

STATISTIK ÜBER DIE SPANNUNGSQUALITÄT
IN ÖSTERREICH
BERICHTSJAHRE 2013-2019

UNSERE ENERGIE VERTRAUT AUF SICHERHEIT.



Impressum

Eigentümerin, Herausgeberin und Verlegerin:

E-Control

Rudolfsplatz 13a, A-1010 Wien

Tel.: +43 1 24 7 24-0

Fax: +43 1 24 7 24-900

E-Mail: office@e-control.at

www.e-control.at

Twitter: www.twitter.com/energiecontrol Facebook: www.facebook.com/energie.control

LinkedIn: www.linkedin.com/company/e-control

Für den Inhalt verantwortlich:

Prof. DI Dr. Alfons Haber, MBA

Dr. Wolfgang Urbantschitsch, LL.M (Brügge)

Vorstände E-Control

Konzeption & Design Deckblatt: Reger & Zinn OG

Bericht: E-Control

© E-Control

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Übersetzung, des Vortrags, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung durch Fotokopie oder auf anderen Wegen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, im gesetzlich zulässigen Umfang vorbehalten. Zulässig ist insbesondere die Nutzung von einzelnen Teilen zur gerechtfertigten Zitierung mit Quellenangabe.

Vorbehaltlich Satzfehler und Irrtümer.

Inhalt

Kurzfassung	4
Einleitung.....	5
Gesetzliche Grundlagen	6
Spannungsparameter.....	7
Ergebnisse für die Berichtsjahre 2013-2019.....	8
Langsame Spannungsänderung	9
Langzeit-Flickerstärke.....	10
Gesamtoberschwingungsgehalt	11
Spannungsereignisse	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der Spannungsqualitätsparameter gemäß OVE EN 50160.....	7
Tabelle 2: Anzahl der Messstellen in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019	8
Tabelle 3: Spannungsparameter in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019.....	9
Tabelle 4: Auswertung der Spannungsereignisse in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Langsame Spannungsänderung, Abweichung von der Versorgungsspannung in % in den Berichtsjahren 2013-2019.....	9
Abbildung 2: Langzeit-Flickerstärke in den Berichtsjahren 2013-2019.....	10
Abbildung 3: Gesamtoberschwingungsgehalt in den Berichtsjahren 2013-2019.....	11
Abbildung 4: Entwicklung der Spannungsereignisse und der Anzahl der Messstellen in Umspannwerken in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019	13

Kurzfassung

Die Spannungsqualität in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019 wurde gemäß den Vorgaben von den zuständigen Verteilernetzbetreibern gemessen und die Daten wurden an die E-Control übermittelt. Nach Auswertung der Daten kann die Spannungsqualität als sehr gut bewertet werden. Die Daten zeigen, dass die Spannungsqualitätsparameter durchwegs innerhalb der von der Norm OVE EN 50160 festgesetzten Grenzen liegen. Die einzige Ausnahme war die Überschreitung des Limits für die Langzeit-Flickerstärke. Bei den Spannungsqualitätsparametern langsame Spannungsänderung und Gesamtüberschwingungsgehalt wurde die Norm OVE EN 50160 in allen betrachteten Jahren eingehalten.

Die Auswertungen erfolgten pro Jahr und dieser Bericht zeigt die Ergebnisse für Österreich. Konkret lag die Abweichung von der Versorgungsspannung bei langsamer Spannungsänderung zwischen -9,62% und +9,42%, also innerhalb der Grenze von $\pm 10\%$. Beim Gesamtüberschwingungsgehalt lag der Maximalwert bei 7,14%, also unter dem Grenzwert von 8%. Der Maximalwert der Langzeit-Flickerstärke von 1,64 liegt über dem Grenzwert von 1,0.

Bei den Messungen an zwischen 52 (im Jahr 2013) und 299 (im Jahr 2018) Messstellen in Umspannwerken wurden insgesamt 1.039 (im Jahr 2013) und 12.885 (im Jahr 2017) Spannungseinbrüche und -erhöhungen registriert.

Einleitung

Dem Thema Versorgungssicherheit wird seitens der unabhängigen österreichischen Regulierungsbehörde ein sehr hoher Stellenwert eingeräumt. Dieses inkludiert neben der Versorgungssicherung auch die Versorgungsqualität, welche sich allgemein in Versorgungszuverlässigkeit, Spannungsqualität und kommerzielle Qualität untergliedert.

Die Spannungsqualität (Power Quality, PQ) beschreibt die technischen Merkmale der Spannung. Die hierfür relevante Norm OVE EN 50160¹ definiert die Spannungsqualität als "Merkmale der elektrischen Spannung an einem bestimmten Punkt eines elektrischen Netzes, ausgedrückt durch eine Anzahl von technischen Referenzwerten." Sie ist durch die messbaren Parameter der Spannung, wie u.a. Flicker, Oberschwingungen, langsame Spannungsänderungen, Spannungseinbrüche und -überhöhungen gekennzeichnet.

Die Sicherstellung der Versorgungssicherheit bzw. der Versorgungsqualität ist eine der Kernaufgaben der Regulierung. Ein Monitoring der Spannungsqualität dient neben der aktuellen Bewertung auch der Beobachtung von langfristigen Trends.

¹ OVE EN 50160:2011-03-01: *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen.*

Gesetzliche Grundlagen

Die rechtliche Grundlage für die Statistik über die Spannungsqualität bildet die auf Basis des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes (EIWOG)² erlassene Elektrizitätsstatistikverordnung 2007³ und die auf Basis des Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetzes 2010 (EIWOG 2010)⁴ erlassene Elektrizitätsstatistikverordnung 2016⁵.

Diese Verordnung regelt insbesondere den Umfang der zu Statistikzwecken zu verwendenden Daten und die zu veröffentlichenden Inhalte der Statistik über die Spannungsqualität. Die Stromnetzbetreiber sind auch nach § 14 Netzdienstleistungsverordnung Strom 2012 (END-VO 2012) idF Novelle 2013⁶ zum Nachweis der Einhaltung von Qualitätsstandards der Regulierungsbehörde verpflichtet.

ELEKTRIZITÄTSSTATISTIKVERORDNUNG

Mit der Elektrizitätsstatistikverordnung 2016 wird geregelt, welche amtlichen Statistiken im Elektrizitätssektor zu erstellen sind und welche Daten hierfür herangezogen werden dürfen. Gemäß § 1 Abs 2 Z 6 der Verordnung ist dabei auch die Statistik über die Spannungsqualität als Teil der Statistiken über die Versorgungsqualität zu erstellen. In der vorigen Version der Elektrizitätsstatistikverordnung (2007) ist dies im § 1 Abs 2 Z 7 geregelt.

Die Erhebung der Daten erfolgt gemäß § 12 Elektrizitätsstatistikverordnung 2016 bzw. gemäß § 13 Elektrizitätsstatistikverordnung 2007. Die Auswertung der Daten und Publikation der Ergebnisse erfolgt gemäß § 17 Abs 1 und Abs 2 Z 7 Elektrizitätsstatistikverordnung 2016 bzw. gemäß § 19 Abs 1 und Abs 2 Z 8 Elektrizitätsstatistikverordnung 2007.

NETZDIENSTLEISTUNGSVERORDNUNG STROM

In Zusammenhang mit den in § 19 EIWOG 2010 aufgezählten Aspekten werden in der Netzdienstleistungsverordnung Strom (END-VO 2012, BGBl. II Nr. 477/2012 idF BGBl. II Nr. 192/2013) Standards für Netzbetreiber bezüglich der Sicherheit, Zuverlässigkeit und Qualität der gegenüber den Netzbenutzern und anderen Marktteilnehmern erbrachten Dienstleistungen sowie Kennzahlen zur Überwachung der Einhaltung dieser Standards festgelegt.

Die Bestimmungen betreffend Versorgungszuverlässigkeit finden sich in § 8 sowie § 14 der END-VO 2012 idF Novelle 2013. Darin wurden die Verteilernetzbetreiber dazu verpflichtet, für jeden Netzbenutzer in seinem Netzgebiet die Spannungsqualität an der Übergabestelle entsprechend der Norm OVE EN 50160⁷ sicherzustellen und der Regulierungsbehörde in geeigneter Weise nachzuweisen. Jeder Verteilernetzbetreiber, der keine eigene Messung durchführt, hat zumindest eine für sein Netzgebiet repräsentative Messung nachzuweisen.

Gemäß § 14 Abs 3 END-VO 2012 idF Novelle 2013 sind dabei jährlich Messungen an 360 verschiedenen Messstellen im gesamten Bundesgebiet für mindestens 3 aufeinander folgende Wochen durchzuführen. Die Auswahl dieser Messstellen hat jährlich basierend auf einem statistischen, dem Stand der Technik entsprechenden Auswahlverfahren zu erfolgen, ist der Regulierungsbehörde vorzulegen und mit ihr abzustimmen. Die Verteilernetzbetreiber haben in allen Umspannwerken des gesamten Bundesgebiets die Messungen von

² BGBl. I Nr. 143/1998 idF BGBl. I Nr. 106/2006.

³ BGBl. II Nr. 284/2007.

⁴ BGBl. I Nr. 110/2010 idF BGBl. I Nr. 150/2021.

⁵ BGBl. II Nr. 17/2016.

⁶ BGBl. II Nr. 477/2012 idF BGBl. II Nr. 192/2013.

⁷ OVE EN 50160:2011-03-01: *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen.*

Spannungseinbrüchen, -erhöhungen sowie -unterbrechungen ganzjährig und durchgehend durchzuführen. Gemäß § 16 Abs 3 END-VO 2012 idF Novelle 2013 haben Messungen an 100 % der Umspannwerke ab 1. Jänner 2020 zu erfolgen.

Spannungsparameter

Um die Einhaltung der Spannungsqualitätsnorm OVE EN 50160 im österreichischen Verteilernetz zu überprüfen, wurden mehrere Spannungsqualitätsparameter für diesen Bericht ausgewertet: langsame Spannungsänderung, Langzeit-Flickerstärke, Gesamtüberschwingungsgehalt an den Messstellen sowie Spannungsereignisse in den Umspannwerken. Die Beschreibung und Definitionen dieser Parameter sowie ihre Anforderungen entsprechend der Norm OVE EN 50160⁸ sind in Tabelle 1 dargestellt.

Spannungsparameter	Bezeichnung	Definition	Formel	Anforderung	Grenzwert
Langsame Spannungsänderung	U _{RMS}	Die Werte für die langsame Spannungsänderung beziehen sich auf die prozentuelle Abweichung von Versorgungsspannung U _c .		Mindestens 99 % aller 10-Minuten-Mittelwerte des Effektivwerts der Versorgungsspannung einer Woche	Innerhalb von ± 10 % der vereinbarten Versorgungsspannung U _c
				100 % der 10-Minuten-Mittelwerte des Effektivwerts der Versorgungsspannung einer Woche	Innerhalb von ± 15 % der vereinbarten Versorgungsspannung U _c
Langzeit-Flickerstärke	P _{It}	Die Intensität der Flickerstörwirkung wird aus einer Folge von 12 P _{st} -Werten (Kurzzeit-Flickerstärke) über ein 2-Stunden-Intervall berechnet	$P_{It} = 3 \sqrt{\sum_{i=1}^{12} \frac{P_{sti}^3}{12}}$	95% der P _{It} -Werte einer Woche	P _{It} ≤ 1
Gesamtüberschwingungsgehalt	THD	Gesamtüberschwingungsgehalt der Versorgungsspannung ist aus allen Oberschwingungen bis zur Ordnungszahl 40 gebildet (gemäß OVE EN 50160)	$THD = \sqrt{\sum_{h=2}^{40} (u_h)^2}$	95% der THD-Werte einer Woche	THD ≤ 8 %

Tabelle 1: Beschreibung der Spannungsqualitätsparameter gemäß OVE EN 50160

⁸ OVE EN 50160:2011-03-01: *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen*. Seite 7, 8, 20, 21, 22.

Jahr	Anzahl PQ-Messstellen	davon fixe PQ-Messstellen	Anzahl Messstellen in Umspannwerken
2013	255	2	52
2014	367	35	53
2015	381	39	79
2016	393	44	262
2017	377	40	250
2018	388	37	299
2019	388	36	289

Tabelle 2: Anzahl der Messstellen in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019

Tabelle 2 zeigt die Anzahl der Messstellen in Österreich von 2013 bis 2019 gemäß § 14 Abs 3 Z 1 und Z 2 END-VO 2012 idF Novelle 2013. Die unterlagerten Verteilernetzbetreiber, die der Berichtspflicht zur Spannungsqualität unterliegen, haben eine oder mehrere Messstellen im überlagerten Netz als repräsentativ gemeldet.

Ergebnisse für die Berichtsjahre 2013-2019

Die Daten in diesem Bericht beziehen sich auf PQ-Messstellen und Messstellen in Umspannwerken, an denen die Spannungsqualität gemäß END-VO 2012 idF Novelle 2013 § 14 Abs. 3 gemessen wurde. Die Messung der Spannungsqualität an den PQ-Messstellen bezieht sich in diesem Bericht auf die Mittelspannungsebene. Die Messung der Spannungsqualität in Umspannwerken bezieht sich auf die Umspannung von der Hoch- auf die Mittelspannungsebene.

Auf Basis der Auswertungen in diesem Bericht kann die Spannungsqualität in Österreich generell als sehr gut bewertet werden, die Ergebnisse zu den einzelnen Spannungsqualitätsparametern werden in Tabelle 3 dargestellt.

Die von den Verteilernetzbetreibern erfassten und über Österreichs Energie gesammelten und übermittelten Daten beziehen sich bei dem Gesamtoberschwingungsgehalt THD und der Langzeit-Flickerstärke P_{It} auf das 95%-Quantil. Aus diesem Grund sind die tatsächlichen Maxima für diese zwei Spannungsqualitätsparameter nicht verfügbar.

Die Norm OVE EN 50160 wurde bei langsamer Spannungsänderung und Gesamtoberschwingungsgehalt an jeder Messstelle in allen betrachteten Jahren eingehalten. Die Norm für Flicker wurde in keinem Jahr eingehalten. Es wurden seitens der betroffenen Verteilernetzbetreiber Analysen durchgeführt, gegebenenfalls Optionen geprüft und Maßnahmen vorgenommen.

In den Boxplots zur langsamen Spannungsänderung, Langzeit-Flickerstärke und dem Gesamtoberschwingungsgehalt werden die Quartile als Boxgrenzen verwendet. Das bedeutet, dass das 25%-Quantil die untere Grenze und das 75%-Quantil die obere Grenze der Box darstellen. Die maximale Länge der Whisker beträgt das 1,5-fache des Interquartilsabstands (Abstand zwischen den Grenzen der Box mit 50% aller Werte). Werte, die darüber hinausgehen, werden als einzelne Kreise dargestellt.

Jahr	U _{RMS} (%) Minimum	U _{RMS} (%) Minimum des 1%-Quantils	U _{RMS} (%) Maximum des 99%-Quantils	U _{RMS} (%) Maximum	THD (%) Maximum des 95%-Quantils	P _{lit} Maximum des 95%-Quantils
2013	-7,92	-7,30	+8,82	+9,26	5,09	1,5 ⁹
2014	-7,62	-6,08	+7,85	+9,06	5,74	1,59
2015	-8,73	-8,28	+7,45	+7,54	5,88	1,51
2016	-6,20	-5,90	+7,78	+8,19	5,24	1,64
2017	-7,64	-7,45	+7,30	+7,50	5,46	1,39
2018	-9,62	-9,62	+8,38	+8,53	6,46	1,22
2019	-6,85	-5,57	+9,42	+9,42	7,14	1,50

Tabelle 3: Spannungsparameter in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019

Langsame Spannungsänderung

Gemäß der Norm OVE EN 50160¹⁰ sollten unter normalen Betriebsbedingungen die Änderungen der Versorgungsspannung $\pm 10\%$ der vereinbarten Versorgungsspannung U_c nicht überschreiten. Die Norm wurde bei allen Messstellen in allen betrachteten Jahren eingehalten, wobei die maximale Abweichung von der Versorgungsspannung $-9,62\%$ (im Jahr 2018) für minimale und $+9,42\%$ (im Jahr 2019) für maximale 10-Minuten-Mittelwerte betrug.

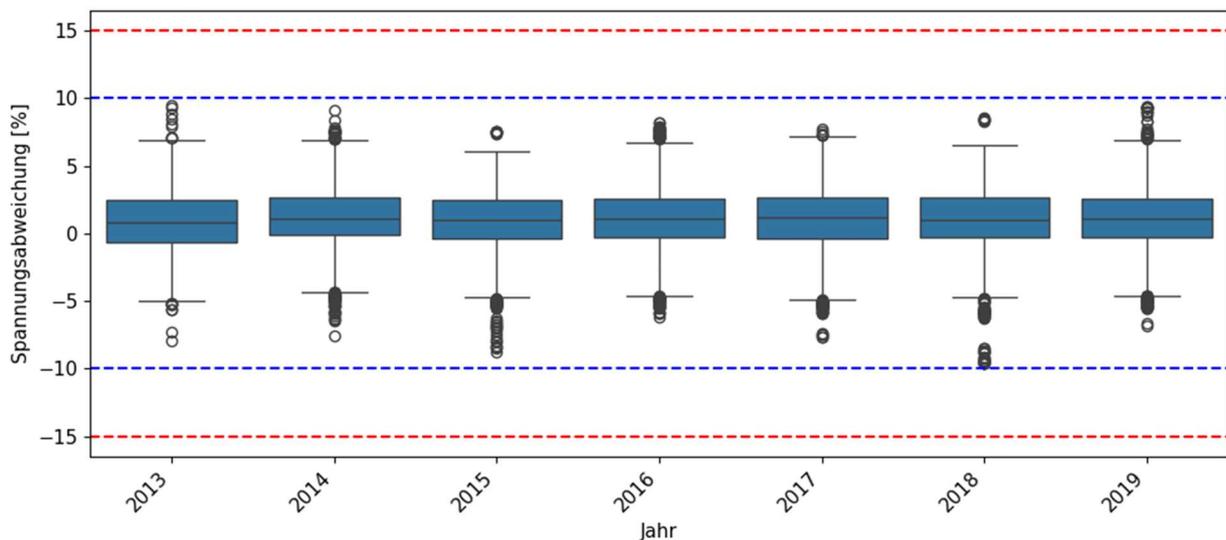


Abbildung 1: Langsame Spannungsänderung in Österreich, Abweichung von der Versorgungsspannung in % in den Berichtsjahren 2013-2019

⁹ Dieser Maximalwert für das Jahr 2013 für einen Netzbetreiber wird im Bericht von Österreichs Energie angegeben. Die Detaildaten dazu liegen nicht vor.

¹⁰ OVE EN 50160:2011-03-01: *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen*. Seite 20, 21.

Langzeit-Flickerstärke

Flicker ist eine wahrgenommene Leuchtdichteänderung, die auf Spannungsschwankungen zurückzuführen ist. Die Flickerstörwirkung wird mit Hilfe der Kurzzeit-Flickerstärke P_{st} (engl. perceptibility short-term) über ein Zeitintervall von zehn Minuten gemessen, wobei die Langzeit-Flickerstärke P_{lt} (engl. perceptibility long-term) aus einer Folge von 12 P_{st} -Werten über ein 2-Stunden-Intervall berechnet wird. Flicker ist hauptsächlich durch periodische Lastschwankungen verursacht.

Die Norm OVE EN 50160¹¹ für die Langzeit-Flickerstärke wurde in keinem betrachteten Jahr eingehalten. Der höchste Wert in diesem Zeitraum liegt bei 1,64 und wurde im Jahr 2016 erreicht. Dabei geht es grundsätzlich um einzelne Werte, die aufgrund spezifischer kurzfristiger Netzsituationen oder Problemen in Kundenanlagen an einzelnen Messstellen auftreten und deren Häufigkeit sehr gering ist.

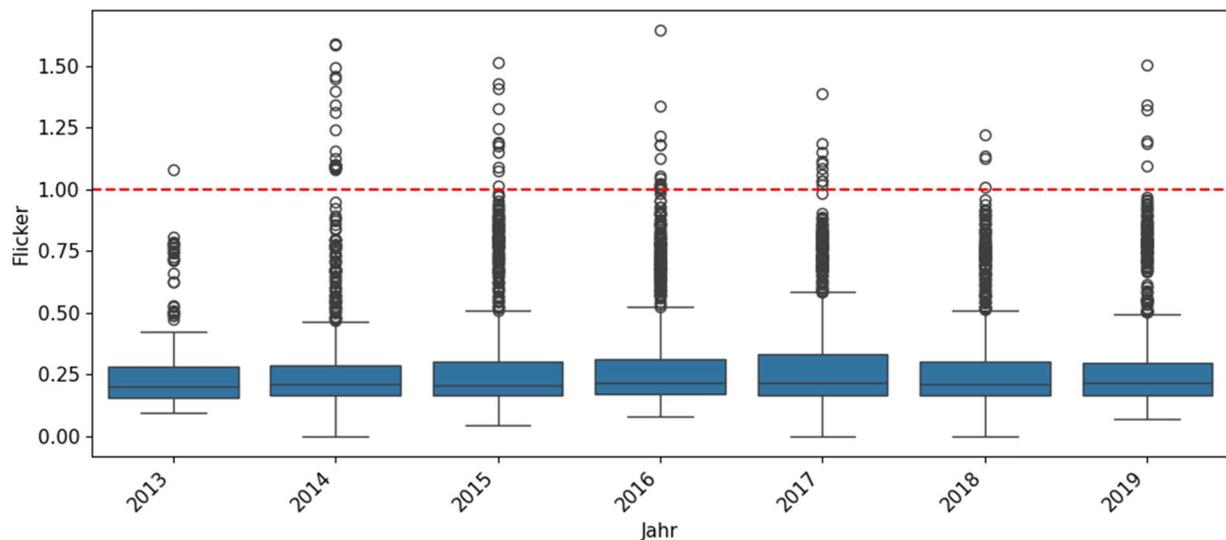


Abbildung 2: Langzeit-Flickerstärke in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019

¹¹ OVE EN 50160:2011-03-01: *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen*. Seite 21.

Gesamtberschwingungsgehalt

Oberschwingungsströme entstehen durch nichtlineare Lasten, verzerren die Sinuswelle der Grundschwingung und können die Funktion der Verbraucher beeinträchtigen. Gemäß der Norm OVE EN 50160 ist der Gesamtberschwingungsgehalt THD (engl. Total Harmonic Distortion) aus allen ganzzahligen Oberschwingungen bis zur Ordnungszahl 40 gebildet.

Einzelne Oberschwingungen (5., 7., 11. und 13.) wurden für die Auswertung des THD auch geprüft, sind aber nicht in diesem Bericht inkludiert. Die von OVE EN 50160¹² gesetzte Grenze für THD von maximal 8% des Spannungseffektivwertes wurde in allen betrachteten Jahren eingehalten. Der höchste Wert von 7,14% wurde im Jahr 2019 erreicht.

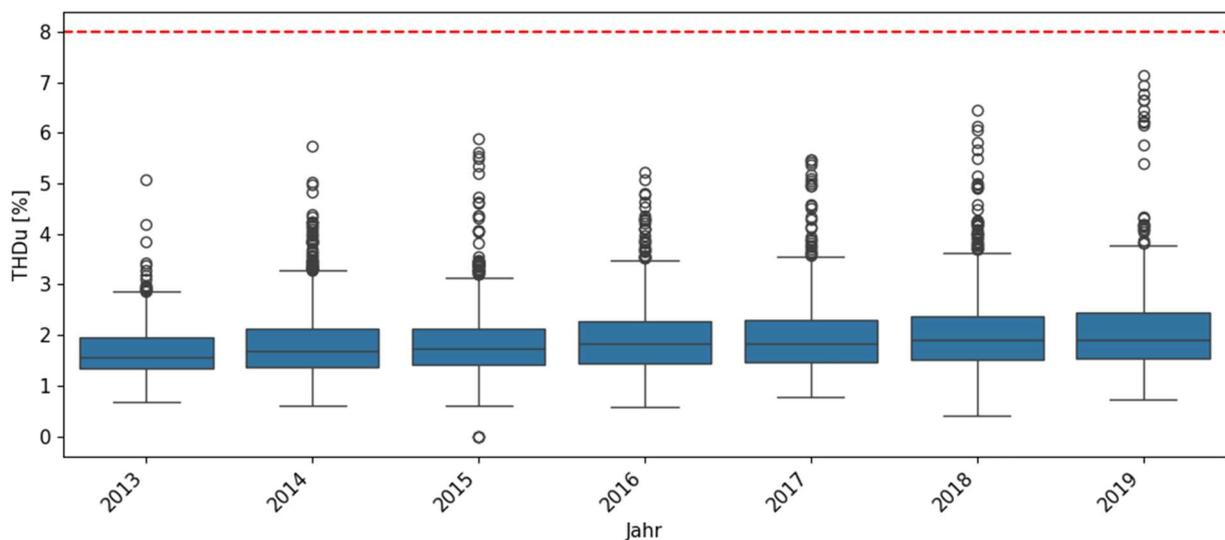


Abbildung 3: Gesamtberschwingungsgehalt in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019

¹² OVE EN 50160:2011-03-01: *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen*, Seite 22.

Spannungseignisse

Spannungseignisse wie Einbrüche (Dips) und Überhöhungen (Swells) sind kurzfristige Spannungsänderungen, die zu Funktionsstörungen der elektronischen Geräte führen können. Sie können eine oder mehrere Phasen betreffen und sind nach ihrer Dauer (von 10 ms bis 1 Minute) und ihrem Spannungswert (Restspannung bei Dips und Überspannung bei Swells, beide in Prozent der Versorgungsspannung) kategorisiert.

Nach Vorgabe der END-VO 2012 idF Novelle 2013 sind Messungen von Spannungseinbrüchen, -erhöhungen sowie -unterbrechungen ganzjährig und durchgehend durchzuführen, und zwar zumindest:

- in 10 % der Umspannwerke ab 1. Jänner 2014,
- in 50 % der Umspannwerke ab 1. Jänner 2016 und
- in 100 % der Umspannwerke ab 1. Jänner 2020.

Umspannwerke, für die keine Messungen nach den oben genannten Vorgaben stattfinden, sind Industrie- und Einspeisenumspannwerke, sowie Umspannwerke, die nicht im Eigentum eines Verteilernetzbetreibers sind. Umspannstationen, die sowohl überspannungs- als auch unterspannungsseitig auf der Mittelspannungsebene liegen sind von dieser Auswertung ebenfalls ausgenommen.

Tabelle 4 und Abbildung 4 zeigen die Entwicklung der Anzahl der Messstellen in den Umspannwerken und der Spannungseignisse von 2013 bis 2019 in Österreich.

Jahr	Anzahl Messstellen in Umspannwerken	Anzahl Ereignisse Summe	Anzahl Dips	Anzahl Swells
2013	52	1.039	1.016	23
2014	53	1.064	1.041	23
2015	79	1.941	1.916	25
2016	262	5.113	4.976	137
2017	250	12.885	12.674 ¹³	211
2018	299	6.463	6.291	172
2019	289	8.520	8.328	192

Tabelle 4: Auswertung der Spannungsereignisse in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019

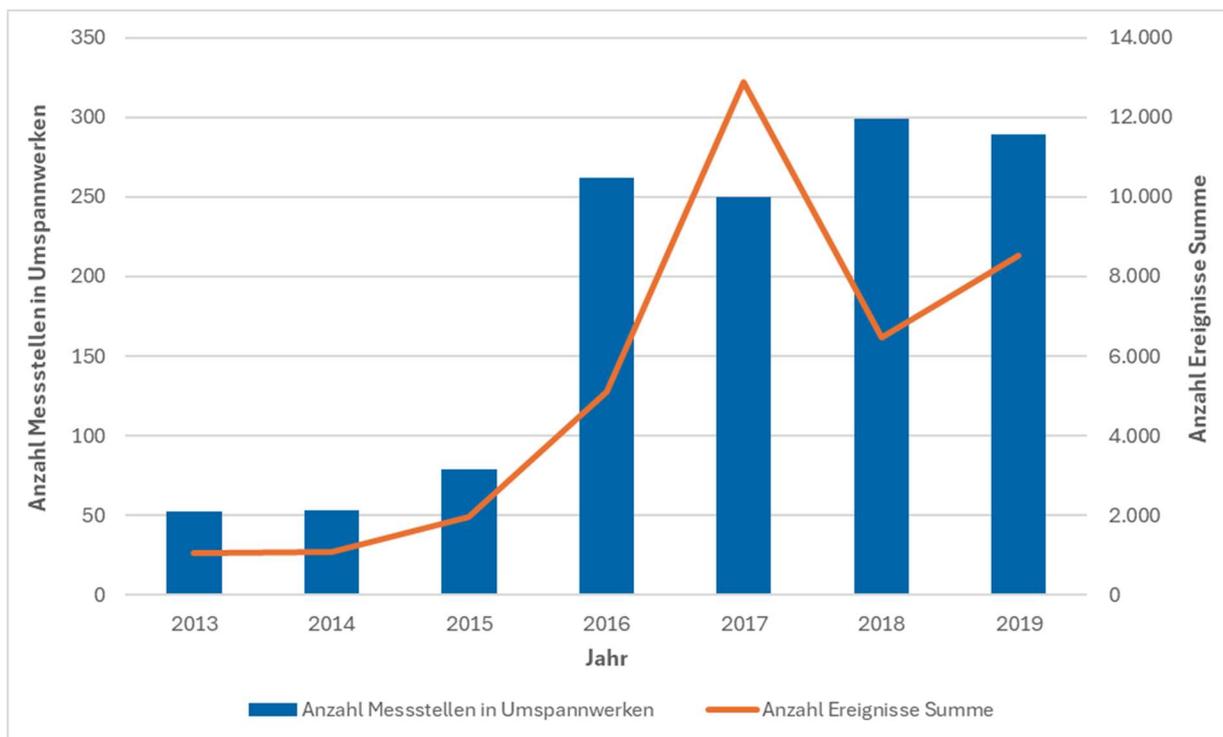


Abbildung 4: Entwicklung der Anzahl der Messstellen in Umspannwerken und der Spannungsereignisse in Österreich in den Berichtsjahren 2013-2019

¹³ Etwa die Hälfte der Spannungsereignisse in diesem Jahr ist auf eine Störung an einer Messstelle bei einem Netzbetreiber zurückzuführen.