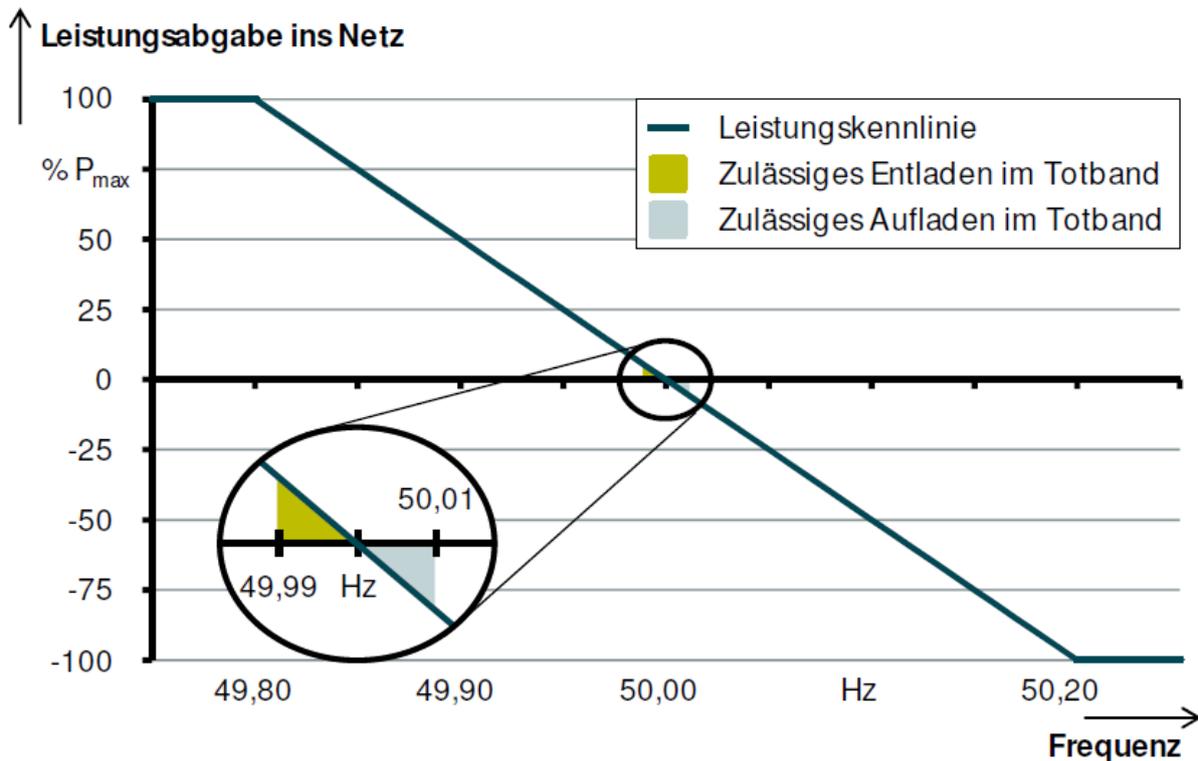


Abbildung 2: Totband und erlaubte Arbeitsbereiche

Die Nutzung des Totbandes ist nur möglich, wenn die Genauigkeit der Frequenzmessung deutlich kleiner als der Toleranzbereich des Totbandes ist, so dass es aufgrund der Messungenauigkeit nicht zu einem kontraproduktiven Verhalten kommt. Das kontraproduktive Verhalten tritt z. B. dann ein, wenn sich die gemessene Frequenz nahe an der Sollfrequenz in einem über- oder untersynchronen Bereich befindet und sich der Bereich der Messungenauigkeit über die Sollfrequenz hinweg in den gegenüberliegenden Bereich erstreckt. Wenn beispielsweise die Messungenauigkeit bei  $\pm 1$  mHz liegt, kann das Totband bei einer Sollfrequenz von 50 Hz systemkonform in dem positiven Bereich ab einem Messwert von 50,001 Hz und in dem negativen Bereich ab einem Messwert von 49,999 Hz genutzt werden.

Bei Frequenzen innerhalb des Totbandes können Sie die PRL somit nur innerhalb des schraffierten Bereiches erbringen. Eine Erbringung über den eingezeichneten Bereich ist nicht zulässig.

Gerne stehe ich Ihnen für Rückfragen telefonisch zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen

**Maik Haiges**

Energiewirtschaft

maik.haiges@50hertz.com

T +49 30 5150 4545

F +49 30 5150 2770



50Hertz Transmission GmbH

Eichenstraße 3A

12435 Berlin

[www.50hertz.com](http://www.50hertz.com)



Schützen Sie das Klima  
und drucken diese E-Mail nur, wenn es unbedingt sein muss.

---

**Von:** Hasche Bernhard (50HzT ME-M)

**Gesendet:** Dienstag, 6. Oktober 2015 14:40

**An:** johannes.weindl@tum.de

**Cc:** Bohm Bastian (50HzT ED); Haiges Maik (50HzT ME-E)

**Betreff:** WG: Kontakt zu 50Hertz

Hallo Herr Weindl,

entschuldigen Sie bitte die urlaubsbedingt späte Antwort. Herr Haiges ist bei 50Hertz für den Leitfaden zuständig.  
@Maik: kannst Du dazu etwas sagen?

Beste Grüße,  
Bernhard Hasche

Mit freundlichen Grüßen

**Dr. Bernhard Hasche**

Markt- und Prozessentwicklung

Energiewirtschaft

[bernhard.hasche@50hertz.com](mailto:bernhard.hasche@50hertz.com)

T +49 30 5150 2639

F +49 30 5150 2770



50Hertz Transmission GmbH

Eichenstraße 3A

12435 Berlin

[www.50hertz.com](http://www.50hertz.com)



Schützen Sie das Klima  
und drucken diese E-Mail nur, wenn es unbedingt sein muss.

**Von:** .f info (50HzT EC)  
**Gesendet:** Montag, 14. September 2015 13:55  
**An:** Bohm Bastian (50HzT ED)  
**Betreff:** WG: Kontakt zu 50Hertz

## Kontakt

Vielen Dank für Ihr Interesse an unserem Unternehmen. Stellen Sie hier Ihre Frage an 50Hertz, sagen Sie uns die Meinung oder schicken Sie uns Ihre Anregungen.

Um uns die Bearbeitung Ihrer Anfrage leichter zu machen, füllen Sie bitte die unteren Felder vollständig aus. Bitte haben Sie Verständnis, dass sich nicht jede Anfrage so schnell wie möglich beantworten lässt. Wir bemühen uns aber, Ihnen zeitnah zu antworten.

Wenn Sie statt des Kontaktformulars lieber eine Nachricht an uns mit Hilfe Ihres E-Mailprogramms senden wollen, nutzen Sie bitte die Empfänger-Adresse [info@50hertz.com](mailto:info@50hertz.com).

Vielen Dank.

**Ihr 50Hertz-Team**

<b>Anrede</b>	Herr
<b>Vorname</b>	Johannes
<b>Nachname</b>	Weindl
<b>E-Mail-Adresse</b>	<a href="mailto:johannes.weindl@tum.de">johannes.weindl@tum.de</a>
<b>Bitte wählen Sie den Themenbereich Ihrer Anfrage.</b>	Bilanzkreis
<b>Bitte hinterlassen Sie hier Ihre Nachricht.</b>	Sehr geehrte Damen und Herren,  im Rahmen meiner Bachelorarbeit, die ich zur Zeit an der TU München schreibe beschäftige ich mich mit den Potenzialen von Batteriespeichern für die Erbringung von Primärregelleistung. In dem von Ihnen mitverfassten und auf <a href="http://regelung.net">regelung.net</a> veröffentlichten Leitfaden für Anbieter von Primärregelleistung mit dem Titel „Eckpunkte und Freiheitsgrade bei Erbringung von Primärregelleistung“ beschreiben Sie die Möglichkeit das Totband (+/-10mHz um die Nennfrequenz 50Hz) für die Erbringung von Regelleistung zu nutzen und damit das Batterielademanagement zu unterstützen, sofern dabei ein systemkonformes Verhalten sichergestellt ist. Da ich diese Möglichkeit des Batterielademanagement gerne in meiner Bachelorarbeit verwenden will, stellt sich mir folgende Frage: Außerhalb des Totbandes richtet sich die Höhe der zu erbringenden Regelleistung nach der Höhe der

	<p>Frequenzabweichung und verhält sich zwischen +/-10mHz-Abweichung (0% Leistungsabrufung) und +/-200mHz (100% Leistungsabrufung) linear.</p> <p>Nach was richtet sich nun die Höhe Regelleistung, die im Totband erbracht werden darf? Ist diese für einen Betreiber eines Batteriespeichers variabel wählbar (0-100% Leistungsabrufung), sofern systemkonform (Leistungsaufnahme der Batterie nur sofern über 50Hz und umgekehrt) oder gibt es hier eine Obergrenze der Leistungsabrufung, die sich nach der Höhe Abweichung von der Nennfrequenz richtet, ähnlich der „regulären“ Primärregelleistung außerhalb des Totbandes?</p> <p>Ich würde mich sehr freuen wenn Sie mir bei dieser Frage weiterhelfen könnten.</p> <p>Viele Grüße Johannes Weindl</p> <p>Johannes Weindl. Bachelor Candidate (supervisor: Friedrich Walcher, M.Sc.)</p> <p>Chair for Management Accounting Technische Universität München · TUM School of Management Arcisstrasse 21 · 80333 München Mobile: +49 (0) 1732564350 Mail: <a href="mailto:johannes.weindl@tum.de">johannes.weindl@tum.de</a></p> <p><a href="http://www.wi.tum.de">www.wi.tum.de</a> · <a href="http://www.controlling.wi.tum.de">www.controlling.wi.tum.de</a> <a href="https://www.facebook.com/TUM.School.of.Management">www.facebook.com/TUM.School.of.Management</a> · TUM Management Alumni e. V.</p>
<p><b>Ich habe meine Eingaben geprüft und möchte meine Nachricht an 50Hertz abschicken.</b></p>	<p>True</p>

From :  
<http://www.50hertz.com/de>

# A13 - Tennet TSO GmbH

**Weindl, Johannes**

---

**Von:** Strobel, Ronny <Ronny.Strobel@tennet.eu>  
**Gesendet:** Mittwoch, 16. September 2015 11:00  
**An:** Weindl, Johannes  
**Betreff:** AW: Kontakt Website : Primärregelleistung Im Totband nach "Eckpunkte und Freiheitsgrade bei Erbringung von Primärregelleistung"

Sehr geehrter Herr Weindl,

danke für Ihre Anfrage. Auch im Totband müssen Sie linear entsprechend der gemessenen Frequenz erbringen. Eine Übererbringung kann zumindest durch die Gesamtheit der PRL-Erbringer die Frequenz in die andere Richtung treiben und führt damit wiederum zu Regelleistungseinsätzen. Die Erbringung im Totband ist damit lediglich eine minimale Unterstützung des Lademanagements. Sie war jedoch den Batteriebetreibern sehr wichtig.

Mit freundlichen Grüßen/Kind regards

Ronny Strobel  
Kunden & Märkte | Customers & Markets  
Systemdienstleistungen | Ancillary Services T +49 (0)921 50740-4598 F +49 (0)921 50740-4502  
E ronny.strobel@tennet.eu www.tennet.eu

TenneT TSO GmbH  
Bernecker Straße 70  
95448 Bayreuth  
Vorsitzender des Aufsichtsrats: Melchior Kroon  
Geschäftsführung: Dr. Urban Keussen (Vorsitz), Alexander Hartman Sitz der Gesellschaft: Bayreuth AG Bayreuth:  
HRB 4923

Bitte denken Sie vor dem Ausdruck dieser E-Mail an die Umwelt

-----Ursprüngliche Nachricht-----

Von: Johannes Weindl [mailto:johannes.weindl@tum.de]  
Gesendet: Montag, 14. September 2015 12:25  
An: TenneT Energiebeschaffung  
Betreff: Kontakt Website : Primärregelleistung Im Totband nach "Eckpunkte und Freiheitsgrade bei Erbringung von Primärregelleistung"

Hallo

Ausschreibung von Regelleistung/Netzverlusten

Jemand hat Kontakt aufgenommen. Nochfolgend weitere Details:

Betreff: Primärregelleistung Im Totband nach "Eckpunkte und Freiheitsgrade bei Erbringung von Primärregelleistung"

Name : Johannes Weindl  
E-Mail : johannes.weindl@tum.de

# A14 - TransnetBW GmbH

**Weindl, Johannes**

---

**Von:** Infopostfach <infopostfach@transnetbw.de>  
**Gesendet:** Dienstag, 22. September 2015 12:48  
**An:** Weindl, Johannes  
**Betreff:** AW: Kontaktformular

Sehr geehrter Herr Weindl,

die Höhe der Regelleistung, die im Totband erbracht werden darf (Bereich 49,99 .. 50,01 Hz) kann variabel ausgelegt werden, jedoch unter der Prämisse eines systemkonformen Verhaltens. Liegt z. B. die Netzfrequenz bei 50,007 Hz so kann die Batterie entladen werden jedoch mit einem frei wählbaren Anteil an Leistung zwischen 0 und Px (7 mHz/200 mHz).

Außerhalb des Totbandes muss dagegen die Lade- bzw. Entladeleistung stets auf die gemessene Frequenz ausgerichtet sein. Liegt die Netzfrequenz z. B. bei 50,06 Hz, so muss die Batterie die Leistung in Höhe von Px (60 mHz/200 mHz) aufnehmen.

Wir hoffen Ihr Anliegen somit beantwortet zu haben.

Freundliche Grüße / Kind Regards

i. A. Jennifer Käser  
Unternehmenskommunikation/Corporate Communications

**TransnetBW GmbH**  
Pariser Platz  
Osloer Str. 15-17  
70173 Stuttgart

T: +49 711 21858-3506  
M: +49 170 7737284  
F: +49 711 21858-4459  
[j.kaeser@transnetbw.de](mailto:j.kaeser@transnetbw.de)  
[www.transnetbw.de](http://www.transnetbw.de)

TransnetBW GmbH  
Sitz der Gesellschaft: Stuttgart  
Registergericht Stuttgart - HRB Nr. 740510  
Vorsitzender des Aufsichtsrats: Dr. Hans-Josef Zimmer  
Geschäftsführer: Dr. Werner Götz, Rainer Joswig, Dr. Rainer Pflaum

 **Wirklich drucken? Sparen Sie pro Seite 250 ml Wasser, 5 g CO<sub>2</sub>, 15 g Holz und 50 Wh Energie.**

---

**Von:** Infopostfach  
**Gesendet:** Montag, 14. September 2015 12:36  
**An:** Infopostfach  
**Betreff:** Kontaktformular

TransnetBW

Kontaktanfrage über [www.transnetbw.de](http://www.transnetbw.de)

**Vorname:** Johannes  
**Name:** Weindl