

Test zur Primärregelfähigkeit

Autor: Marc Scherer, Dominik Schlipf und Walter Sattinger

Überarbeitungen:

Version	Datum	Autor / Abteilung	Abschnitt
TC2008	26.08.2008	W. Sattinger / BT-NT	Transmission Code Anhang 9.5
V8	05.05.2009	D. Schlipf / BT-NT	Umsetzungsdokument TC2008
1.0	11.11.2009	M. Scherer / BT-SD	«Test zur Primärregelfähigkeit»
1.1	26.04.2011	M. Scherer / SF-SD	Abbildung 3

Das Dokument wurde unter Einbezug und Mithilfe von Branchenvertretern erarbeitet.

Alle Rechte, insbesondere das Vervielfältigen und andere Eigentumsrechte, sind vorbehalten.

Dieses Dokument darf in keiner Weise gänzlich oder teilweise vervielfältigt oder Dritten zugänglich gemacht werden ohne eine ausdrückliche schriftliche Genehmigung seitens swissgrid ag.

swissgrid ag übernimmt keine Haftung für Fehler in diesem Dokument und behält sich das Recht vor, dieses Dokument ohne weitere Ankündigungen jederzeit zu ändern.

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung	3
2	Ausgangslage	3
3	Aufschaltung von Testsignalen auf den Turbinenregler	3
3.1	Anforderungen	3
3.2	Empfehlungen	5
3.3	Durchführung	5
3.3.1	Bestimmung des Totbands	5
3.3.2	Bestimmung der Verstärkung und der Verzugszeiten	6
3.4	Reporting und Auswertung	6
4	Alternative Tests	7
4.1	Auswertung von Frequenzeinbrüchen	7
4.2	Spezielle Tests	8
5	Referenzen	8

1 Zusammenfassung

Dieses Dokument beschreibt die Tests zur Überprüfung der Primärregelfähigkeit einer Erzeugungseinheit und beruht auf den Erfahrungen weiterer Netzbetreiber [1-7].

2 Ausgangslage

Jede Erzeugungseinheit, die sich an den marktbasieren Ausschreibungen der Primärregelung beteiligt, muss auf die dafür geforderten technischen Voraussetzungen überprüft werden. Die bereits vorhandenen Messungen der Kraftwerke genügen den Anforderungen zur Überprüfung der Regelqualität oft nicht¹.

Im Präqualifikationsverfahren wird auf eine der nachfolgenden Methoden zurückgegriffen. Das Aufschalten eines Testsignals am Frequenz/Drehzahlsollwert bzw. Vorgabe desselben durch den Turbinenregler (vgl. Kapitel 3) ist aufgrund der Reproduzierbarkeit die bevorzugte Testmethode. Lässt sich diese nicht realisieren, kann alternativ auf vereinfachte Tests (vgl. Kapitel 4) zurückgegriffen werden.

3 Aufschaltung von Testsignalen auf den Turbinenregler

Bei diesem Verfahren wird der Sollwert der Drehzahl bzw. der Netzfrequenz innerhalb von 10 Sekunden rampenförmig von 50 Hz auf 49.8 bzw. 50.2 Hz abgesenkt bzw. hochgefahren und nach 30 Sekunden die Abweichung der Leistung abgelesen, siehe Abbildung 1.

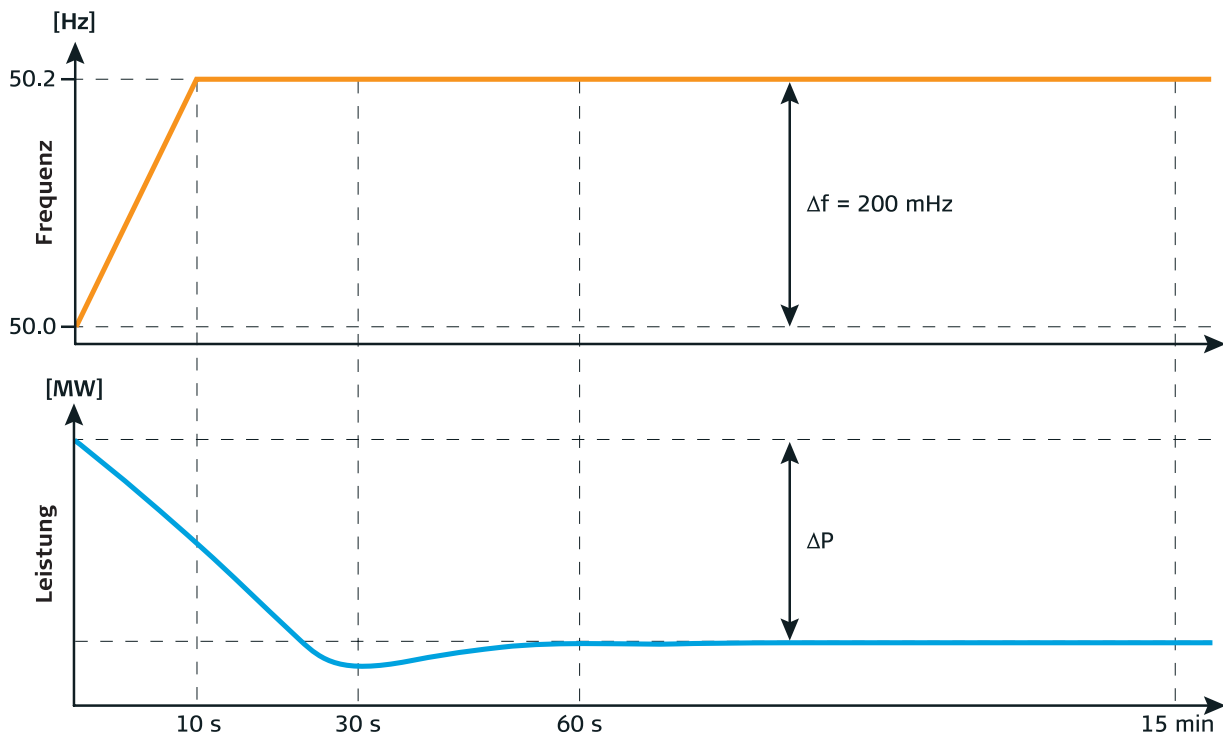
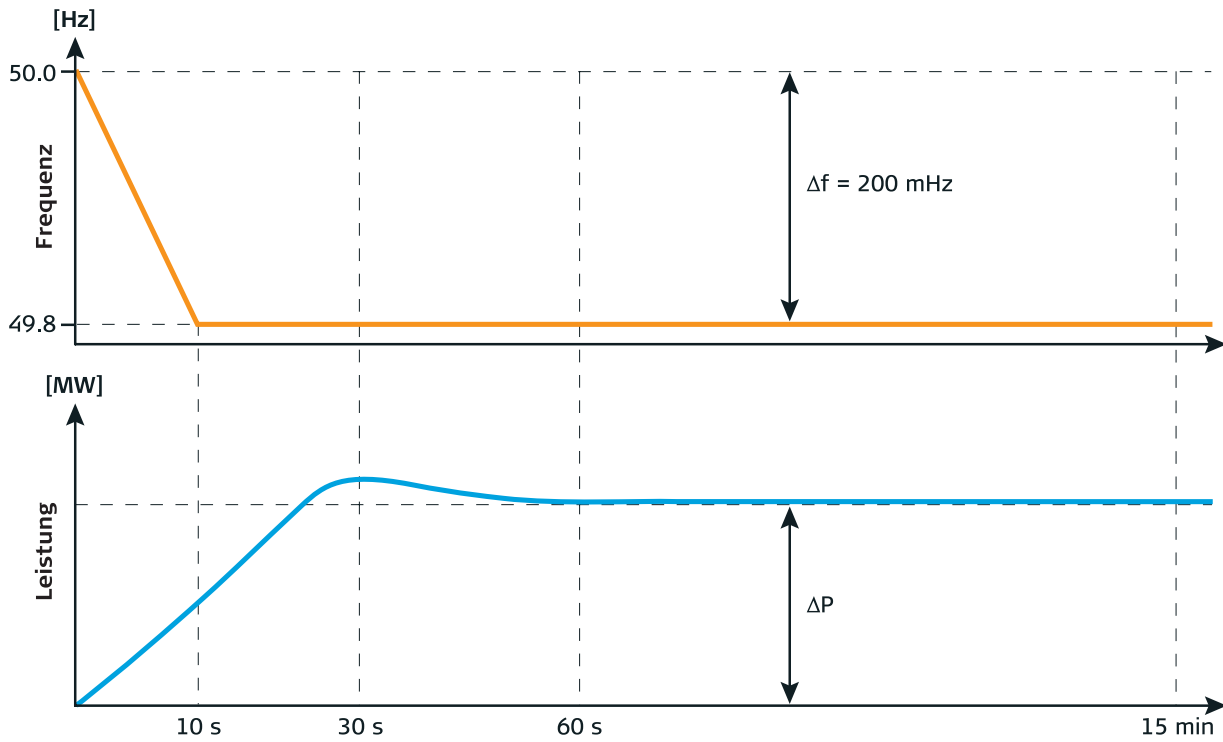
Grundsätzlich werden die Maschinengruppen einer Erzeugungseinheit einzeln getestet. In Absprache mit swissgrid und der entsprechenden Bestätigung des Kraftwerksbetreibers müssen baugleiche und ähnlich kalibrierte Maschinen nicht allesamt getestet werden.

3.1 Anforderungen

- Messgenauigkeit der Wandler: < 0.5 % (des Nennwerts, soweit möglich Klasse 0.1)
- Zeitauflösung: 100 ms
- Aufzeichnungsdauer: ≤ 30 min
- Einstellung des Frequenzsollwerts: < 5 mHz

Sämtliche Messungen müssen für alle Kanäle/Messgrößen zeitsynchron mit mindestens einem eindeutigen Zeitstempel versehen und als csv-Datei verfügbar sein.

¹ Vorab betroffen sind dabei die Messgenauigkeit, die Aufzeichnungsdauer, die Abtastrate und der zeitliche Synchronismus der Messwerte.



© 2009 swissgrid ag

Abbildung 1: Idealisierte Testsignale zur Überprüfung der Primärregelfähigkeit

3.2 Empfehlungen

Die Tests sind ausschliesslich in der Verantwortung des Kraftwerksbetreibers durchzuführen. Es wird empfohlen fallweise auf die Unterstützung des Herstellers bzw. auf Experten des Netzbetreibers oder eines entsprechend qualifizierten Beraters zurückzugreifen. Die Messprotokolle (Messberichte) stellen dabei die Grundlage für eine verbindliche Präqualifikation dar.

Die Tests müssen so gestaltet sein, dass zu keinem Zeitpunkt eine Gefahr von Schäden an Kraftwerkskomponenten besteht und sämtliche Schutz- und Regelmechanismen während der Tests keine Abschaltungen auslösen. Es dürfen hierfür keine Schutzeinrichtungen ausser Betrieb genommen werden.

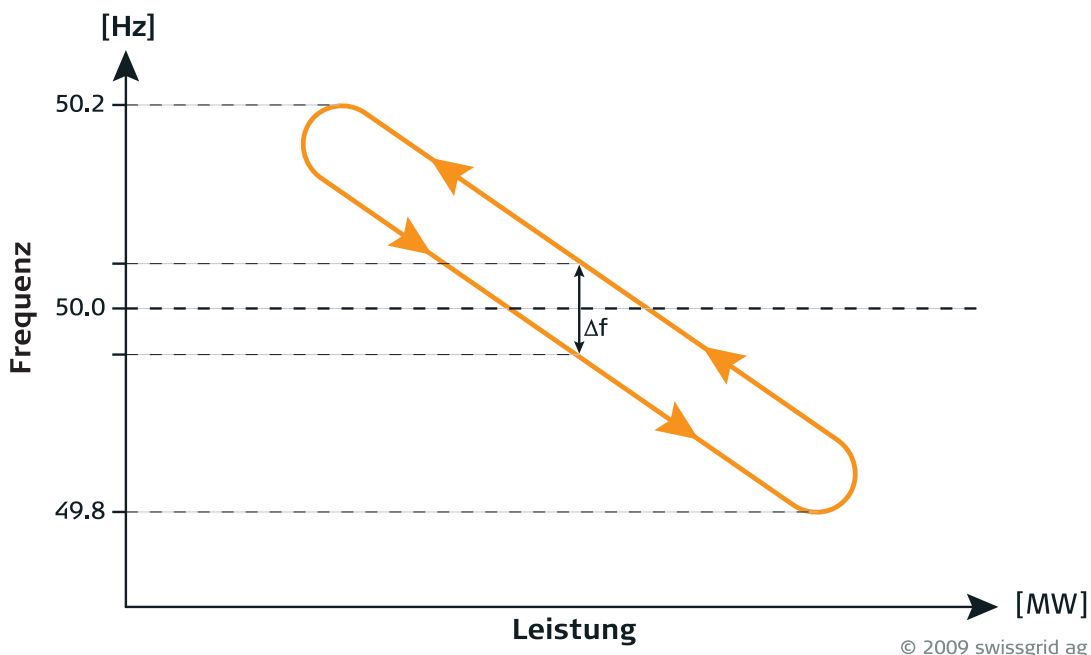
Während der Tests ist der gesamte für die Regelung vorgesehene Arbeitsbereich durchzufahren und die Maschinen bleiben im Parallelbetrieb mit dem Verbundnetz.

3.3 Durchführung

Die Tests haben die Bestimmung des systemimmanenten Totbands (vgl. Abschnitt 3.3.1) und der Statik (vgl. Abschnitt 3.3.2) zum Ziel.

3.3.1 Bestimmung des Totbands

Das Totband² wird mit Hilfe einer Hysterese bestimmt [1,6]. Dabei entspricht Δf dem gesamten und $\Delta f/2$ dem halben Totband. Durch entsprechende Verstellung des Eingangssignals wird ermittelt, ab wann am Ausgang eine Änderung feststellbar ist. Der Frequenzsollwert wird stufenweise geändert und dabei der stationäre Wert der Leistung abgelesen, siehe Abbildung 2. Erfahrungsgemäss werden je nach Kraftwerkstyp Verharzeiten von einer bis drei Minuten als geeignet betrachtet.



© 2009 swissgrid ag

Abbildung 2: Bestimmung des Totbands

² Dabei geht es um das physikalisch bedingte Totband der gesamten Regelstrecke (Frequenz/Drehzahleingang – Leistungsausgang) und nicht um das am Regler einstellbare Totband.

Die Auswertung des Totbands erfolgt nach der Norm IEC 61362 [5] und es gilt:

$$\frac{i_x}{2} \leq 2 \cdot 10^{-4} \quad (3.1)$$

Mit der Normierungsbedingung ergibt sich:

$$i_x = \frac{\Delta f}{50 \text{ Hz}} \rightarrow \Delta f \leq 20 \text{ mHz} \quad (3.2)$$

Bei der Messung müssen die folgenden zwei Parameter erfüllt sein:

- Schrittweite Erhöhung Frequenz: < 5 mHz
- Totband (Unempfindlichkeitsband): $\Delta f/2 \leq 10 \text{ mHz}$

3.3.2 Bestimmung der Verstärkung und der Verzugszeiten

Durch eine Anregung bzw. die Aufschaltung einer Frequenzrampe entsprechend Abbildung 1 wird die Generatorklemmenleistung aufgezeichnet. Mit Hilfe dieses Leistungsverlaufs werden die Statik und die Verzugszeiten bestimmt. Zur Berechnung der Statik gilt:

$$s = \frac{\Delta f / f_n}{\Delta P / P_n} \quad (3.3)$$

Dabei ist: f_n = Nennfrequenz (50 Hz)

P_n = Generatornennleistung

3.4 Reporting und Auswertung

- Versuchsanordnung, Blockschaltbilder, genaue Angabe der Messorte
- Versuchszeitpunkt, Liste der durchgeführten Versuche
- Teilnehmer des Versuchs

Die Ergebnisse der Primärregeltests werden – entweder vom Netzbetreiber oder durch eine vom Netzbetreiber benannten unabhängigen dritten Stelle – auf maximal zulässige Abweichungen untersucht.

Die gültigen Toleranzgrenzen werden in Abbildung 3 dargestellt. Werden diese Grenzen verletzt, so gilt der Test als «nicht bestanden».

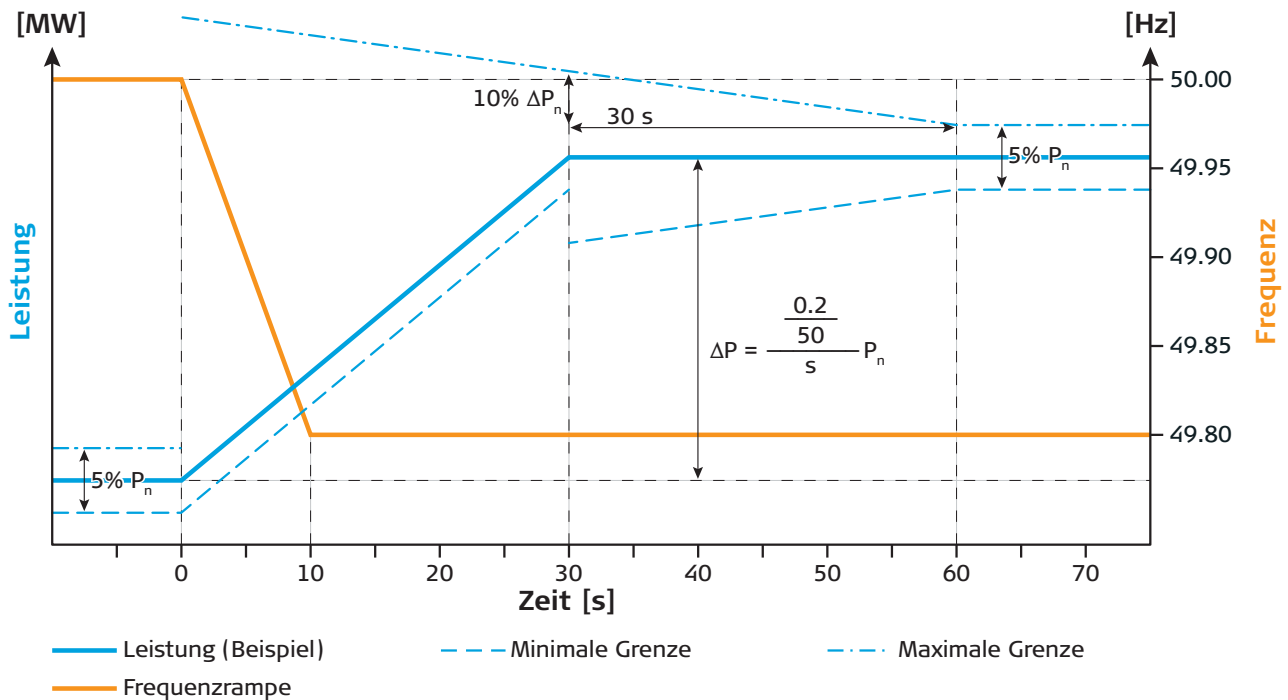


Abbildung 3: Leistungsverlauf und Toleranzbänder

Der aufgezeichnete Leistungsverlauf muss innerhalb der in Abbildung 3 gezeigten Toleranzgrenzen liegen. Eine Skalierung der Toleranzgrenzen erfolgt gemäss den Maschinenparametern.

4 Alternative Tests

Ist aufgrund technischer Gegebenheiten die Aufschaltung von Testsignalen auf den Turbinenregler nicht möglich oder ist der damit verbundene finanzielle Aufwand unverhältnismässig, können alternative (vereinfachte) Tests durchgeführt werden.

4.1 Auswertung von Frequenzeinbrüchen

Bei dieser Methode bedarf es keiner speziellen Messgeräte. Es wird auf die im Kraftwerk bereits vorhandenen Messstrecken – die meist Teil der kraftwerkseigenen Leittechnik sind – zurückgegriffen. Die Auswertung erfolgt im Normalbetrieb, wobei als Anregung auf Ereignisse im Netz zurückgegriffen wird, bei denen das Kraftwerk auf die eingetretenen Frequenz- und Spannungsänderung reagierte.

Durch die Aufzeichnung der Eingangsgrössen (Spannung, Frequenz) und der Reaktion der einzelnen Maschinen (Blind- und Wirkleistung) kann in einer anschliessenden Auswertung die Qualität der Regelfähigkeit ermittelt werden.

Eine Grundvoraussetzung dieser Methode ist eine zeitliche Auflösung der Messungen von mindestens zwei Sekunden.

Bei geringen Frequenzabweichungen (ca. 50 mHz) liegen die Leistungsänderungen der einzelnen Maschinen im Bereich der Messungenauigkeit. In diesem Fall ist die Messung einer gesamten Generatorgruppe am Einspeisepunkt zur Auswertung besser geeignet.

4.2 Spezielle Tests

Als spezielle Tests werden alle weiteren (mit swissgrid koordinierten und im Präqualifikationsverfahren geeigneten) Tests zusammengefasst.

Für diese Methode bedarf es mobiler Messgeräte – die im Kraftwerk an vorhandenen oder speziell für den Versuch anzubringenden Wandlern angeschlossen werden – oder hochauflösender Messungen durch den Turbinenregler selbst.

Die Messungen werden anschliessend innerhalb spezieller Testverfahren durchgeführt, bei welchen durch gezielte Schalthandlungen zwischen Kraftwerk und Netz die notwendigen Anregungen der Regelkreise für Spannung und Wirkleistung hervorgerufen werden. Dazu gehören im Speziellen die Tests zur Überprüfung der Inselnetzfähigkeit, die Rückschlüsse auf die Primärregelbarkeit zulassen.

5 Referenzen

- [1] **Procedura operationala, Verificarea functionarii grupurilor in reglaj primar** (Verfahren zur Überprüfung der Primärregelbarkeit von Kraftwerksblöcken), Cod TEL – 07.VOS – DN 280, Februar 2008, Transelectrica.
- [2] **Contrat de Participation aux Service Système**, RTE, 21.12.2007.
- [3] **Participation in Frequency and Frequency-Power Regulation of Production Units**, RGTE070047 DIS-ISI, Terna, 20.07.2008.
- [4] **Technische Mindestanforderungen an Kraftwerke für den Anschluss in unterlagerten 110-kV-Netzen**, RWE Transportnetze Strom, 29.03.2007.
- [5] **Blockregelung von Wärmekraftwerken**, VDI/VDE 3508, September 2003.
- [6] **Guide to specification of hydraulic turbine control system**, CEI/IEC 61362, März 1998.
- [7] **Hydraulic turbines – Testing of control systems**, CEI/IEC 60308, Januar 2005.