



Messempfehlung

Erfassung der Spannungsqualität in Verteilnetzen

MePQ – CH 2016

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Association des entreprises électriques suisses
Associazione delle aziende elettriche svizzere

Telefon +41 62 825 25 25, Fax +41 62 825 25 26, info@strom.ch, www.strom.ch



Impressum und Kontakt

Herausgeber

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE
Hintere Bahnhofstrasse 10, Postfach
CH-5001 Aarau
Telefon +41 62 825 25 25
Fax +41 62 825 25 26
info@strom.ch
www.strom.ch

Autoren der Erstausgabe

| | | |
|---------------------|-----------------|---|
| Stefan Egger | SAK, St. Gallen | Mitglied VSE-Kommission Versorgungsqualität |
| Thomas Gränicher | BKW AG, Bern | Mitglied VSE-Kommission Versorgungsqualität |
| Markus Rudin | IWB, Basel | Mitglied VSE-Kommission Versorgungsqualität |
| Bruno Völlmin | EKZ, Zürich | Mitglied VSE-Kommission Versorgungsqualität |
| Hansjörg Holenstein | VSE, Aarau | Leiter Gruppe Technik, VSE |

Verantwortung Kommission

Für die Pflege und die Weiterentwicklung des Dokuments zeichnet die VSE-Kommission Versorgungsqualität verantwortlich.



Chronologie

| | |
|---------------------------|--|
| 28. 6.2013 | Verabschiedung 1. Entwurf durch AG NeQual |
| Juni 2013 – November 2015 | Diverse Abklärungen und Verhandlungen mit EICom |
| 12. Februar 2016 | Genehmigung der Vernehmlassungsversion durch Kommission Versorgungsqualität |
| 16.3. – 30.4. 2016 | Vernehmlassung bei VSE - Kommissionen |
| 7.6.2016 | Verabschiedung Schlussdokument zuhanden Geschäftsleitung und Vorstand |
| 13.6.2016 | Verabschiedung VSE Geschäftsleitung |

Das Dokument wurde unter Einbezug und Mithilfe von VSE und Branchenvertretern erarbeitet.

Der Vorstand des VSE verabschiedete das Dokument am 29.06.2016.

Druckschrift Nr. 1041 MePQ 2016

Copyright

© Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE

Alle Rechte vorbehalten. Gewerbliche Nutzung der Unterlagen ist nur mit Zustimmung vom VSE/AES und gegen Vergütung erlaubt. Ausser für den Eigengebrauch ist jedes Kopieren, Verteilen oder anderer Gebrauch dieser Dokumente als durch den bestimmungsgemässen Empfänger untersagt. Die Autoren übernehmen keine Haftung für Fehler in diesem Dokument und behalten sich das Recht vor, dieses Dokument ohne weitere Ankündigungen jederzeit zu ändern.



Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Einleitung..... | 6 |
| 1.1 | Ziel und Nutzen von Spannungsqualitäts-Messungen | 6 |
| 1.2 | Spannungsqualität aus Sicht der EICom (Mitteilung EICom vom 3.2.2015)..... | 7 |
| 2. | Messtechnische Erfassung der Spannungsqualität..... | 8 |
| 2.1 | Grundsätzliches | 8 |
| 2.2 | Wahl der Messpunkte | 8 |
| 2.3 | Wahl der Netzebenen | 9 |
| 2.3.1 | Netzebene 7 | 9 |
| 2.3.2 | Netzebene 5 | 9 |
| 2.3.3 | Höhere Netzebenen - <i>informativ</i> | 9 |
| 2.4 | Anzahl Messungen..... | 10 |
| 3. | Messkonzepte | 11 |
| 3.1 | Werksmesskampagne..... | 11 |
| 3.2 | CH-Messkampagne | 11 |
| 3.3 | Anwendung der Messkonzepte | 12 |
| | Zahlenbeispiel für Netzebene 7 | 12 |
| 3.4 | Permanente Messungen (Monitoring) - <i>informativ</i> | 13 |
| 4. | Datenerfassung und Auswertung..... | 14 |
| 4.1 | Datenerfassung..... | 14 |
| 4.2 | Messdatenauswertung | 15 |
| 5. | Anhang | 17 |
| 5.1 | Identifikationsdaten nach NeQual | 17 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1 : Auswertung von 21 Messungen und Darstellung nach SNEN 50160 | 15 |
| Abbildung 2: Verteilfunktion (Histogramm) der Phasenspannung L1 über 36 Messungen | 16 |
| Abbildung 3: DIS DIP - Tabelle über 107 Messungen | 16 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|----|
| Tabelle 1: Anzahl zu messender Netzanschlüsse | 10 |
| Tabelle 2: Anwendungen entsprechend Messkonzept | 12 |
| Tabelle 3: Auszug aus Pflichtenheft NEQUAL zu Identifikationsdaten | 17 |



Vorwort

Beim vorliegenden Dokument handelt es sich um ein Branchendokument des VSE. Es ist Teil eines umfassenden Regelwerkes für die Elektrizitätsversorgung im offenen Strommarkt. Branchendokumente beinhalten branchenweit anerkannte Richtlinien und Empfehlungen zur Nutzung der Strommärkte und der Organisation des Energiegeschäftes und erfüllen damit die Vorgabe des Stromversorgungsgesetzes (StromVG) sowie der Stromversorgungsverordnung (StromVV) an die Energieversorgungsunternehmen (EVU).

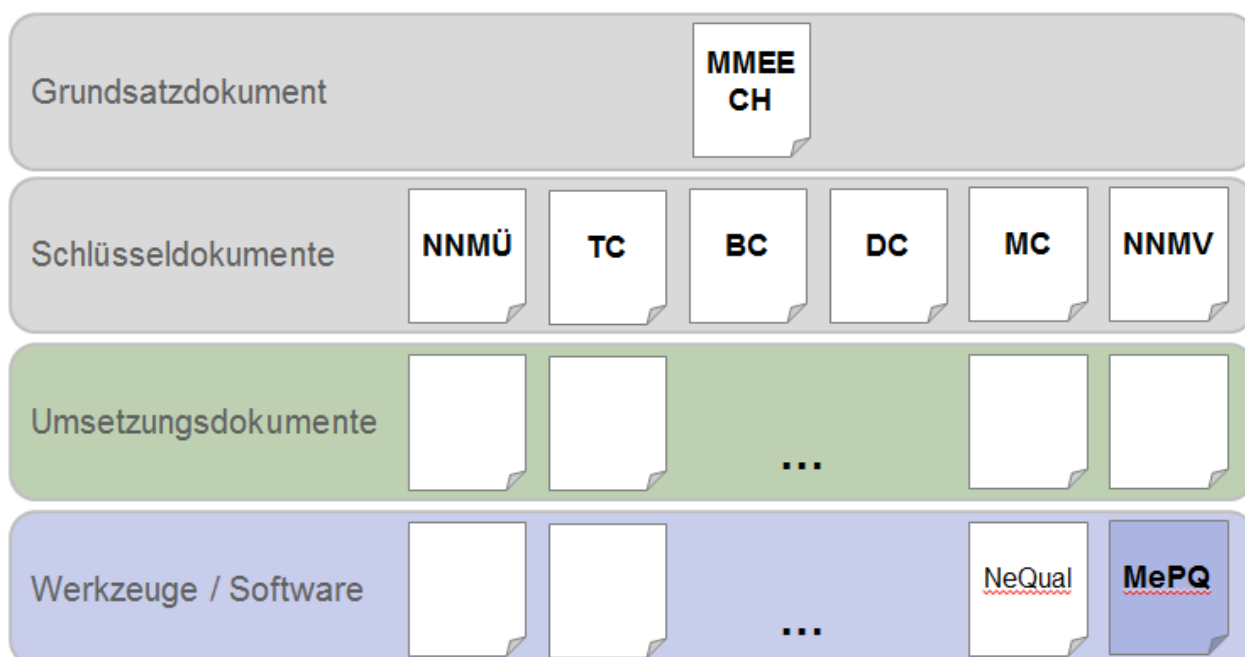
Branchendokumente werden von Branchenexperten im Sinne des Subsidiaritätsprinzips ausgearbeitet, regelmässig aktualisiert und erweitert. Bei den Bestimmungen, welche als Richtlinien im Sinne des StromVV gelten, handelt es sich um Selbstregulierungsnormen.

Die Dokumente sind hierarchisch in vier unterschiedliche Stufen gegliedert

- Grundsatzdokument: Marktmodell Elektrische Energie (MMEE)
- Schlüsseldokumente
- Umsetzungsdokumente
- Werkzeuge/Software

Beim vorliegenden Dokument „Messempehlung für die Erfassung der Spannungsqualität in den Verteilnetzen“ (MePQ) handelt es sich um ein Werkzeug.

Dokumentstruktur



1. Einleitung

Elektrische Verbraucher und Erzeuger – nachfolgend "Installationen" genannt - benötigen für das einwandfreie Funktionieren eine Netzspannung, welche bestimmte Qualitätsmerkmale aufweist. Eine ungenügende Qualität der Netzspannung kann von negativen Beeinträchtigungen bis hin zur Gefährdung von elektrischen Installationen führen.

Aus diesem Grunde sind die Netzbetreiber verpflichtet, bestimmte Grenzwerte für die definierten Qualitätsmerkmale einzuhalten. Diese Grenzwerte der Spannungsqualität (bspw. Über- und Unterschreitung der Spannungshöhe, Gehalt an Oberschwingungen usw.) wurden durch die International Electrotechnical Commission (IEC) definiert und sind in der Europäischen Norm SNEN 50160 festgehalten. Diese Norm hat in der Schweiz den Status einer Schweizerischen Norm.

Die Qualität der Spannung wird primär durch die Netzinfrastruktur (Netztopologie) und durch die Netzzrückwirkungen der angeschlossenen Installationen bestimmt. Entsprechend besteht die Aufgabe des Netzbetreibers u.a. darin, das Verteilnetz unter Berücksichtigung der Kapazitätsanforderungen und der bestehenden und zukünftigen Installationen zu planen, zu bauen und zu betreiben.

1.1 Ziel und Nutzen von Spannungsqualitäts-Messungen

Die Beeinflussung der Spannungsqualität durch einzelne Installationen lässt sich mit verhältnismässig einfachen Mitteln wie Simulationssoftware o.ä. berechnen. Die Schwierigkeit besteht jedoch darin, zum einen die bereits real vorhandene Spannungsqualität im eigenen Netz zu kennen und zum anderen die Wirkungszusammenhänge zwischen verschiedenen Installationen sowie deren kumulierte Beeinflussung der Spannungsqualität zu verstehen. Aufgrund dieses äusserst komplexen Sachverhalts, lässt sich die reale Spannungsqualität, wie sie an einem beliebigen Punkt im Netz auftreten kann, mit einer numerischen Simulation kaum nachbilden. Dadurch steht dem Verteilnetzbetreiber die für die Netzplanung und den Netzbetrieb wichtige Information über die vorherrschende Spannungsqualität in seinem Netz nicht zur Verfügung.

Hier empfiehlt sich als zielführende Abhilfe die systematische Erfassung der Situation im Netz durch Spannungsqualitätsmessungen, so wie diese auch im Distribution-Code Schweiz 2014 aufgeführt werden.

Auszug aus dem Distribution-Code Schweiz 2014 – Kapitel 6.5:

(4) Die VNB messen und dokumentieren die Spannungsqualität (in Anlehnung an SNEN 50160) nach Vorgaben des VSE (Power-Quality-Messempfehlung VSE) in regionalen Verteilnetzen (Netzebene 5) an geeigneten Standorten dauernd. Sie geben die Informationen auf Anfrage von betroffenen Netz-nutzern bekannt.

(5) VNB, die lokale Verteilnetze (Netzebene 7) versorgen, dokumentieren die Spannungsqualität nach SNEN 50160 nach den Vorgaben des VSE (Power-Quality-Messempfehlung VSE).

Eine systematische Erfassung der Spannungsqualität liefert zum einen eine Übersicht über die allgemeine Spannungsqualitätssituation im eigenen Netz, zeigt aber auch, sofern die Messungen über mehrere Jahre fortgeführt werden, die Entwicklung der einzelnen Qualitätsparameter auf. Hieraus lassen sich kritische Netzpunkte genügend früh erkennen und entsprechende Massnahmen in der Netzplanung berücksichtigen.



1.2 Spannungsqualität aus Sicht der EICom (Mitteilung EICom vom 3.2.2015)

Die Messung der Spannungsqualität ist Aufgabe der Netzbetreiber. Diese haben im Rahmen ihrer Betriebsführungspflichten darauf zu achten, dass den Endverbrauchern eine Spannung in entsprechender Qualität zur Verfügung gestellt wird. Die Spannungsqualität kann auch als Kriterium zur Beurteilung der schweizweiten Netzqualität und Versorgungssicherheit angesehen werden¹.

Als Folgerung einer von der EICom durchgeführten Umfrage bei verschiedenen Verteilnetzbetreibern hat die EICom das Thema Spannungsqualität zusammen mit dem VSE und einzelnen Netzbetreibern genauer untersucht. Sie ist zum Schluss gekommen, dass das vom VSE zur Verfügung gestellte Messprogramm alle erforderlichen Voraussetzungen erfüllt, um die aktuellen Herausforderungen zu bewältigen.

Die EICom empfiehlt den Netzbetreibern daher die Teilnahme am VSE-Programm «NeQual» zur Messung der Spannungsqualität.

Die Netzbetreiber haben der EICom keine Daten zur Spannungsqualität einzureichen. Je nach Entwicklung der Netzqualität und Versorgungssicherheit behält sich die EICom aber vor, zu einem späteren Zeitpunkt verpflichtende Vorgaben zu erlassen

¹ Der Messung der Spannungsqualität wird auch international grosse Bedeutung beigemessen (so von CEER [dem Council for European Energy Regulators], siehe den 5th CEER benchmarking report on the quality of supply 2011).



2. Messtechnische Erfassung der Spannungsqualität

2.1 Grundsätzliches

Als normative Grundlage für die Ermittlung der Spannungsqualität beim Endkunden gilt die Schweizerische Norm SNEN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“. Das vorliegende Messkonzept und der normative Bezug stellen sicher, dass die Messergebnisse sowohl innerhalb des eigenen Netzes als auch zwischen den Netzbetreibern vergleichbar sind.

Auszug aus der Norm SNEN 50160 - 2010:

Diese Europäische Norm definiert, beschreibt und spezifiziert die wesentlichen Merkmale der Versorgungsspannung an der Übergabestelle² zum Netznutzer in öffentlichen Nieder-, Mittel- und Hochspannungswechselstrom-Versorgungsnetzen unter normalen Betriebsbedingungen. Diese Norm beschreibt die Grenzen oder Werte, innerhalb derer die Merkmale der Spannung an beliebigen Übergabestellen¹ in öffentlichen europäischen Elektrizitätsversorgungsnetzen zu erwarten sind; sie beschreibt aber nicht die durchschnittliche Situation (in einem öffentlichen Energieversorgungsnetz), wie sie ein einzelner Nutzer des Netzes gewöhnlich erfährt.

2.2 Wahl der Messpunkte

Die Spannungsqualität wird insbesondere durch Faktoren der elektrischen Umgebung beeinflusst, welche durch die Netzinfrastruktur und durch die angeschlossenen Installationen gegeben sind. Aus diesem Grund werden folgende zwei Strukturklassen unterschieden:

- Kundensegmente (Abnehmerstruktur / Erzeugerstruktur)
- Netzgebiet (Netzstruktur)

Im Sinne einer repräsentativen Spannungsqualitätsmesskampagne (vergl. Kapitel 3) wird empfohlen, diese Faktoren soweit als möglich zu berücksichtigen und entsprechend viele verschiedene Kombinationen der genannten Strukturklassen abzudecken. Dabei ist bei der Planung einer solchen Messkampagne (Vorauswahl von Messpunkten) die praktische Realisierung der Spannungsqualitätsmessung betreffend Zugänglichkeit, Anschlussmöglichkeiten resp. Platzbedarf Messgeräte usw. bereits im Vorfeld zu berücksichtigen. Die Erfahrungen von verschiedenen Netzbetreibern haben gezeigt, dass es vorteilhaft ist, bei der Planung mehr Messpunkte auszuwählen, als tatsächlich für die Messkampagne benötigt werden.

² In Anlehnung an die Werkvorschriften WV wird in dieser Empfehlung der Begriff "Netzanschluss" anstelle des SNEN 50160 Begriffes "Übergabestelle" verwendet.



2.3 Wahl der Netzebenen

Die messtechnische Erfassung der Spannungsqualität kann grundsätzlich auf allen Netzebenen 1 – 7 erfolgen. Jedoch steht im Normalfall die Netzebene 7, teilweise auch Netzebene 5, aufgrund der Vielzahl von Installationen und somit potentiellen Messpunkten im Fokus. Aus diesem Grunde, sowie unter Berücksichtigung der Empfehlungen im Distribution Code Schweiz 2014, werden im Nachfolgenden insbesondere diese beiden Netzebenen betrachtet.

2.3.1 Netzebene 7

Die grosse Anzahl von Installationen in der Netzebene 7 ermöglicht die Erfassung der Spannungsqualität an einer Vielzahl verschiedener Netzanschlüsse. Um dieser Situation Rechnung tragen zu können, soll die Erfassung der Spannungsqualität mit mobilen Messgeräten erfolgen, so wie dies bereits heute von den meisten Netzbetreibern angewendet wird.

Die normativen Vorgaben der SNEN 50160 hinsichtlich Spannungsqualität, beziehen sich auf den Netzananschluss zum Netznutzer. Unter Berücksichtigung dieses Aspekts wird empfohlen, die Spannungsqualitätsmessungen an ebendiesen Netzanschlüssen – in den meisten Fällen handelt es sich hierbei um den Hausanschlusskasten – durchzuführen.

2.3.2 Netzebene 5

Entsprechend dem Leistungsbedarf, werden grössere Netznutzer wie Industriekunden oder Energieversorgungsunternehmen über die Netzebene 5 angeschlossen. Obwohl die Anzahl potentieller Messpunkte resp. Netzanschlüsse³ in dieser Netzebene im Vergleich zur Netzebene 7 kleiner ist, empfiehlt sich auch hier die systematische Erfassung der Spannungsqualität.

Analog der Netzebene 7 sollen auch in der Netzebene 5 die Spannungsqualitätsmessungen an den Netzanschlüssen erfolgen. Abhängig von der jeweiligen Situation vor Ort und der Grösse der Installation resp. des nachgelagerten Netzes kann hier die Erfassung der Spannungsqualität wahlweise mit mobilen oder festinstallierten Messgeräten erfolgen.

2.3.3 Höhere Netzebenen - *informativ*

Netznutzer (Kunden) in diesen beiden Netzebenen sind erfahrungsgemäss selten. Eine schlechte Spannungsqualität an dieser Stelle hätte jedoch Auswirkungen auf eine Vielzahl von Kunden in den tieferen Spannungsebenen. Weiter ist zu beachten, dass die Erfassung der Spannungsqualität entsprechend aufwändiger wird (Messung über Strom- und Spannungswandler). Hier empfiehlt sich anstelle mobiler Messlösungen eine permanente Messung (Monitoring) zu prüfen, da aufgrund der vorhandenen Infrastruktur (Unterwerk) der Aufwand im Normalfall in einer vertretbaren Masse liegen sollte. (Vergl. Kapitel 3.4)

³ Für die Spannungsqualitätsmessungen sind nur die potentiellen Messpunkte resp. Netzanschlüsse zu berücksichtigen, welche über zugängliche und für die Messung geeignete Spannungs- und ggf. Stromwandler verfügen.



2.4 Anzahl Messungen

Bei der Festlegung einer geeigneten Anzahl von Messpunkten besteht hinsichtlich Aussagekraft einer Messkampagne und dem dafür notwendigen Aufwand ein Zielkonflikt. Zum einen soll ein Abbild der Spannungsqualität in einem Verteilnetz möglichst exakt sein, was die Berücksichtigung möglichst aller Messpunkte bedingt. Zum anderen bedeutet jeder zusätzlich zu erfassende Messpunkt einen entsprechenden finanziellen und personellen Mehraufwand, sodass ein vollständiges Abbild der Spannungsqualität in einem Verteilnetz nicht realisierbar ist.

Erfahrungen von Verteilnetzbetreibern, welche bereits mehr oder weniger systematische Spannungsqualitätserfassungen durchführen zeigen, dass nachfolgendes Mengengerüst betreffend der Anzahl Messungen zum jetzigen Zeitpunkt ein gutes Aufwand-Nutzen-Verhältnis aufweist. Zukünftige Erfahrungen und Erkenntnisse betreffend Aufwand-Nutzen-Verhältnis - der Fokus liegt hier insbesondere auf den Kosten und der Datenqualität - sollen in die Weiterentwicklung vorliegender Messempfehlung mit einfließen.

| Netzebene | Anzahl zu messender Netzanschlüsse |
|-----------|--|
| 7 | jeder 3000. (jedoch mindestens ein Netzanschluss) ⁴ |
| 5 | jeder 30. (jedoch mindestens ein Netzanschluss) ³ |
| < 5 | nicht definiert |

Tabelle 1: Anzahl zu messender Netzanschlüsse

Die Erfassung der Spannungsqualität an jedem 3000. resp. 30. Netzanschluss hat nach einer systematischen Methode zu erfolgen. In nachfolgendem Kapitel sind die zwei anzuwendenden Messkonzepte im Detail beschrieben.

⁴ Verteilnetzbetreiber mit weniger als 3000 resp. 30 Netzanschlüssen sollen mindestens an einem Netzanschluss Spannungsqualitätsmessungen durchführen.



3. Messkonzepte

3.1 Werksmesskampagne

Mit der Werksmesskampagne soll die **aktuelle Spannungsqualität** nach SNEN 50160 im Verteilnetz möglichst **flächendeckend** erfasst werden. Eine Werksmesskampagne unter Berücksichtigung sämtlicher Messpunkte (bzw. Netzanschlüsse) ergäbe zwar das exakteste Abbild, ist aber aufgrund des grossen zeitlichen und finanziellen Aufwandes für die Datenerhebung nicht realisierbar (vergl. Kapitel 2.4). Weiter erlaubt dieses Messkonzept zusätzlich **den Vergleich zwischen verschiedenen Verteilnetzbetreibern** hinsichtlich der Häufigkeit und der Art der festgestellten Grenzwertüberschreitungen.

Folgende Rahmenbedingungen resp. Kriterien gelten für die Werksmesskampagne

- Die jeweiligen Messpunkte werden unter Berücksichtigung der Netzgebiete und Kundensegmente nach Zufallsprinzip ausgewählt (vergl. Kapitel 2.2).
- Die Messpunkte werden jährlich neu ermittelt. Da sich Verteilnetz und Verbraucher ändern können, werden die bereits einmal gemessenen Kunden bei jedem Auswahlverfahren wieder berücksichtigt.
- Die Messungen werden zu einem zufällig ausgewählten Zeitpunkt durchgeführt. Für die Auswertung der Messungen nach SNEN 50160 werden die Messdaten einer Woche (1008 Messintervalle) oder ein Vielfaches davon verwendet.
- Die Spannungsqualitätsmessungen sind am Netzanschluss zum Netznutzer (Hausanschlusskasten des Kunden) zu installieren.
- Der Fokus für die Werksmesskampagne liegt primär auf der Netzebene 7 und 5. Es sollen nach Möglichkeit aber auch Messdaten an Netzanschlüssen anderer Netzebenen aufgezeichnet werden. Diese umfassen beispielsweise Netzanschlüsse nachgelagerter Netze oder Grosskunden auf der Netzebene 3.

3.2 CH-Messkampagne

Mit der CH-Messkampagne soll die **zeitliche Veränderung der Spannungsqualität** nach SNEN 50160 an einem bestimmten Messpunkt im Verteilnetz erfasst werden. Liegen an diesem Messpunkt Messdaten über mehrere Jahre vor, können aus den Veränderungen der Messgrössen Tendenzen beispielsweise über das Kundenverhalten bezüglich installierter Geräte aufgezeigt werden. Weiter erlaubt dieses Messkonzept zusätzlich **den Vergleich zwischen verschiedenen Verteilnetzbetreibern** hinsichtlich der Veränderung ihrer Spannungsqualität.

Folgende Rahmenbedingungen resp. Kriterien gelten für die CH-Messkampagne

- Die Messungen werden wiederkehrend, zwei Mal jährlich in den Wochen 8 und 35 jeweils an den gleichen Messpunkten durchgeführt. Für die Auswertung der Messungen nach SNEN 50160 werden die Messdaten einer Woche (1008 Messintervalle) oder ein Vielfaches davon verwendet.
- Die Messpunkte werden durch den Netzbetreiber unter Berücksichtigung der Netzgebiete und Kundensegmente festgelegt (Vergl. Kapitel 2.2).
- Die Spannungsqualitätsmessungen sind am Netzanschluss zum Netznutzer (Hausanschlusskasten des Kunden) zu installieren.
- Der Fokus für die CH-Messkampagne liegt primär auf der Netzebene 7. Es sollen nach Möglichkeit aber auch Messdaten an Netzanschlüssen anderer Netzebenen aufgezeichnet werden.



3.3 Anwendung der Messkonzepte

Gemäss Kapitel 2.4 wird empfohlen, jeder 3000. Netzanschluss auf der Netzebene 7 und jeder 30. Netzanschluss auf der Netzebene 5 zu messen. Auf beiden Netzebenen können die Messkonzepte "Werksmessung" und "CH-Messkampagne" angewendet werden.

Welches Konzept an welchem Netzanschluss Anwendung findet, ist grundsätzlich frei zu entscheiden. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass das Messkonzept "CH-Messkampagne" in den Kalenderwochen 8 und 35 eine gleichzeitige Messung der hierfür bestimmten Netzanschlüsse vorsieht und somit eine entsprechende Anzahl Messgeräte vorhanden sein muss. Aufgrund dieser Tatsache wird empfohlen, einen Grossteil der Netzanschlüsse nach dem Messkonzept "Werksmessung" zu erfassen. Dadurch können die Messgeräte zeitlich gestaffelt eingesetzt werden, was eine entsprechend höhere Flexibilität bei den Messungen erlaubt.

| Messkonzept | Anwendung bezogen auf Anzahl der Messungen |
|-----------------|---|
| Werksmessung | > 90% (d.h. der grösste Teil der Messungen nach diesem Messkonzept) |
| CH-Messkampagne | < 10% (die Anzahl der durchgeführten Messungen bemisst sich an der Anzahl verfügbarer Messgeräte) |

Tabelle 2: Anwendungen entsprechend Messkonzept

Zahlenbeispiel für Netzebene 7

Nachfolgendes Zahlenbeispiel soll anhand eines fiktiven Verteilnetzbetreibers aufzeigen, wie die Vorgaben betreffend Anzahl Messungen und die Anwendung der Messkonzepte umgesetzt werden können. Der Einfachheit halber wird nur die Netzebene 7 betrachtet.

Verteilnetzbetreiber PQ-EW

Anzahl Netzanschlüsse Netzebene 7: 64'520 Stück
Anzahl Netzanschlüsse Netzebene 5: 19 Stück
Anzahl PQ-Messgeräte: 3 Stück

1. Schritt: Anzahl zu erfassender Netzanschlüsse pro Jahr

$$\frac{\text{Anzahl Netzanschlüsse NE7}}{3000} = 21.5 \text{ Netzanschlüsse}$$

In diesem Falle ist an rund 22 Netzanschlüssen pro Jahr je eine Spannungsqualitätsmessung von der Dauer einer Woche durchzuführen.



2. Schritt: Anwendung Messkonzepte

Messkonzept Werksmessung: $22 \text{ Netzanschlüsse} * 90\% = 19.8 \text{ Netzanschlüsse}$

Somit sind rund 20 Netzanschlüsse nach dem Messkonzept Werksmessung zu erfassen. Diese Messungen finden zufallsverteilt über das Jahr statt (vergl. Kapitel 3.1), sodass die Messgeräte flexibel eingesetzt werden können.

Messkonzept CH-Messkampagne: $22 \text{ Netzanschlüsse} * 10\% = 2.2 \text{ Netzanschlüsse}$

Somit sind rund zwei Netzanschlüsse nach dem Messkonzept CH-Messkampagne zu erfassen. Diese zwei Messungen finden gleichzeitig in den Kalenderwochen 8 und 35 statt. Da die Messungen zeitlich parallel laufen, sind dazu zwei Messgeräte einzusetzen.

3.4 Permanente Messungen (Monitoring) - informativ

Mit festinstallierten Messeinrichtungen (Spannungsqualitätsmonitoring) können **zeitliche Veränderungen der Spannungsqualität** nach SNEN 50160 an einem bestimmten Messpunkt im Verteilnetz **kontinuierlich** erfasst werden. Dadurch können neben Langzeiteffekten (beispielsweise die Entwicklung des THDu über mehrere Jahre) auch kurzzeitige Effekte wie Spannungseinbrüche usw. lückenlos erfasst werden. Solche Monitoringsysteme setzen, sollte der Aufwand für die Messdatensammlung und Messgeräteparametrierung in einem tragbaren Masse bleiben, eine Kommunikationsverbindung zu einem zentralen Messdatenspeichersystem voraus. Geeignete Kommunikationsinfrastrukturen insbesondere hinsichtlich Übertragungsbandbreite und Kosten sind aktuell nur in Unterwerken verfügbar, wodurch sich das Einsatzgebiet solcher Monitoringsysteme auf Unterwerke der Netzebene 1 bis 5 beschränken.

Hinweis: Grundsätzlich lassen alle drei Konzepte (CH-Messkampagne, Werksmesskampagne und permanenten Messung) auch die Erfassung der Spannungsqualität an einem beliebigen Punkt im Verteilnetz, beispielsweise an der Sammelschiene einer Transformatorenstation oder eines Unterwerkes, zu. Hierbei gilt jedoch zu beachten, dass die SNEN 50160 in diesem Falle nur informellen Charakter besitzt, da es sich nicht um einen Netzanschluss im eigentlichen Sinne handelt (vergl. Kapitel 2.1). Trotzdem kann es für den Verteilnetzbetreiber wichtig sein, die Spannungsqualität an einem solchen Messpunkt zu erfassen und zu kennen. Diesem Aspekt ist bei der Beurteilung von durchgeführten Spannungsqualitätsmessungen nach SNEN 50160 Rechnung zu tragen. Diese Messdaten müssen mit Hilfe der Identifikationsdaten differenziert und nach Bedarf herausgefiltert werden können (Vergl. Kapitel 4.1).



4. Datenerfassung und Auswertung

4.1 Datenerfassung

Bei einer Spannungsqualitätsmessung sind grundsätzlich die Merkmale der Spannung gemäss SNEN 50160 zu erfassen. Dabei sind Messgeräte zu verwenden, welche den messtechnischen Vorgaben gemäss EN 61000-4-30 (Klassen A und S, bzw. Klasse B bei älteren Geräten) entsprechen.

Folgende Parameter sind bei einer Spannungsqualitätsmessung zu berücksichtigen:

- Das Mittelungsintervall der Messung beträgt 10 min (600 s)
- Die Messdauer beträgt eine Woche (1008 Intervalle) resp. ein Vielfaches einer Woche ($n \cdot 1008$ Intervalle)⁵
- Die Daten müssen lückenlos sein.
- Es sind alle für die SNEN 50160 relevanten Messgrössen aufzuzeichnen
 - Spannungseffektivwert
 - Kurzzeitzeit-Flickerstärke
 - Spannungsunsymmetrie
 - Oberschwingungsspannungen
 - THDu
 - Rundsteuersignal: Es ist der maximale 3-s-RMS-Wert zu erfassen. Steht dieser Wert nicht zur Verfügung, so kann alternativ der maximale 200-ms-RMS-Wert verwendet werden.

Für eine detailliertere Auswertung wird empfohlen zusätzlich folgende Messdaten aufzuzeichnen:

- Interharmonische Spannungen
- Stromeffektivwert
- THDi
- Oberschwingungsstrom
- Interharmonische Ströme

Neben der Erfassung der genannten Messgrössen wird empfohlen, zusätzliche Detailinformationen (Identifikationsdaten) zur jeweiligen Spannungsqualitätsmessung zu erheben. Diese Detailinformationen erlauben eine exakte Zuordnung der Messungen zu Kundenstrukturen, Netzgebieten, Erzeugungsanlagen, Grund der Messung usw. und ermöglichen dadurch selektive Messdatenauswertungen und –vergleiche. Diese Identifikationsdaten können beispielsweise in einer einfachen Excel-Sheet-Vorlage erfasst und bei den jeweiligen Messdaten abgelegt werden.

Ein geeigneter Vorschlag für die Auswahl und Festlegung möglicher Identifikationsdaten kann dem Anhang entnommen werden (Auszug aus der NeQual-Dokumentation VSE).

⁵ Für die Auswertung der Messungen nach SNEN 50160 werden die Messdaten einer Woche (1008 Messintervalle) oder ein Vielfaches davon verwendet.



4.2 Messdatenauswertung

Die Auswertung von Spannungsqualitätsmessdaten kann entsprechend den Anforderungen und Weiterverwendung auf unterschiedlichste Weise erfolgen. Soll an einem Netzanschluss lediglich die Einhaltung der normativen Vorgaben nach SNEN 50160 überprüft werden, so reichen in den meisten Fällen die bereits in den Messgerätsoftwares integrierten Auswertetools (Balkendiagramme). Sollen aber beispielsweise zwei oder mehrere Messungen beurteilt und verglichen werden, so muss auf eine andere Lösung zurückgegriffen werden.

Im Zusammenhang mit der Spannungsqualitätserfassung über mehrere Netzanschlüsse gleicher oder unterschiedlicher Zeit sind grundsätzlich folgende Auswertungen von Interesse:

- Auswertung mehrerer Messungen nach SNEN 50160
- Auswertung einer oder mehrerer Messungen über die Zeit (Trendverläufe)
- Auswertung mehrerer Messungen nach spezifischen Identifikationsdaten z.B. Messgebiet, Kundenstruktur, Kurzschlussleistungen, Grund für Messung usw.
- Vergleich/Zusammenzug mehrerer Messungen hinsichtlich statistischer Verteilung der Qualitätsmerkmale
- Vergleich mehrerer Messungen unterschiedlicher Netzbetreiber (Benchmark)

Als Beispiel für solche komplexen Messdatenauswertungen über mehrere Messungen sind im Folgenden verschiedene Abbildungen aus dem NeQual-Tool des VSE abgebildet.

| Überprüfen | # | GQ | Min | Max | EG | eMin | eMax | aMin | aMax | Dispersionskoeffizient |
|-------------------------|----|------|------|--------|------|----------|-----------|----------|-----------|------------------------|
| Spannung (MS) | 5 | 99% | -10% | +10.0% | 40% | 6447.20V | 26443.60V | 6457.90V | 26341.30V | 0.48% |
| Spannung a (NS) | 15 | 95% | -10% | +10.0% | 100% | 220.37V | 246.48V | 221.46V | 244.19V | 0.06% |
| Spannung b (NS) | 15 | 100% | -15% | +10.0% | 100% | 220.37V | 246.48V | 220.37V | 246.48V | 0.00% |
| 2. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | 2.0% | 100% | 0.00% | 0.20% | 0.00% | 0.06% | 0.00% |
| 3. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | 5.0% | 100% | 0.00% | 1.68% | 0.00% | 1.52% | 0.00% |
| OS_3 | 16 | 100% | 0% | 5.0% | 100% | 0.00% | 1.68% | 0.00% | 1.68% | 0.00% |
| 4. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | 1.0% | 100% | 0.00% | 0.20% | 0.00% | 0.05% | 0.00% |
| 5. Harmonische U | 21 | 95% | 0% | 6.0% | 100% | 0.00% | 2.46% | 0.00% | 1.99% | 0.00% |
| OS_5 | 21 | 95% | 0% | 3.0% | 100% | 0.00% | 2.46% | 0.00% | 1.99% | 0.00% |
| 7. Harmonische U | 21 | 95% | 0% | 5.0% | 100% | 0.00% | 1.74% | 0.00% | 1.71% | 0.00% |
| 9. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | 1.5% | 100% | 0.00% | 1.20% | 0.00% | 1.04% | 0.00% |
| 11. Harmonische U | 21 | 95% | 0% | 3.5% | 100% | 0.00% | 3.71% | 0.00% | 3.00% | 0.00% |
| 13. Harmonische U | 21 | 95% | 0% | 3.0% | 100% | 0.00% | 3.15% | 0.00% | 2.75% | 0.00% |
| 15. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | 0.5% | 90% | 0.00% | 0.94% | 0.00% | 0.88% | 0.00% |
| 17. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | 2.0% | 100% | 0.00% | 0.67% | 0.00% | 0.48% | 0.00% |
| 19. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | | | | | | 0.40% | 0.00% |
| 21. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | | | | | | 0.40% | 0.00% |
| 23. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | | | | | | 1.25% | 0.00% |
| 25. Harmonische U | 20 | 95% | 0% | | | | | | 1.55% | 0.00% |
| Oberschwingungsgehalt U | 21 | 95% | 0% | | | | | | 4.24% | 0.00% |
| Flicker LT | 20 | 95% | 0% | | | | | | 2.04% | 0.00% |
| Unsymmetrie U | 20 | 95% | 0% | 2.0% | 100% | 0.00% | 1.38% | 0.00% | 0.69% | 0.00% |

22 Zeilen

Abbildung 1 : Auswertung von 21 Messungen und Darstellung nach SNEN 50160

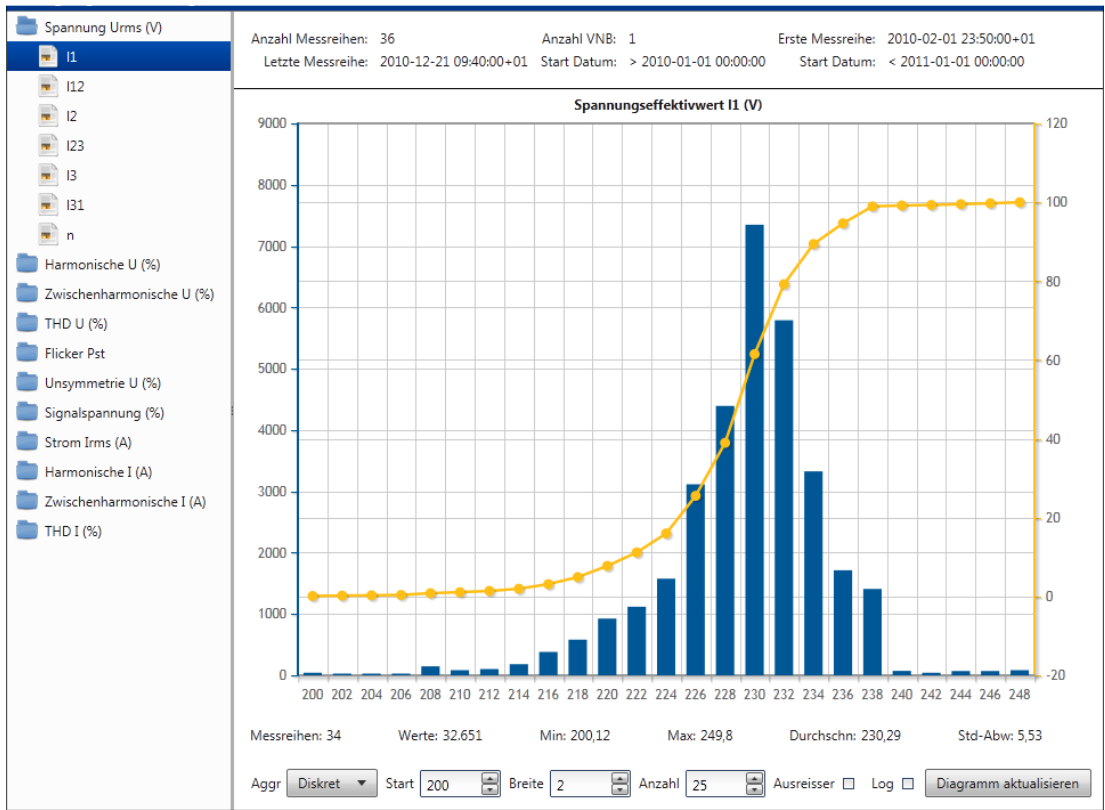


Abbildung 2: Verteilfunktion (Histogramm) der Phasenspannung L1 über 36 Messungen

Anzahl Messreihen: 107 Anzahl VNB: 2
 Erste Messreihe: 2006-12-14 22:00:00+01 Letzte Messreihe: 2013-04-15 09:10:00+02

| | 0.01s< | 0.02s< | 0.1s< | 0.5s< | 1s< | 3s< | 20s< | 60s< |
|-------|--------|--------|-------|-------|-----|-----|------|------|
| 110%< | 12 | 13 | 10 | 4 | 3 | 9 | 4 | 103 |
| 90%> | 53 | 137 | 30 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 85%> | 7 | 18 | 10 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 70%> | 8 | 14 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 11 |
| 40%> | 6 | 4 | 6 | 3 | 3 | 10 | 3 | 3 |
| 1%> | 3 | 3 | 3 | 3 | 6 | 7 | 3 | 91 |

Abbildung 3: DIS DIP - Tabelle über 107 Messungen



