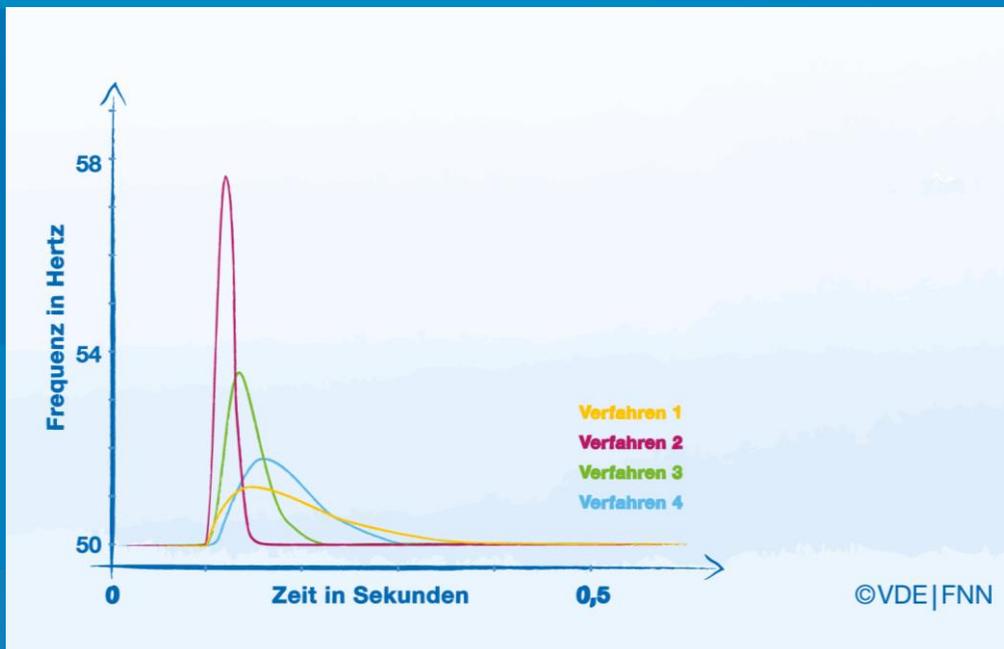


# FNN – HINWEIS



Ermittlung und Bewertung der  
Netzfrequenz –  
Auswirkungen netzseitiger Störeinflüsse

Version 1.0

Oktober | 2017

## Impressum

© Forum Netztechnik / Netzbetrieb im VDE (FNN)

Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

Telefon: + 49 (0) 30 3838687 0

Fax: + 49 (0) 30 3838687 7

E-Mail: [fnn@vde.com](mailto:fnn@vde.com)

Internet: <http://www.vde.com/fnn>

Oktober 2017

## Inhalt

<b>1 Motivation und Ziele.....</b>	<b>5</b>
<b>2 Auswirkungen von Störeinflüssen bei verschiedenen Verfahren zur Frequenzbestimmung .....</b>	<b>6</b>
2.1 Allgemeines .....	6
2.2 Störgrößenunterdrückung im stationären und quasi-stationärem Zustand .....	7
2.2.1 Auswirkungen auf die Frequenzmessung .....	9
2.3 Störgrößenunterdrückung bei einem Phasenwinkelsprung .....	11
2.3.1 Auswirkungen auf die Frequenzmessung .....	12
2.4 Störgrößenunterdrückung bei einem Spannungseinbruch.....	13
2.4.1 Auswirkungen auf die Frequenzmessung .....	14
2.5 Folgeverhalten bei einer transienten Frequenzänderung (df/dt) .....	15
2.5.1 Auswirkungen auf die Frequenzmessung .....	16
<b>3 Zusammenfassung und Fazit.....</b>	<b>17</b>
<b>4 Literaturverzeichnis .....</b>	<b>18</b>
<b>5 Anhänge .....</b>	<b>19</b>
A. Beispiel zur Frequenzmessung in Monitoringsystemen bei unterschiedlichen Parametrierungen .....	19
B. Anforderungen an die Frequenzmessung aus schutztechnischen Anwendungen .....	21
C. Anforderungen an die Frequenzbestimmung aus Regelungstechnischen Anwendungen .....	22

## Bildverzeichnis

Bild 1 - Prinzipschaltbild der Frequenzbestimmung im Kontext der Steuerung einer Erzeugungsanlage (EZA) .....	5
Bild 2 - Oberschwingungs- und Unsymmetrie-behaftete Spannungsformen .....	8
Bild 3 - Darstellung eines Frequenzgradienten (0,04 Hz/s) sowie des Verhaltens von zwei beispielhaft dargestellten Frequenzbestimmungsverfahren (orange/violett/grün/hellblau) .....	9
Bild 4 - Detaildarstellung im stationären Zustand sowie am Beginn des Frequenzgradienten .....	10
Bild 5 - Detaildarstellung der Ausgangssignale beim Übergang von einem Frequenzgradienten in den stationären Betrieb .....	11
Bild 6 - Darstellung der Reaktion auf einen Phasenwinkelsprung .....	12
Bild 7 - Frequenzabweichung nach einem Phasenwinkelsprung (Darstellung mit logarithmischer Ordinatenachse) .....	13
Bild 8 - Darstellung der Spannungen während und nach einem Erdkurzschluss .....	14
Bild 9 - Darstellung der Reaktion auf die Spannungswiederkehr nach einem Erdkurzschluss .....	15
Bild 10 - Darstellung der Reaktion auf einen Frequenzgradienten .....	16
Bild A. 1 - Beispiel mit einpoligem Fehler in Phase L2 (U2) .....	19
Bild A. 2 - Ergebnisse der unterschiedlichen Frequenzmessungen .....	20

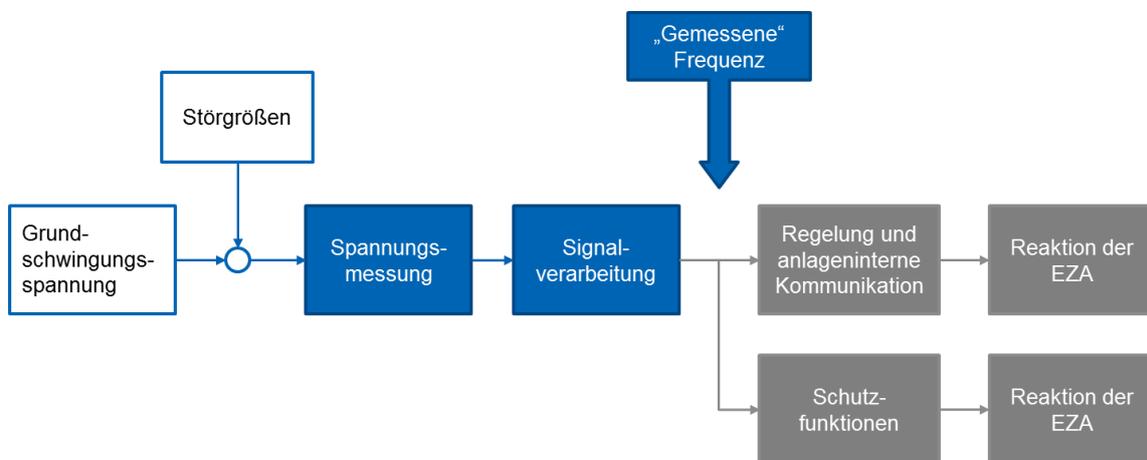
## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Maximale Oberschwingungspegel für die Netzspannung im Normalbetrieb nach EN 50160 <b>sowie</b> Istwerte für das skizzierte Prüfzenario (Mittelspannung) .....	7
Tabelle B.1 – Grenzwerte hinsichtlich Messgenauigkeit und Ansprechzeit .....	21

## 1 Motivation und Ziele

Beim Umbau des elektrischen Energiesystems werden zunehmend Synchrongeneratoren durch Erzeugungsanlagen mit leistungselektronischen Wechselrichtern ersetzt. Es gibt Zeitpunkte zu denen die Erzeugungsleistung eines Netzgebietes von Wechselrichtern dominiert wird. Die Sicherstellung des stabilen Netzbetriebs, insbesondere bei Netzstörungen, erfordert eine schnelle und gleichzeitig genaue Messung der Netzfrequenz. Schnelligkeit und Genauigkeit sind allerdings unter Umständen widerstrebende Ziele. Bisher ist die Netzfrequenz, insbesondere bei transienten Zuständen, ihre Bestimmungsmethode, sowie Anforderungen an Schnelligkeit und Genauigkeit nicht definiert. Herstellerspezifisch werden unterschiedliche Verfahren zur Messung der Frequenz eingesetzt, diese Wahlmöglichkeit soll auch weiterhin bestehen bleiben. Um bei diesen Verfahren eine Mindeststörfestigkeit zu gewährleisten, beschreibt dieser Hinweis mögliche Einflüsse auf die Bestimmung der Netzfrequenz, die bei der Auslegung der Regelung von Erzeugungsanlagen und/ oder deren Schutzfunktionen beachtet werden müssen

Die Relevanz der Genauigkeit und Schnelligkeit der Frequenzbestimmung muss für Systemauslegungsfragen im Zusammenhang mit anderen Komponenten der Steuerung von Erzeugungsanlagen gesehen werden. Bild 1 zeigt prinzipiell die Einbettung der Frequenzbestimmung in die Signalkette von einer Spannungsmessung bis zu der Reaktion einer Erzeugungsanlage. Da die ermittelte Frequenz nicht immer zeitlich hochaufgelöst als Ausgang einer Steuerungseinheit zur Verfügung steht, ist eine Validierung der Frequenzmessung als solche häufig nicht möglich. Der vorliegende technische Hinweis soll jedoch ein Bewusstsein für die relevanten Phänomene im Zusammenhang mit der Frequenzbestimmung schaffen und somit Hilfestellung zur Richtlinienerstellung und bei der Deutung von Messdaten oder der Analyse von Störfällen bieten.



*Bild 1 - Prinzipschaltbild der Frequenzbestimmung im Kontext der Steuerung einer Erzeugungsanlage (EZA)*

Bisherige Netzanschlussrichtlinien schreiben hinsichtlich der Frequenzbestimmung nur vereinzelt Qualitätskriterien vor. So ist z.B. in dem Entwurf der VDE-AR-N 4110 (Stand März 2017) eine Genauigkeit von 10 mHz festgehalten. Darüber hinaus existieren Anforderungen an die Dynamik der Wirkleistungs-Frequenzregelung bei Grenzwertüberschreitungen der Netzfrequenz.