

STATISTIK ÜBER DIE SPANNUNGSQUALITÄT IN ÖSTERREICH

**Ergebnisse 2016 und
Vergleich der Jahre 2013-2016**

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung	3
2. Einleitung	5
3. Erhebungsumfang	5
4. Ergebnisse Berichtsjahr 2016.....	8
4.1. Beschreibung des Auswertungsverfahrens	8
4.2. Langsame Spannungsänderung	9
4.3. Langzeitflicker P_{lt}	11
4.4. Oberschwingungen.....	12
4.4.1. Gesamterschwingungsgehalt THDu	12
4.4.2. Harmonische Oberschwingungen.....	13
4.5. Spannungsereignisse	16
5. Entwicklung Power Quality 2013 - 2016	21
5.1. Langzeitflicker P_{lt}	24
5.2. Oberschwingungen.....	25
5.2.1. Gesamterschwingungsgehalt THDu	25
5.2.2. Harmonische Oberschwingungen.....	26
5.3. Spannungsereignisse-Trends über mehrerer Jahre	28
6. Auswertung PQ-Messungen im 5-Jahres-Intervall.....	29
7. Auswertung PQ-Messungen „fixe Messorte“	32
8. Datenschutz	35
ANHANG A Detailauswertungen DIPs.....	36

1. Kurzfassung

Seit dem Jahr 2008 werden in Österreich in einzelnen Netzbereichen Spannungsqualitätsmessungen in der Mittelspannung durchgeführt. Die Auswertung der Spannungsqualität und die zu erstellende Statistik zeigen die typische Spannungsqualität in den gemessenen Netzbereichen und für das gesamte Bundesgebiet für den Betrachtungszeitraum.

Die Spannungsqualität in Österreich kann – ähnlich wie in den Vorjahren – auf Basis der zugrunde liegenden Statistik als sehr gut bewertet werden. Wie die Auswertungen der Langsamen Spannungsänderungen, Flicker und Oberschwingungen sowohl in Abbildung 1 als auch in den Detailauswertungen zeigen, werden die zulässigen Grenzwerte der EN 50160 typischerweise nicht überschritten.

Erstmals wurde im Jahr 2014 der Erfassungsaufwand für die Power-Quality Messung in Österreich von rund 300 1-Wochenmessungen auf 400 3-Wochenmessungen entsprechend END-VO 2012 erhöht. Der Vergleich der Ergebnisse in Abbildung 1 aus den einzelnen Berichtsjahren weist, wie in den vergangenen Jahren, nur geringe Schwankungen für die einzelnen PQ-Parameter auf,

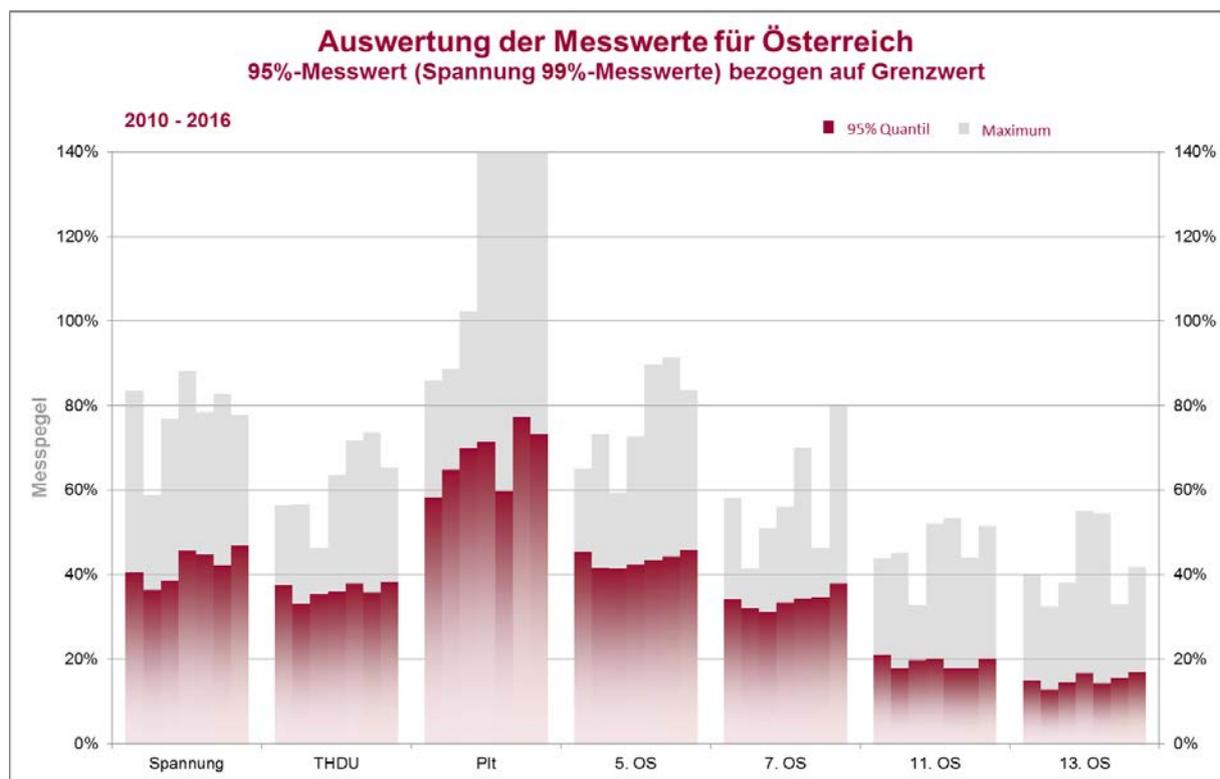


Abbildung 1 Power-Quality in Österreich¹ (mobil/fix je 3 Wochen)

Zusätzlich zu den mobilen und fixen, zeitlich jeweils auf 3 Wochen beschränkten Spannungsqualitäts-Messungen wurden im aktuellen Berichtsjahr an rund 50% der österreichischen Umspannwerke die Spannungsereignisse ganzjährig erfasst. Die

¹ THDU...Total Harmonic Distortion (Gesamtsumme aller Oberschwingungen); OS...Oberschwingung
 Plt Langzeitflicker

Klassifizierung der Spannungseinbrüche erfolgt dabei für die Tiefe in Prozent der Vereinbarten Spannung und Dauer in Millisekunden entsprechende EN 50160. Wie international üblich, wird eine durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr berechnet (Tabelle 1).

Bei den Auswertungen der DIP-Anzahl handelt es sich um Systemkennzahlen, die keinen Rückschluss auf einen einzelnen Anschlusspunkt im Netz zulassen.

DIPS ÖSTERREICH	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$	$5000 < t \leq 60000$
$90\% > u \geq 80\%$	9,137	0,412	0,206	0,198	0,011
$80\% > u \geq 70\%$	2,408	0,229	0,191	0,111	0,004
$70\% > u \geq 40\%$	1,244	0,454	0,344	0,092	0,000
$40\% > u \geq 5\%$	0,405	0,156	0,065	0,046	0,011
$5\% > u$	0,008	0,073	0,137	0,053	0,080

Tabelle 1 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich (Aggregation 10-min) je Tiefe (in % von U_c) und je Dauer (in ms). (50% Umspannwerke ganzjährig)

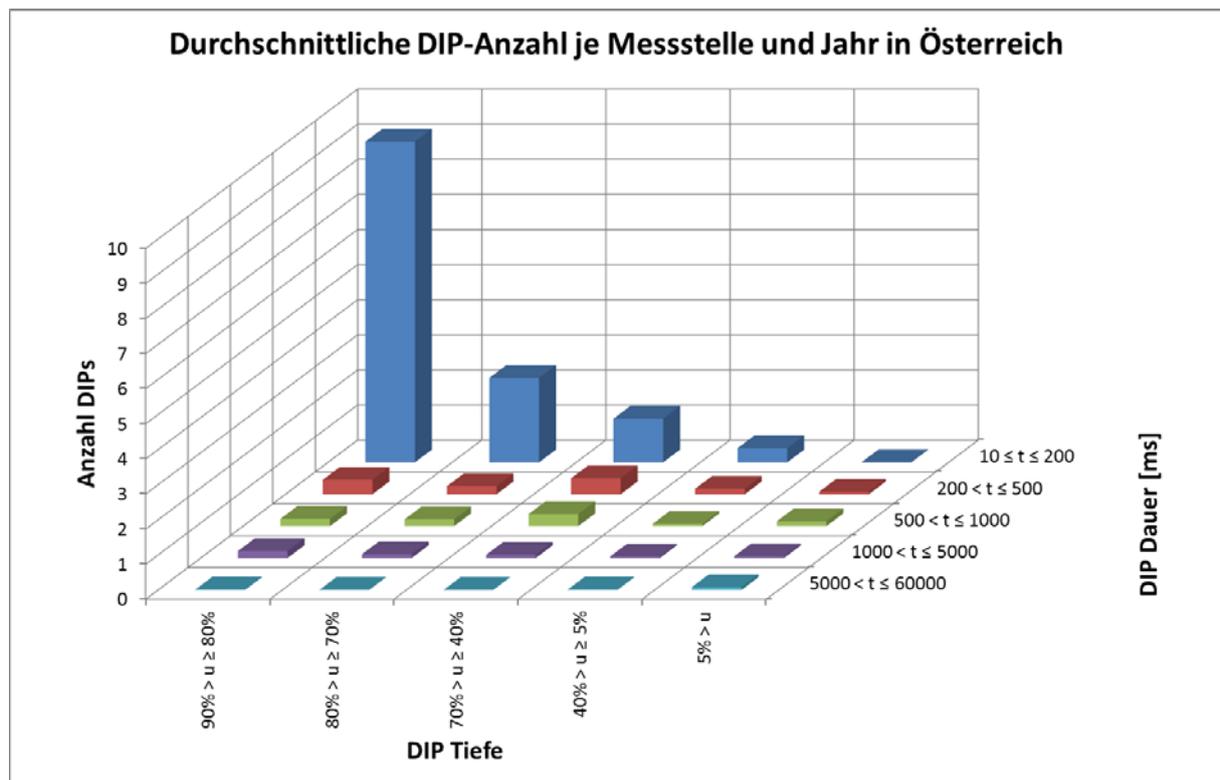


Abbildung 2 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich (Aggregation 10-min) (50% Umspannwerke ganzjährig)

Die Auswertungen der Spannungseinbrüche in Tabelle 1 und Abbildung 2 zeigen erwartungsgemäß, dass die Anzahl der Dauern der Spannungseinbrüche im Bereich der Schutzzeiten der Mittelspannungsabzweige am höchsten ist.

2. Einleitung

Der vorliegende Bericht wurde unter Einhaltung der rechtlichen Rahmenbedingungen² erstellt. Die Spannungsqualität stellt ein Teilgebiet der Versorgungsqualität dar. Sie beschreibt die Parameter der Spannung, wie Langsame Spannungsänderungen, Flicker und Oberschwingungen. Die Einhaltung der Verträglichkeitspegel für diese PQ-Parameter im Verteilernetz und die Störfestigkeit der Endverbrauchergeräte garantieren die ordnungsgemäße Funktion der Geräte.

Abgesehen von den langsamen Spannungsänderungen wird die Spannungsqualität im Wesentlichen durch die Emissionen von Endverbrauchergeräten selbst beeinflusst. Dabei sind nicht ausschließlich leistungsstarke Geräte sondern vor allem die Vielzahl von Geräten <16 A maßgebliche Verursacher. Ist es dem Verteilernetzbetreiber möglich, bei Geräten >16 A eine Beurteilung für Netzurückwirkungen durchzuführen und so den geeigneten Anschluss herzustellen oder die Emissionsgrenzwerte für die Anlage/Gerät festzulegen, so ist dies bei Massengeräten <16 A nicht möglich und vorgesehen. Hier kommt vor allem der Gerätenormung, den Geräteherstellern und der normgerechten Prüfung der Geräte eine wesentliche Rolle zu.

In Österreich werden seit dem Jahr 2008 auf Anordnung der Energie-Control Austria Erhebungen der Spannungsqualität in allen österreichischen Netzbereichen durchgeführt. Anhand dieser Daten erfolgt die Beurteilung der Spannungsqualität des Landes.

Weitere Details zur Durchführung der Erhebung finden sich im Methodenpapier „PQ-Monitoring Österreich“

3. Erhebungsumfang

Seit dem Jahr 2008 werden in allen österreichischen Netzbereichen³ Spannungsqualitätsmessungen in der Mittelspannungsebene durchgeführt. Die jährliche Auswahl der Messorte erfolgt dabei nach einem statistischen Auswahlverfahren. Dabei wird aus den potentiellen Messorten (alle Mittelspannungsknoten der Netzebene 5 mit vorhandenen Messwandlern und angeschlossenen Endverbrauchern, siehe Abbildung 3) für jeden Netzbereich durch „Partition und systematische Reihung der Anordnung der Stichprobe“ eine Auswahl an Messorten mit einer gegebenen Stichprobenanzahl getroffen. Durch die Auswahlmethode wird erreicht, dass die ausgewählten Messorte möglichst gleichmäßig über den Netzbereich verteilt sind und einen möglichst großen Abstand zueinander haben.

In den Jahren 2008 – 2013 wurde jährlich an rund 300 Messorten die Spannungsqualität mit einer 1-wöchigen Messung gemessen. Ab dem Berichtsjahr 2014 werden an 400 Messorten (davon 40 Messorte immer am gleichen Ort zur jeweils selben Zeit) über 3-Wochen die PQ-Parameter (Langsame Spannungsänderungen, Oberschwingungen, Flicker) entsprechend EN 50160⁴ erfasst. Zudem erfolgt ab 1. Jänner 2014 eine ganzjährige Erfassung der Spannungsereignisse in rund 10 % der Umspannwerke sowie ab 1. Jänner 2016 in rund 50 % der Umspannwerke.

² Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz 2010 (EiwOG 2010), die Elektrizitätsstatistikverordnung 2016 und die NetzdienstleistungsVO Strom 2012 in der Fassung der Novelle 2013 (END-VO 2012 idF Novelle 2013)

³ Netzbereiche entsprechend ELWOG 2010 §64 für Netzebene 5

⁴ EN 50160: 2010 Ausgabe: 2011-03-01

Spannungsparameter	Bezeichnung	Bedingung	Grenzwert
Langsame Spannungsänderung	U_{RMS}	<ul style="list-style-type: none"> 99% der 10-Minuten Spannungsmittelwerte einer Woche (bis 2013 95% der 10-Minuten Spannungsmittelwerte einer Woche) 100% der 10-Minuten Spannungsmittelwerte einer Woche 	$\pm 10\%$ von U_c $+10\% / -15\%$ von U_c
Flicker	P_{It}	95% der P_{It} -Werte einer Woche	$P_{It} < 1$
Gesamtüberschwingungsgehalt	THDu	95% der THDu-Werte einer Woche	$THDu \leq 8\%$
5. Harmonische OS	U_5	95% der 10-Minuten-Mittelwerte des Spannungseffektivwertes der Oberschwingung	$\leq 6\%$
7. Harmonische OS	U_7	95% der 10-Minuten-Mittelwerte des Spannungseffektivwertes der Oberschwingung	$\leq 5\%$
11. Harmonische OS	U_{11}	95% der 10-Minuten-Mittelwerte des Spannungseffektivwertes der Oberschwingung	$\leq 3,5\%$
13. Harmonische OS	U_{13}	95% der 10-Minuten-Mittelwerte des Spannungseffektivwertes der Oberschwingung	$\leq 3\%$

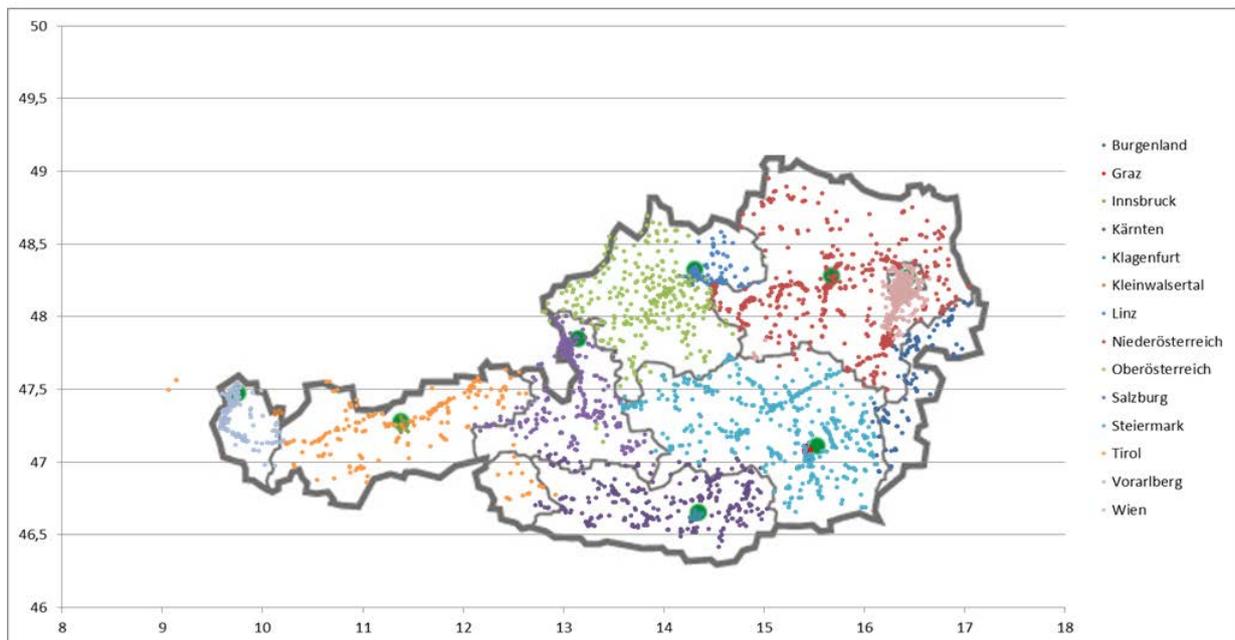


Abbildung 3 Potentielle Messorte in der Mittelspannungsebene

Der Zeitraum der Erfassung bzw. der Berichtszeitraum ist:

- 1. Jänner bis 31. Dezember des Berichtsjahres

Anzahl Messwochen	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Netzbereich Burgenland	20	25	19	21	75	66	70
Netzbereich Graz	17	16	17	13	18	57	75
Netzbereich Innsbruck	14	14	6	12	41	44	39
Netzbereich Kärnten	36	21	20	23	93	102	97
Netzbereich Klagenfurt		21	21	14	39	45	39
Netzbereich Kleinwalsertal				2	6	6	6
Netzbereich Linz	25	24	24	25	99	99	99
Netzbereich Niederösterreich	26	25	25	26	107	109	107
Netzbereich Oberösterreich	28	26	25	21	97	74	131
Netzbereich Salzburg	26	25	25	26	105	108	108
Netzbereich Steiermark	27	22	23	18	102	101	104
Netzbereich Tirol	25		27	26	93	99	84
Netzbereich Vorarlberg	25	24	24	25	96	102	102
Netzbereich Wien				15	111	111	111
Gesamtergebnis	269	243	256	267	1082	1123	1172

Tabelle 2 Anzahl Messwochen 2010 – 2016 („mobile Messungen“)

Anzahl Fixe Messwochen	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Netzbereich Burgenland	0	0	0	0	9	6	9
Netzbereich Graz	0	0	0	0	0	6	15
Netzbereich Innsbruck	0	0	0	0	6	5	6
Netzbereich Kärnten	0	0	0	0	9	9	9
Netzbereich Klagenfurt		0	0	0	6	6	6
Netzbereich Kleinwalsertal				0	3	3	3
Netzbereich Linz	0	0	0	0	9	9	9
Netzbereich Niederösterreich	0	0	0	0	12	12	12
Netzbereich Oberösterreich	0	0	0	0	9	6	9
Netzbereich Salzburg	0	0	0	0	9	12	12
Netzbereich Steiermark	0	0	0	0	12	9	9
Netzbereich Tirol	0		0	0	9	9	9
Netzbereich Vorarlberg	0	0	0	0	9	9	9
Netzbereich Wien				0	0	12	12
Gesamtergebnis	0	0	0	0	102	113	129

Tabelle 3 Anzahl Messwochen 2010 – 2016 („fixe Messorte“)

MESSORTE BERICHTSJAHR 2016

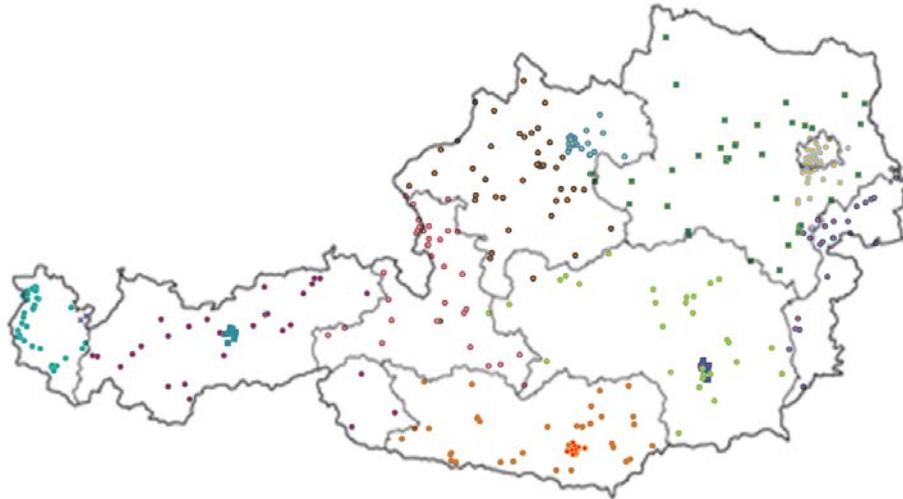


Abbildung 4 fixe und mobile Messorte (je 3 Wochen) in der Mittelspannungsebene Berichtsjahr 2016

4. Ergebnisse Berichtsjahr 2016

Die Auswertungen der langsamen Spannungsänderung, Langzeitflicker und Oberschwingungen beziehen sich auf fixe und mobile Messungen mit einer Messdauer von je 3 Wochen.

Die Auswertung der Spannungsereignisse basiert auf den ganzjährigen Erfassungen in 50% der österreichischen Umspannwerke.

4.1. Beschreibung des Auswertungsverfahrens

Die Auswertung für Österreich beinhaltet die verfügbaren Daten der österreichischen Netzbereiche (14 Netzbereiche siehe Tabelle 2). Die Ergebnisse der Spannungsqualitätsstatistik 2016 beziehen sich österreichweit auf die Mittelspannungsnetze.

Die Auswertung der Spannungsqualität (langsame Spannungsänderung, Spannungshub, Gesamtoberschwingungsgehalt, harmonische Oberschwingungen 5., 7., 11., 13. OS und Langzeitflicker) erfolgt über statistische Methoden. Mittels der statistischen Kenngrößen wie Median, 5%-Quantil, 95%-Quantil, Minimal- und Maximalwerte sowie Häufigkeitsverteilungen können robuste Aussagen über die einzelnen PQ-Parameter getroffen werden. Ziel ist es, eine für den Netzbereich typische Qualität zu bestimmen. Einzelne erheblich abweichende Messergebnisse sind an einem bestimmten Messort real, jedoch nicht als typische Qualität anzusehen.

Die Auswertung der DIPS erfolgt entsprechend der Klassifikation nach EN 50160. Für den Vergleich der Netzbereiche und den internationalen Vergleich werden durchschnittliche DIP-Anzahlen je Messstelle und Jahr angegeben.

4.2. Langsame Spannungsänderung

Langsame Spannungsänderungen sind durch die Netzbelastung, Einspeisungen und die Spannungsregelung HS/MS beeinflusst. Die Darstellung der langsamen Spannungsänderungen ist jedoch auch von der Bezugsgröße U_c (Vereinbarte Spannung) abhängig. Es ist daher schwierig einen direkten Vergleich der Netzbereiche durchzuführen. Wesentlich für die Einhaltung der Spannungsgrenzen bei den Kundenanlagen ist der Spannungshub. Die absolute Höhe der Versorgungsspannung kann und wird durch die MS/NS Transformatoren eingestellt (Ausnahme: Direkt an die MS angeschlossene Motoren und Generatoren).

Für das Berichtsjahr 2016 sind in Abbildung 5 und Abbildung 6 die 1%-Messwerte und 99%-Messwerte der Abweichung von U_c dargestellt. Typischerweise liegt die Abweichung in Österreich bei -2,84% bis +4,68% von U_c . In allen Netzbereichen wird die zulässige Spannungsabweichung von $\pm 10\%$ eingehalten.

Wird bei den Spannungsmessungen ein unterschiedliches U_c zur Berechnung der prozentualen Spannungshöhe gewählt ergeben sich unterschiedliche Ergebnisse in der Auswertung. Es ist daher schwierig einen Vergleich zwischen den Netzbereichen durchzuführen. Es wird deshalb der Spannungshub innerhalb der Messwoche berechnet. Der Spannungshub ist definiert als die Differenz zwischen höchster und tiefster Spannung innerhalb des Beobachtungszeitraums. Für die Auswertung der Messergebnisse werden die beiden Werte $\text{Hub}_{\max} = Q_{100\%} - Q_{0\%}$ und $\text{Hub}_{99} = Q_{99\%} - Q_{1\%}$ berechnet und sind in Abbildung 7 und Abbildung 8 ersichtlich. Typischerweise liegt der Spannungshub in Österreich bei 1,5% bis 2,95%.

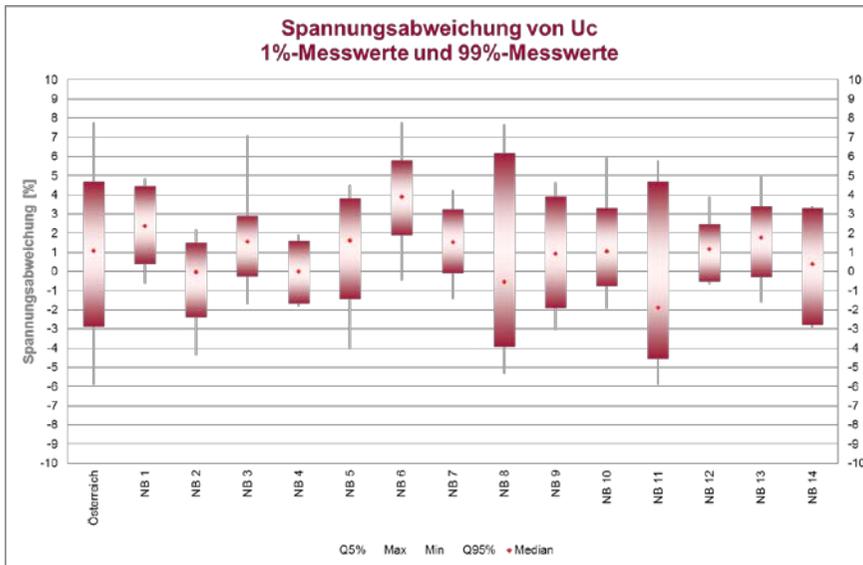


Abbildung 5 Abweichung der Spannung von U_c für die Netzbereiche und Österreich

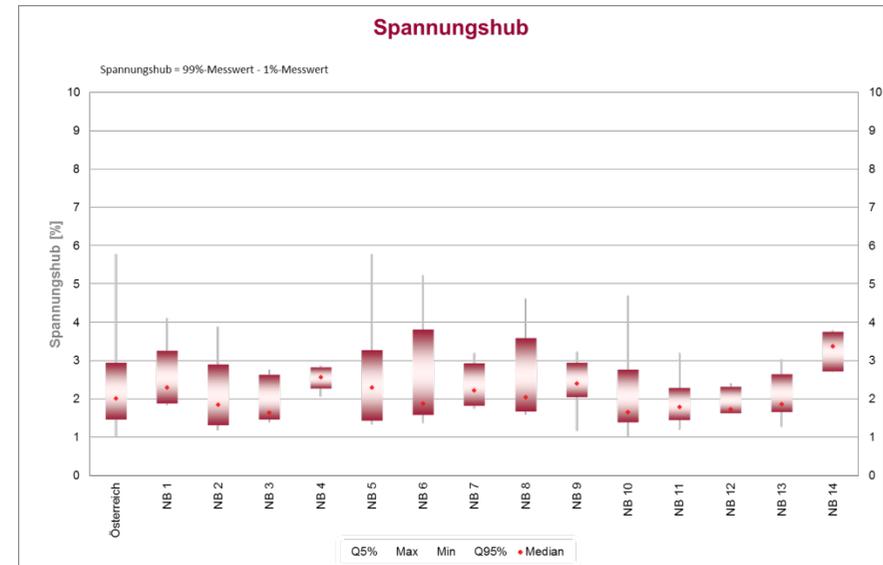


Abbildung 7 Spannungshub für die Netzbereiche und Österreich

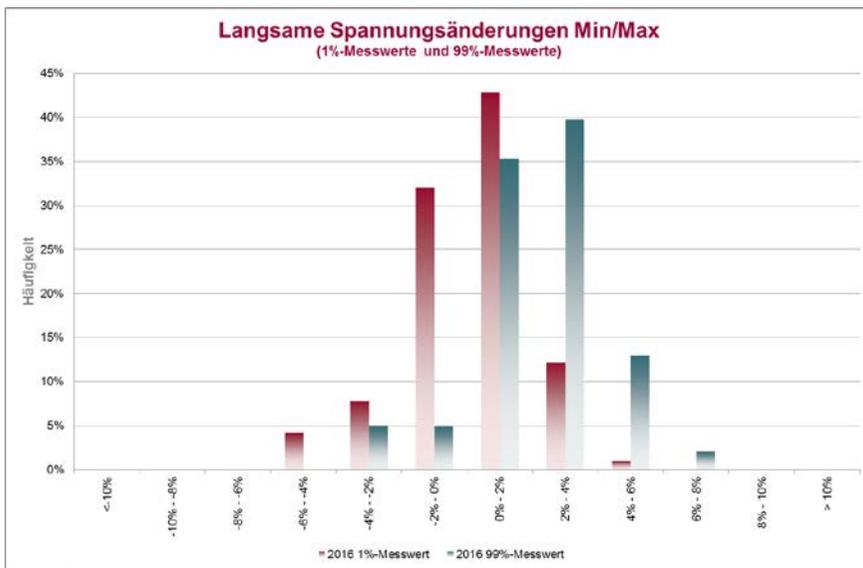


Abbildung 6 Histogramm Min/Max Spannungsänderung für Österreich

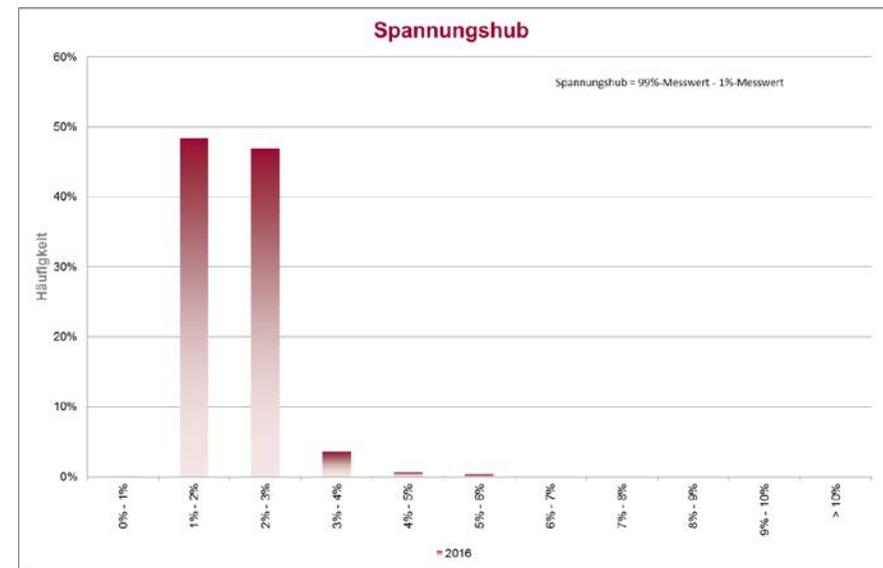


Abbildung 8 Histogramm Spannungshub für Österreich

4.3. Langzeitflicker P_{lt}

Die Abbildung 9 und Abbildung 10 zeigen die 95 %- P_{lt} -Messwerte der einzelnen Netzbereiche und für Österreich beziehungsweise die Häufigkeitsverteilung. Typischerweise liegen die P_{lt} -Werte für Österreich bei 0,11 – 0,73. In einzelnen Netzbereichen und einzelnen Messstellen wird der $P_{lt}=1$ überschritten, wobei die Häufigkeit sehr gering ist und es sich um einzelne lokale Messstellen handelt (siehe dazu Tabelle 8 Ausreißern der Maximalwerte P_{lt}).

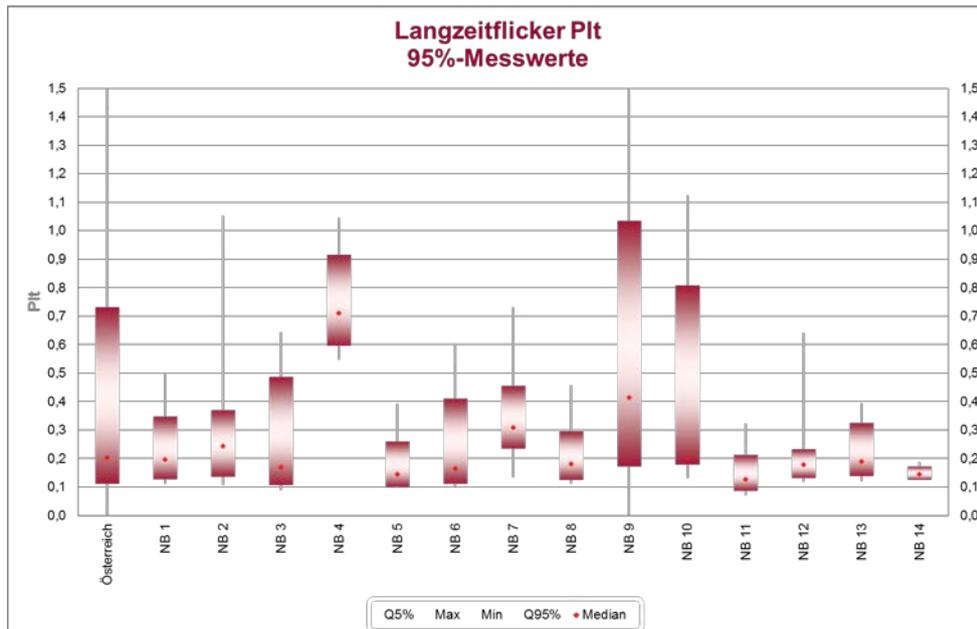


Abbildung 9 Langzeitflicker P_{lt} (95%-Messwerte) für die Netzbereiche und Österreich

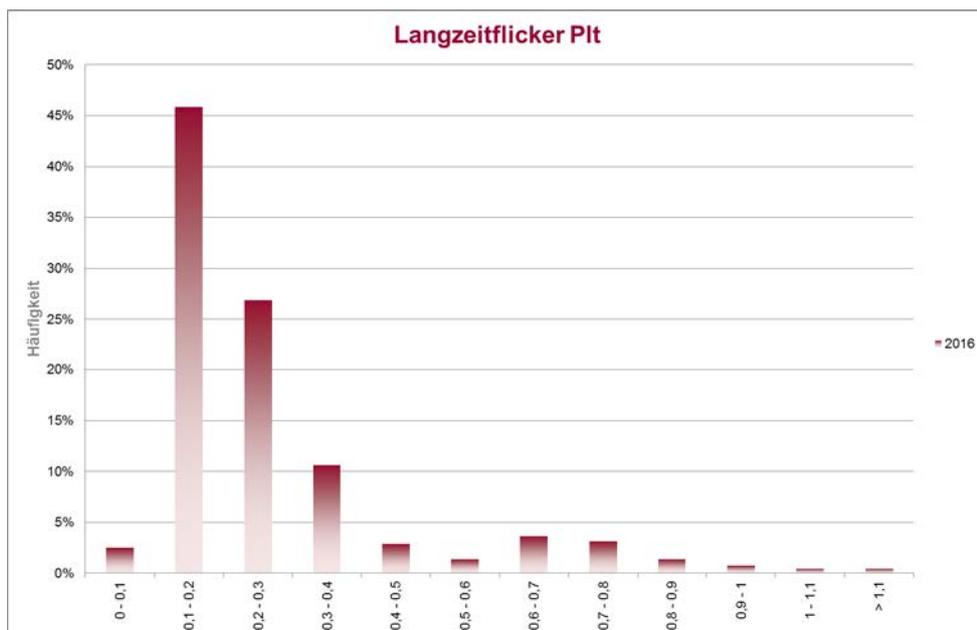


Abbildung 10 Histogramm Langzeitflicker P_{lt} (95%-Messwerte) für Österreich

4.4. Oberschwingungen

4.4.1. Gesamterschwingungsgehalt THDu

Der Gesamterschwingungsgehalt THDu ist ein Maß für die Summe aller harmonischen Oberschwingungen bis zur 40. Oberschwingung. Die Abbildung 11 und Abbildung 12 zeigt die 95%-THDu-Messwerte für die einzelnen Netzbereiche und Österreich beziehungsweise die Häufigkeitsverteilung.

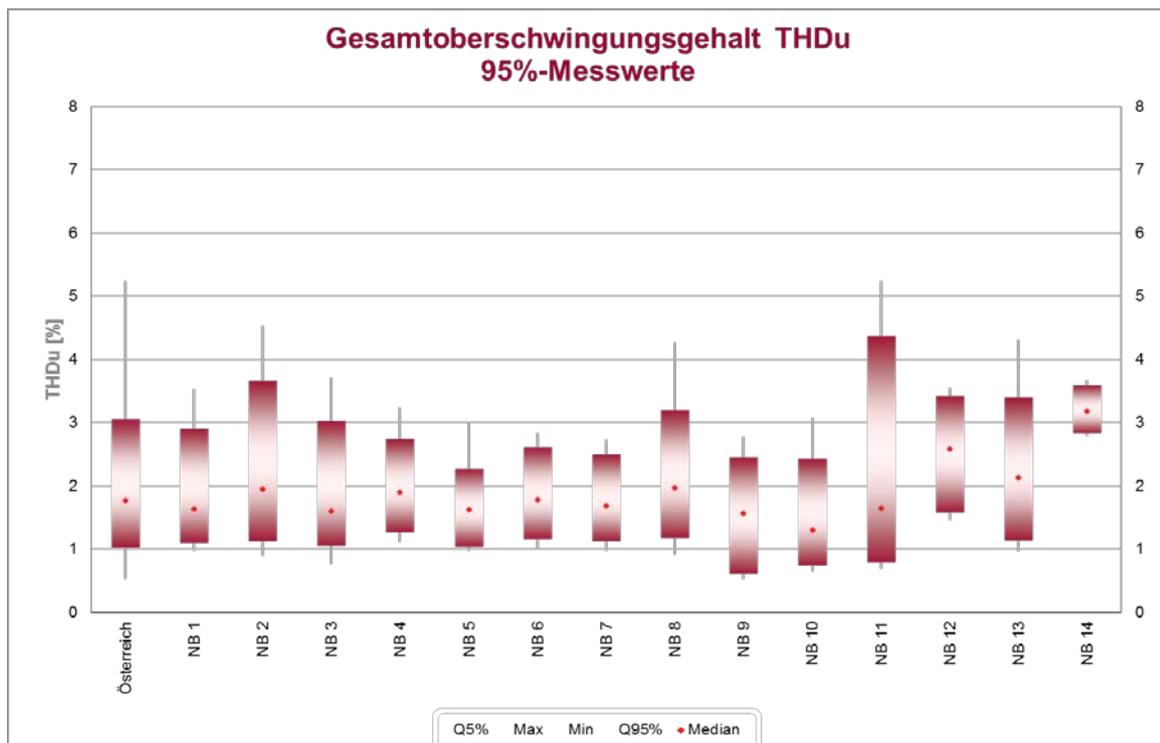


Abbildung 11 Gesamterschwingungsgehalt THDu (95%-Messwerte) für die Netzbereiche und Österreich

Der typische Gesamterschwingungsgehalt liegt für Österreich bei etwa 1,04 % bis 3,05%. Einzelne Messorte weisen einen THDu bis 5,24 % auf, wobei es sich dabei um lokale Erscheinungen handelt. Jedoch liegen sowohl die 95%-Quantile als auch sämtliche Maximalwerte unterhalb des zulässigen Grenzwerts von $THDu \leq 8\%$.

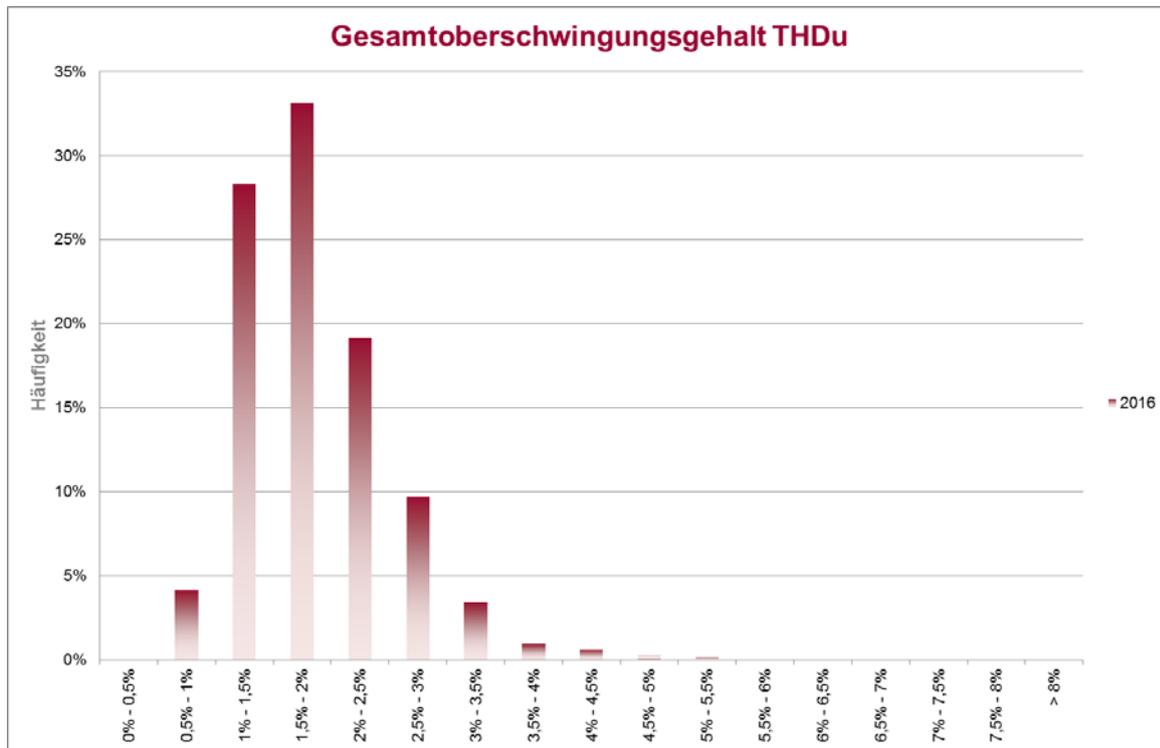


Abbildung 12 Histogramm Gesamtüberschwingungsgehalt THDu (95%-Messwerte) für Österreich

4.4.2. Harmonische Oberschwingungen

Für die Auswertung der harmonischen Oberschwingungen sind vor allem die 5., 7., 11. und 13. OS von besonderem Interesse. In der Abbildung 13 und Abbildung 14 sind die 95%-Messwerte für die einzelnen Netzbereiche und Österreich beziehungsweise die Häufigkeitsverteilungen für diese Oberschwingungen dargestellt.

Typischerweise liegen die Oberschwingungspegel für Österreich bei

Oberschwingung	Pegel
5. OS	0,75% - 2,75%
7. OS	0,44% - 1,90%
11. OS	0,10% - 0,7%
13. OS	0,08% - 0,51%

Für alle Oberschwingungen liegen sowohl die 95%-Quantile als auch die Maximalwerte unterhalb der zulässigen Grenzwerte.

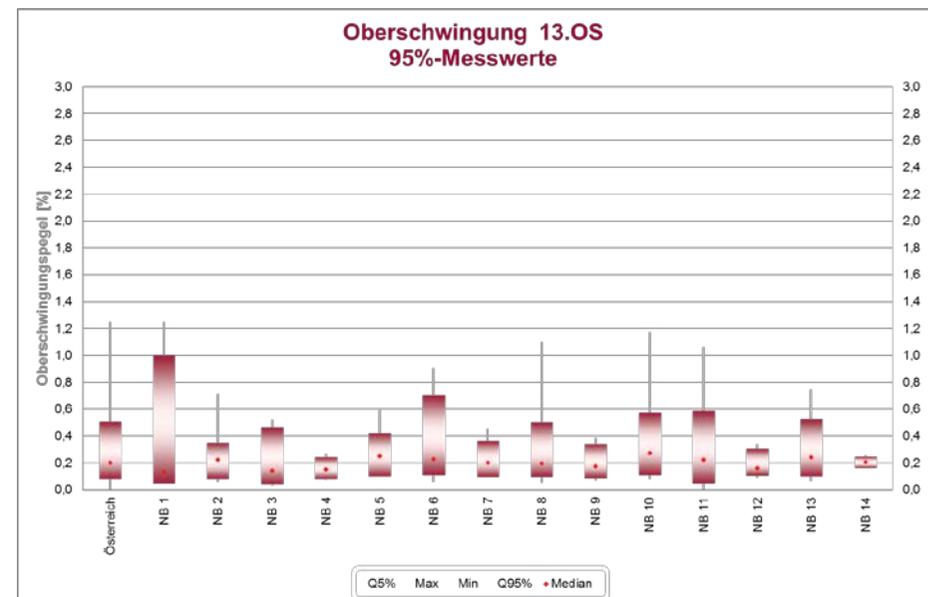
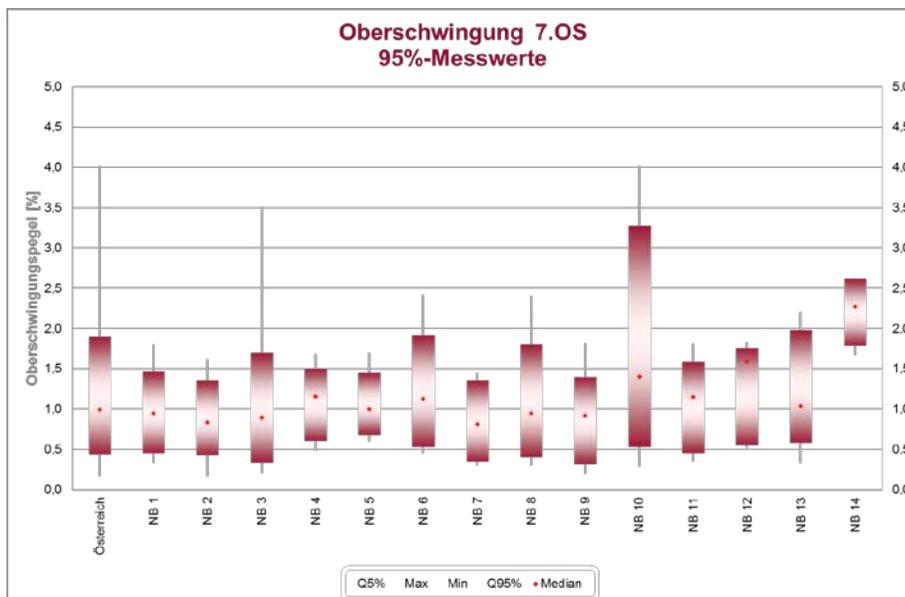
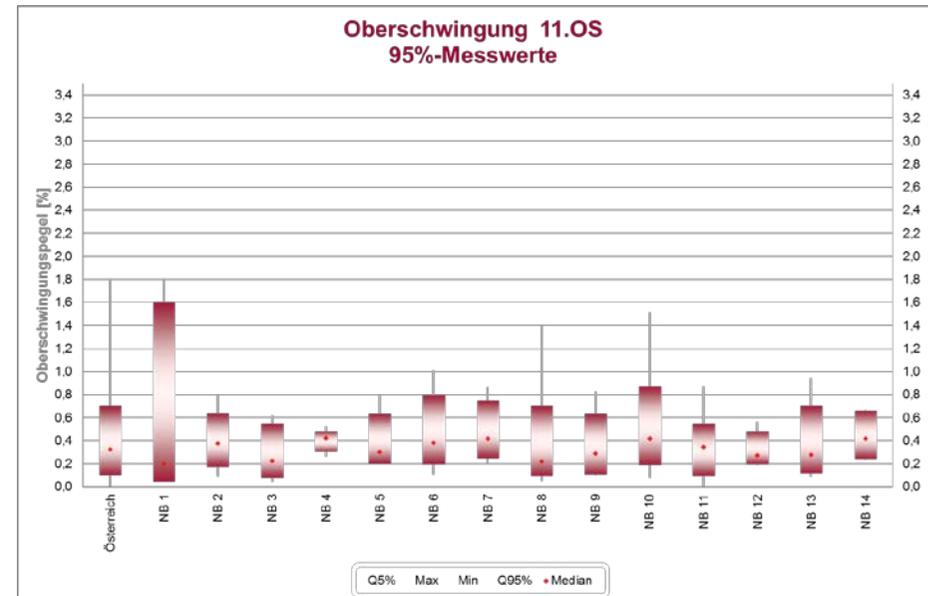
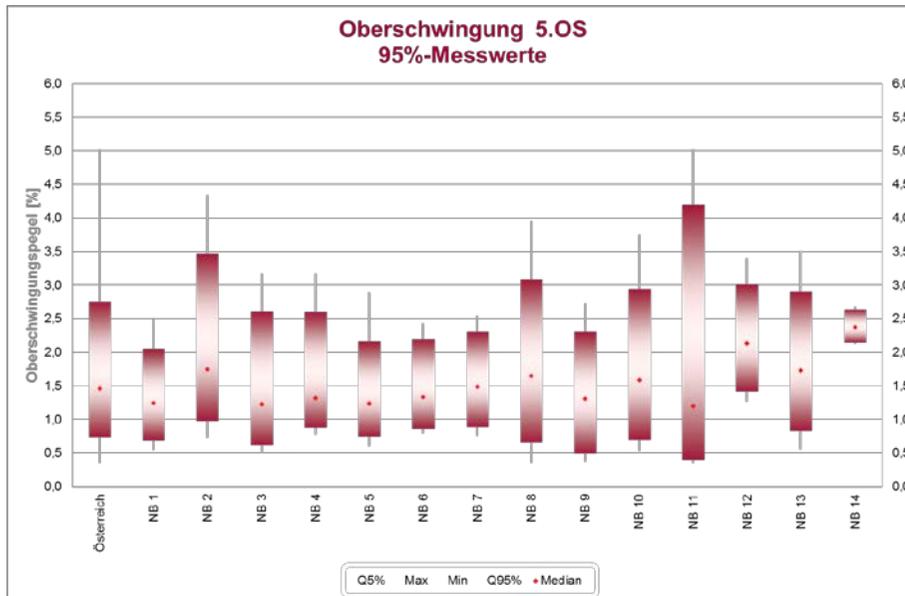


Abbildung 13 Oberschwingungspegel (95%-Messwerte) für die Netzbereiche und Österreich

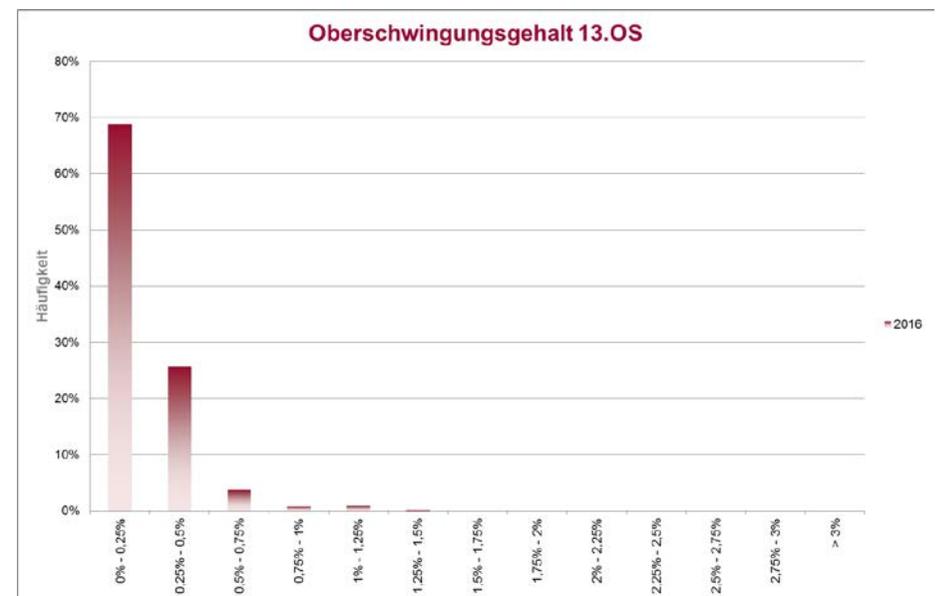
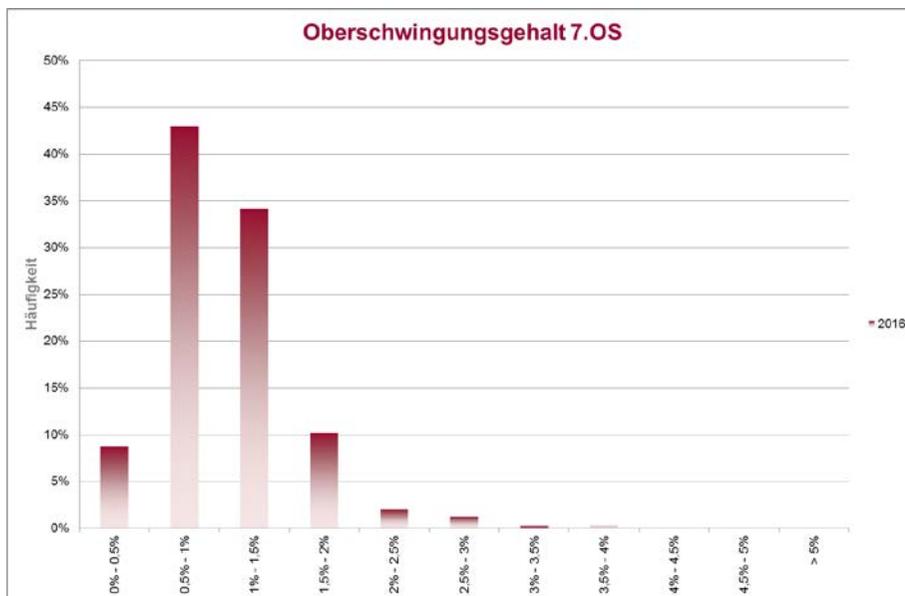
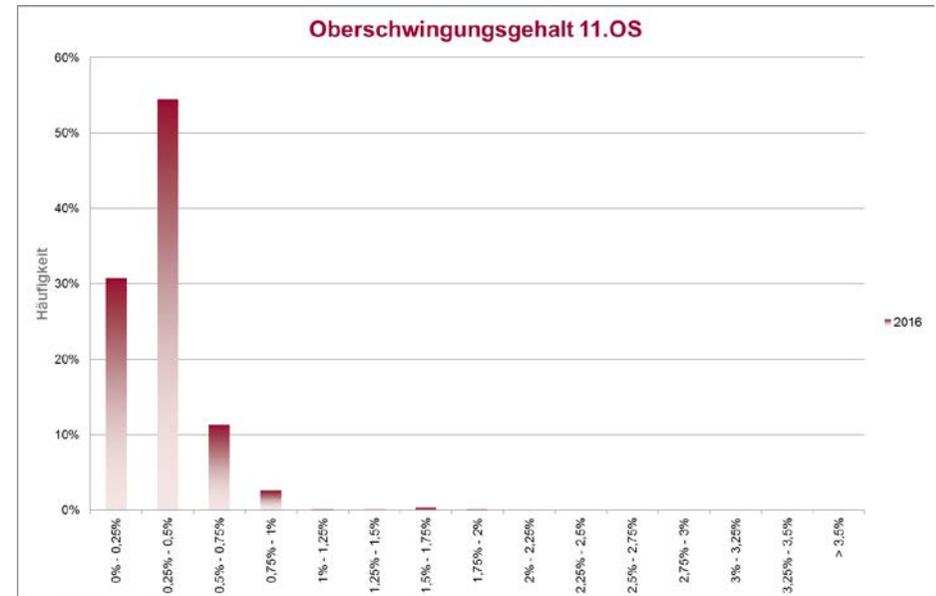
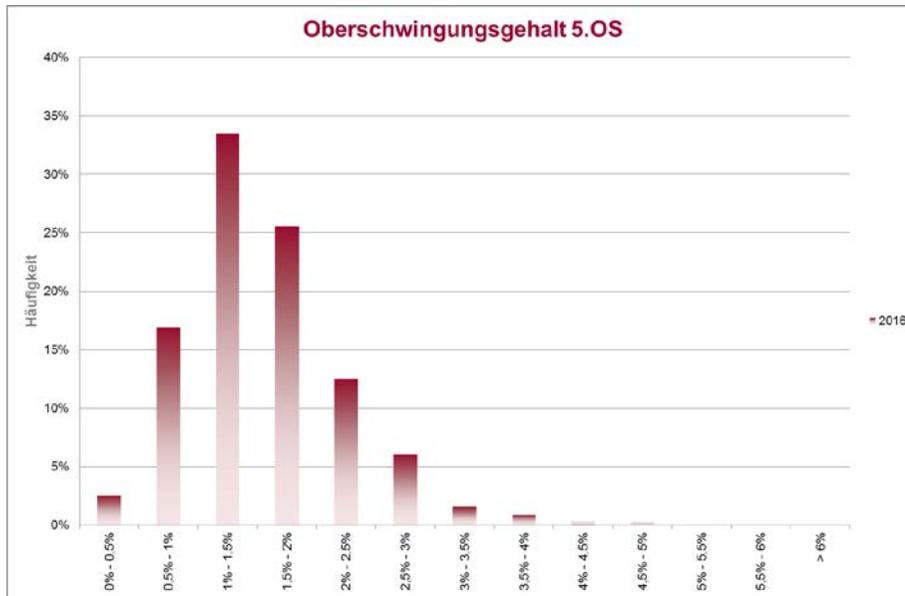


Abbildung 14 Histogramm Oberschwingungspegel (95%-Messwerte) für Österreich

4.5. Spannungsereignisse

Spannungseinbrüche (DIP) in den MS-Umspannwerken sind im Wesentlichen durch das Störungsgeschehen im Mittelspannungsnetz begründet. Zusätzlich wirken sich Spannungseinbrüche im vorgelagerten Netz (Störung in den NE 1-3) auf die Mittelspannungsebene aus. Spannungsüberhöhungen (SWELLS) entstehen typischerweise durch Schalthandlungen und Lastabtrennungen

In Österreich wurden **im Berichtsjahr 2016 an rund 50% der MS-Umspannwerke die Spannungsereignisse ganzjährig erfasst**. Die Anzahl, Tiefe und Dauer der DIPs hängt dabei von der Sternpunktbehandlung, Entfernung des Fehlerortes und vom Schutzkonzept ab.

Bei den Auswertungen der DIP-Anzahl handelt es sich um Systemkennzahlen, die keinen Rückschluss auf einen einzelnen Anschlusspunkt im Netz zulassen.

Die Auswertung der gemessenen Spannungsereignisse erfolgt einerseits für alle Ereignisse und andererseits für eine Aggregation im 10-Min Intervall. Diese Aggregation bildet das Ereignisgeschehen aus der Sicht der Kundenbetroffenheit realistischer ab.

Detailauswertungen für die einzelnen Netzbereiche sind im Anhang A dargestellt.

Netzbereich Nr.	Anzahl Messstellen	Event-Anzahl Summe	Anzahl DIPs	Anzahl SWELLS	Durchschnittliche Anzahl DIPs pro Messstelle und Jahr	Durchschnittliche Anzahl SWELLS pro Messstelle und Jahr	Durchschn. Anzahl DIPs außerhalb Produktnorm Klasse 3 Geräte
ÖSTERREICH	262	5113	4976	137	18,99	0,52	2,83
NB 1	9	71	68	3	7,56	0,33	3,56
NB 2	39	904	902	2	23,13	0,05	6,28
NB 3	40	1117	1047	70	26,18	1,75	3,08
NB 4	0	0	0	0			
NB 5	4	19	19	0	4,75	0,00	4,25
NB 6	23	397	397	0	17,26	0,00	2,52
NB 7	9	72	72	0	8,00	0,00	1,56
NB 8	13	350	345	5	26,54	0,38	8,69
NB 9	27	630	615	15	22,78	0,56	2,15
NB 10	21	301	298	3	14,19	0,14	1,67
NB 11	22	96	96	0	4,36	0,00	0,32
NB 12	0	0	0	0			
NB 13	55	1156	1117	39	20,31	0,71	0,73

Tabelle 4 Auswertung aller Spannungsereignisse

Netzbereich Nr.	Anzahl Messstellen	Event-Anzahl Summe	Anzahl DIPS	Anzahl SWELLS	Durchschnittliche Anzahl DIPS pro Messstelle und Jahr	Durchschnittliche Anzahl SWELLS pro Messstelle und Jahr	Durchschn. Anzahl DIPS außerhalb Produktnorm Klasse 3 Geräte
ÖSTERREICH	262	4306	4212	94	16,08	0,36	2,23
NB 1	9	65	62	3	6,89	0,33	3,22
NB 2	39	621	621	0	15,92	0,00	5,00
NB 3	40	900	862	38	21,55	0,95	2,33
NB 4	0	0	0	0			
NB 5	4	8	8	0	2,00	0,00	1,50
NB 6	23	340	340	0	14,78	0,00	2,43
NB 7	9	45	45	0	5,00	0,00	1,22
NB 8	13	242	242	0	18,62	0,00	5,77
NB 9	27	594	579	15	21,44	0,56	1,89
NB 10	21	273	273	0	13,00	0,00	1,38
NB 11	22	80	80	0	3,64	0,00	0,18
NB 12	0	0	0	0			
NB 13	55	1138	1100	38	20,00	0,69	0,64

Tabelle 5 Auswertung der Spannungseignisse Aggregation 10-Min

DIPS ÖSTERREICH	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$	$5000 < t \leq 60000$
$90\% > u \geq 80\%$	10,248	0,489	0,229	0,240	0,011
$80\% > u \geq 70\%$	2,992	0,294	0,233	0,160	0,015
$70\% > u \geq 40\%$	1,656	0,592	0,382	0,111	0,008
$40\% > u \geq 5\%$	0,569	0,202	0,061	0,038	0,031
$5\% > u$	0,015	0,076	0,176	0,061	0,103

Tabelle 6 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich (alle DIPS); Tiefe und Dauer

DIPS ÖSTERREICH	$10 \leq t \leq 200$	$200 < t \leq 500$	$500 < t \leq 1000$	$1000 < t \leq 5000$	$5000 < t \leq 60000$
$90\% > u \geq 80\%$	9,137	0,412	0,206	0,198	0,011
$80\% > u \geq 70\%$	2,408	0,229	0,191	0,111	0,004
$70\% > u \geq 40\%$	1,244	0,454	0,344	0,092	0,000
$40\% > u \geq 5\%$	0,405	0,156	0,065	0,046	0,011
$5\% > u$	0,008	0,073	0,137	0,053	0,080

Tabelle 7 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich (Aggregation 10-Min); Tiefe und Dauer

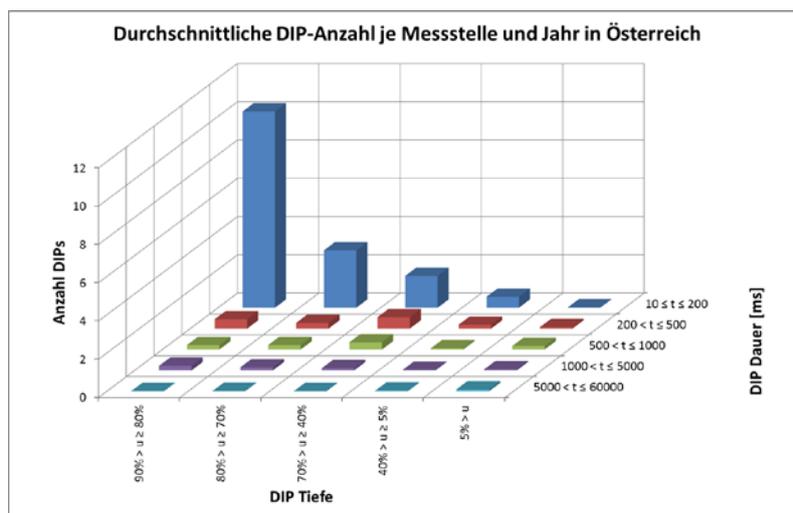


Abbildung 15 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich (alle DIPS); Tiefe und Dauer

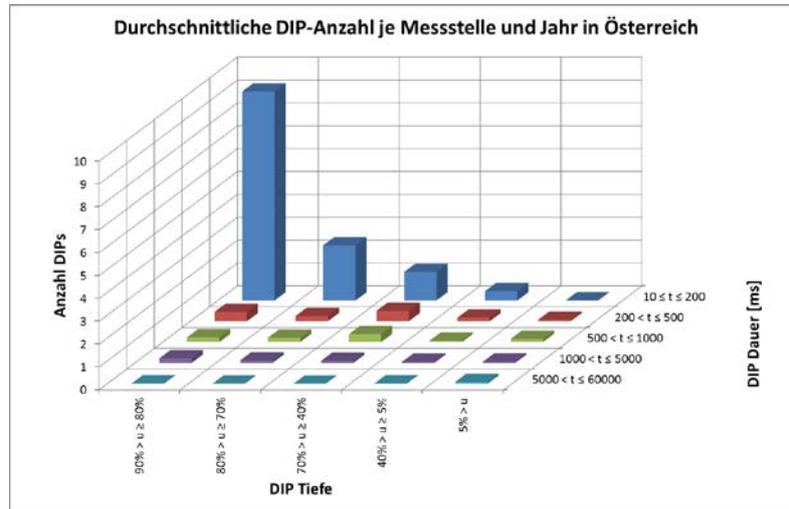


Abbildung 16 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich (Aggregation 10-Min); Tiefe und Dauer

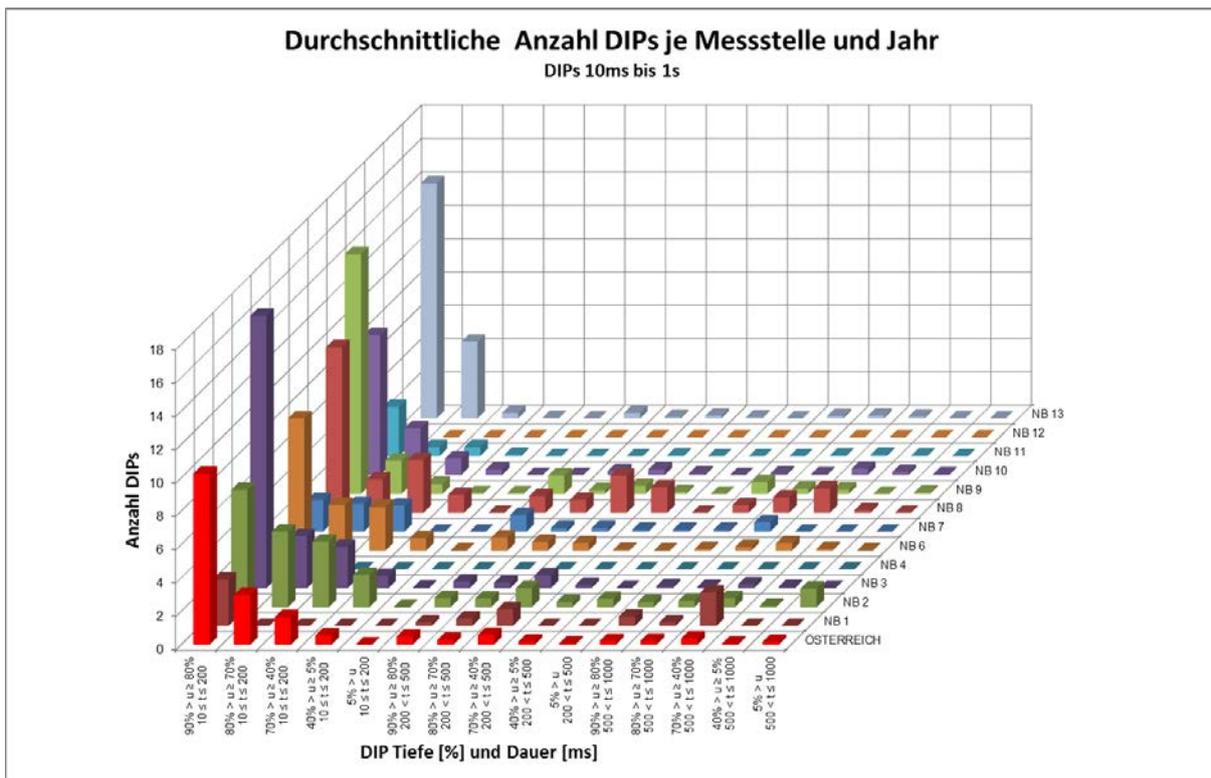


Abbildung 17 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich und den Netzbereichen (alle DIPs); Tiefe und Dauer

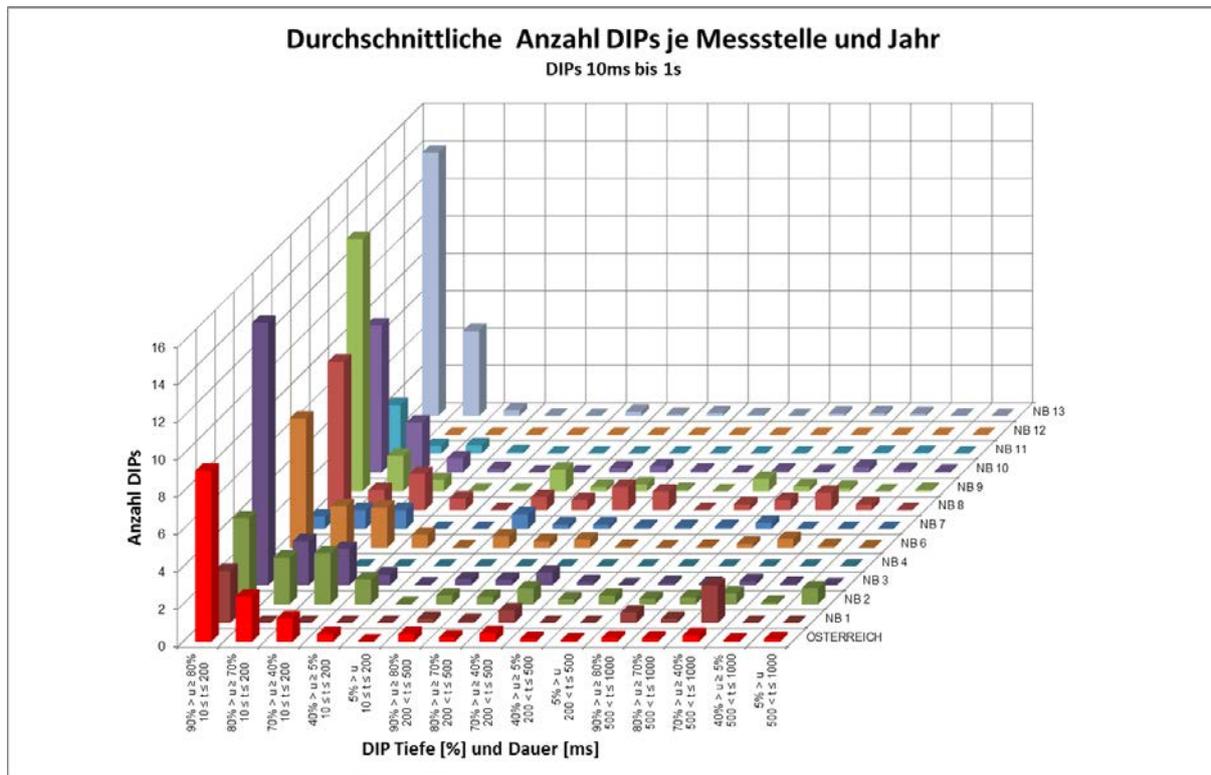


Abbildung 18 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich und den Netzbereichen (Aggregation 10-Min); Tiefe und Dauer

Die Auswertungen in Abbildung 19 und Abbildung 20 zeigen die durchschnittliche Anzahl DIPs (Summe über alle Tiefen und Dauern) je Messstelle und Jahr. Zusätzlich ist die durchschnittliche DIP-Anzahl angegeben, die außerhalb der Grenze der Produktnorm für Klasse 3 Geräte⁵ liegen (siehe dazu EN 50160)

⁵ Spannungseinbrüche mit größerer Tiefe und Dauer können den Betrieb von Geräten und Anlagen beeinträchtigen. Die Anzahl, Tiefe und Dauer der DIPs ist jedoch unvorhersehbar und halten diese Grenzen nicht notwendigerweise ein.

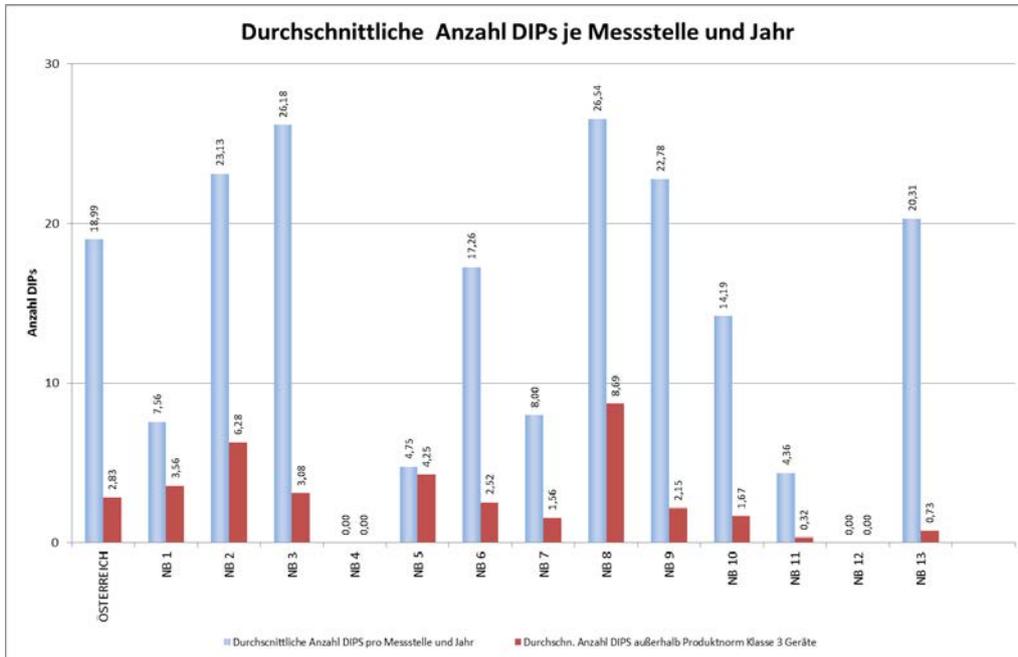


Abbildung 19 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich und den Netzbereichen (alle DIPs)

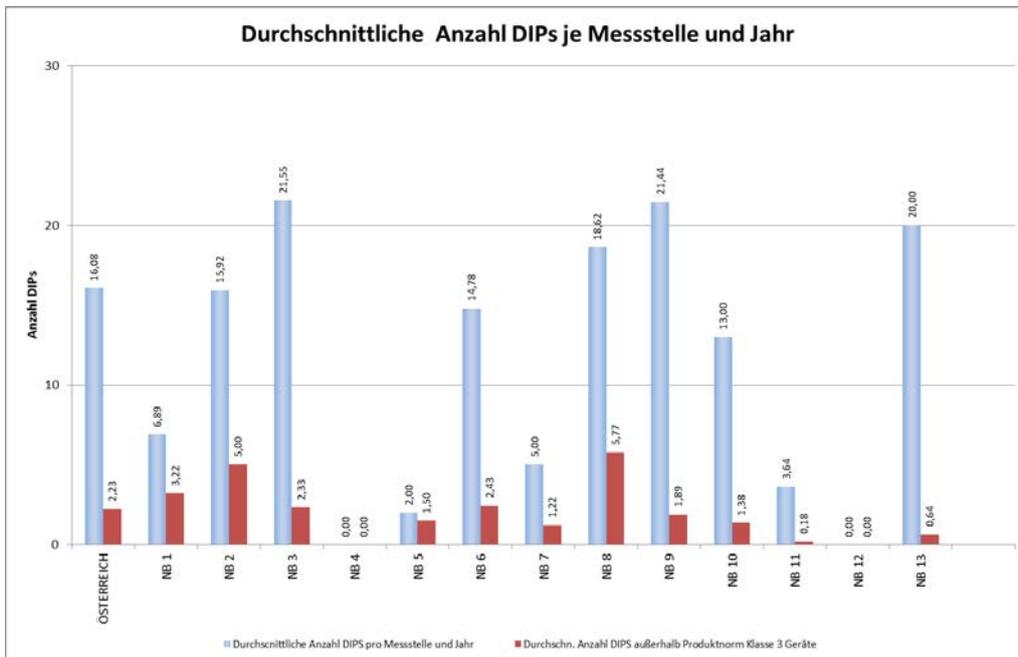


Abbildung 20 Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr in Österreich und den Netzbereichen (Aggregation 10-Min)

5. Entwicklung Power Quality 2013 - 2016

Auf den folgenden Seiten ist die Entwicklung der Power Quality in den Jahren 2013 bis 2016 für die einzelnen Netzbereiche und Österreich dargestellt.

Die Auswertungen der langsamen Spannungsänderung, Langzeitflicker und Oberschwingungen beziehen sich auf fixe und mobile Messungen.

Die Auswertung der Spannungsereignisse basiert auf den ganzjährigen Erfassungen in den Umspannwerken. Langsame Spannungsänderung

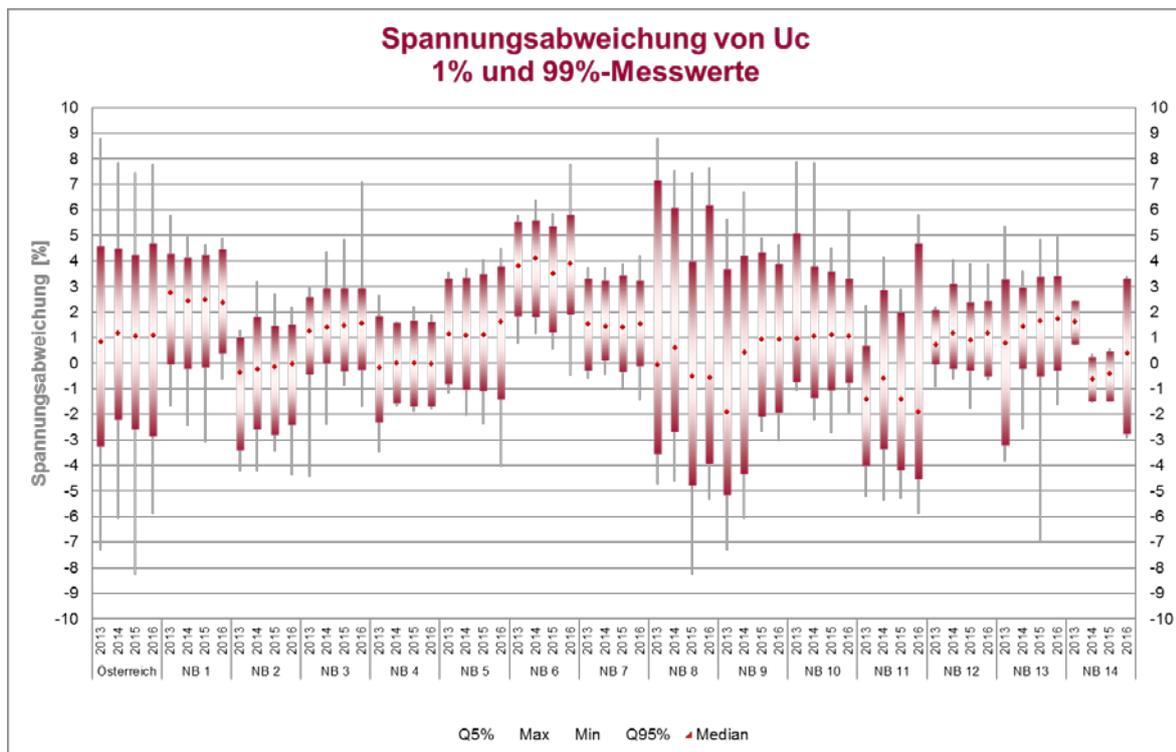


Abbildung 21 Abweichung der Spannung (1%/99%-Messwerte; bis 2013 5%/95%) von U_c für die Netzbereiche und Österreich

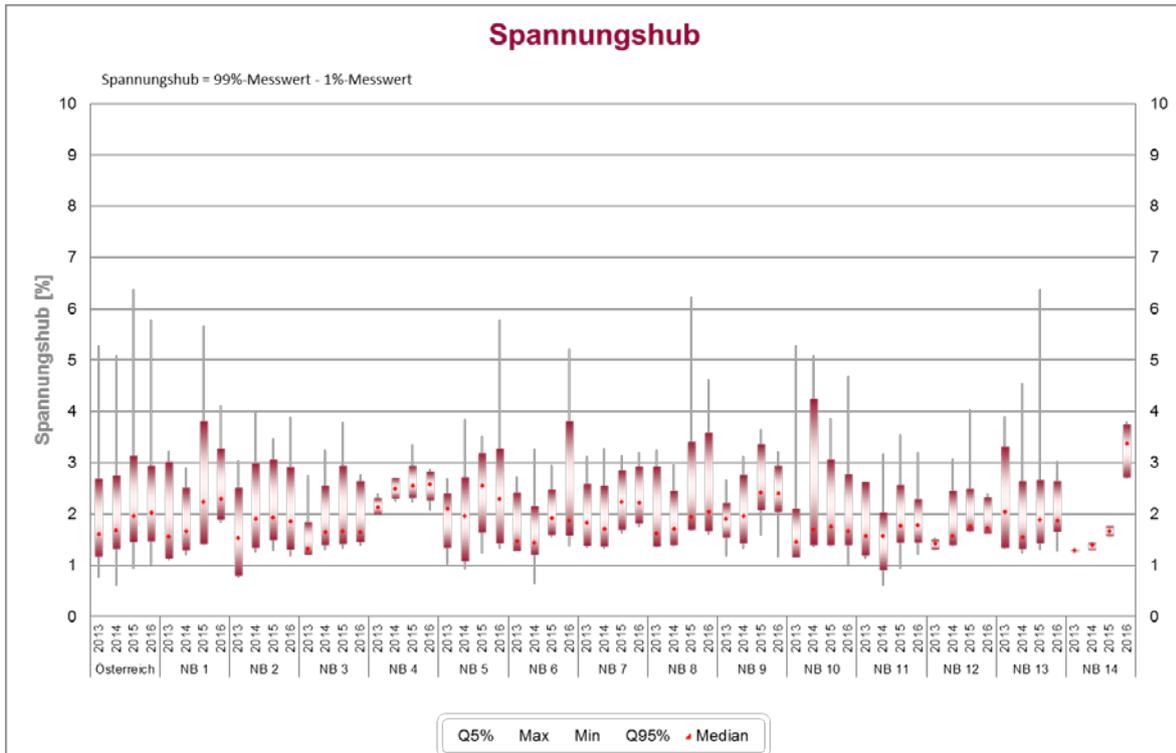


Abbildung 22 Spannungshub (bis 2013 95% minus 5%-Messwert) für die Netzbereiche und Österreich

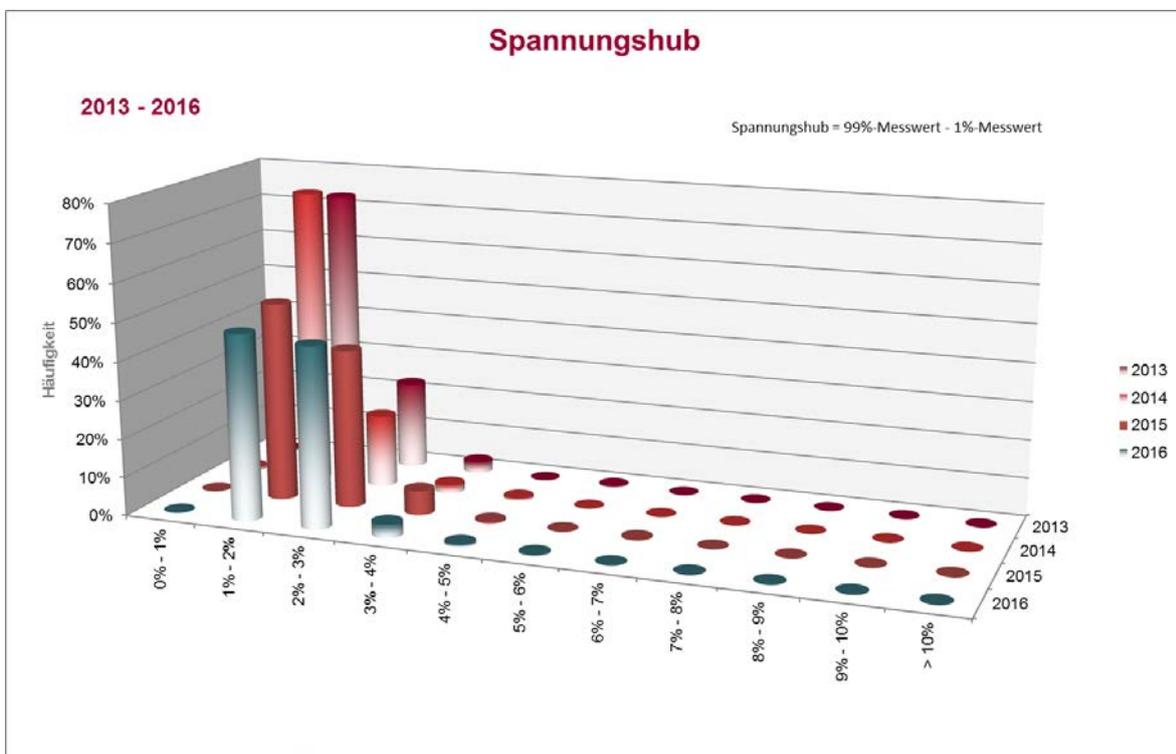


Abbildung 23 Histogramm Spannungshub (bis 2013 95% minus 5%-Messwert) für Österreich

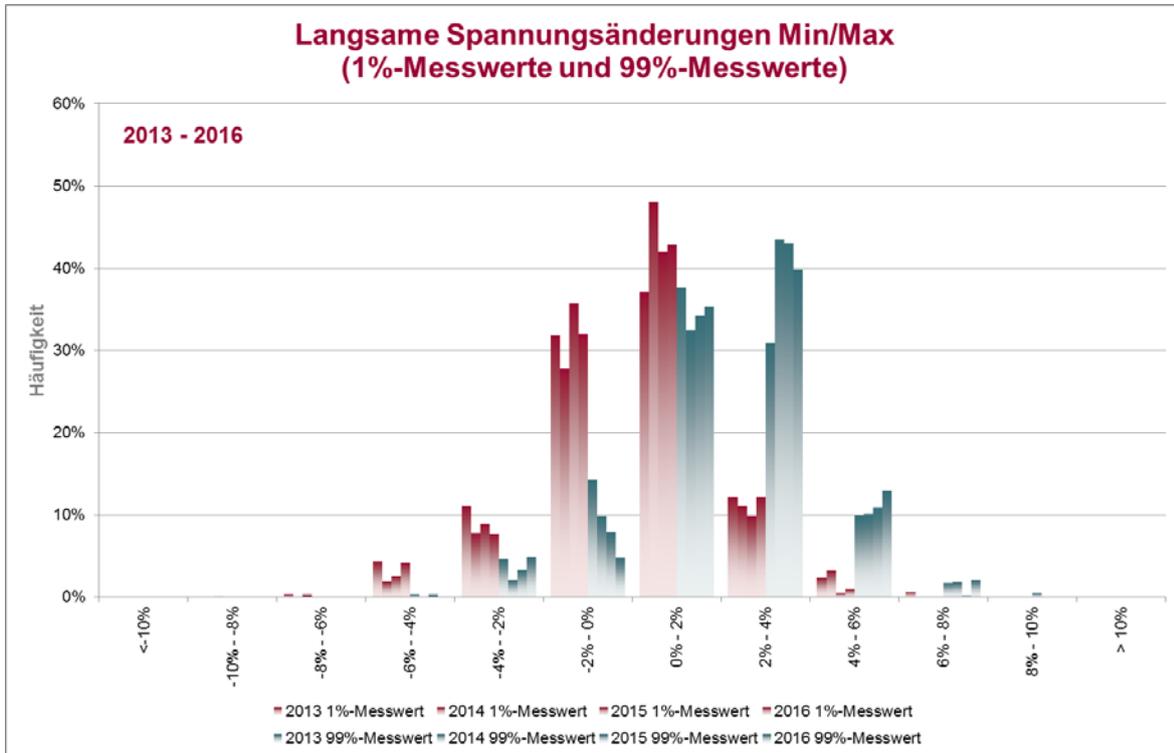


Abbildung 24 Histogramm Min/Max Spannungsänderung für Österreich (1% und 99%-Messwerte, bis 2013 5% und 95%-Messwerte)

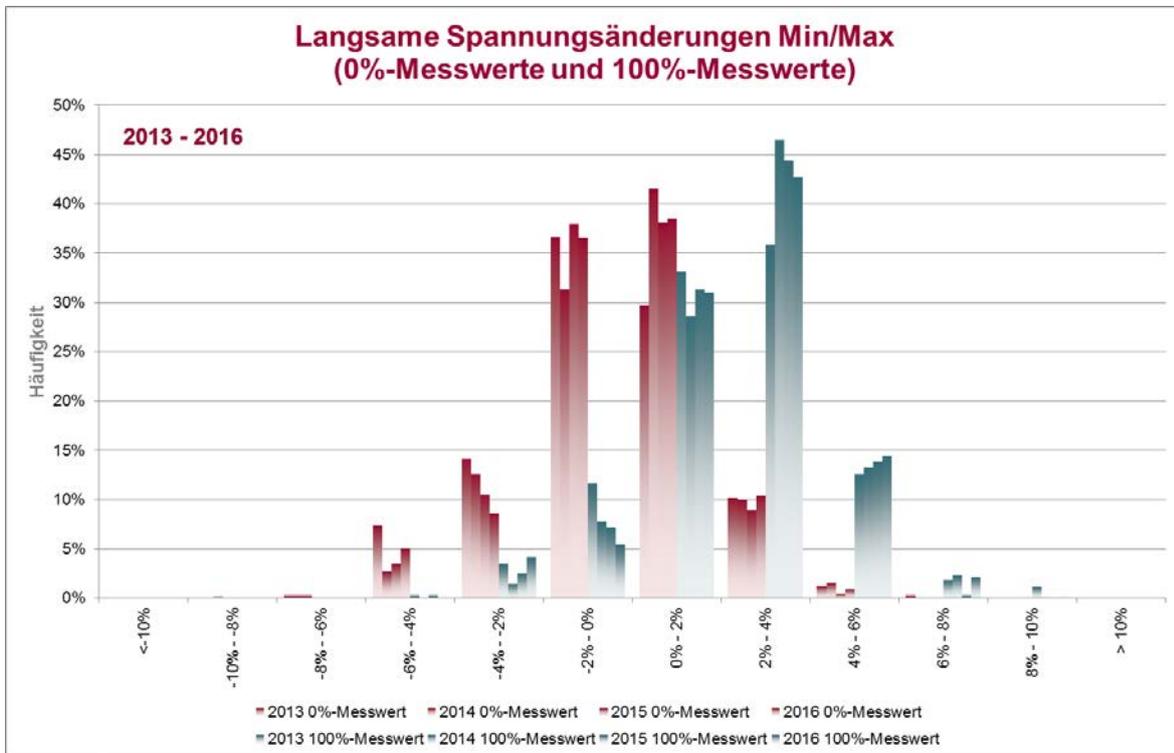


Abbildung 25 Histogramm Min/Max Spannungsänderung für Österreich (0% und 100%-Messwerte)

5.1. Langzeitflicker P_{It}

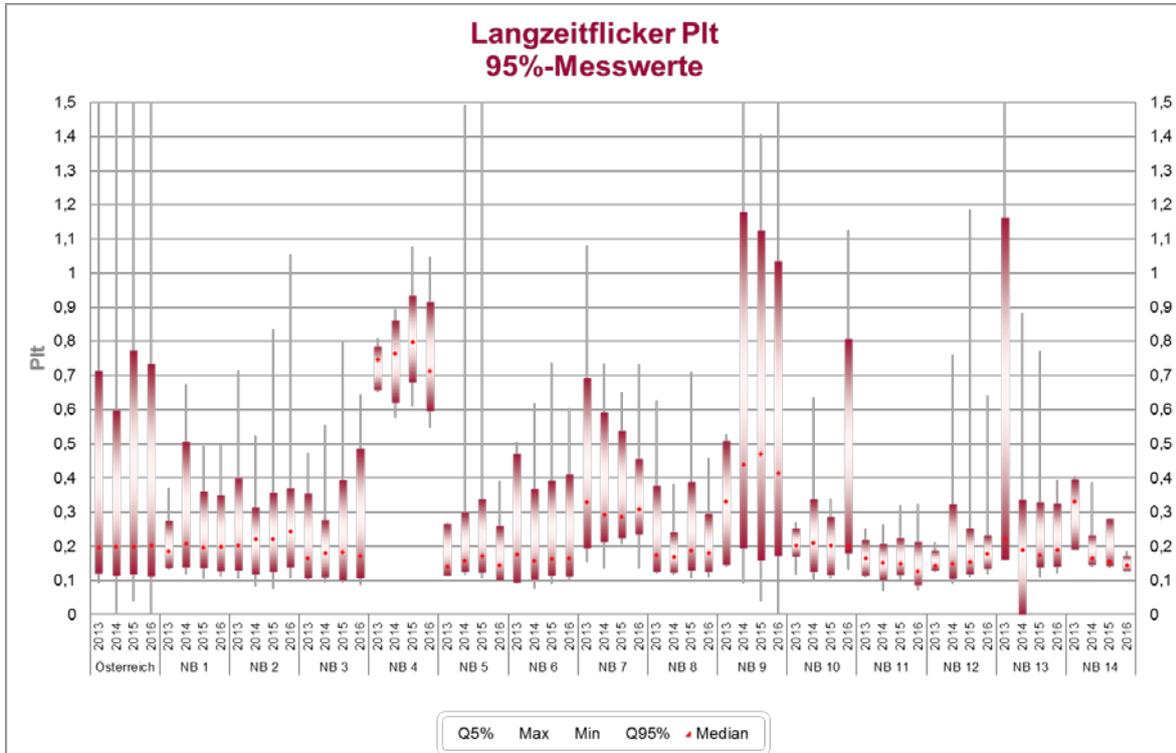


Abbildung 26 Langzeitflicker P_{It} (95%-Messwerte) für die Netzbereiche und Österreich

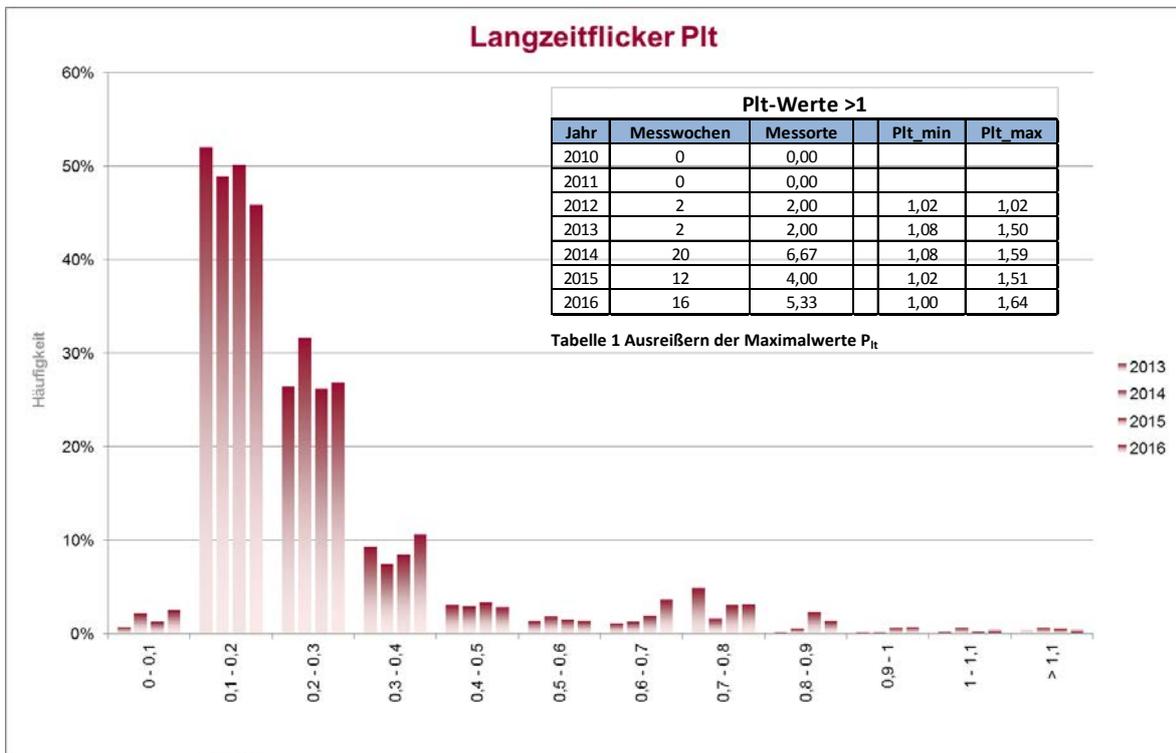


Abbildung 27 Histogramm Langzeitflicker P_{It} (95%-Messwerte) für Österreich

5.2. Oberschwingungen

5.2.1. Gesamterschwingungsgehalt THDu

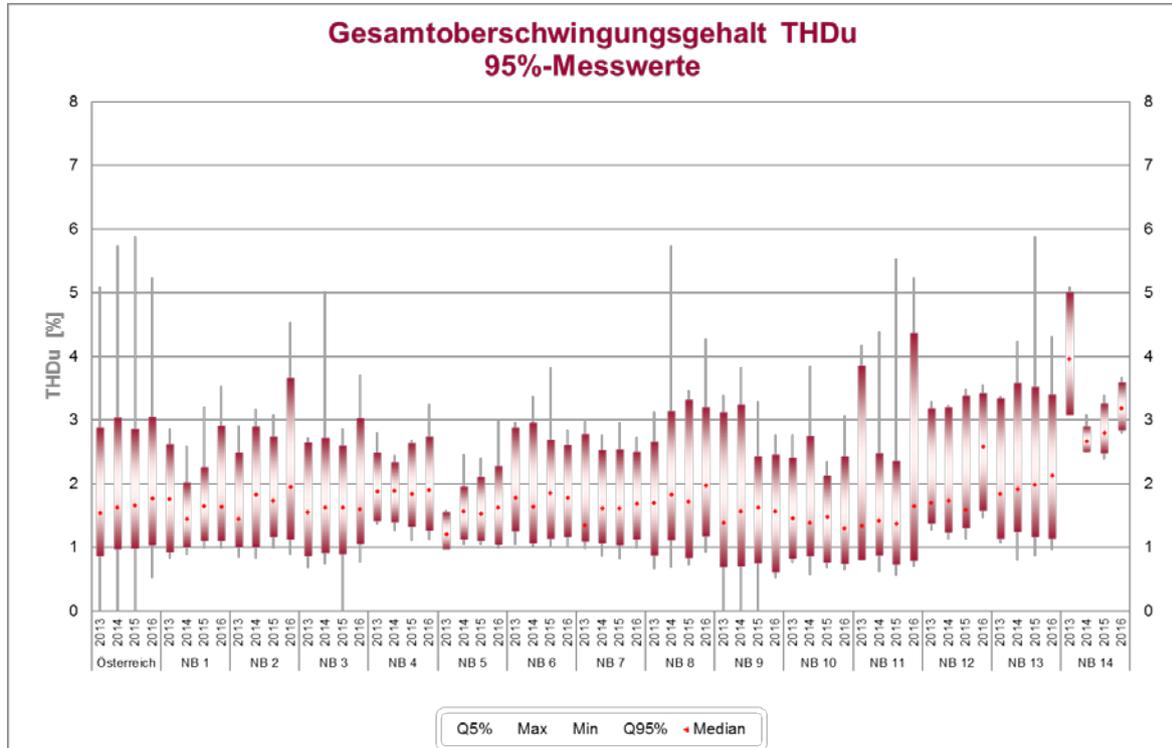


Abbildung 28 Gesamterschwingungsgehalt THDu (95%-Messwerte) für die Netzbereiche und Österreich

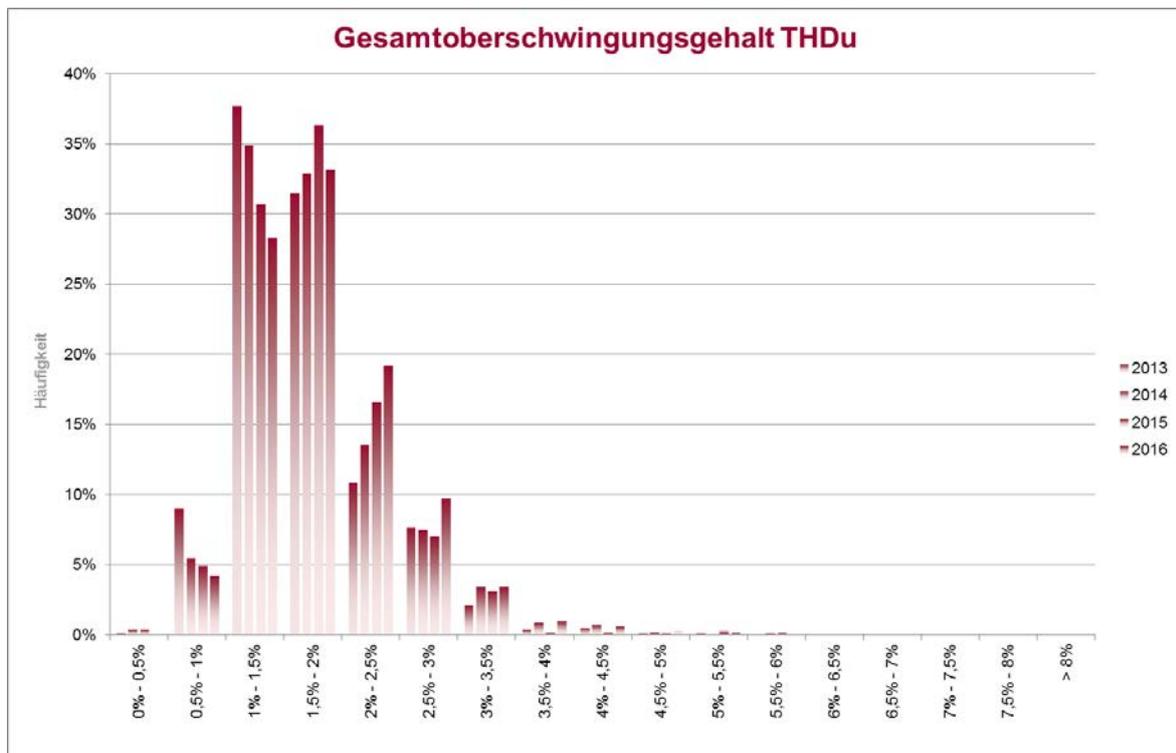


Abbildung 29 Histogramm Gesamterschwingungsgehalt THDu (95%-Messwerte) für Österreich

5.2.2. Harmonische Oberschwingungen

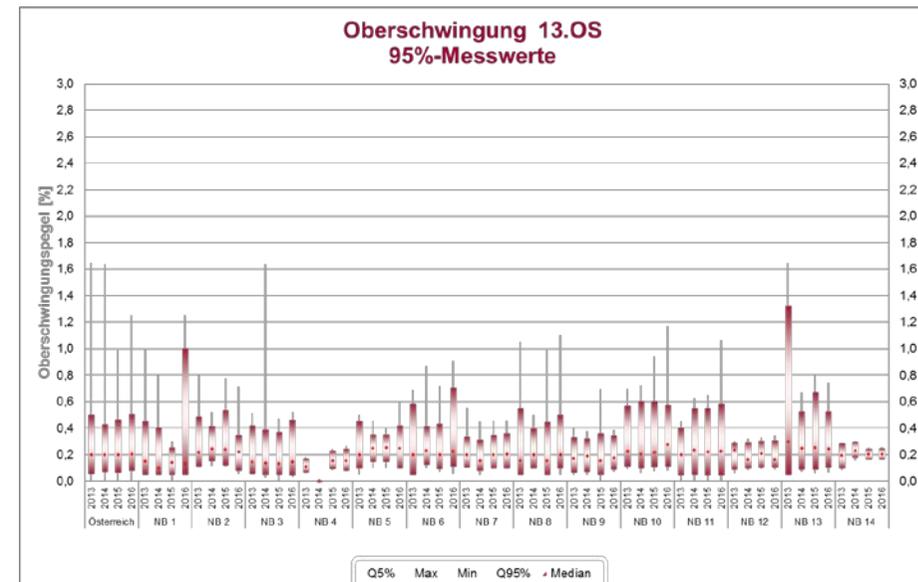
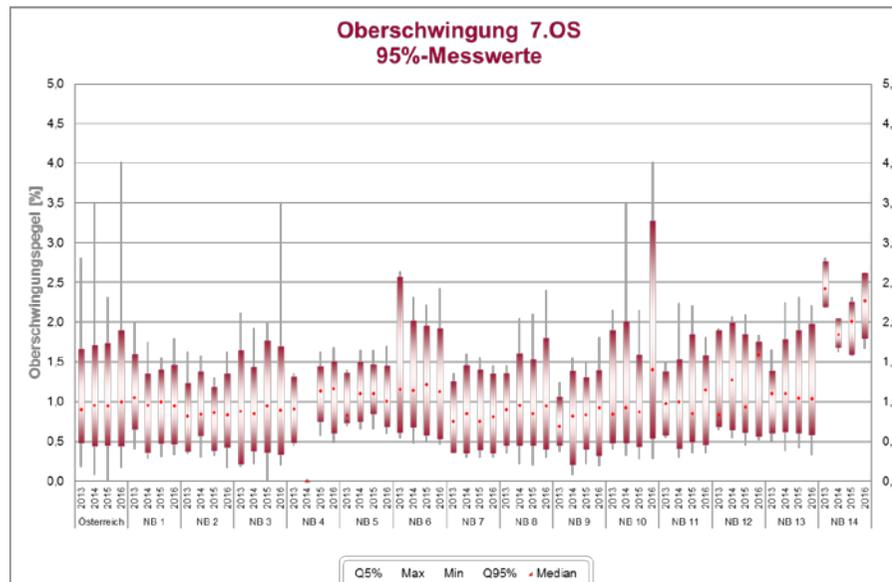
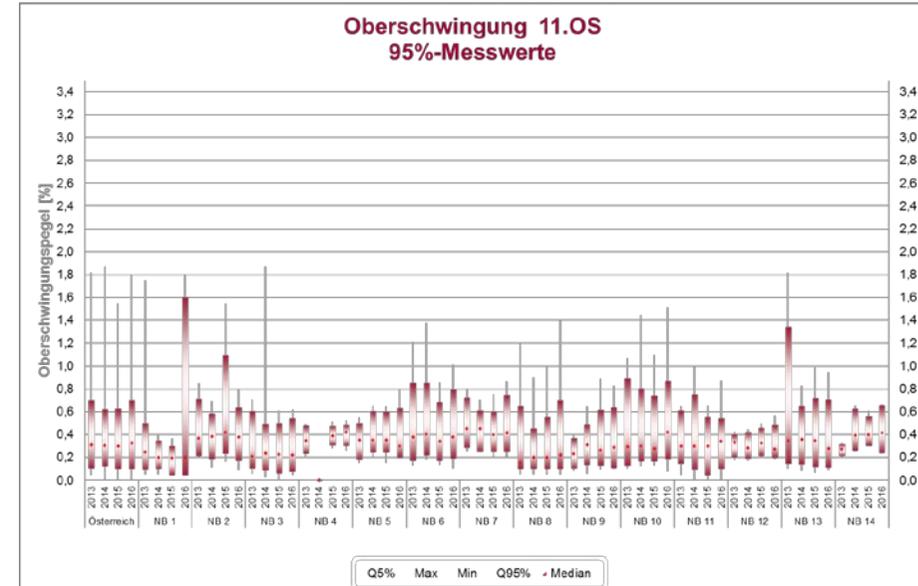
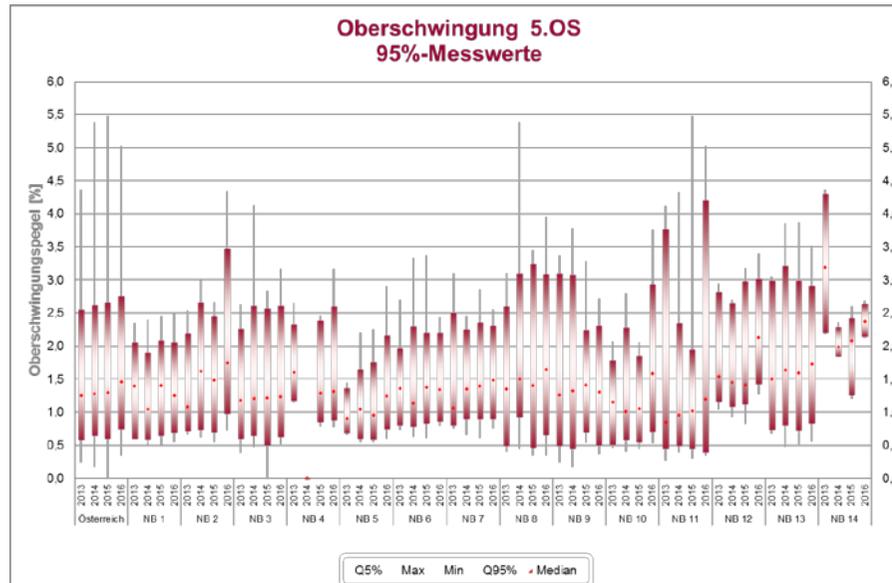


Abbildung 30 Oberschwingungspegel (95%-Messwerte) für die Netzbereiche und Österreich

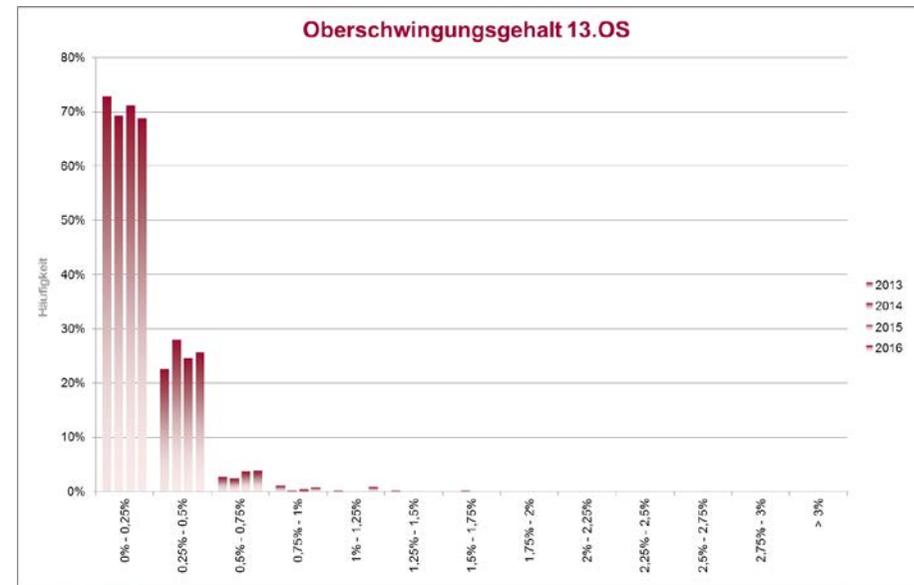
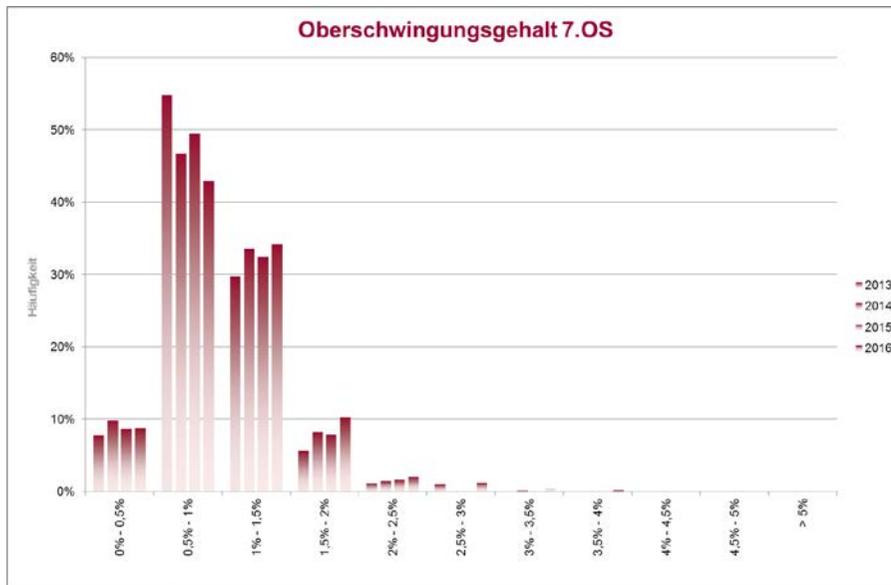
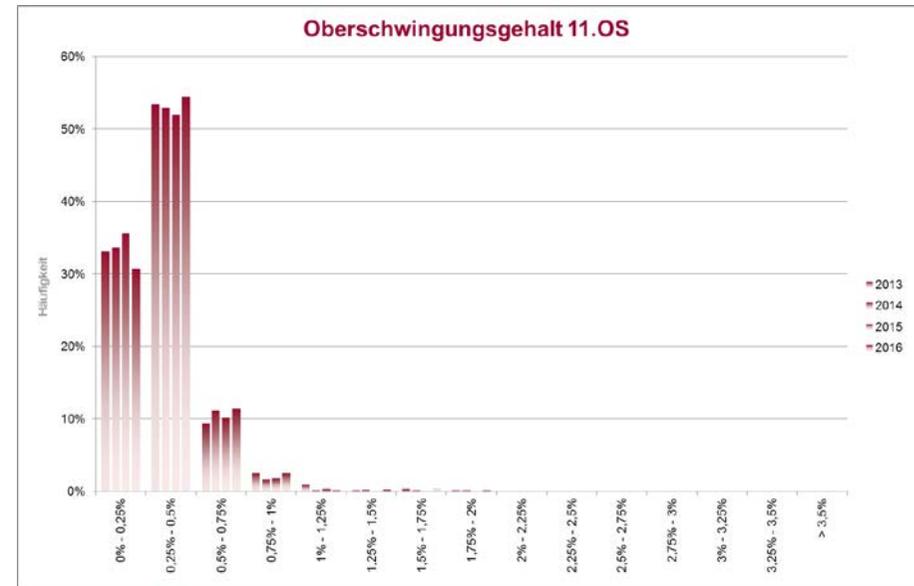
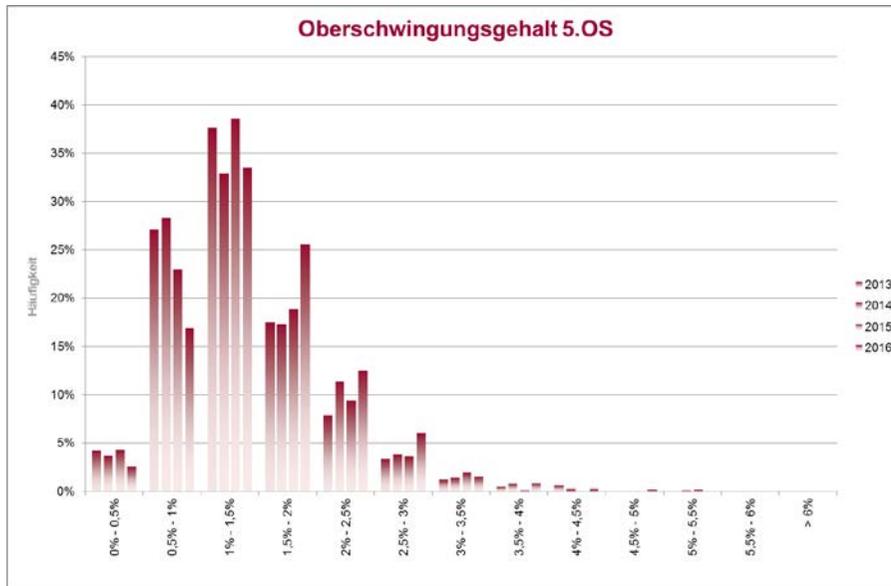


Abbildung 31 Histogramm Oberschwingungspegel (95%-Messwerte) für Österreich

5.3. Spannungsereignisse⁶-Trends über mehrerer Jahre

Entsprechend der END-VO 2012 i.d.F 2013 wurden für die Jahre 2014 und 2015 an rund 10% der Umspannwerke sowie ab 1. Jänner 2016 in rund 50% der Umspannwerke ganzjährige Ereigniserfassungen durchgeführt. Die Auswertungen in Abbildung 32 und Abbildung 33 zeigen den Jahresvergleich der durchschnittlichen DIP-Anzahl in Österreich hinsichtlich deren Tiefe und deren Dauer.

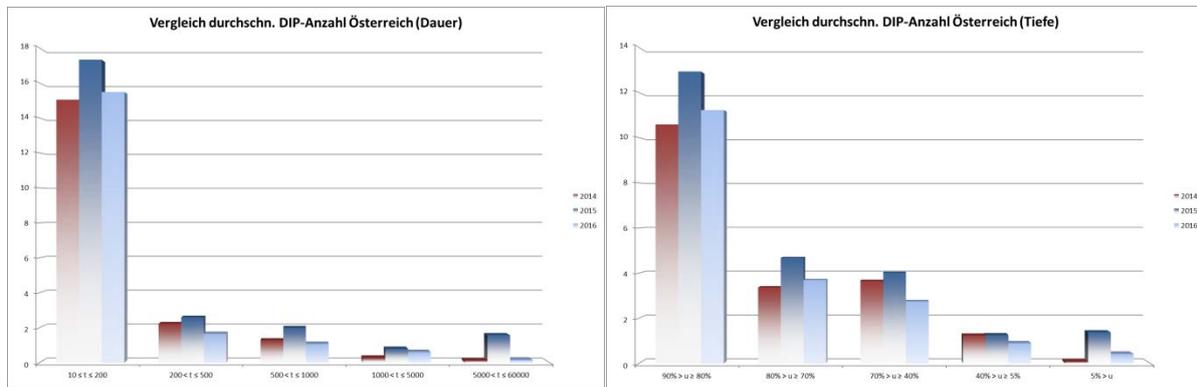


Abbildung 32 Vergleich durchschnittliche DIP-Anzahl Österreich gruppiert nach Dauer und Tiefe (alle DIPs)

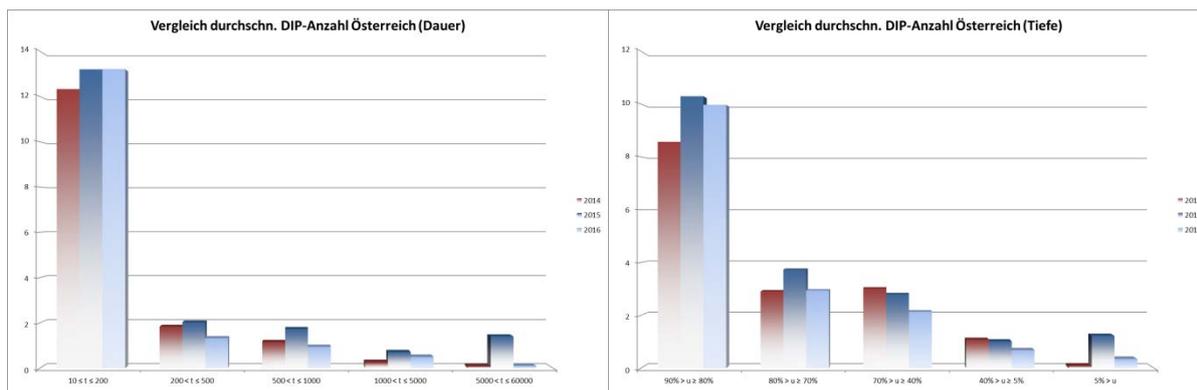


Abbildung 33 Vergleich durchschnittliche DIP-Anzahl Österreich nach Dauer und Tiefe (Aggregation 10-Min)

In der Abbildung 34 und Abbildung 35 werden die einzelnen DIP Kategorien dargestellt und über die Berichtsjahre verglichen. Zwischen dem Berichtsjahr 2014 und 2016 sind dabei keine wesentlichen Änderungen der DIP-Charakteristik erkennbar. Jährliche Veränderungen ergeben sich vor Allem in der Einbruchstiefe. Dies ist jedoch bei stochastisch auftretenden Ereignissen mit unterschiedlichen Fehlerortentfernungen zu erwarten.

⁶ Bei den Auswertungen der DIP-Anzahl handelt es sich um Systemkennzahlen, die keinen Rückschluss auf einen einzelnen Anschlusspunkt im Netz zulassen.

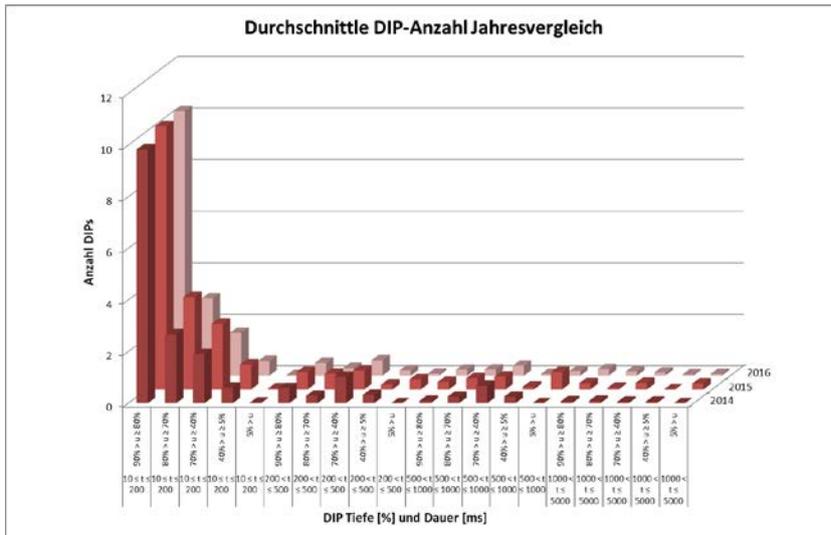


Abbildung 34 Vergleich durchschnittliche DIP-Anzahl Österreich (alle DIPs)

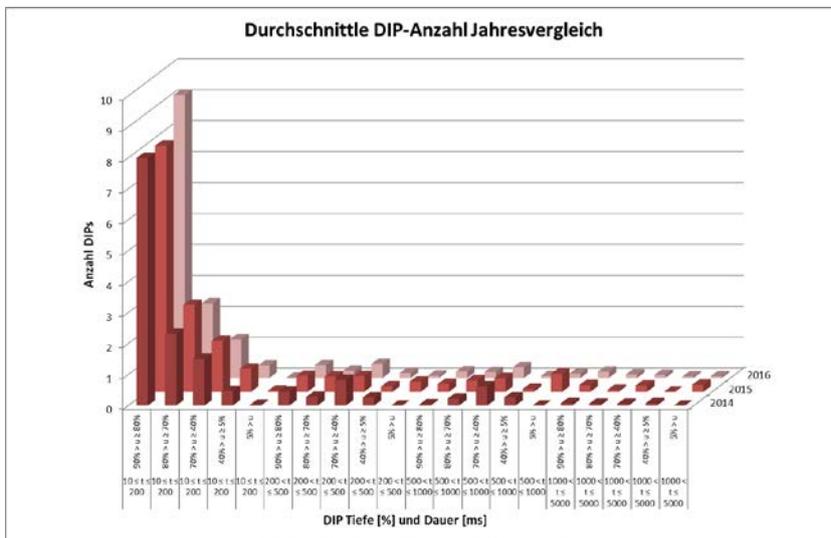


Abbildung 35 Vergleich durchschnittliche DIP-Anzahl Österreich (Aggregation 10-Min)

6. Auswertung PQ-Messungen im 5-Jahres-Intervall

Wie die Auswertungen in Kapitel 4.5 zeigen, unterliegen die PQ-Parameter teilweise steigenden aber wenig signifikanten Veränderungen. Zur Beobachtung der PQ sind daher lange Zeiträume notwendig um eventuelle Trends erfassen zu können. Die jährliche Darstellung wie in Kapitel 4.5 ist jedoch dazu nicht geeignet und ab einer größeren Anzahl von Jahren unübersichtlich.

Zur Langzeitbeobachtung wird daher eine Darstellung im 5-Jahres-Intervall wie in der Abbildung 36 und Abbildung 37 gewählt. Durch die große Anzahl von 4418 Messwochen für Österreich in den Jahren 2010 bis 2016 beziehungsweise Messwochen laut Tabelle 2 je Netzbereich ist diese Darstellung robust gegen außergewöhnliche lokale PQ-Phänomene und zeigt die typische Spannungsqualität in den Netzbereichen und für Österreich.

Abbildung 36 Spannungsabweichung, Spannungshub, P_{lt}, THDu

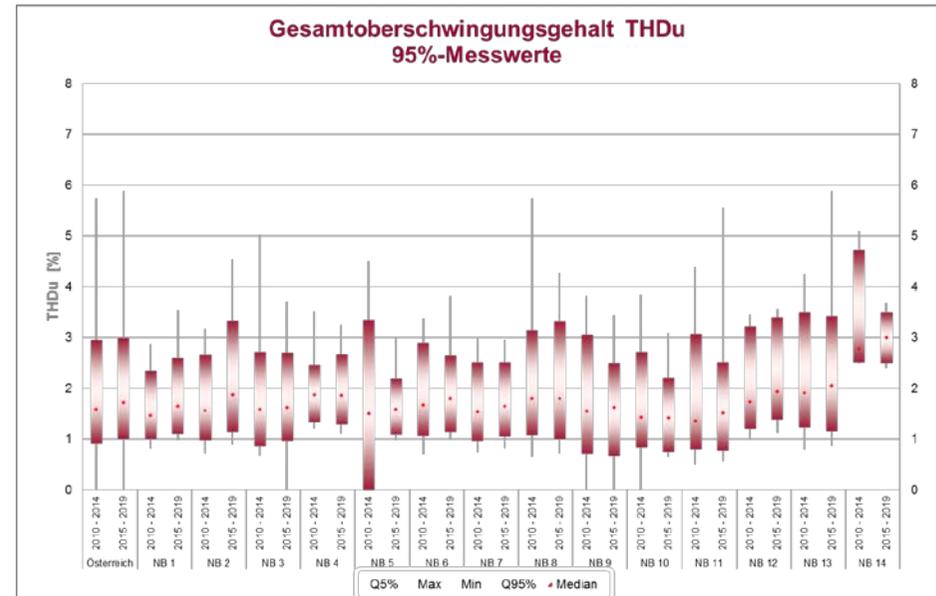
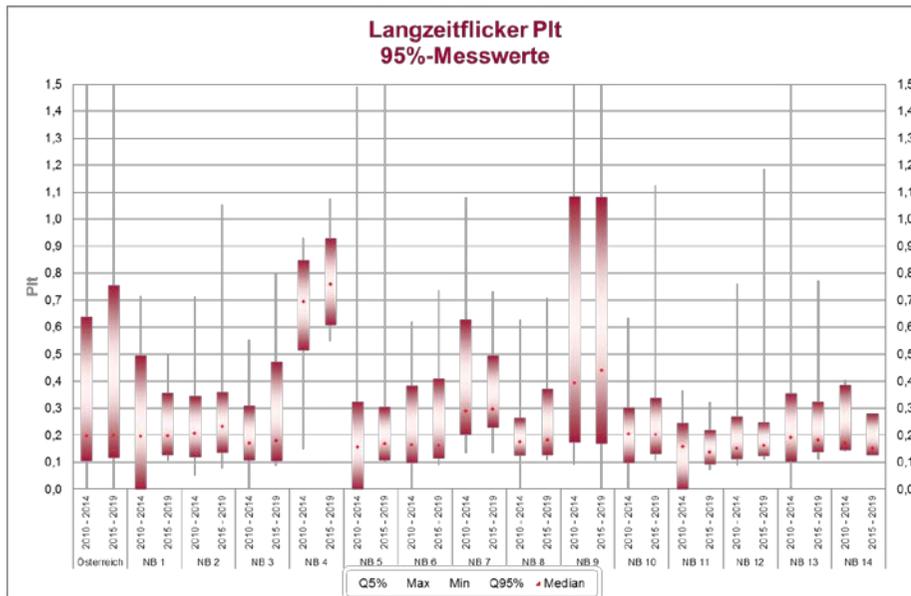
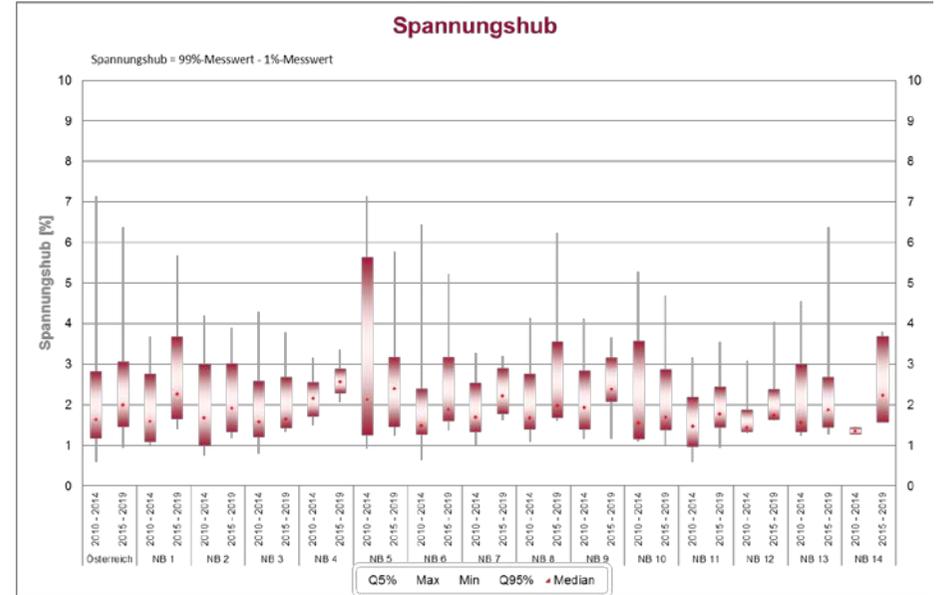
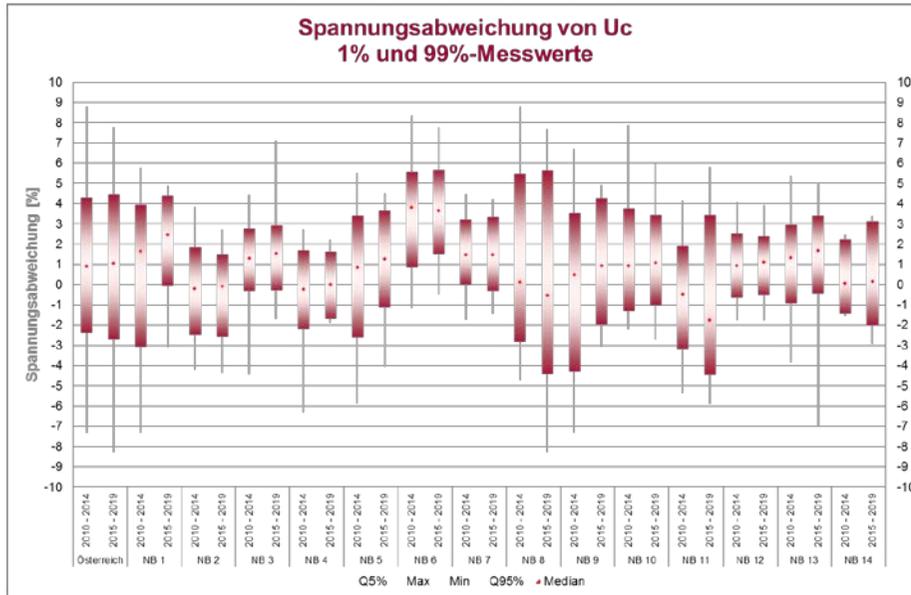
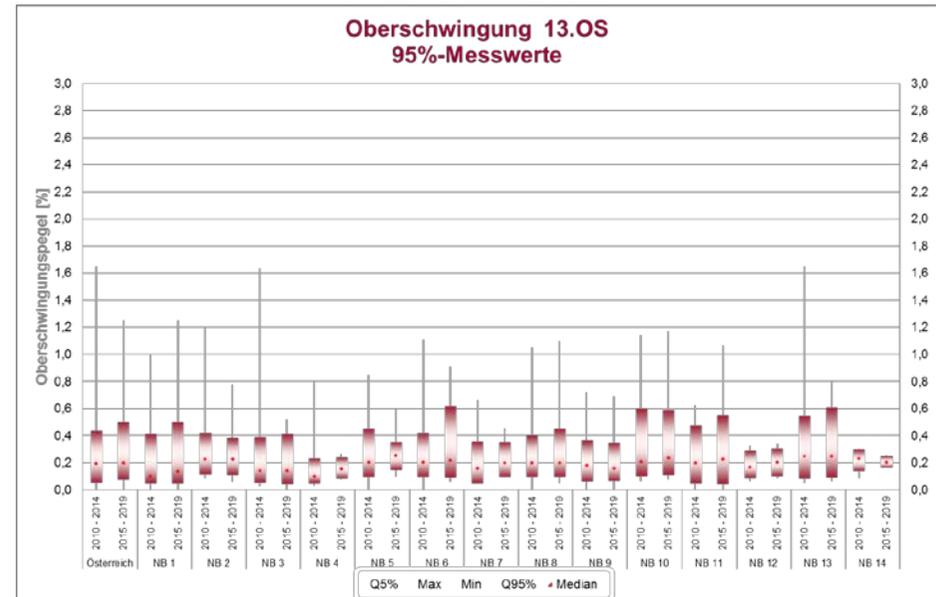
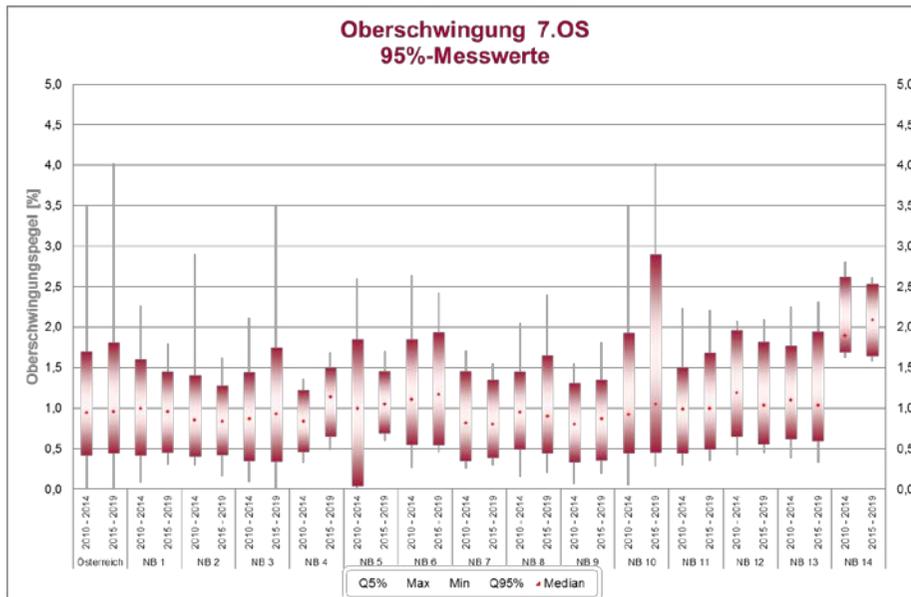
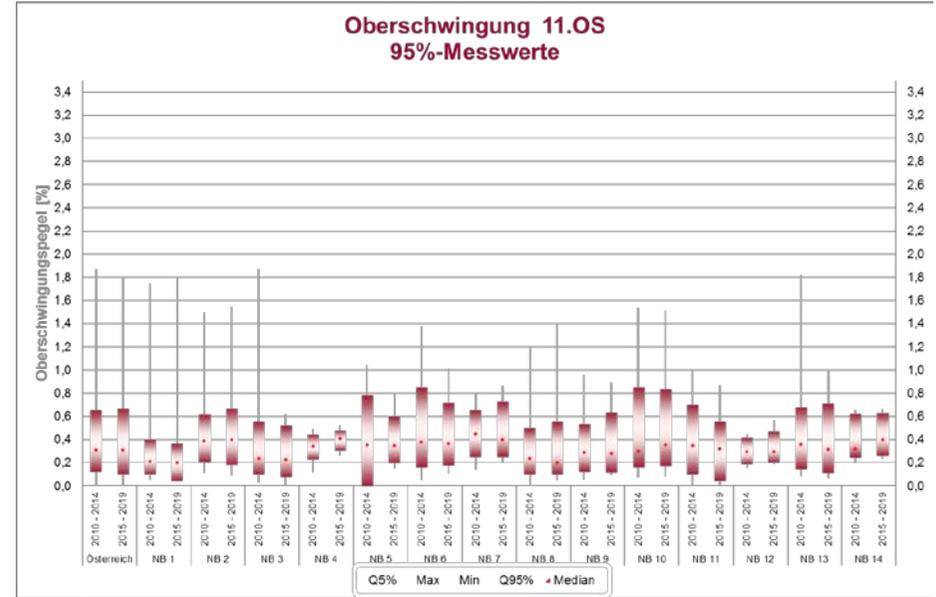
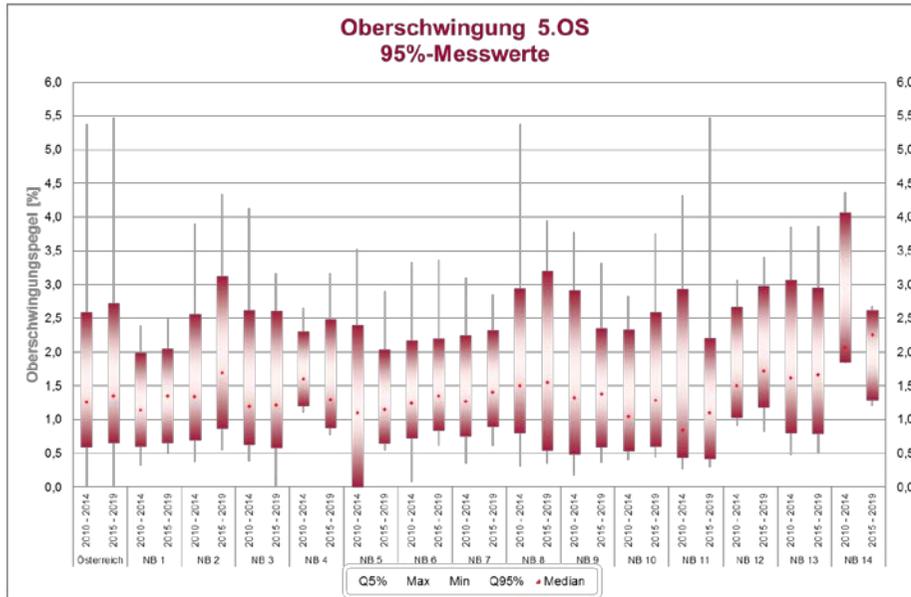


Abbildung 37 Harmonische Oberschwingungen



7. Auswertung PQ-Messungen „fixe Messorte“

Seit dem Berichtsjahr 2014 wird an fixen Messorten jährlich in den jeweils gleichen Kalenderwochen die Spannungsqualität gemessen.

Wie die Auswertungen der Langsamen Spannungsänderungen, Flicker und Oberschwingungen in Abbildung 38 zeigen, werden die zulässigen Grenzwerte der EN 50160 typischerweise nicht überschritten. Der Vergleich der Ergebnisse aus den einzelnen Berichtsjahren weist nur geringe Schwankungen für die einzelnen PQ-Parameter auf.

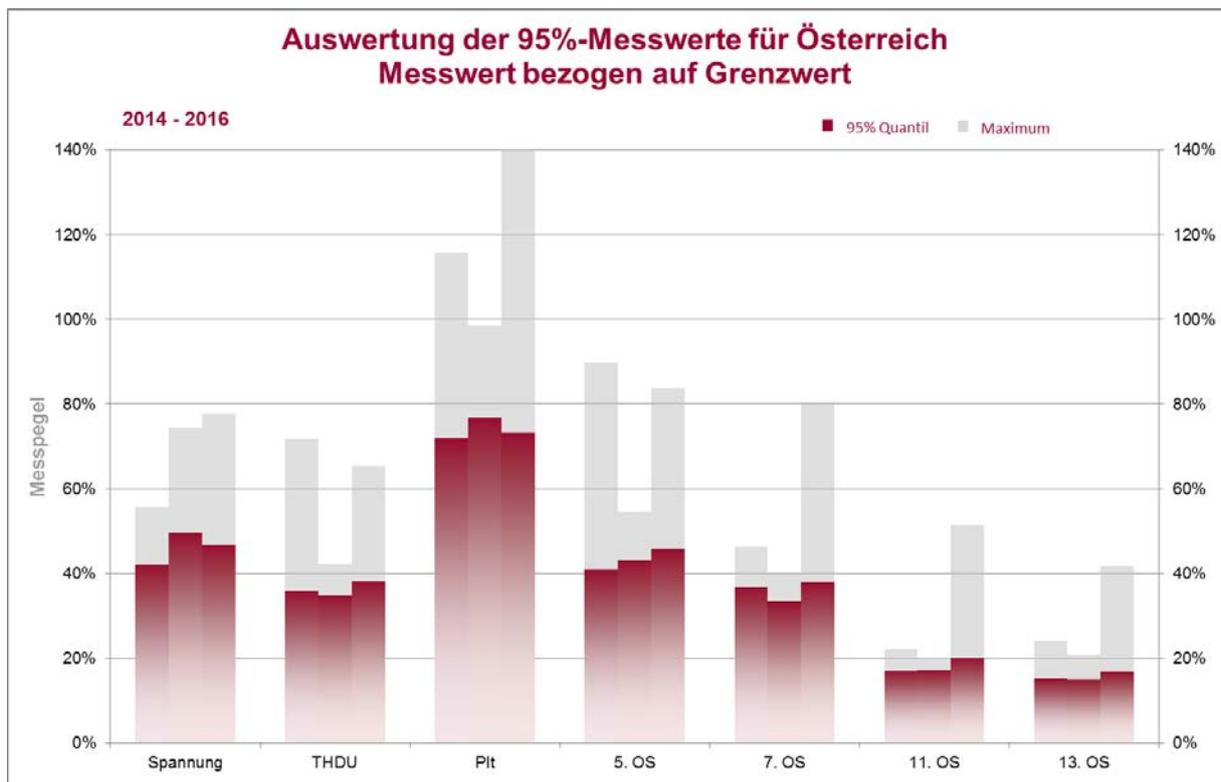


Abbildung 38 Power-Quality in Österreich „fixe Messorte“

Abbildung 39 Spannungsabweichung, Spannungshub, P_{lt} , THDu „fixe Messorte“

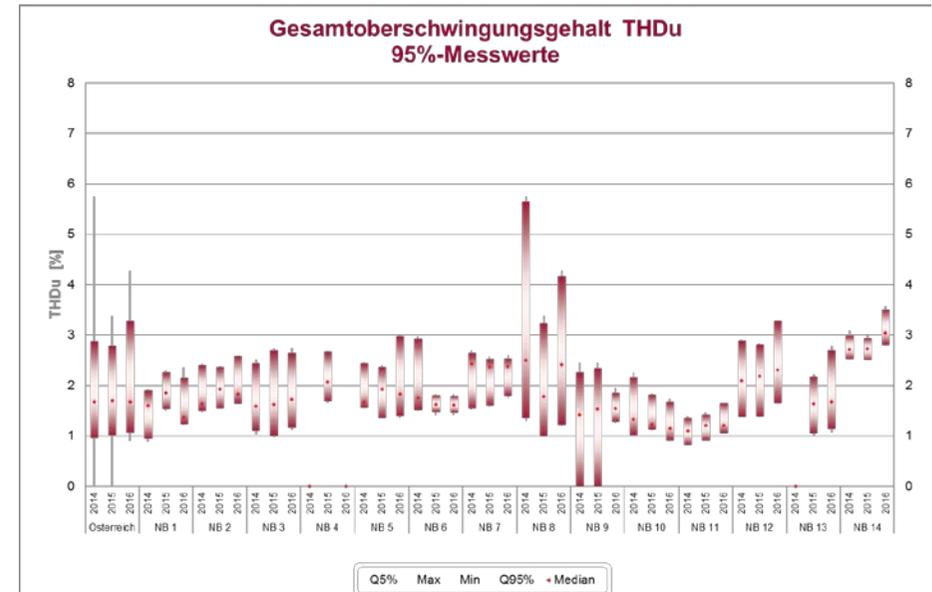
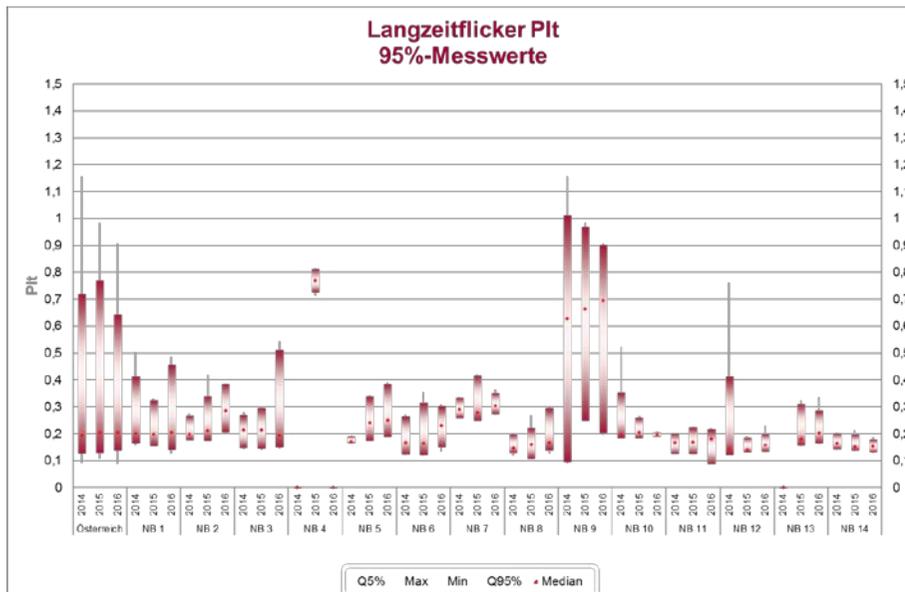
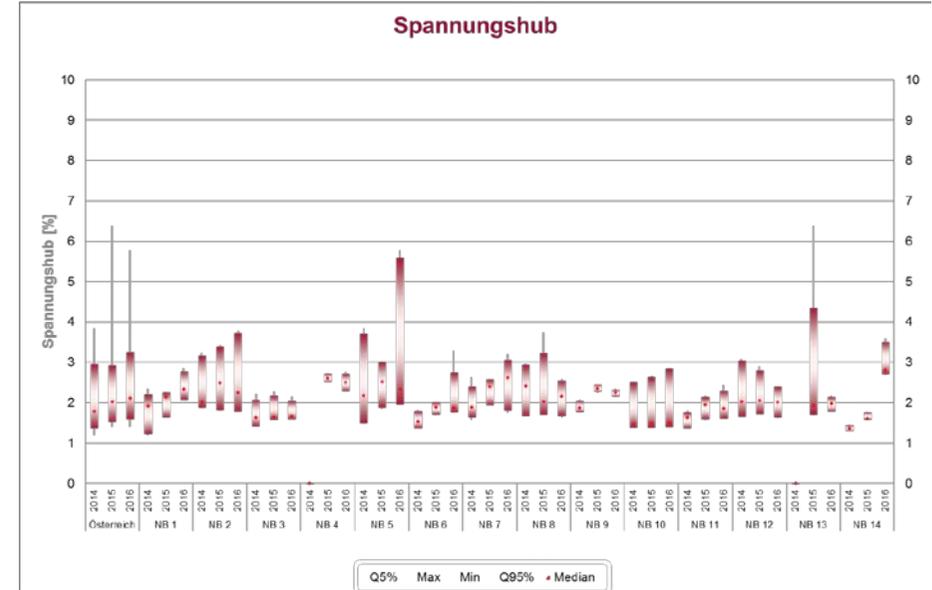
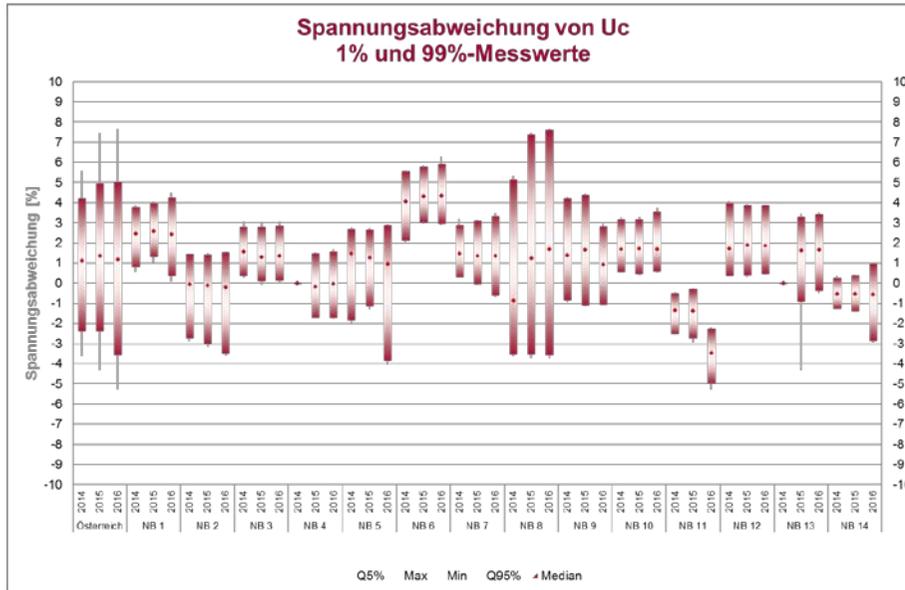
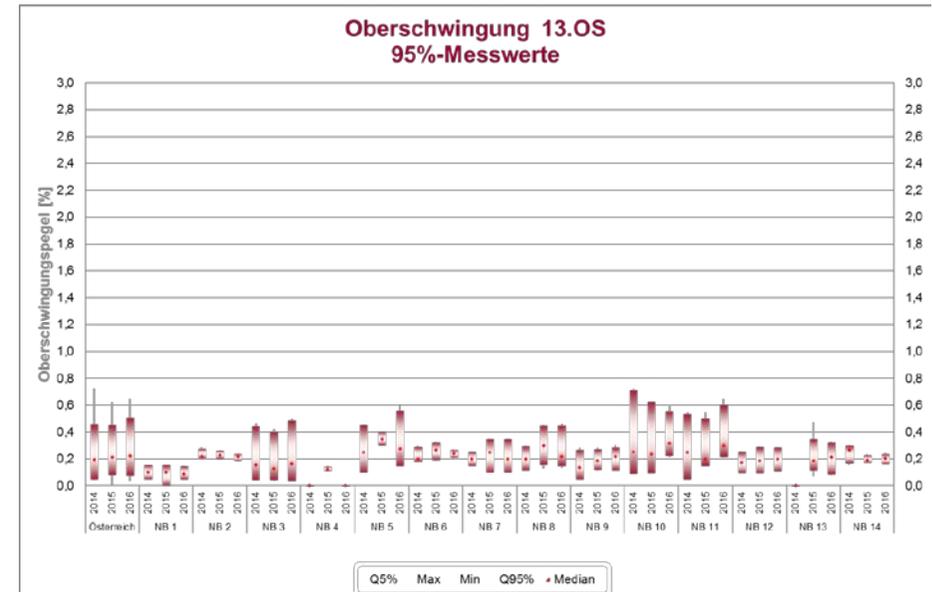
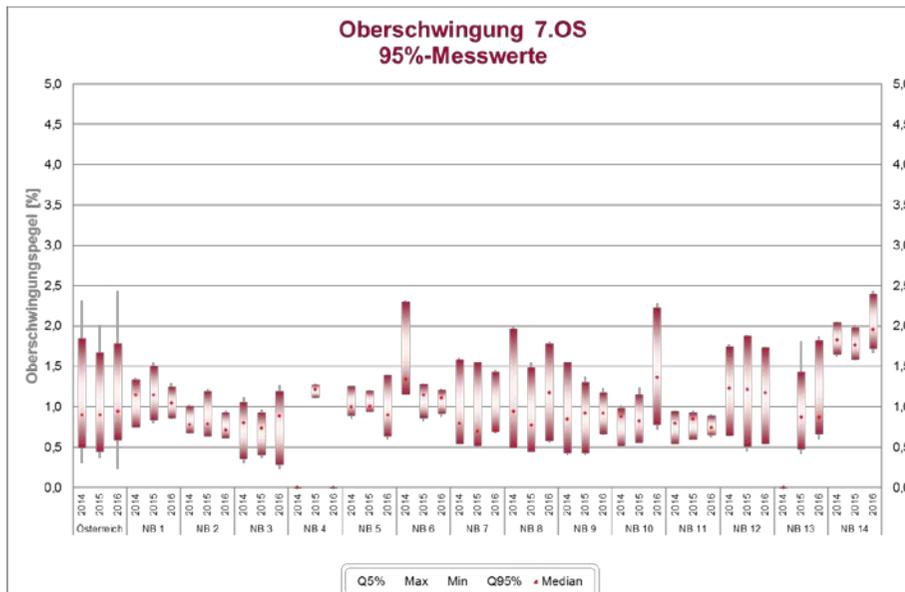
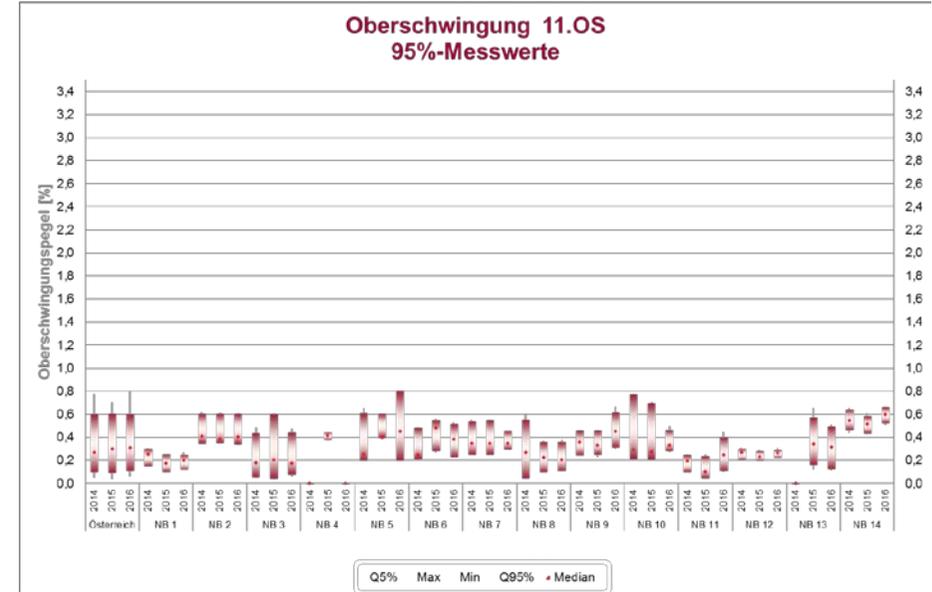
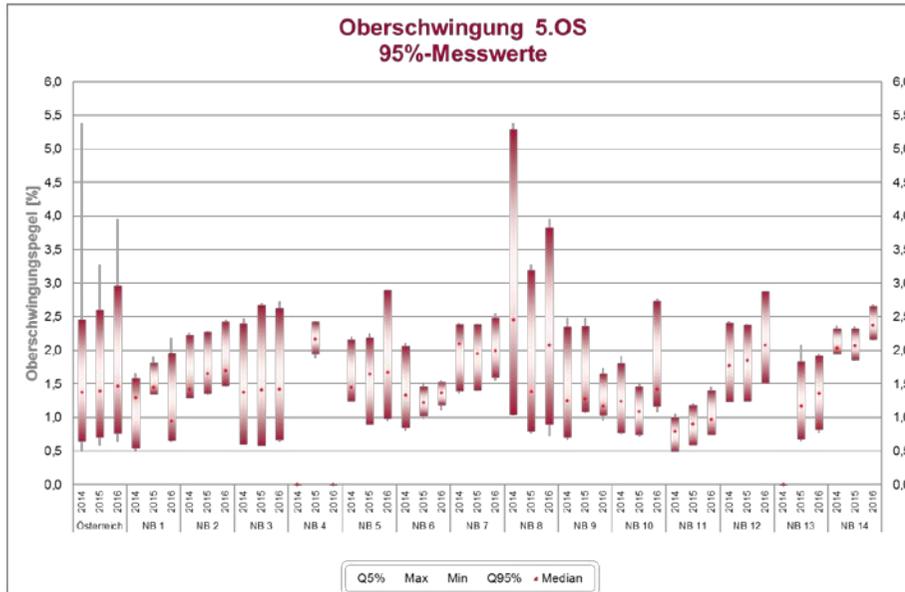


Abbildung 40 Harmonische Oberschwingungen „fixe Messorte“



8. Datenschutz

Die Auswertungen der Spannungsqualität im vorliegenden Bericht werden nur in anonymisierter Form veröffentlicht. Dies bedeutet, dass die Netzbereiche nur durch Nummerierung aber nicht durch Klartext-Benennung bezeichnet werden. Zum Zwecke der Erfüllung der END-VO 2012 idF. Novelle 2013 werden die relevanten Messdaten sowie die namentliche Bezeichnung der NB1 bis NB14 an die E-Control weitergeleitet.

ANHANG A Detailauswertungen DIPs

Durchschnittliche DIP-Anzahl je Messstelle und Jahr für Österreich und einzelne Netzbereiche

Alle DIPs

DIPS ÖSTERREICH	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	10,248	0,489	0,229	0,240	0,011
80% > u ≥ 70%	2,992	0,294	0,233	0,160	0,015
70% > u ≥ 40%	1,656	0,592	0,382	0,111	0,008
40% > u ≥ 5%	0,569	0,202	0,061	0,038	0,031
5% > u	0,015	0,076	0,176	0,061	0,103

DIPS NB 1	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	2,778	0,222	0,556	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	0,000	0,444	0,222	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,000	1,000	2,000	0,111	0,000
40% > u ≥ 5%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 2	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	7,026	0,538	0,308	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	4,538	0,513	0,385	0,026	0,000
70% > u ≥ 40%	3,923	1,128	0,538	0,051	0,000
40% > u ≥ 5%	1,923	0,308	0,077	0,026	0,000
5% > u	0,000	0,487	1,103	0,205	0,026

DIPS NB 3	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	16,325	0,400	0,125	0,250	0,075
80% > u ≥ 70%	3,125	0,325	0,075	0,200	0,100
70% > u ≥ 40%	2,475	0,775	0,225	0,075	0,050
40% > u ≥ 5%	0,725	0,200	0,075	0,050	0,025
5% > u	0,025	0,000	0,000	0,050	0,425

DIPS NB 5	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	0,250	0,250	0,000	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,500	0,500	0,000	0,000	1,500
5% > u	0,500	0,000	0,000	0,000	1,250

DIPs Aggregiert 10-min

DIPS ÖSTERREICH	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	9,137	0,412	0,206	0,198	0,011
80% > u ≥ 70%	2,408	0,229	0,191	0,111	0,004
70% > u ≥ 40%	1,244	0,454	0,344	0,092	0,000
40% > u ≥ 5%	0,405	0,156	0,065	0,046	0,011
5% > u	0,008	0,073	0,137	0,053	0,080

DIPS NB 1	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	2,778	0,222	0,556	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	0,000	0,111	0,222	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,000	0,667	2,000	0,111	0,000
40% > u ≥ 5%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 2	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	4,590	0,462	0,282	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	2,487	0,385	0,359	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	2,718	0,846	0,564	0,026	0,000
40% > u ≥ 5%	1,308	0,256	0,077	0,026	0,000
5% > u	0,000	0,462	0,846	0,205	0,026

DIPS NB 3	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	14,025	0,325	0,125	0,075	0,075
80% > u ≥ 70%	2,350	0,300	0,075	0,050	0,025
70% > u ≥ 40%	1,950	0,675	0,225	0,050	0,000
40% > u ≥ 5%	0,575	0,175	0,075	0,025	0,025
5% > u	0,025	0,000	0,000	0,000	0,325

DIPS NB 5	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	0,250	0,250	0,000	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,000	0,500	0,000	0,000	0,250
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,750

Alle DIPS

DIPS NB 6	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	7,913	0,783	0,087	0,087	0,000
80% > u ≥ 70%	2,739	0,522	0,217	0,565	0,000
70% > u ≥ 40%	2,609	0,435	0,000	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,739	0,043	0,087	0,000	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 7	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	1,889	1,000	0,111	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	1,667	0,222	0,556	0,333	0,000
70% > u ≥ 40%	1,556	0,222	0,000	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,000	0,111	0,000	0,222	0,000
5% > u	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 8	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	9,923	1,000	0,462	0,538	0,000
80% > u ≥ 70%	2,000	0,769	0,923	0,231	0,000
70% > u ≥ 40%	3,154	2,231	1,462	0,923	0,000
40% > u ≥ 5%	1,077	1,538	0,154	0,077	0,077
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 9	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	14,370	1,111	0,704	1,630	0,000
80% > u ≥ 70%	2,000	0,222	0,296	0,444	0,000
70% > u ≥ 40%	0,593	0,481	0,259	0,296	0,000
40% > u ≥ 5%	0,037	0,111	0,000	0,074	0,000
5% > u	0,037	0,000	0,074	0,000	0,037

DIPS NB 10	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	8,381	0,000	0,095	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	2,810	0,238	0,048	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	1,000	0,333	0,381	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,333	0,095	0,190	0,000	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,048	0,095	0,143

DIPS Aggregiert 10-min

DIPS NB 6	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	6,913	0,609	0,043	0,087	0,000
80% > u ≥ 70%	2,217	0,348	0,217	0,478	0,000
70% > u ≥ 40%	2,130	0,435	0,478	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,696	0,043	0,087	0,000	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 7	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	0,667	0,778	0,111	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	1,000	0,222	0,333	0,222	0,000
70% > u ≥ 40%	1,000	0,222	0,000	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,000	0,111	0,000	0,222	0,000
5% > u	0,000	0,111	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 8	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	7,923	0,692	0,308	0,385	0,000
80% > u ≥ 70%	1,077	0,538	0,538	0,154	0,000
70% > u ≥ 40%	1,923	1,231	0,923	0,692	0,000
40% > u ≥ 5%	0,615	1,000	0,308	0,231	0,077
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 9	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	13,481	1,148	0,667	1,556	0,000
80% > u ≥ 70%	1,889	0,222	0,259	0,370	0,000
70% > u ≥ 40%	0,593	0,370	0,185	0,333	0,000
40% > u ≥ 5%	0,037	0,074	0,000	0,111	0,000
5% > u	0,037	0,000	0,074	0,000	0,037

DIPS NB 10	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	7,857	0,000	0,095	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	2,667	0,238	0,048	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,762	0,333	0,286	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,190	0,095	0,143	0,000	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,048	0,095	0,143

Alle DIPS

DIPS NB 11	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	2,955	0,000	0,000	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	0,545	0,000	0,045	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,545	0,045	0,091	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,091	0,000	0,045	0,000	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 13	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	14,091	0,327	0,145	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	4,600	0,091	0,164	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,327	0,164	0,109	0,055	0,000
40% > u ≥ 5%	0,036	0,073	0,018	0,036	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,073	0,000

DIPS Aggregiert 10-min

DIPS NB 11	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	2,591	0,000	0,000	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	0,409	0,000	0,000	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,455	0,000	0,045	0,000	0,000
40% > u ≥ 5%	0,091	0,000	0,045	0,000	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

DIPS NB 13	10 ≤ t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90% > u ≥ 80%	14,073	0,236	0,127	0,000	0,000
80% > u ≥ 70%	4,545	0,073	0,145	0,000	0,000
70% > u ≥ 40%	0,309	0,145	0,109	0,036	0,000
40% > u ≥ 5%	0,018	0,055	0,018	0,036	0,000
5% > u	0,000	0,000	0,000	0,073	0,000