



Stromversorgungsqualität 2014

Auswertung der von der ECom erhobenen
Versorgungsunterbrechungen



1. Allgemeines

Gemäss Artikel 6 Absatz 2 der Stromversorgungsverordnung (StromVV; SR 734.71) haben die Netzbetreiber der ECom jährlich die international üblichen Kennzahlen zur Versorgungsqualität einzureichen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit berechnet die ECom die Kennzahlen selbst und benötigt dazu von den Netzbetreibern die erforderlichen Rohdaten.

Die regelmässige Erfassung der Versorgungsunterbrechungen dient in erster Linie der Beobachtung der zeitlichen Entwicklung der Versorgungsqualität in der Schweiz. Eine vergleichbare Datenerhebung wurde erstmals im Jahr 2010 durchgeführt. Die Länge der Zeitreihe ermöglicht nun zunehmend auch Aussagen zum Trend der Versorgungsqualität in der Schweiz.

Im Jahr 2014 wurden von den gesamthaft rund 700 Schweizer Netzbetreibern die 89 grössten Netzbetreiber zur Dateneinreichung verpflichtet. Die Anzahl der ausgewerteten Netzbetreiber stieg gegenüber dem Vorjahr von 85 auf 89 Netzbetreiber. Die Erweiterung kam deshalb zu Stande, da vier neuen Netzbetreiber die Kriterien, die zu einer obligatorischen Erfassung führen (Version der Kostenrechnung und Energieausspeisung > 100 GWh), seit dem Jahr 2014 erfüllen. Die Erweiterung der Anzahl ausgewerteten Netzbetreiber hat auf die Vergleichbarkeit der Kennzahlen von 2014 mit den Vorjahreszahlen keinen Einfluss, da die von der ECom angewendete Methode zur Berechnung der SAIDI- und SAIFI-Kennzahl eine Erweiterung der Stichprobenanzahl zulässt, ohne einen Systembruch zu erhalten.

Die Energieausspeisung der 89 ausgewerteten Netzbetreiber entspricht rund 87 % der von allen Schweizer Netzbetreibern ausgespeisten Energie (Energieumsatz). Dieser Wert hat sich durch die Erweiterung um die vier neuen Netzbetreiber im Jahr 2014 gegenüber dem Vorjahr nur leicht verändert (+0.5 % in Bezug auf den Energieumsatz). Die Datenerfassung beruht auf Selbstdeklaration der Netzbetreiber. Die ECom hat die Daten stichprobenweise überprüft und bei Unklarheiten bei den Netzbetreibern nachgefragt. Zu erfassen waren alle Unterbrechungen, die 3 Minuten oder länger dauerten¹. Zu jeder Unterbrechung war die Dauer der Unterbrechung, die Anzahl der betroffenen Endverbraucher, die von der Unterbrechung betroffene Spannungsebene, die Ursache der Unterbrechung und der entstandene mögliche Schaden anzugeben.

¹ Dies entspricht dem internationalen Standard; siehe "5th CEER Benchmarking Report on the quality of electricity supply 2011".



2. Kennzahlen und Resultate

2.1 Durchschnittliche Nichtverfügbarkeit des Systems - SAIDI

Die SAIDI-Kennzahl (System Average Interruption Duration Index) beschreibt die durchschnittliche Dauer der Versorgungsunterbrechungen eines Endverbrauchers im Versorgungsgebiet des Netzbetreibers während der Erfassungsperiode und berechnet sich wie folgt:

$$SAIDI = \frac{\sum \text{Anzahl unterbrochener Endverbraucher pro Unterbrechung} \times \text{Dauer der Unterbrechung}}{\text{Gesamtanzahl der versorgten Endverbraucher}}$$

Die durchschnittliche Unterbrechungsdauer pro Endverbraucher im Jahr 2014 betrug in der Schweiz gesamthaft 22 Minuten (Tabelle 1). Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies eine Abnahme um 3 Minuten. Eine Verbesserung konnte sowohl bei den ungeplanten Unterbrechungen (minus 2 Minuten) als auch bei den geplanten Unterbrechungen (minus 1 Minute) festgestellt werden.

Die Gründe für die neuerliche Verbesserung der Versorgungsqualität im Jahr 2014 im Vergleich zum Vorjahr werden unter Kapitel 3 weiter ausgeführt. In der Langzeitbetrachtung über den Zeitraum von 2010 – 2014 kann festgehalten werden, dass die Stromversorgungsqualität in der Schweiz, die bereits zwischen 2010 – 2013 als gut bezeichnet werden konnte, ihre hohe Zuverlässigkeit im Jahr 2014 halten konnte (Abbildung 1).

Tabelle 1: Entwicklung der SAIDI-Kennzahlen der Schweiz für geplante und ungeplante Unterbrechungen über den Zeitraum von 2010-2014.

Jahr	2010	2011	2012	2013	2014
SAIDI geplant	14 min	13 min	12 min	10 min	9 min
SAIDI ungeplant	14 min	16 min	22 min	15 min	13 min
SAIDI total	28 min	29 min	34 min	25 min	22 min

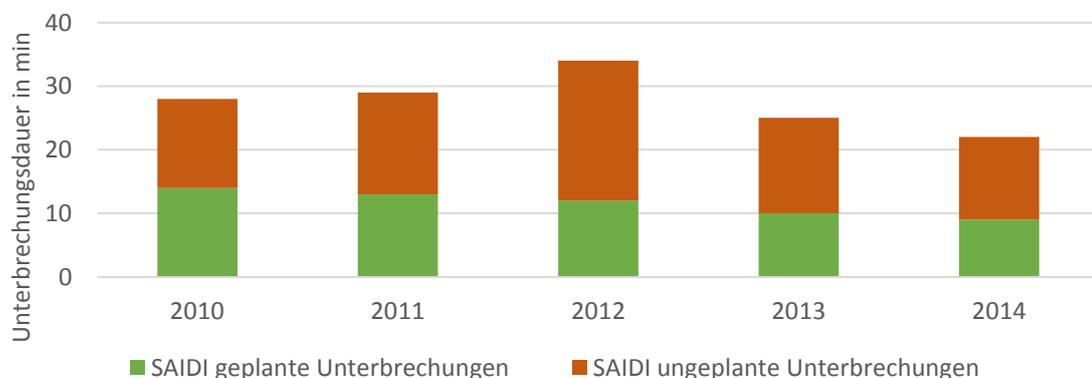


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung des SAIDI-Wertes der Schweiz über den Zeitraum von 2010 – 2014 aufgeschlüsselt nach geplanter und ungeplanter Unterbrechungsdauer.



In Abbildung 2 sind die SAIDI-Kennzahlen der 89 grössten Schweizer Netzbetreiber dargestellt. Für grosse Unterschiede zwischen den Netzbetreibern sorgten primär die ungeplanten Unterbrechungen. Von den 89 Netzbetreibern haben nur 5 Netzbetreiber eine durchschnittliche Unterbrechungsdauer pro Endverbraucher von über 60 Minuten pro Jahr.

Ein direkter Vergleich zwischen den verschiedenen Netzbetreibern ist aufgrund der unterschiedlichen geographischen Lagen der Netzbetreiber, der unterschiedlichen Netzstrukturen (Anzahl Spannungsebenen und Redundanz in der Anbindung) sowie den unterschiedlichen Verhältnissen bezüglich Verkabelung und Freileitung allerdings nur beschränkt möglich.

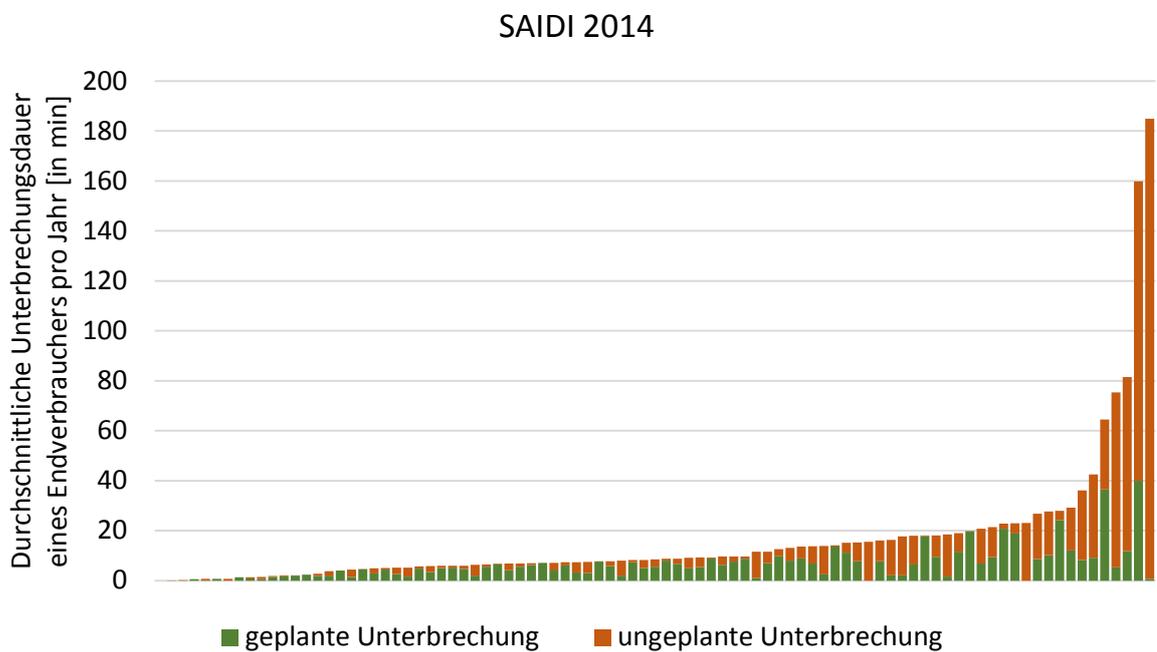


Abbildung 2: SAIDI-Werte der 89 grössten Schweizer Netzbetreiber im Jahr 2014, unterteilt in geplante und ungeplante Unterbrechungsdauer pro Endverbraucher und Jahr. Die Datenerfassung beruht auf Selbstdeklaration der Netzbetreiber.



2.2 Durchschnittliche Unterbrechungshäufigkeit - SAIFI

Die SAIFI-Kennzahl (System Average Interruption Frequency Index) beschreibt die durchschnittliche Unterbrechungshäufigkeit eines Endverbrauchers im Versorgungsgebiet des Netzbetreibers während der Erfassungsperiode und berechnet sich wie folgt:

$$SAIFI = \frac{\sum \text{Anzahl unterbrochener Endverbraucher pro Unterbrechung}}{\text{Gesamtanzahl der versorgten Endverbraucher}}$$

Die durchschnittliche Unterbrechungshäufigkeit pro Endverbraucher im Jahr 2014 lag in der Schweiz gesamthaft bei 0.30 Unterbrechungen (Tabelle 2). Das bedeutet gegenüber dem Vorjahr eine Verbesserung von 0.07 Unterbrechungen pro Endverbraucher. Eine Abnahme konnte sowohl bei den ungeplanten Unterbrechungen (minus 0.06 Unterbrechungen) als auch bei den geplanten Unterbrechungen (minus 0.01 Unterbrechungen) beobachtet werden.

Die Abbildung 3 zeigt die Langzeitentwicklung der durchschnittlichen Unterbrechungshäufigkeit pro Endverbraucher in der Schweiz über die vergangenen fünf Jahre. Wie schon bei der zeitlichen Entwicklung des SAIDIs kann auch in Bezug auf den SAIFI eine hohe Zuverlässigkeit in der schweizerischen Stromversorgung beobachtet werden. Die Werte der Schweiz werden in Kapitel 4 mit den Werten anderer europäischer Länder verglichen.

Tabelle 2: Entwicklung der SAIFI-Kennzahlen der Schweiz für geplante und ungeplante Unterbrechungen über den Zeitraum von 2010-2014.

Jahr	2010	2011	2012	2013	2014
SAIFI geplant	0.12	0.12	0.11	0.09	0.08
SAIFI ungeplant	0.28	0.28	0.34	0.28	0.22
SAIFI total	0.40	0.41	0.45	0.37	0.30

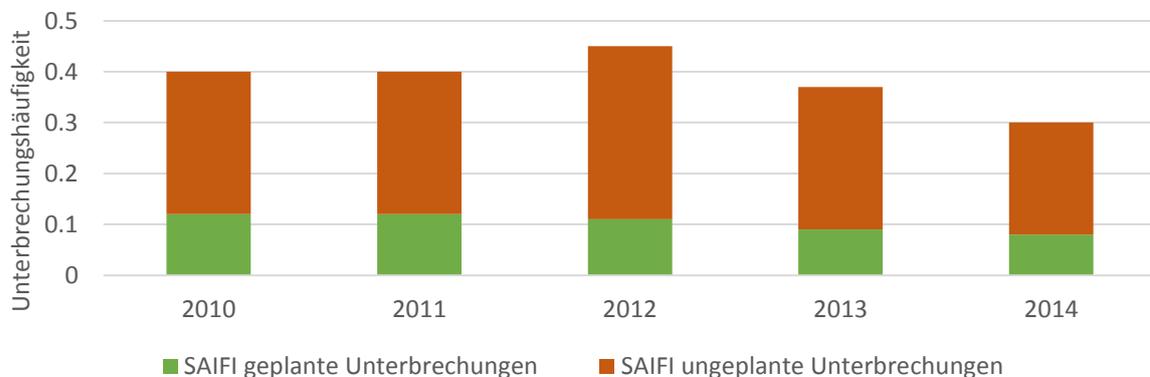
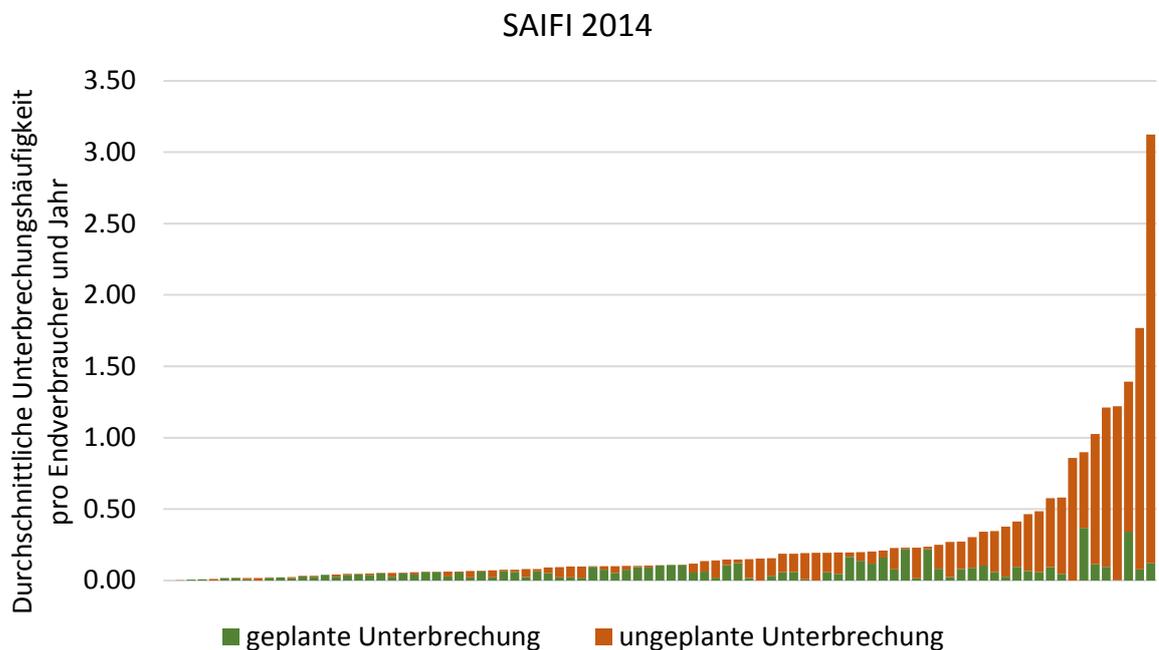


Abbildung 3: Zeitliche Entwicklung des SAIFI-Wertes der Schweiz über den Zeitraum von 2010 – 2014 aufgeschlüsselt nach geplanter und ungeplanter Unterbrechungshäufigkeit.



In Abbildung 4 sind die SAIFI-Kennzahlen der 89 grössten Netzbetreiber der Schweiz dargestellt. Zu sehen ist, dass im Jahr 2014 nur 6 der 89 Netzbetreiber eine durchschnittliche Unterbrechungshäufigkeit pro Endverbraucher von grösser 1 hatten (SAIFI > 1.0).

Eine durchschnittliche Unterbrechungshäufigkeit von über 3 Unterbrechungen pro Endverbraucher, wie sie im 2014 in einem Fall vorkam, ist für die Schweiz eher aussergewöhnlich. Im erwähnten Fall sorgte eine betriebliche Ursache mit verschiedenen Schaltvorgängen dafür, dass die Endverbraucher des entsprechenden Netzbetreibers am selben Tag gleich von mehreren Unterbrechungen betroffen waren.





3. Ursachen, Schaden und betroffene Spannungsebene der Unterbrechungen

3.1 Ursachenkategorien

Zu jeder Unterbrechung haben die Netzbetreiber die Unterbrechungsursache anzugeben. Unterschieden werden dabei folgende acht Kategorien:

- Geplante Unterbrechungen (Unterhalt der Anlagen)
- Naturereignisse (Gewitter, Sturm, Tiere, etc.)
- Betriebliche Ursachen (Kurzschluss, Überlastung, Alterung des Materials, etc.)
- Fremdeinwirkungen (Hoch-, Tiefbauarbeiten, Fahrzeuge, Brand, etc.)
- Menschliches Versagen (Fehlschaltung, Montagefehler, etc.)
- Andere Ursachen
- Höhere Gewalt
- Rückwirkungen aus anderen Netzen

Die Kategorien *Naturereignisse*, *betriebliche Ursachen*, *Fremdeinwirkungen*, *menschliches Versagen*, *andere Ursachen* und *höhere Gewalt* bilden zusammen die ungeplanten Unterbrechungen.

Im Jahr 2014 wurden insgesamt 21'361 Unterbrechungen erfasst, die 3 Minuten oder länger dauerten. Gegenüber dem Vorjahr reduzierte sich damit die Zahl der Unterbrechungen in den Netzgebieten der 89 grössten Schweizer Netzbetreiber um 1'442 Unterbrechungen. Die totale Unterbrechungsdauer nahm von 114'766'375 Minuten im Jahr 2013 auf 100'479'495 Minuten im Jahr 2014 ab (Tabelle 3).

Die grosse Mehrheit der Unterbrechungen im Jahr 2014 waren «geplante Unterbrechungen» (16'218 von 21'361 Unterbrechungen). Diese führten insgesamt zu einer Unterbrechungsdauer von 41'186'924 Minuten. Der Anteil der Unterbrechungsdauer der «geplanten Unterbrechungen» an der totalen Unterbrechungsdauer lag bei 41 %.

Neben den «geplanten Unterbrechungen» haben vor allem Unterbrechungen aufgrund von «Naturereignissen» und «betrieblichen Ursachen» einen grossen Einfluss auf die Versorgungsqualität, da eine relativ geringe Anzahl an Unterbrechungen jeweils zu einer verhältnismässig grossen Unterbrechungsdauer führt. Im Jahr 2014 führten die beiden Ursachen «Naturereignisse» und «betrieblichen Ursachen» mit jeweils rund 1'586 bzw. 1'575 Unterbrechungen zu einer Unterbrechungsdauer von 23'639'062 Minuten bzw. 20'107'844 Minuten. Der Anteil dieser beiden Unterbrechungsursachen an der totalen Unterbrechungsdauer betrug rund 44 %.

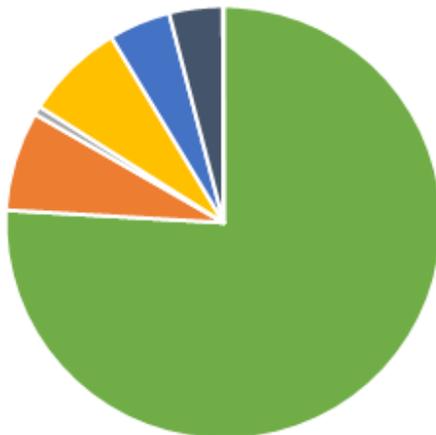
Die restlichen 1'982 Unterbrechungen wurden den vier Ursachenkategorien «Menschliches Versagen», «Fremdeinwirkungen», «andere Ursachen» und «Höhere Gewalt» zugeordnet. Diese knapp 2'000 Unterbrechungen führten zusammen zu einer Unterbrechungsdauer von 15'545'665 Minuten (15 %).

Im Vergleich zum Vorjahr nahmen im Jahr 2014 vor allem die Unterbrechungsminuten der «geplanten Unterbrechungen» und den «Naturereignissen» ab. Im Weiteren lässt sich gegenüber dem Vorjahr ebenfalls eine leichte Abnahme der Unterbrechungsminuten bei den Ursachenkategorien «Menschliches Versagen» und «andere Ursachen» beobachten. Bei den «betrieblichen Ursachen» resultierte im Jahr 2014 trotz abnehmender Anzahl an Unterbrechungen eine höhere Unterbrechungsdauer als im Vorjahr. Eine leichte Zunahme der Unterbrechungsdauer wurde ebenfalls in den Ursachenkategorien «Fremdeinwirkung» und «Höhere Gewalt» festgestellt.



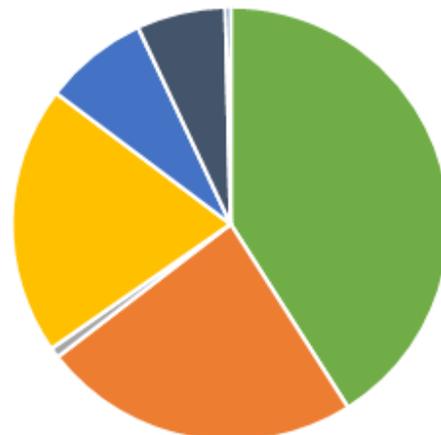
Tabelle 3: Auswertung der Ursachenkategorien der Versorgungsunterbrechungen für das Jahr 2014.

	Anzahl Unterbrechungen		Totale Unterbrechungsdauer	
	2013	2014	2013	2014
Total	22'989	21'469	122'782'813 min	103'826'179 min
Rückwirkungen	-187	-108	-8'016'438 min	-3'346'684 min
Total (abzgl. Rückwirkungen)	22'802	21'361	114'766'375 min	100'479'495 min
Geplante Unterbrechungen	16'457	16'218	46'385'309 min	41'186'924 min
Naturereignisse	2'062	1'586	31'573'725 min	23'639'062 min
Menschliches Versagen	145	139	2'372'242 min	779'946 min
Betriebliche Ursachen	1'824	1'575	19'015'233 min	20'107'844 min
Fremdeinwirkungen	1'270	981	6'902'298 min	7'776'483 min
Andere Ursachen	1'031	849	8'442'385 min	6'607'849 min
Höhere Gewalt	13	13	75'183 min	381'387 min



- Geplante Unterbrechung ■ Naturereignis
- Menschliches Versagen ■ Betriebliche Ursache
- Fremdeinwirkung ■ Andere Ursache
- Höhere Gewalt

Abbildung 5: Verteilung der Anzahl Unterbrechungen auf die verschiedenen Ursachenkategorien im Jahr 2014.



- Geplante Unterbrechung ■ Naturereignis
- Menschliches Versagen ■ Betriebliche Ursache
- Fremdeinwirkung ■ Andere Ursache
- Höhere Gewalt

Abbildung 6: Verteilung der Unterunterbrechungsminuten auf die verschiedenen Ursachenkategorien im Jahr 2014.



3.2 Schadenskategorien

Zu jeder Unterbrechung haben die Netzbetreiber den entstandenen Schaden anzugeben. Es ist ersichtlich, dass bei den meisten Unterbrechungen kein Schaden an Material und Anlage entstanden ist (Tabelle 4 und Abbildung 7). Auf die Erfassungsperiode 2013 hin führte die EICom zusätzlich zu den bisherigen Kategorien («Kein Schaden», «Schaden an Anlage», «Schaden an Freileitung», «Schaden an Kabel» und «anderer Schaden») auch die kumulativen Schadenskategorien «Schaden an Anlage und Freileitungen», «Schaden an Anlage und Kabel», «Schaden an Freileitungen und Kabel» ein. Es ist jedoch festzustellen, dass bei einer Unterbrechung in den seltensten Fällen mehr als ein Element beschädigt wurde. Die Zahlen aus dem Jahr 2014 sind mit denjenigen aus dem Vorjahr vergleichbar.

Tabelle 4: Auswertung der Schadenskategorien der Versorgungsunterbrechungen im Jahr 2014.

	Anzahl Unterbrechungen	Totale Unterbrechungsdauer
Total	21'361	100'479'495 min
Kein Schaden	85.0 %	60.3%
Schaden an Anlage	4.1 %	7.5 %
Schaden an Freileitung	3.9 %	17.0 %
Schaden an Kabel	5.4 %	11.6 %
Schaden an Anlage und Freileitung	0.3 %	1.0 %
Schaden an Anlage und Kabel	0.6 %	0.6 %
Schaden an Freileitung und Kabel	0.1 %	0.1 %
Anderer Schaden	0.6 %	1.8 %

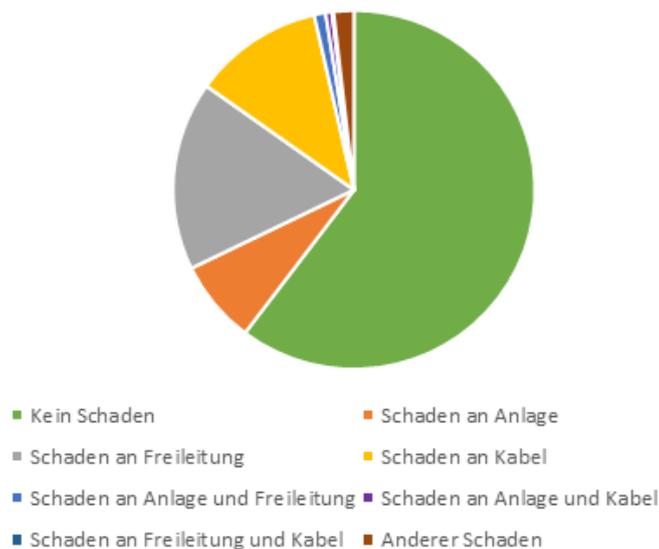


Abbildung 7: Verteilung der Unterunterbrechungsminuten auf die verschiedenen Schadenskategorien im Jahr 2014.



3.3 Zuordnung der unterbrochenen Spannungsebene

Zu jeder Unterbrechung haben die Netzbetreiber ebenfalls die höchste unterbrochene Spannungsebene anzugeben. Von den 21'361 Unterbrechungen im Jahr 2014 ereigneten sich im Übertragungsnetz (220/380 kV) vier ungeplante Unterbrechungen mit Auswirkungen auf Endverbraucher (Tabelle 5). Der Anteil dieser vier Unterbrechungen an der totalen Unterbrechungsdauer ist mit 0.4 % klein. Dieser Wert ist vergleichbar mit dem Wert aus dem Vorjahr.

Im Hochspannungsnetz (36-220 kV) traten im Jahr 2014 0.4 % aller 21'361 Unterbrechungen auf. Der Anteil der Unterbrechungsdauer im Hochspannungsnetz an der totalen Unterbrechungsdauer liegt bei 7.5 %. Diese beiden Werte lassen sich ebenfalls mit denjenigen aus dem Vorjahr vergleichen. Bei einer Unterbrechung auf dieser Netzebene sind im Durchschnitt rund 1000 Endverbraucher von der Unterbrechung betroffen, die Unterbrechungsdauer liegt im Durchschnitt bei 60 min.

Auf diesen beiden genannten Netzebenen (Übertragungs- und Hochspannungsnetz) finden nur selten geplante Unterbrechungen statt, die sich auf Endverbraucher auswirken. Geplante Ausserbetriebnahmen dieser Netzteile werden normalerweise durch die ringförmige Netzstruktur abgefangen.

Auf der Mittelspannungsebene (1-36 kV) traten im Jahr 2014 rund 20.9 % der 21'361 Unterbrechungen auf. Bei einer Unterbrechung auf der Mittelspannungsebene waren im Durchschnitt 180 Endverbraucher von der Unterbrechung betroffen (geplant 50 Endverbraucher; ungeplant 350 Endverbraucher). Aufgrund des höheren Verkabelungsgrades dauert hier eine Unterbrechung allerdings wesentlich länger als auf der Hochspannungsebene (geplant 142 min; ungeplant 365 min).

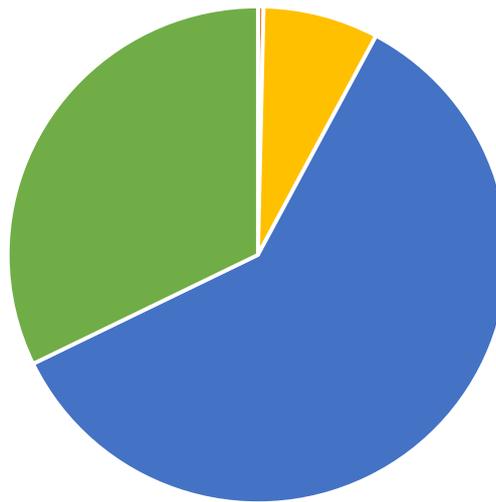
Die längere Reparaturzeit aufgrund des höheren Verkabelungsgrades, die grössere Anzahl an betroffenen Endverbraucher aufgrund der geringeren Redundanz sowie die höhere Eintretenswahrscheinlichkeit aufgrund des längeren Leitungsnetzes führen dazu, dass die Mittelspannungsebene einen grossen Einfluss auf die totale Unterbrechungsdauer hat. Der Anteil der Unterbrechungsdauer der Mittelspannungsebene an der totalen Unterbrechungsdauer liegt bei 60 %.

Die meisten Unterbrechungen im Jahr 2014 fanden auf der Niederspannungsebene (<1 kV) statt. Der Grossteil dieser Unterbrechungen war geplant (81.4 %). Da bei den Unterbrechungen auf der Niederspannungsebene im Durchschnitt nur 20 Endverbraucher (sowohl bei geplanten als auch bei ungeplanten Unterbrechungen) von der Unterbrechung betroffen waren, ist die Auswirkung dieser Netzebene auf die Versorgungsqualität, trotz der Vielzahl an Unterbrechungen, deutlich geringer als die Mittelspannungsebene. Der Anteil der Unterbrechungsminuten der Niederspannungsebene an der totalen Unterbrechungsdauer liegt bei 32.2 %.



Tabelle 5: Auswertung der Spannungsunterbrechung der Versorgungsunterbrechungen im Jahr 2014.

	Anzahl Unterbrechungen		Totale Unterbrechungsdauer	
	2013	2014	2013	2014
Total	22'802	21'361	114'766'375 min	100'479'495 min
Übertragungsnetz	0.0 %	0.0 %	0.8 %	0.4 %
Hochspannung	0.3 %	0.4 %	5.3 %	7.5 %
Mittelspannung	23.2 %	20.9 %	62.0 %	60.0 %
Niederspannung	76.5 %	78.7 %	31.9 %	32.2 %



■ Netzebene 1 ■ Netzebene 3 ■ Netzebene 5 ■ Netzebene 7

Abbildung 8: Verteilung der Unterunterbrechungsminuten auf die verschiedenen Netzebenen im Jahr 2014.



4. Internationaler Vergleich

Wie bereits in Kapitel 2 erwähnt wurde, zeichnete sich die Stromversorgung in der Schweiz auch im Jahr 2014 durch eine hohe Qualität aus. Die hohe Zuverlässigkeit in der schweizerischen Stromversorgung lässt sich im Vergleich mit den Werten von anderen europäischen Ländern feststellen. Die Abbildung 9 zeigt den Verlauf der durchschnittlichen ungeplanten Versorgungsunterbrechungen pro Endverbraucher zahlreicher Mitgliederstaaten von CEER². Die Werte der Schweiz sind für die Jahre 2010-2013 abgebildet.

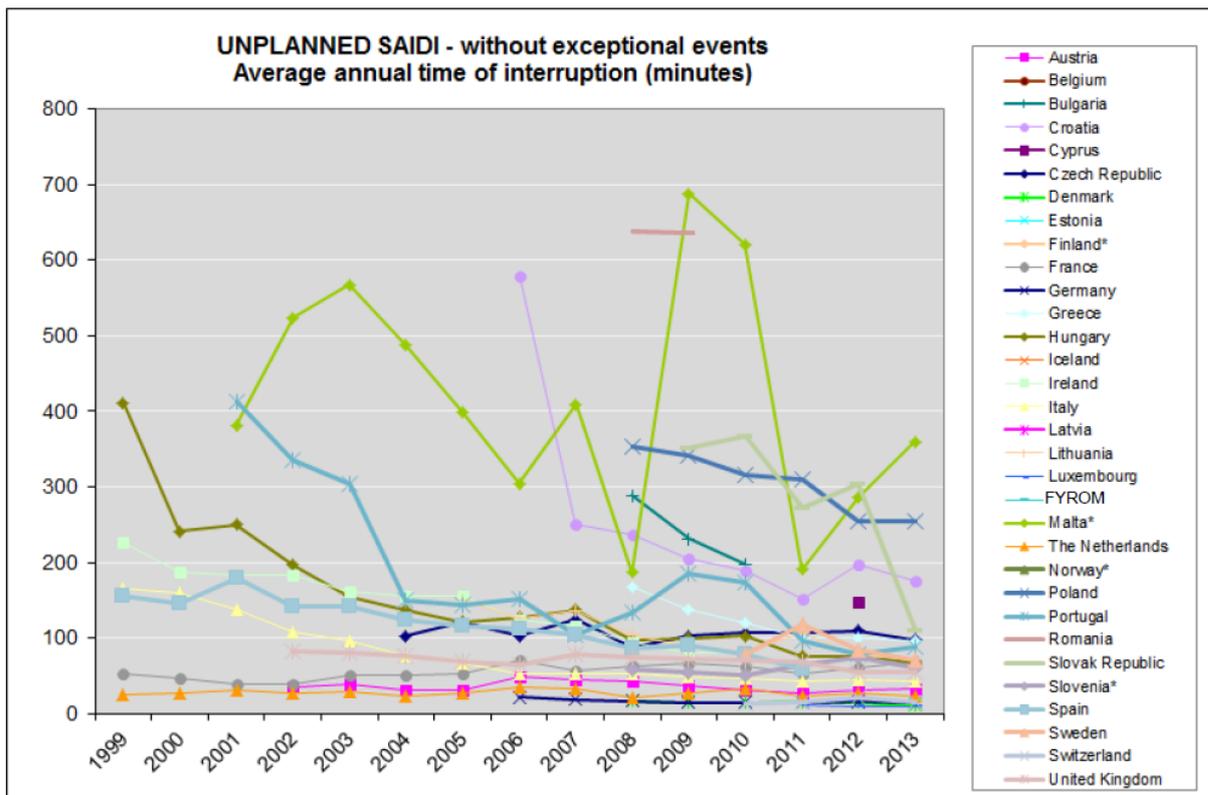


Abbildung 9: Entwicklung der durchschnittlichen Unterbrechungsdauer pro Endverbraucher der ungeplanten Versorgungsunterbrechungen in verschiedenen europäischen Ländern (CEER Benchmarking Report 5.2 on the quality of electricity supply, 2013). Die durchschnittliche Unterbrechungsdauer für ungeplante Unterbrechungen lag in der Schweiz im Zeitraum von 2010-2013 zwischen 14 und 22 Minuten.

Ein Ländervergleich ist aufgrund der unterschiedlichen Erfassungsmodalitäten und Bewertungskriterien jedoch nur unter Vorbehalt möglich und daher nur beschränkt aussagekräftig. Obwohl die Kennzahlen einer internationalen Normierung unterliegen, können sich die Erfassungsmerkmale wie beispielsweise der Deckungsgrad (Anzahl erfasster Netzbetreiber, Anzahl erfasster Spannungsebenen) von Land zu Land unterscheiden.

² Council of European Energy Regulators.



5. Weitere Auswertungen

Die Abbildung 10 zeigt die monatliche Verteilung der ungeplanten Versorgungsunterbrechungsminuten in den Jahren 2011 – 2014. Im Jahr 2014 ereigneten sich in der Schweiz insgesamt 59'292'571 Unterbrechungsminuten aufgrund von ungeplanten Unterbrechungen.

In den Jahren 2011 und 2012 wurde die Versorgungsqualität in der Schweiz unter anderem jeweils durch ein Sturmereignis im Dezember 2011 und im Januar 2012 beeinflusst. Im Jahr 2013 ereignete sich im Vergleich zu den anderen Monaten der Vorjahre vor allem im Oktober eine grosse Anzahl an Versorgungsunterbrechungsminuten. Diese waren hauptsächlich auf Schäden und Beeinträchtigungen durch Schnee und Windböen zurückzuführen.

Im Jahr 2014 waren für die Schweizer Versorgungsqualität unter anderem die Monate Januar und Juli mitbestimmend. Im Dezember 2013 ereigneten sich im Tessin aufgrund von Schneefällen verschiedene Versorgungsunterbrechungen, die sich noch weiter ins Jahr 2014 hineinzo-gen und zu über 7'000'000 Unterbrechungsminuten führten. Im Juli 2014 führten verschiedene Unterbrechungen aufgrund von Naturereignissen (Gewitter), betrieblichen Ursachen oder Fremdeinwirkungen zu teilweise längeren Unterbrechungen mit zahlreichen betroffenen Endverbrauchern.

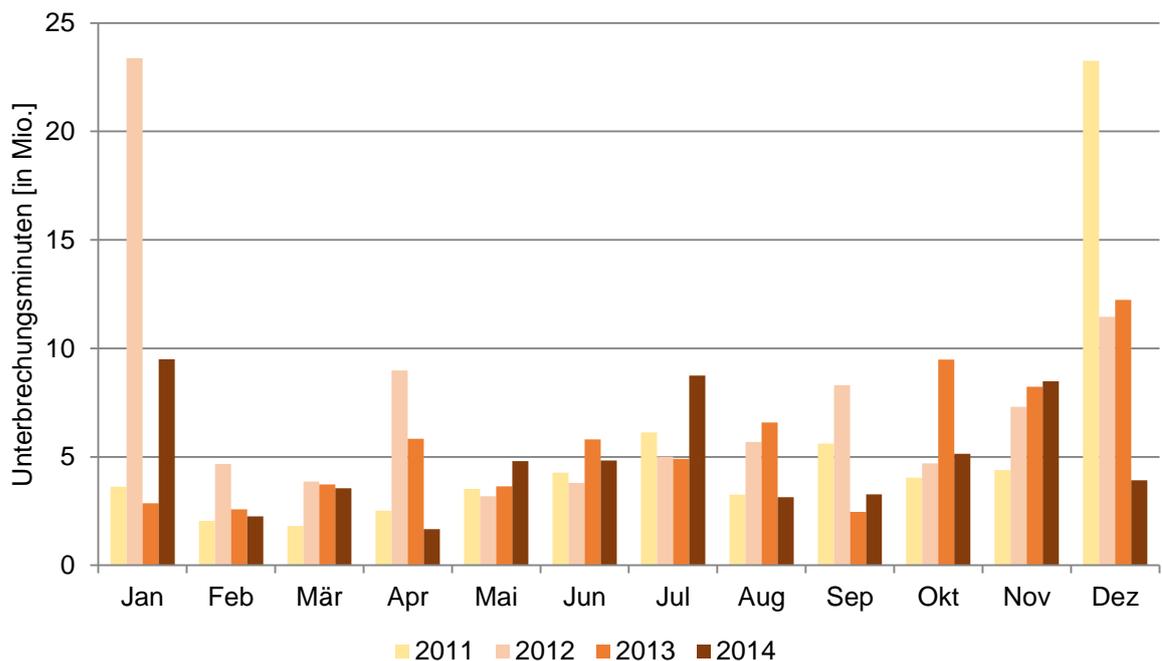


Abbildung 10: Monatliche Verteilung der ungeplanten Versorgungsunterbrechungsminuten in den Jahren 2011 – 2014.