

Neue Auswertung der Berichtsjahre 2004 - 2011

## Ermittlung von Eingangsdaten zur Zuverlässigkeitsberechnung aus der FNN-Störungsstatistik

Dr.-Ing. Hendrik Vennegeerts, FGH e.V.<sup>1</sup>

Dipl.-Wirt.-Ing. Christian Schröders, IAEW<sup>2</sup>

B. Sc. Michael Holthausen<sup>3</sup>

Dipl.-Ing. Dieter Quadflieg, FNN<sup>4</sup>

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser, IAEW, FGH e.V.<sup>5</sup>

Eine kürzere Fassung dieses Beitrags findet sich in der Zeitschrift **ew**, **Heft 7, 2013**.

### Vorspann

Die Prognosegenauigkeit der Versorgungszuverlässigkeit elektrischer Netze steht und fällt mit der Aktualität und Belastbarkeit von Daten zur Verfügbarkeit der Betriebsmittel. Die Autoren haben daher eine Auswertung der aktuellen Störungsdaten der FNN-Statistik für die Berichtsjahre 2004-2011 vorgenommen, sie im Vergleich zur bisher oftmals verwendeten, auf älteren Daten bis 2001 basierenden Angaben analysiert und verdeutlichen die statistische Belastbarkeit der errechneten Zuverlässigkeitskenndaten.

---

<sup>1</sup> Dr.-Ing. Hendrik Vennegeerts, Leiter Systemtechnik,  
Forschungsgemeinschaft für Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft (FGH) e.V., Mannheim/Aachen,  
hendrik.vennegeerts@fgh-ma.de, Tel.: 0241/ 997857 – 11, Fax: 0241 997857 – 22, www.fgh-ma.de  
Adresse: Roermonder Straße 199, 52072 Aachen

<sup>2</sup> Dipl.-Wirt.-Ing. Christian Schröders, Leiter der Forschungsgruppe Versorgungsqualität & Regulierung,  
Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen,  
cs@iaew.rwth-aachen.de, Tel.: 0241 8096714, Fax: 0241 8092197, www.iaew.rwth-aachen.de  
Adresse: Schinkelstraße 6, 52062 Aachen

<sup>3</sup> B. Sc. Michael Holthausen, Masterstudent an der RWTH Aachen

<sup>4</sup> Dipl.-Ing. Dieter Quadflieg, Referent Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN), Berlin  
Adresse: Bismarckstraße 33, 10625 Berlin

<sup>5</sup> Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser, Leiter des Instituts für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) der  
RWTH Aachen und Vorstand FGH e.V., Aachen  
Adresse: Schinkelstraße 6, 52062 Aachen

## Hintergrund

Mit Einführung der Qualitätsregulierung in Deutschland rückt die Versorgungszuverlässigkeit stärker in den Fokus. Bei der Auswirkungsanalyse und -prognose von Maßnahmen in Netzplanung und -betrieb auf die Versorgungszuverlässigkeit haben sich in den vergangenen Jahrzehnten probabilistische Berechnungsverfahren etabliert. Diese Verfahren bilden insbesondere das stochastische Störungsgeschehen der einzelnen Netzkomponenten nach. Die entsprechenden Kenndaten der Komponenten zur Beschreibung des Störungsgeschehens können aus der FNN-Störungsstatistik (vormals VDN- und VDEW-Störungsstatistik) gewonnen werden.

Da diese Statistik einen Großteil der deutschen Netze der allgemeinen Versorgung (72% der Gesamtstromkreislänge auf den Spannungsebenen Mittel-(MS) Hoch-(HS) und Höchstspannung (HöS) im Erfassungsjahr 2011 [1]) seit einigen Jahrzehnten erfasst, stellt sie eine umfangreiche Datenbasis zur statistischen Beschreibung von Störungen für Netze mit Nennspannungen größer 1 kV dar.

Die letzte Ermittlung von Eingangsdaten zur Zuverlässigkeitsberechnung erfolgte im Jahr 2004 mit der Auswertung der Berichtsjahre 1994-2001 [2]. Mit dem Jahr 2004 wurde die Störungsstatistik auf das bis heute im Wesentlichen unverändert gültige Erfassungsschema neu gestaltet. Zuvor ermöglichte die damalige VDN-Störungsstatistik keine vollständige Beschreibung des Komponentenverhaltens in Netzen mit Nennspannungen kleiner als 110 kV, da hier keine Erfassung des Störungsverlaufs erfolgte. Des Weiteren gab es bei der Interpretation Freiheitsgrade, durch die Auswertungen mit unterschiedlichen Sichtweisen zu geringfügig unterschiedlichen Ergebnissen führten.

Durch die Projektgruppe Störungsstatistik des FNN ist 2004 die Statistik um Bereiche zur Erfassung des Störungsverlaufs in Netzen mit Nennspannungen zwischen 1 kV und 110 kV erweitert und die Freiheitsgrade hinsichtlich der Gewinnung von Eingangsdaten für Zuverlässigkeitsberechnungen durch Reduzierung redundanter Bereiche verringert worden [3]. Mit zunehmenden Jahren sind die in [2] ermittelten Kenndaten nicht mehr als aktuell zu bezeichnen. So können sich Anpassungen in Planungs- und Betriebsstrategien im Laufe der Jahre auf das Ausfallverhalten von Komponenten in Netzen auswirken. Hinzu kommen veränderte Anlagenstrukturen und eingesetzte Typen.

Insgesamt ergibt sich hieraus ein Aktualisierungsbedarf der Zuverlässigkeitskenndaten, dem die Forschungsgemeinschaft für Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft (FGH) e.V. und das Institut für Elektrische Anlagen und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen mit einer Auswertung auf Basis der Berichtsjahre 2004 bis 2011 der FNN-Störungsstatistik begegnen.

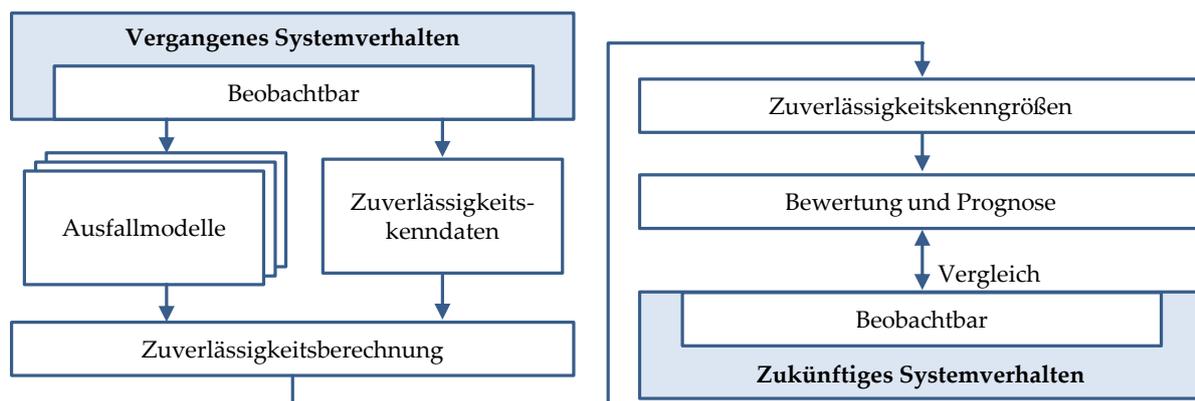
Im Folgenden werden zunächst in Analogie zu [2] die relevanten Grundlagen kurz dargestellt. Darauf beruhend wird anschließend auf die Auswertemethodik eingegangen, wobei auch die im Zuge der Neugestaltung des FNN-Erfassungsschemas vorzunehmenden Anpassungen erläutert werden. Anschließend werden die wesentlichen Erkenntnisse, die aus der Auswertung der Zuverlässigkeitskenn-

daten der Berichtsjahre 2004 bis 2011 sowie deren Vergleich mit den Kenndaten der bisherigen Auswertung (Berichtsjahre 1994 bis 2001) folgen, vorgestellt. Die aus der Auswertung resultierenden Komponentenkenndaten der Mittel-, Hoch- und Höchstspannungsebene werden abschließend in tabellarischer Form aufgeführt.

## Probabilistische Zuverlässigkeitsberechnung

### Übersicht

Den prinzipiellen Ablauf einer Zuverlässigkeitsanalyse zeigt Bild 1. Als Datenbasis dient das in der Vergangenheit beobachtete Systemverhalten. Daraus wurden charakteristische Ausfallmodelle abgeleitet, die eine Klassifizierung und mathematische Beschreibung des Störungsgeschehens ermöglichen. Für die betrachteten Komponenten sind hierzu geeignete Zuverlässigkeitskenndaten zu ermitteln. Diese bilden, zusammen mit den elektrischen und topologischen Netzdaten aus einem üblichen Datensatz für Lastfluss- und Kurzschlussstromberechnungen, die Eingangsdaten für die Zuverlässigkeitsberechnung.



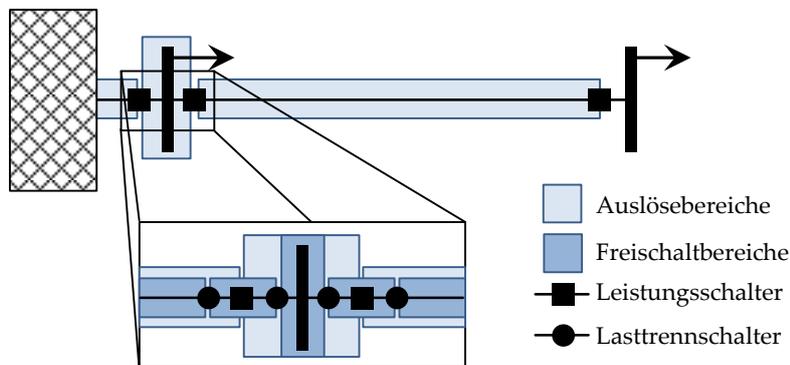
**Bild 1: Schematischer Ablauf von Zuverlässigkeitsanalysen**

Die eigentliche Zuverlässigkeitsberechnung generiert Fehlerzustände und bestimmt jeweils die Auswirkungen auf die Versorgungssituation der Verbraucher. Bei aufgetretenen Versorgungsunterbrechungen wird dann der Prozess der Wiederversorgung nachgebildet, bis – spätestens nach Ablauf der Aus-Dauer der fehlerbetroffenen Komponenten – wieder alle Verbraucher vollständig versorgt sind.

Aus den Kennwerten der einzelnen Fehlerzustände werden schließlich die Zuverlässigkeitskenngrößen für das Gesamtsystem sowie für einzelne Kunden, wie z. B. Häufigkeit und mittlere Dauer von Versorgungsunterbrechungen oder Nichtverfügbarkeit, berechnet. Mit diesen Kenngrößen lässt sich das zukünftige Systemverhalten prognostizieren und anhand geeigneter Planungskriterien bewerten.

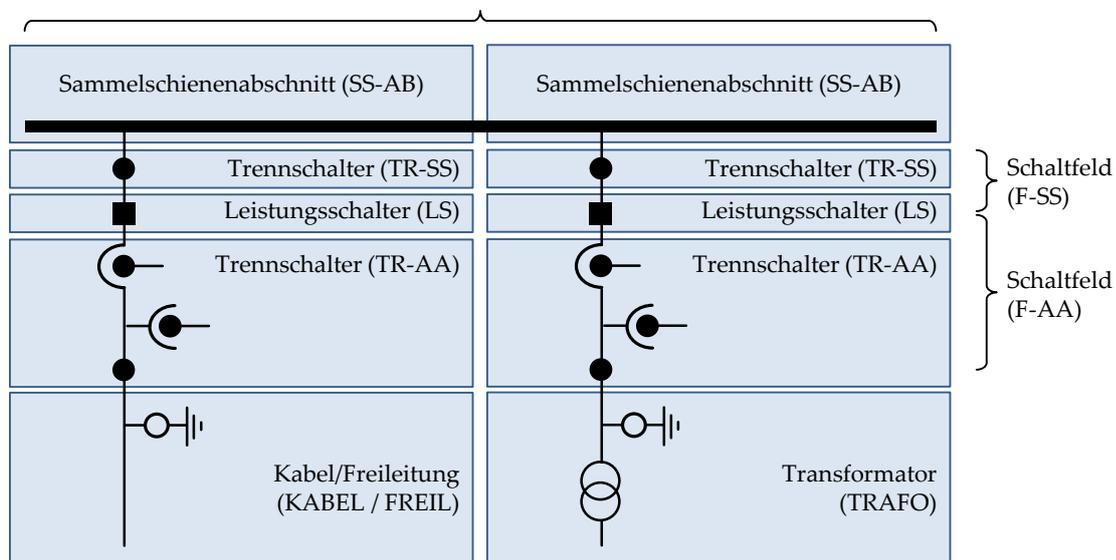
### Komponentenabgrenzung

Für die Zuverlässigkeitsberechnung werden Betriebsmittel zu Komponenten zusammengefasst, so dass Betriebsmittel, deren Nicht-Betrieb-Zustände gleiche Auswirkungen auf das Netz haben, als Einheiten betrachtet werden. Die Abgrenzung wird auslösebereichsorientiert oder freischaltbereichsorientiert vorgenommen (siehe Bild 2).



**Bild 2: Konzept der Komponentenabgrenzung**

Die vorgestellten Komponentenabgrenzungen und die damit verbundenen Vereinfachungen resultierten in der Vergangenheit nicht zuletzt aus Rechenzeitgründen. Die Komponentenabgrenzungen sind ineinander überführbar und werden heute zunehmend in Mischformen angewendet. Bild 3 zeigt die insgesamt verwendeten Komponenten.



SS: sammelschienenseitig  
AA: abgangsseitig

**Bild 3: Betrachtete Komponenten**

## Ausfallmodelle

Mit den im Folgenden beschriebenen Ausfallmodellen lassen sich charakteristische Störungen durch Komponentenkenndaten in Form von Häufigkeiten  $H$  von Ereignissen, bedingten Wahrscheinlichkeiten  $p$  bei Folgeereignissen und den jeweils zugehörigen Aus-Dauern  $T$  abbilden:

- **Unabhängiger Einfachausfall mit kurzer/langer Aus-Dauer (UNE-kurz/lang):** Ausfall einer Komponente, für dessen Eintritt keine Abhängigkeit zu Störungen oder Ausfällen anderer Komponenten besteht (zusammengesetztes Ausfallmodell aus Einfachausfällen mit Schutz-auslösung und unverzögerter Handausschaltung). Außerdem wird nach kurzen und langen Aus-Dauern unterschieden, weil sich ein großer Teil der Aus-Dauern im Bereich weniger Minuten (Störungen ohne Schäden) und damit außerhalb der üblichen Dauern für Reparaturmaßnahmen befindet.
- **Einfachausfall mit Schutzauslösung mit kurzer/langer Aus-Dauer (EAS-kurz/lang):** Einfachausfall mit Ausschaltung durch Schutz. Außerdem wird nach kurzen und langen Aus-Dauern unterschieden, weil sich nach Schutzauslösungen ein großer Teil der Aus-Dauern im Bereich weniger Minuten (Störungen ohne Schäden) und damit außerhalb der üblichen Dauern für Reparaturmaßnahmen befindet.
- **Unverzögerte Handausschaltung (UHA):** Einfachausfall mit Ausschaltung von Hand. Die Ausschaltung muss zur Vermeidung von Gefährdungen, Schäden oder Störungsausweitungen sofort stattfinden, ohne dass vorher – über fernbediente Maßnahmen hinausgehende – Maßnahmen zur Sicherstellung der Versorgung der Verbraucher ergriffen werden können.
- **Verzögerte Handausschaltung (VHA):** Einfachausfall mit Ausschaltung von Hand, wobei im Gegensatz zur unverzögerten Handausschaltung vor der Handausschaltung eine beschränkte Zeitspanne zur Verfügung steht, um Maßnahmen zur Sicherstellung der Versorgung der Verbraucher zu ergreifen.
- **Stehender Erdschluss (E1P):** Stehender Erdschluss in Netzen mit Erdschlusskompensation oder mit isoliertem Sternpunkt, der allein jedoch nicht zu einer Versorgungsunterbrechung führt.
- **Mehrfacherdschluss mit Mehrfachausfall (MEM):** Abhängiger Ausfall mehrerer Komponenten in Netzen mit Erdschlusskompensation oder mit isoliertem Sternpunkt, der mit einem stehenden Erdschluss auf einer Komponente beginnt. Ein Mehrfacherdschluss mit Mehrfachausfall liegt vor, wenn auf Grund der stationären Erhöhung der Leiter-Erde-Spannung in den fehlerfreien Leitern ein oder mehrere weitere Erdschlüsse auftreten, die zum zeitlich überlappenden Ausfall von mindestens zwei Komponenten führen.

- **Common-Mode-Ausfall (COM):** Gleichzeitiger Ausfall mehrerer Komponenten aufgrund einer gemeinsamen Ursache.
- **Schutzversager (SVS):** Abhängiges Versagen des Schutzes im Fehlerfall mit Ausweitung der Ausschaltung auf den Reserveschutzbereich.
- **Leistungsschalterversager (LVS):** Abhängiges Versagen des Leistungsschalters im Fehlerfall mit Ausweitung der Ausschaltung auf den Reserveschutzbereich.
- **Schutzüberfunktion (SUE):** Nichtselektives und ungewolltes Auslösen des Schutzes im Fehlerfall.
- **Spontane Schutzüberfunktion (SPS):** Ungewolltes Auslösen des Schutzes, ohne dass ein elektrischer Fehler im Netz ansteht.

## Ermittlung von Kenndaten aus der FNN-Störungsstatistik

Die Ermittlung der Eingangsdaten für die probabilistische Zuverlässigkeitsberechnung erfolgt grundsätzlich anhand der Methodik der alten Auswertung [2]. Für die festzulegenden Netzkomponenten sind die Zuverlässigkeitskenndaten differenziert nach Ausfallmodell sowie nach Spannungsebene und – aufgrund des Einflusses auf die Auswirkung einpoliger Erdfehler – nach Sternpunktbehandlung der Netze zu bestimmen. Die Komponentenkenndaten umfassen dabei die Häufigkeit  $H$  von Ereignissen, die bedingten Wahrscheinlichkeiten  $p$  bei Folgeereignissen und die jeweils zugehörigen Aus-Dauern  $T$ .

Die Eintrittshäufigkeit  $H$  als auch die bedingte Eintrittswahrscheinlichkeit  $p$  werden unabhängig vom Ausfallmodell wie folgt bestimmt:

$$H_{AM,k} = \frac{n_{AM,k}}{G_{AM,k}}$$

mit

$n_{AM,k}$ : Anzahl der Ausfallereignisse nach dem Ausfallmodell  $AM$  auf der Komponente  $k$  im Betrachtungszeitraum, z. B. Anzahl der Einfachausfälle mit Schutzauslösung auf Freileitungen;

$G_{AM,k}$ : entsprechende Grundgesamtheit im Betrachtungszeitraum, z. B. gesamte Stromkreislänge von Freileitungen

$$p_{AM,k} = \frac{n_{AM,k}}{n_E}$$

mit

$n_{AM,k}$ : Anzahl der Folgeausfallereignisse nach dem Ausfallmodell  $AM$  auf der Komponente  $k$  im Betrachtungszeitraum, z. B. Anzahl der Mehrfacherdschlüsse mit Mehrfachausfall auf Freileitungen;

$n_E$ : entsprechende Anzahl des Auftretens des relevanten Fehlerzustandes im Betrachtungszeitraum, z. B. Anzahl der stehenden Erdschlüsse im galvanisch verbundenen Netzgebiet.

Analog zu [2] werden die Verteilung von Aus-Dauern durch Exponentialverteilungen oder durch die Überlagerung von Exponentialverteilungen abgebildet. Die Erwartungswerte werden für die Aus-Dauern aus den Parametern dieser Verteilungen bestimmt.

Hinsichtlich der Bestimmung von Zuverlässigkeitskennwerten stellt die Einführung (MS) bzw. Anpassung (HS und HÖS) des Störungsmerkmals Ausfallart die wesentliche Änderung dar. Die bestehenden Ausfallarten sind in [4] beschrieben und orientieren sich größtenteils an den zuvor beschriebenen Ausfallmodellen der probabilistischen Zuverlässigkeitsberechnung, so dass sie im Grundsatz eine Einteilung der für die Auswertung relevanten Störungen erlauben. Aufgrund von Anpassungen des Regelwerks zur FNN-Störungsstatistik sowie bis 2008 einer häufigen Nutzung der sonstigen Ausfallart auch bei eindeutig Ausfallmodellen zuordbaren Störereignissen musste die Auswertung modifiziert werden. Die Einordnung der letztgenannten Störungen beruht auf der Auswertung der Merkmale Störungsanlass, -auswirkung und Fehlerart. Durch das geänderte Erfassungsschema ist es zudem erstmals möglich, die Aus-Dauer von Netzkomponenten in den erfassten Netzen der Mittelspannungsebene zu bestimmen.

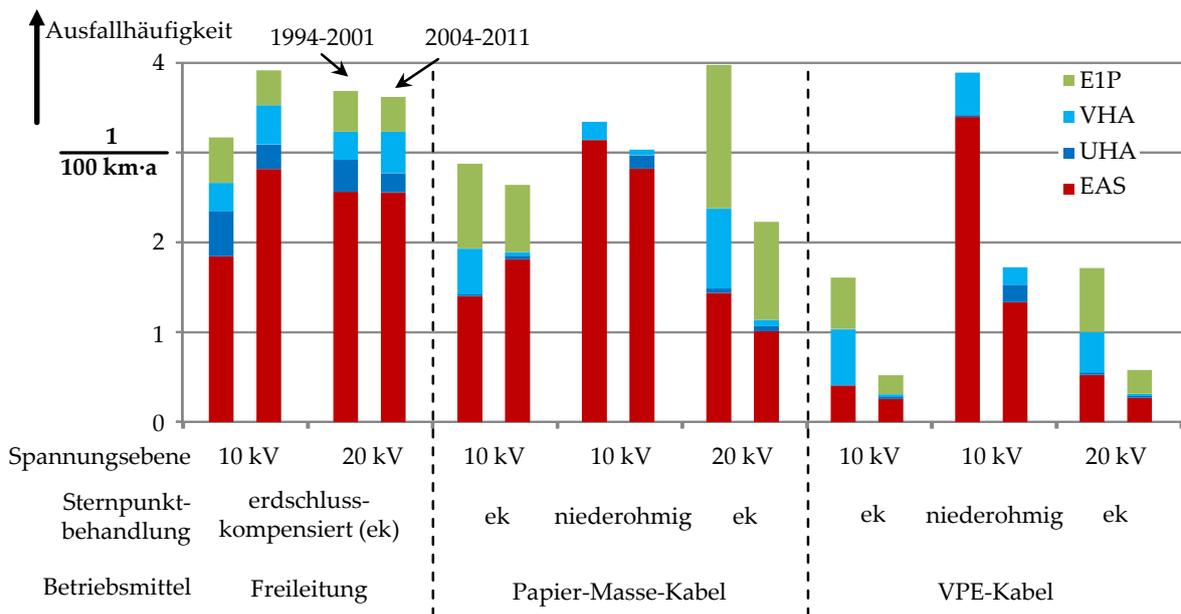
In die Ermittlung von Zuverlässigkeitskennwerten fließen nicht alle Störungen der FNN-Störungsstatistik ein. So führen selbsterlöschende Erdschlüsse und erfolgreiche automatische Wiedereinschaltungen (AWE) definitionsgemäß nicht zu Versorgungsunterbrechungen, so dass sie bei Ausfallhäufigkeiten für die Verwendung in Berechnungsverfahren zur Versorgungszuverlässigkeit nicht zu berücksichtigen sind. Geplante Ausschaltungen mit Versorgungsunterbrechung – im Sinne einer Ankündigung beim Letztverbraucher – werden in der FNN-Verfügbarkeitsstatistik zwar hinsichtlich der Auswirkungen beim Verbraucher erfasst. Nicht erfasst wird aber der Umfang instandhaltungsbedingter Freischaltung von Netzbetriebsmittel als eine mögliche Ursache der geplanten Versorgungsunterbrechungen, nicht zuletzt, weil diese unmittelbar von der Instandhaltungsstrategie des Netzbetreibers abhängen. Demzufolge weist die hier dargestellte Auswertung nur die durch stochastische Störungen verursachte Nichtverfügbarkeit der Betriebsmittel aus.

## Analyse der Auswertergebnisse

### Entwicklung der Ausfallhäufigkeiten

In der MS-Ebene dominieren die Leitungsfehler das Störungsgeschehen und damit auch den Einfluss auf die Versorgungszuverlässigkeit. Daher sind in Bild 4 für MS-Freileitungen sowie für die in den Netzen dominierenden Kabeltypen Papier-Masse und VPE die Ausfallhäufigkeiten im Vergleich zur alten Auswertung der Berichtsjahre 1994-2001 [2] dargestellt. Dabei wird auf die 10- und 20-kV-Ebene und innerhalb dieser Ebenen je nach Leitungstyp auf die in den Statistiken überwiegenden Grundge-

samtheiten für die Sternpunktbehandlungen fokussiert. Insbesondere Freileitungen befinden sich überwiegend in Netzen mit erdschlusskompensierter Sternpunktbehandlung, da dort bei Lichtbogenfehlern in Luft der Selbstlöschungseffekt ausgenutzt werden kann. Um einen belastbaren Vergleich des gesamten, direkte Maßnahmen des Netzbetreibers auslösenden Störungsaufkommens zu ermöglichen, wird in den Bildern die Ausfallhäufigkeit für die Ausfallmodelle Einfachausfall mit Schutzauflösung (EAS), unverzögerte (UHA) und verzögerte Handausschaltung (VHA) sowie stehende Erdschlüsse (EIP, nur bei Erdschlusskompensation) addiert dargestellt. Demzufolge ist bei den Kabeln die Ausfallhäufigkeit für EAS in Netzen mit niederohmiger Sternpunktbehandlung naturgemäß höher als für das gleiche Betriebsmittel auf derselben Spannungsebene bei Erdschlusskompensation.

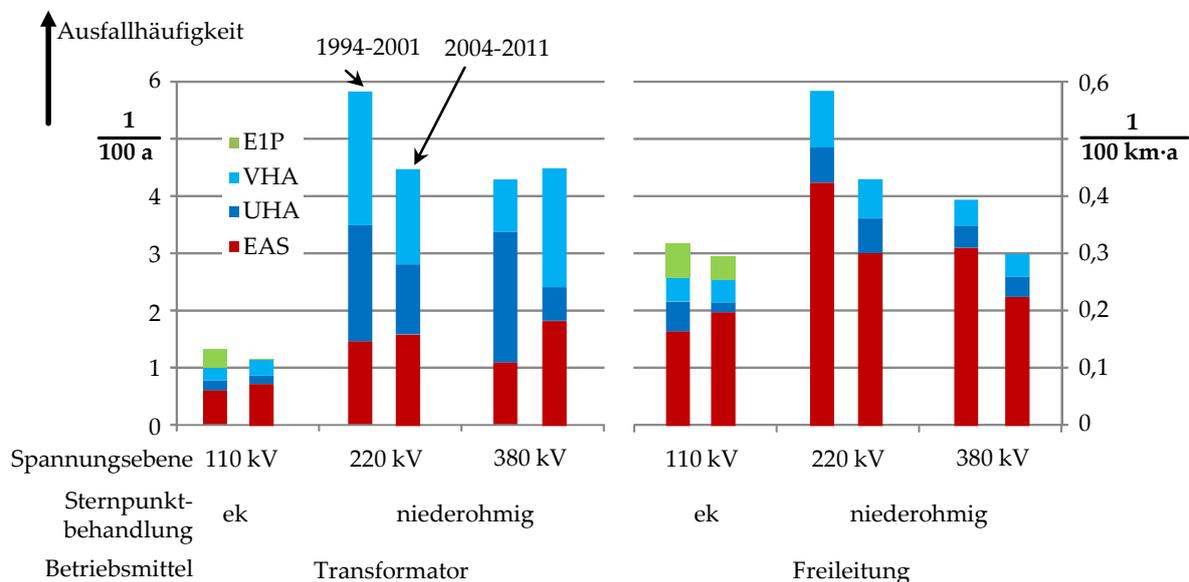


**Bild 4: Störungshäufigkeiten von Freileitungen und Kabel auf der MS-Ebene im Vergleich zwischen alter (Berichtsjahre 1994-2001) und neuer Auswertung (2004-2011)**

Bei den MS-Freileitungen zeigen sich in Übereinstimmung mit den Vergleichen in 5-Jahres-Zeitfenstern in [1] sowie der langjährigen Entwicklung [5] in etwa konstante Ausfallhäufigkeiten. Auch ist hier kein signifikanter Unterschied zwischen den Nennspannungen 10 und 20 kV festzustellen. Bei den MS-Kabeln hingegen zeigen sich – wie auch für die hier nicht dargestellten Ortsnetzstationen – durchweg signifikante Abnahmen der Ausfallhäufigkeiten über nahezu alle Ausfallmodelle. Diese tun sich auch im langjährigen Vergleich dar [5], wobei ein nennenswerter Teil auf die Abnahme von Störungen infolge fremder Einwirkungen durch Erd- und Baggarbeiten entfällt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass in der alten Auswertung [2] der Zeitraum intensiver Bautätigkeiten in den neuen Bundesländern enthalten ist, auch wenn dies alleine die Abnahme nicht erklärt. Ferner hat die Ausfallhäufigkeit bei VPE-Kabeln auffällig stärker abgenommen als bei Papier-Masse-Kabeln. Hier spielt sicher der mittlerweile weitgehend abgeschlossene, aber im Auswertungszeitraum der alten Auswertung noch laufende Austausch fehleranfälliger VPE-Kabel der ersten Generation eine Rolle. Außerdem findet Netzausbau und –ersatz überwiegend in VPE-Technik statt, so dass hier niedrige mittlere

Alter vorliegen. Umso bemerkenswerter ist die Reduktion der Störungshäufigkeit bei den Papier-Masse-Kabeln, auch wenn sie systematisch häufiger als VPE-Kabel ausfallen. Hier bestätigt sich der Befund in [6], dass Papier-Masse-Kabel innerhalb der heutigen Nutzungsdauern nur geringe altersbedingte Steigerungen der Störungshäufigkeit aufweisen.

In Bild 5 sind analoge Darstellungen für Freileitungen und Transformatoren – in der FNN-Statistik jeweils zur Ebene der Oberspannungsseite zu zählen [4] – der HS- und HöS-Ebene zu finden, wobei sich für die 110-kV-Ebene die Darstellung auf die überwiegenden Netze mit Erdschlusskompensation beschränkt. Auch hier zeigen sich tendenziell abnehmende betriebsmittelbezogene Ausfallhäufigkeiten. Insbesondere bei den Freileitungen der HöS-Ebene ist die Abnahme der EAS und damit im Wesentlichen der elektrischen Fehler auffällig, die einen längerfristig zu beobachtenden Trend bestätigt [1].

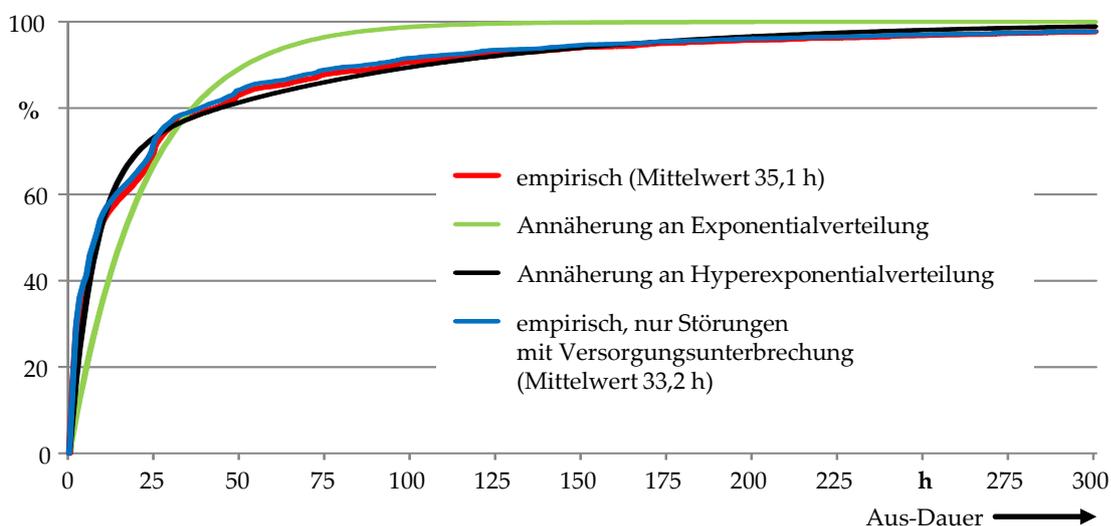


**Bild 5: Störungshäufigkeiten von Freileitungen und Transformatoren auf der HS- und HöS-Ebene im Vergleich zwischen alter (Berichtsjahre 1994-2001) und neuer Auswertung (2004-2011)**

### Aus-Dauer für Betriebsmittel der Mittelspannungsebene

Die oben erwähnte erstmalig mögliche Ermittlung charakteristischer Aus-Dauern für die MS-Ebene liefert oftmals überraschend hohe Werte. Bild 6 zeigt als Beispiel die Aus-Dauer-Verteilung für Kabel aller Typen in erdschlusskompensiert betriebenen 20-kV-Netzen für die Ausfallmodelle EAS, VHA und UHA. Da die Aus-Dauer den gesamten Nichtverfügbarkeitszeitraum des Kabels umfasst, d. h. ausgehend von der störungsbedingten Abschaltung neben der oftmals erforderlichen Installation von Muffen auch die Fehlerortung, Grabungsarbeiten und Maßnahmen bis zur Wiederinbetriebnahme, ist hier eine geringere Abhängigkeit vom Kabeltyp und Ausfallmodell zu erwarten. Bisher wurde in Zuverlässigkeitsanalysen die Aus-Dauer dieser Kabel oftmals zu etwa 8 bis 12 Stunden angesetzt, da von

den Netzbetreibern eine Reparatur bis zur Betriebsklarmeldung in diesem Zeitraum als möglich erachtet wird. Der sich aus der Auswertung ergebende Mittelwert von mehr als 30 Stunden kommt aber vermutlich auch deshalb zustande, dass oftmals keine unmittelbare Reparatur erfolgt, da etwaige erforderliche Wiederversorgungen durch Schalthandlungen erreicht werden können. Die bei gesonderter Betrachtung von Aus-Dauern in Störungen mit Versorgungsunterbrechung reduzierte Aus-Dauer (Bild 6) unterstützt diese Vermutung. Allerdings verbleibt eine erhebliche Differenz zu den angenommenen Dauern, da das vermutlich entscheidende Kriterium, ob eine Versorgungsunterbrechung nur durch die Reparatur des Kabels beendet werden kann, durch das FNN-Erfassungsschema nicht abgebildet wird. Während die ausgewerteten längeren Aus-Dauern für die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten sich zufällig zeitlich überlappender Ausfälle durchaus korrekt sind, ist zu überlegen, ob für die Fälle, in denen die Aus-Dauer der Kabel die Versorgungsunterbrechungsdauer bestimmt, nicht ein anderer, kleinerer Wert anzusetzen ist.



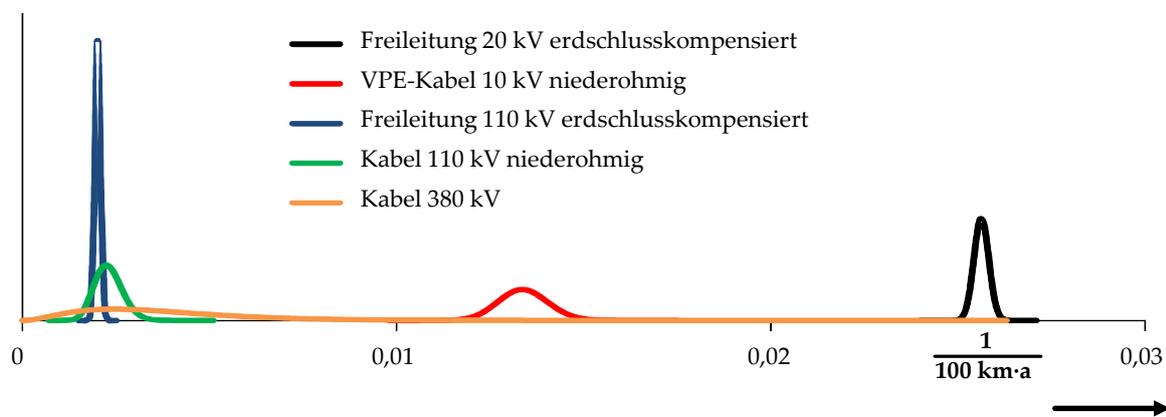
**Bild 6: Aus-Dauer-Verteilungen für Kabel in erdschlusskompensiert betriebenen 20-kV-Netzen für Einfachausfälle mit Schutzauslösung und Handausschaltungen**

Ferner zeigt Bild 6 beispielhaft, dass sich für viele Komponenten bei EAS ein typischer Verlauf der Aus-Dauer-Verteilung mit einem großen Anteil von Störungen mit kurzen sowie einem Anteil mit längeren, über einen großen Bereich streuenden Aus-Dauern ergibt. Dies führt dazu, dass die Verteilung mathematisch nur unzureichend durch eine Exponentialverteilung, aber sehr gut durch eine Hyperexponentialverteilung als Überlagerung zweier Exponentialverteilungen modellierbar ist. Daher werden in den Zuverlässigkeitskennwerten für dieses Ausfallmodell sowie für den unabhängigen Einfachausfall in der Regel zwei Wertepaare für Ausfallhäufigkeiten und Aus-Dauern angeboten.

### Statistische Belastbarkeit von Ausfallhäufigkeiten

Unter der Voraussetzung statistisch unabhängiger einzelner Ausfälle und der Zeitinvarianz ihres Auftretens lässt sich um den statistisch ermittelten Wert der Ausfallhäufigkeit unter Berücksichtigung der

Anzahl der Ausfallereignisse sowie der Größe der Grundgesamtheit die Wahrscheinlichkeit mathematisch beschreiben, dass der tatsächliche Wert der Ausfallhäufigkeit vom errechneten abweicht [7]. Bild 7 zeigt dies für ausgewählte Betriebsmittel und das Ausfallmodell EAS. Die Streuung der Verteilung ist somit ein Maß dafür, mit welcher statistischer Belastbarkeit die entsprechende Ausfallhäufigkeit aus den berücksichtigten Daten der FNN-Statistik ermittelt werden kann. Während dies für die meisten Betriebsmittel einschließlich der 110-kV-Kabel mit hoher Genauigkeit gelingt, wird deutlich, dass dies für die nur wenigen Stromkreiskilometer und wenigen Störungen von 380-kV-Kabel nicht erreicht werden kann. Da dieser Aspekt bei Zuverlässigkeitsvergleichen, etwa bei Systemvergleichen zwischen Freileitung und Kabel zu beachten ist, weist die Auswertung nicht nur die Erwartungswerte der Kenngrößen, sondern auch die zugehörige Ereignisanzahl im Betrachtungszeitraum aus.



**Bild 7: Verteilungsdichtefunktionen für prognostizierte Häufigkeiten von Einfachausfällen mit Schutzauslösung verschiedener Betriebsmittel**

### Zusammenfassung und Ausblick

Der Vergleich zwischen der alten und der neuen Auswertung der Zuverlässigkeitskennndaten bestätigt deren fortlaufenden Aktualisierungsbedarf und damit auch den Nutzen einer längerfristig auf ähnlichem Schema erfolgenden Störungserfassung. Auch in Zukunft kann sich das Störungsgeschehen ändern, nicht nur durch den natürlichen Altersprofilwandel, sondern möglicherweise auch durch andere Auslastungsprofile wegen dezentraler Erzeugungsanlagen und erhöhter Übertragungsaufgaben.

Für die überwiegend im Einsatz befindlichen Betriebsmittel auf den entsprechenden Spannungsebenen und für die unterschiedenen Sternpunktbehandlungen lassen sich aus der FNN-Statistik hinreichend belastbare Zuverlässigkeitskennndaten ermitteln. Bei kleinen Grundgesamtheiten und Ereigniszahlen werden die ermittelten Daten jedoch zunehmend unsicher, so dass bei ihrer Anwendung Sensitivitätsanalysen zu empfehlen sind, sofern nicht durch international erweiterte, aber dennoch hinreichend homogene Datenbasis der mögliche Wertebereich genauer eingeschränkt werden kann.

## Literaturverzeichnis

---

- [1] Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN): *Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik*, Berlin, Berichtsjahre 2004-2011.
  
  - [2] Obergünner, M.; Schwan, M.; Krane, C.; Pietsch, K.; Sengbusch, K.; Bock, C.; Quadflieg, D.: *Ermittlung von Eingangsdaten für Zuverlässigkeitsberechnungen aus der VDN-Störungsstatistik*, Elektrizitätswirtschaft, Jg. 103, Heft 15, S. 32-36, 2004.
  
  - [3] VDN Projektgruppe Störungsstatistik: *Neues Erfassungsschema der VDN-Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik – Anpassungen und Erfordernisse an den liberalisierten Markt*, Elektrizitätswirtschaft, Jg. 103, Heft 4, S. 30-33, 2004.
  
  - [4] Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN): *Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik – Anleitung – Systematische Erfassung von Störungen und Versorgungsunterbrechungen in elektrischen Energieversorgungsnetzen und deren statistische Auswertung*, 6. Ausgabe, Berlin, 2011.
  
  - [5] Zickler, U.; Vennegeerts, H.; Weck, K.-H.: *Langfristige Entwicklung der Betriebsmittelzuverlässigkeit*, FGH-Fachtagung „Anlagen- und Versorgungsqualität“, 23. – 24. September 2010 in Heidelberg.
  
  - [6] FGH e.V.: *AiF-Forschungsprojekt: Entwicklung typspezifischer Prognosemodelle zur Beschreibung der Zuverlässigkeit von Betriebsmitteln im Rahmen des Asset Managements in elektrischen Verteilungsnetzen*, Technischer Bericht der FGH, 2013.
  
  - [7] Schweer, A: *Zur Frage der Datenbasis für Zuverlässigkeitsanalysen in der Netzplanung*. Dissertation, RWTH Aachen, 1989.
-

**Legende zu den nachfolgenden Tabellen der Zuverlässigkeitskenndaten**

Weitere Erläuterungen in den Abschnitten »Komponentenabgrenzung« und »Ausfallmodelle«

<i>N</i>	Anzahl der Ereignisse
<i>H</i>	Eintrittshäufigkeit
<i>T</i>	Aus-Dauer
<i>p</i>	Bedingte Wahrscheinlichkeit (Folgeausfall)
UNE	Unabhängiger Einfachausfall
EAS	Einfachausfall mit Schutzauslösung
UHA	Unverzögerte Handausschaltung
VHA	Verzögerte Handausschaltung
COM	Common-Mode-Fehler
SVS	Schutzversager (Folgeausfall)
LVS	Leistungsschalterversager (Folgeausfall)
SUE	Schutzüberfunktion (Folgeausfall)
SPS	Spontane Schutzüberfunktion
E1P	Stehender Erdschluss
MEM	Mehrfacherdschluss mit Mehrfachausfall
FREIL	Freileitung
SS	Sammelschiene
F	Feld
LS	Leistungsschalter
TR	Trennschalter
-AB	Abschnitt
-AA	Abgangsseitig
-SS	Sammelschienenseitig

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente	10 kV isoliert								
		N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>			
		2001-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001		
UNE	Freileitung	164	257	0,02702	0,09881	2,49				
	Kabel	Alle	1346	2558	0,01821	0,02334	97,28			
		Papier/Masse	1106	1577	0,02535	0,02610	110,44			
		Öl	<sup>2)</sup>							
		PE	33	28	0,01255	0,00888	102,74			
		PVC/Kunststoff sonst	10	58	0,12155	0,04890	70,44 <sup>3)</sup>			
		VPE	68	73	0,00726	0,00947	92,85			
		sonst	122		0,00671		10,28			
	Trafo	Alle	53	237	0,00067	0,00203	92,91			
		Einbau	8	82	0,00039	0,00280	5,23 <sup>3)</sup>			
		Gebäude	13	52	0,00141	0,00163	23,17			
		Kompakt	10	18	0,00049	0,00043	157,48 <sup>3)</sup>			
		Mast	4	32	0,00561	0,02056	1,87 <sup>3)</sup>			
		sonstige ONS	3	33	0,00012	0,14699	0,78 <sup>3)</sup>			
	ONS-Feld	Einbau	21	12	0,00031	0,00012	12,62			
		Gebäude	23	36	0,00072	0,00031	23,68			
		Kompakt	9	20	0,00015	0,00015	84,47 <sup>3)</sup>			
		Mast	2	30	0,00159	0,01325	1,46 <sup>3)</sup>			
		sonstige ONS	15	7	0,00024	0,01080	1,37			
	UW/SA	SS-AB	26	53	0,00010	0,00013	46,76			
		F-AA	44	46	0,00017	0,00110	31,22			
		F-SS	59	55	0,00023	0,00148	5,98			
	UNE - kurz	Freileitung	164		0,02702		2,49			
		Kabel	Alle	59		0,00080		0,40		
			Papier/Masse	1106		0,02535		110,44		
			Öl	<sup>2)</sup>						
			PE	6		0,00237		2,09		
			PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>						
VPE			68		0,00726		92,85			
sonst			84		0,00464		1,07			
Trafo		Alle	25		0,00031		2,37			
		Einbau	<sup>3)</sup>							
		Gebäude	4		0,00043		1,50			
		Kompakt	<sup>3)</sup>							
		Mast	<sup>3)</sup>							
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>							
ONS-Feld		Einbau	1		0,00001		0,10			
		Gebäude	11		0,00033		4,54			
		Kompakt	<sup>3)</sup>							
		Mast	<sup>3)</sup>							
		sonstige ONS	1		0,00002		0,02			
UW/SA		SS-AB	15		0,00006		3,49			
		F-AA	21		0,00008		1,57			
		F-SS	59		0,00023		5,98			
UNE - lang		Freileitung	0							
		Kabel	Alle	1287		0,01740		101,75		
			Papier/Masse	0						
			Öl	<sup>2)</sup>						
			PE	27		0,01018		126,21		
			PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>						
	VPE		0							
	sonst		38		0,00207		30,97			
	Trafo	Alle	28		0,00035		173,16			
		Einbau	<sup>3)</sup>							
		Gebäude	9		0,00098		32,73			
		Kompakt	<sup>3)</sup>							
		Mast	<sup>3)</sup>							
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>							
	ONS-Feld	Einbau	20		0,00029		13,09			
		Gebäude	12		0,00039		40,31			
		Kompakt	<sup>3)</sup>							
		Mast	<sup>3)</sup>							
		sonstige ONS	14		0,00022		1,50			
	UW/SA	SS-AB	11		0,00004		107,72			
		F-AA	23		0,00009		58,09			
		F-SS	0							

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV isoliert						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2001-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
EAS	Freileitung		155	208	0,02554	0,07997	2,57		
	Kabel	Alle	1304	2524	0,01764	0,02303	98,72		
		Papier/Masse	1082	1559	0,02480	0,02580	111,91		
		Öl	<sup>2)</sup>						
		PE	24	27	0,00913	0,00856	161,99		
		PVC/Kunststoff sonst	10	58	0,12155	0,04890	70,44 <sup>3)</sup>		
		VPE	61	73	0,00651	0,00947	85,32		
		sonst	120		0,00660		10,36		
	Trafo	Alle	47	228	0,00059	0,00195	86,57		
		Einbau	6	81	0,00029	0,00277	107,15 <sup>3)</sup>		
		Gebäude	12	51	0,00130	0,00160	13,87 <sup>3)</sup>		
		Kompakt	7	18	0,00034	0,00043	115,34 <sup>3)</sup>		
		Mast	4	27	0,00561	0,01735	1,87 <sup>3)</sup>		
		sonstige ONS	3	32	0,00012	0,14253	0,78 <sup>3)</sup>		
		sonstige ONS	7	11	0,00010	0,00011	1,85 <sup>3)</sup>		
	ONS-Feld	Einbau	7	11	0,00010	0,00011	1,85 <sup>3)</sup>		
		Gebäude	13	33	0,00041	0,00028	38,86		
		Kompakt	5	20	0,00008	0,00015	194,98 <sup>3)</sup>		
		Mast	2	29	0,00159	0,01281	1,46 <sup>3)</sup>		
	UW/SA	sonstige ONS	12	6	0,00019	0,00926	1,45		
		SS-AB	23	50	0,00009	0,00012	57,09		
LS		10	19	0,00039	0,00048	2,50 <sup>3)</sup>			
TR-AA		32	44	0,00015	0,00122	31,30			
		TR-SS	9	36	0,00004	0,00100	5,18 <sup>3)</sup>		
EAS - kurz	Freileitung		155		0,02554		2,57		
	Kabel	Alle	48		0,00065		0,32		
		Papier/Masse	1082		0,02480		111,91		
		Öl	<sup>2)</sup>						
		PE	24		0,00913		161,99		
		PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>						
		VPE	8		0,00089		2,89		
		sonst	83		0,00455		1,08		
	Trafo	Alle	22		0,00027		2,23		
		Einbau	<sup>3)</sup>						
		Gebäude	<sup>3)</sup>						
		Kompakt	<sup>3)</sup>						
		Mast	<sup>3)</sup>						
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	ONS-Feld	Einbau	<sup>3)</sup>						
		Gebäude	3		0,00009		1,10		
		Kompakt	<sup>3)</sup>						
		Mast	<sup>3)</sup>						
	UW/SA	sonstige ONS	2		0,00003		0,02		
		SS-AB	13		0,00005		5,10		
		LS	<sup>3)</sup>						
TR-AA		16		0,00007		1,70			
		TR-SS	<sup>3)</sup>						
EAS - lang	Freileitung		0						
	Kabel	Alle	1256		0,01699		102,49		
		Papier/Masse	0						
		Öl	<sup>2)</sup>						
		PE	0						
		PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>						
		VPE	53		0,00562		98,36		
		sonst	37		0,00205		30,99		
	Trafo	Alle	25		0,00032		159,30		
		Einbau	<sup>3)</sup>						
		Gebäude	<sup>3)</sup>						
		Kompakt	<sup>3)</sup>						
		Mast	<sup>3)</sup>						
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	ONS-Feld	Einbau	<sup>3)</sup>						
		Gebäude	10		0,00032		49,09		
		Kompakt	<sup>3)</sup>						
		Mast	<sup>3)</sup>						
	UW/SA	sonstige ONS	10		0,00016		1,70		
		SS-AB	10		0,00004		128,74		
		LS	<sup>3)</sup>						
TR-AA		16		0,00007		59,99			
		TR-SS	<sup>3)</sup>						

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
**Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten**

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV isoliert						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2001-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
UHA	Freileitung		9	49	0,00148	0,01884	0,99		
	Kabel	Alle	42	34	0,00057	0,00031	34,55		
		Papier/Masse	24	18	0,00055	0,00030	37,83		
		Öl	<sup>2)</sup>						
		PE	9	1	0,00342	0,00032	59,40		
		PVC/Kunststoff sonst	0	0					
		VPE	7	0	0,00075		7,22		
		sonst	2		0,00011		0,47		
	Trafo	Alle	6	9	0,00008	0,00008	14,79		
		Einbau	2	1	0,00010	0,00003	0,02		
		Gebäude	1	1	0,00011	0,00003	27,72		
		Kompakt	3	0	0,00015		235,59		
		Mast	0	5		0,00321			
		sonstige ONS	0	1		0,00445			
	ONS-Feld	Einbau	14	1	0,00020	0,00001	7,22		
		Gebäude	10	3	0,00031	0,00003	4,65		
		Kompakt	4	0	0,00007		16,30		
		Mast	0	1		0,00044			
		sonstige ONS	3	1	0,00005	0,00154	0,76		
	UW/SA	SS-AB	3	3	0,00001	0,00001	1,06		
		LS	11	0	0,00043		3,26		
		TR-AA	7	1	0,00003	0,00003	13,30		
		TR-SS	29	1	0,00013	0,00003	5,49		
Freileitung		19	23	0,00313	0,00884	2,67			
VHA	Kabel	Alle	31	633	0,00042	0,00578	54,06		
		Papier/Masse	28	269	0,00064	0,00611	60,09		
		Öl	<sup>2)</sup>						
		PE	1	41	0,00038	0,01300	2,97		
		PVC/Kunststoff sonst	0	16		0,01349			
		VPE	2	31	0,00021	0,00402	10,16		
		sonst	0						
	Trafo	Alle	9	237	0,00011	0,00280	4,40		
		Einbau	3	296	0,00015	0,01012	4,94		
		Gebäude	1	16	0,00011	0,00050	337,00		
		Kompakt	1	14	0,00005	0,00033	55,00		
		Mast	4	1	0,00561	0,00064	1,03		
		sonstige ONS	0	0					
	ONS-Feld	Einbau	15	5	0,00022	0,00005	27,57		
		Gebäude	21	10	0,00066	0,00009	10,24		
		Kompakt	5	10	0,00008	0,00008	163,48		
		Mast	0	4		0,00177			
		sonstige ONS	1	1	0,00002	0,00154	<sup>2)</sup>		
	UW/SA	SS-AB	4	2	0,00002	0,00000	4,35		
		F-AA	18	29	0,00007	0,00069	12,87		
		F-SS	38	22	0,00015	0,00053	21,74		
		LS	0	7		0,00018			
		TR-AA	18	22	0,00008	0,00061	12,87		
TR-SS		38	22	0,00017	0,00061	21,74			

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV isoliert						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2001-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
E1P	Freileitung		11	27	0,00181	0,01038	4,10		
	Kabel	Alle	105	666	0,00142	0,00608	84,26		
		Papier/Masse	64	363	0,00147	0,00601	114,39		
		Öl <sup>2)</sup>							
		PE	14	27	0,00533	0,00856	72,95		
		PVC/Kunststoff sonst	1	18	0,01216	0,01518	68,00		
		VPE	7	28	0,00075	0,00363	35,90		
		sonst	19		0,00105		2,43		
	Trafo	Alle	0	20		0,00017			
		Einbau	0	3		0,00010			
		Gebäude	0	3		0,00009			
		Kompakt	0	2		0,00005			
		Mast	0	9		0,00578			
		sonstige ONS	0	1		0,00445			
	ONS-Feld	Einbau	0	0					
		Gebäude	0	1		0,00001			
		Kompakt	0	1		0,00001			
		Mast	0	7		0,00309			
		sonstige ONS	1	1	0,00002	0,00154	1,02		
	UW/SA	SS-AB	2	1	0,00001	0,00000	1,42		
		F-AA	1	5	0,00000	0,00012	1,02		
		F-SS	0	4		0,00010			
		LS	0	1		0,00003			
TR-AA		0	5		0,00014				
TR-SS		0	3		0,00008				
MEM	Freileitung		1	9			5,27	0,00040	0,01120
	Kabel	Alle	38	146			63,71	0,00140	0,00430
		Papier/Masse	31	73			80,27	0,00190	0,00260
		Öl <sup>2)</sup>							
		PE	0	2					0,00140
		PVC/Kunststoff sonst	0	8					0,01450
		VPE	1	12			54,00	0,00030	0,00330
		sonst	6				3,38	0,00090	
	Trafo	Alle	0	0					
		Einbau	0	0					
		Gebäude	0	0					
		Kompakt	0	0					
		Mast	0	0					
		sonstige ONS	0	0					
	ONS-Feld	Einbau	0	2					0,00010
		Gebäude	0	0					
		Kompakt	0	0					
		Mast	0	6					0,00740
		sonstige ONS	0	1					0,00450
	UW/SA	SS-AB	1	2			1,00	0,00000	0,00000
		F-AA	0	9					0,00052
		F-SS	0	18					0,00099
		LS	0	9					0,00050
TR-AA		0	9					0,00060	
TR-SS		0	9					0,00060	
COM	Freileitung		0						
SUE			0						
SVS			1	17			0,00058	0,00448	
LVS			3				0,00173		
SPS			10		0,00039				

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente	10 kV kompensiert						
		N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
		2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
UNE	Freileitung	2551	3673	0,03098	0,02348	14,61		
	Kabel							
	Alle	3847	4885	0,01127	0,01252	45,01		
	Papier/Masse	1934	2973	0,01855	0,01426	88,85		
	Öl <sup>2)</sup>							
	PE	464	341	0,02350	0,01982	56,26		
	PVC/Kunststoff sonst	15	16	0,01220	0,00774	24,53		
	VPE	372	267	0,00286	0,00417	66,20		
	sonst	1038		0,01210		18,70		
	Trafo							
	Alle	289	392	0,00073	0,00089	10,94		
	Einbau	5	13	0,00016	0,00032	5,51 <sup>3)</sup>		
	Gebäude	41	134	0,00034	0,00058	11,05		
	Kompakt	34	38	0,00035	0,00038	4,18		
	Mast	102	128	0,00326	0,00195	7,12		
	sonstige ONS	35	28	0,00030	0,00467	15,10		
	ONS-Feld							
	Einbau	12	15	0,00012	0,00010	1,59 <sup>3)</sup>		
	Gebäude	67	134	0,00016	0,00016	39,17		
	Kompakt	29	50	0,00010	0,00017	51,95		
	Mast	44	159	0,00091	0,00211	2,52		
	sonstige ONS	61	28	0,00019	0,00131	1,54		
	UW/SA							
	SS-AB	94	120	0,00008	0,00009	40,37		
	F-AA	142	147	0,00011	0,00034	30,44		
	F-SS	120	118	0,00010	0,00140	26,49		
	UNE - kurz	Freileitung	2084		0,02531		2,05	
Kabel								
Alle		1133		0,00332		2,29		
Papier/Masse		1387		0,01330		26,14		
Öl <sup>2)</sup>								
PE		82		0,00416		2,54		
PVC/Kunststoff sonst		15		0,01220		24,53		
VPE		140		0,00107		4,70		
sonst		570		0,00665		1,40		
Trafo								
Alle		203		0,00051		1,77		
Einbau <sup>3)</sup>								
Gebäude		26		0,00022		3,64		
Kompakt		34		0,00035		4,18		
Mast		80		0,00256		1,76		
sonstige ONS		26		0,00023		1,25		
ONS-Feld								
Einbau <sup>3)</sup>								
Gebäude		37		0,00009		2,56		
Kompakt		19		0,00007		0,98		
Mast		44		0,00091		2,52		
sonstige ONS		12		0,00004		0,03		
UW/SA								
SS-AB		66		0,00005		3,18		
F-AA		96		0,00008		1,44		
F-SS		85		0,00007		2,24		
UNE - lang		Freileitung	467		0,00567		70,65	
	Kabel							
	Alle	2714		0,00795		62,85		
	Papier/Masse	547		0,00525		247,70		
	Öl <sup>2)</sup>							
	PE	382		0,01933		67,83		
	PVC/Kunststoff sonst	0						
	VPE	232		0,00178		103,26		
	sonst	468		0,00545		39,79		
	Trafo							
	Alle	86		0,00022		32,60		
	Einbau <sup>3)</sup>							
	Gebäude	15		0,00013		23,74		
	Kompakt	0						
	Mast	22		0,00069		26,89		
	sonstige ONS	9		0,00008		55,42		
	ONS-Feld							
	Einbau <sup>3)</sup>							
	Gebäude	30		0,00007		83,78		
	Kompakt	10		0,00004		145,43		
	Mast	0						
	sonstige ONS	49		0,00016		1,90		
	UW/SA							
	SS-AB	28		0,00002		128,00		
	F-AA	46		0,00004		90,53		
	F-SS	35		0,00003		85,31		

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV kompensiert						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
EAS	Freileitung		2325	2890	0,02823	0,01848	12,90		
	Kabel	Alle	3720	4778	0,01090	0,01225	45,53		
		Papier/Masse	1894	2930	0,01817	0,01405	89,48		
		Öl <sup>2)</sup>							
		PE	447	335	0,02264	0,01947	56,42		
		PVC/Kunststoff sonst	14	15	0,01139	0,00726	24,08		
		VPE	336	259	0,00258	0,00405	69,45		
		sonst	1006		0,01172		18,88		
	Trafo	Alle	251	363	0,00064	0,00082	10,81		
		Einbau	5	13	0,00016	0,00032	5,51 <sup>3)</sup>		
		Gebäude	37	129	0,00031	0,00056	11,28		
		Kompakt	28	34	0,00028	0,00034	4,86		
		Mast	85	112	0,00271	0,00171	2,47		
		sonstige ONS	29	27	0,00025	0,00450	1,81		
	ONS-Feld	Einbau	8	14	0,00008	0,00010	2,07 <sup>3)</sup>		
		Gebäude	53	119	0,00013	0,00014	44,67		
		Kompakt	25	41	0,00009	0,00014	62,68		
		Mast	37	129	0,00076	0,00171	2,40		
		sonstige ONS	46	27	0,00015	0,00127	4,63		
	UW/SA	SS-AB	89	110	0,00007	0,00008	40,97		
		LS	16	16	0,00018	0,00033	7,11		
		TR-AA	89	119	0,00008	0,00125	43,16		
		TR-SS	30	102	0,00003	0,00107	40,02		
EAS - kurz	Freileitung		1908		0,02317		2,09		
	Kabel	Alle	1094		0,00321		2,36		
		Papier/Masse	1360		0,01305		26,49		
		Öl <sup>2)</sup>							
		PE	74		0,00376		2,14		
		PVC/Kunststoff sonst	1		0,00117		0,21		
		VPE	129		0,00099		5,11		
		sonst	558		0,00650		1,41		
	Trafo	Alle	182		0,00046		1,86		
		Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude	21		0,00017		2,77		
		Kompakt	28		0,00028		4,86		
		Mast	85		0,00271		2,47		
		sonstige ONS	29		0,00025		1,81		
	ONS-Feld	Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude	27		0,00006		3,08		
		Kompakt	16		0,00005		1,12		
		Mast	37		0,00076		2,40		
		sonstige ONS	39		0,00012		1,29		
	UW/SA	SS-AB	62		0,00005		3,30		
		LS	4		0,00005		0,14		
		TR-AA	59		0,00006		1,52		
		TR-SS	30		0,00003		40,02		
EAS - lang	Freileitung		417		0,00507		62,36		
	Kabel	Alle	2626		0,00770		63,51		
		Papier/Masse	534		0,00512		250,10		
		Öl <sup>2)</sup>							
		PE	373		0,01887		67,24		
		PVC/Kunststoff sonst	13		0,01022		26,80		
		VPE	207		0,00159		109,58		
		sonst	448		0,00522		40,63		
	Trafo	Alle	69		0,00017		34,60		
		Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude	16		0,00013		22,48		
		Kompakt	0						
		Mast	0						
		sonstige ONS	0						
	ONS-Feld	Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude	26		0,00006		87,73		
		Kompakt	9		0,00003		166,05		
		Mast	0						
		sonstige ONS	7		0,00002		23,68		
	UW/SA	SS-AB	27		0,00002		127,64		
		LS	12		0,00013		9,59		
		TR-AA	30		0,00003		126,59		
		TR-SS	0						

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV kompensiert							
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001	
UHA	Freileitung		226	783	0,00274	0,00501	2,61			
	Kabel	Alle	127	107	0,00037	0,00027	22,39			
		Papier/Masse	40	43	0,00038	0,00021	24,04			
		Öl	<sup>2)</sup>							
		PE	17	6	0,00086	0,00035	26,04			
		PVC/Kunststoff sonst	1	1	0,00081	0,00048	0,42			
		VPE	36	8	0,00028	0,00013	30,06			
		sonst	32		0,00037		7,70			
	Trafo	Alle	38	29	0,00010	0,00007	4,02			
		Einbau	0	0						
		Gebäude	4	5	0,00003	0,00002	5,46			
		Kompakt	6	4	0,00006	0,00004	0,95			
		Mast	17	16	0,00054	0,00024	4,32			
		sonstige ONS	6	1	0,00005	0,00017	2,50			
	ONS-Feld	Einbau	4	1	0,00004	0,00001	0,17			
		Gebäude	14	15	0,00003	0,00002	2,48			
		Kompakt	4	9	0,00001	0,00003	0,67			
		Mast	7	30	0,00014	0,00040	2,77			
		sonstige ONS	15	1	0,00005	0,00005	0,06			
	UW/SA	SS-AB	5	10	0,00000	0,00001	2,33			
		LS	11	2	0,00012	0,00004	0,02			
		TR-AA	28	13	0,00003	0,00014	0,60			
		TR-SS	10	13	0,00001	0,00014	2,50			
	VHA	Freileitung		358	502	0,00435	0,00321	2,61		
		Kabel	Alle	225	2393	0,00066	0,00613	15,76		
Papier/Masse			45	1061	0,00043	0,00509	27,64			
Öl			<sup>2)</sup>							
PE			32	364	0,00162	0,02116	3,96			
PVC/Kunststoff sonst			3	32	0,00244	0,01548	12,77			
VPE			62	395	0,00048	0,00617	6,33			
sonst			83		0,00097		21,31			
Trafo		Alle	75	153	0,00019	0,00035	4,31			
		Einbau	2	2	0,00006	0,00005	1,15			
		Gebäude	16	46	0,00013	0,00020	33,02			
		Kompakt	13	7	0,00013	0,00007	4,24			
		Mast	31	84	0,00099	0,00128	2,63			
		sonstige ONS	4	7	0,00003	0,00117	0,81			
ONS-Feld		Einbau	1	6	0,00001	0,00040	0,67			
		Gebäude	23	62	0,00006	0,00007	1,15			
		Kompakt	8	15	0,00003	0,00005	1,85			
		Mast	16	70	0,00033	0,00093	1,80			
		sonstige ONS	15	11	0,00005	0,00052	1,62			
UW/SA		SS-AB	12	22	0,00001	0,00002	1,73			
		F-AA	32	98	0,00003	0,00223	1,72			
		F-SS	52	76	0,00004	0,00173	1,83			
		LS	15	13	0,00017	0,00027	3,55			
		TR-AA	24	85	0,00002	0,00089	1,33			
		TR-SS	26	76	0,00002	0,00080	1,31			

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund von geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV kompensiert							
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001	
E1P	Freileitung		321	789	0,00390	0,00504	5,51			
	Kabel	Alle	2052	3521	0,00601	0,00902	31,55			
		Papier/Masse	778	1973	0,00746	0,00946	43,53			
		Öl <sup>2)</sup>								
		PE	614	451	0,03109	0,02621	34,48			
		PVC/Kunststoff sonst	10	32	0,00814	0,01548	31,47			
		VPE	273	368	0,00210	0,00575	23,33			
		sonst	370		0,00431		12,18			
	Trafo	Alle	59	108	0,00015	0,00025	8,80			
		Einbau	0	3		0,00007				
		Gebäude	12	40	0,00010	0,00017	13,35			
		Kompakt	7	8	0,00007	0,00008	8,15			
		Mast	29	46	0,00093	0,00070	6,62			
		sonstige ONS	5	4	0,00004	0,00067	4,14			
	ONS-Feld	Einbau	0	3		0,00002				
		Gebäude	3	40	0,00001	0,00005	6,17			
		Kompakt	2	6	0,00001	0,00002	1,30			
		Mast	11	80	0,00023	0,00106	3,07			
	UW/SA	sonstige ONS	14	3	0,00004	0,00014	3,09			
		SS-AB	14	39	0,00001	0,00003	5,13			
		F-AA	21	42	0,00002	0,00095	3,70			
		F-SS	13	41	0,00001	0,00093	4,21			
		LS	3	4	0,00003	0,00008	2,26			
TR-AA		15	42	0,00001	0,00044	3,60				
MEM	Freileitung	TR-SS	6	37	0,00001	0,00039	4,39			
		Alle	52	180			3,76	0,00100	0,00160	
		Kabel	Alle	624	686			41,38	0,00280	0,00240
			Papier/Masse	317	268			48,79	0,00470	0,00130
			Öl <sup>2)</sup>							
			PE	154	170			40,64	0,01200	0,01030
			PVC/Kunststoff sonst	2	3			10,62	0,00250	0,00150
	VPE		71	58			48,35	0,00080	0,00090	
	sonst		80				13,09	0,00140		
	Trafo	Alle	7	13			10,80	0,00000	0,00000	
		Einbau	0	1					0,00000	
		Gebäude	1	1			19,62	0,00000	0,00000	
		Kompakt	0	1					0,00000	
		Mast	3	9			5,74	0,00010	0,00010	
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	1	3			<sup>2)</sup>	0,00000	0,00000	
		Gebäude	6	14			142,39	0,00000	0,00000	
		Kompakt	1	3			287,07	0,00000	0,00000	
		Mast	1	34			1,62	0,00000	0,00040	
		sonstige ONS	6	1			5,31	0,00000	0,00010	
	UW/SA	SS-AB	7	22			3,44	0,00000	0,00000	
		F-AA	8	59			142,92	0,00000	0,00043	
		F-SS	7	118			9,67	0,00000	0,00099	
LS		1	59			169,92	0,00000	0,00050		
TR-AA		5	59			10,77	0,00000	0,00020		
TR-SS		4	59			3,70	0,00000	0,00020		
COM	Freileitung		14		0,00488		3,12			
SUE			12				0,00151			
SVS			6	57			0,00075	0,00461		
LVS			7				0,00088			
SPS			52		0,00059					

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund von geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV niederohmige Erdung							
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001	
UNE	Freileitung		109	92	0,04348	0,09910	11,64			
	Kabel	Alle	5281	3435	0,03447	0,03235	42,43			
		Papier/Masse	3044	1400	0,02976	0,03153	46,63			
		Öl <sup>2)</sup>								
		PE	1313	144	0,11934	0,02918	42,11			
		PVC/Kunststoff sonst	9	18	0,01174	3,17788	47,72 <sup>3)</sup>			
		VPE	472	180	0,01533	0,03421	34,10			
		sonst	425		0,05076		30,98			
	Trafo	Alle	311	315	0,00226	0,00288	52,99			
		Einbau	71	28	0,00142	0,00063	109,81			
		Gebäude	98	145	0,00181	0,00383	22,93			
		Kompakt	37	13	0,00178	0,00130	66,51			
		Mast	3	37	0,00240	0,03339	2,87 <sup>3)</sup>			
		sonstige ONS	7	68	0,00062	0,40154	3,32 <sup>3)</sup>			
	ONS-Feld	Einbau	72	9	0,00038	0,00006	50,80			
		Gebäude	113	54	0,00061	0,00041	40,85			
		Kompakt	19	2	0,00031	0,00006	52,46			
		Mast	1	5	0,00065	0,00450	61,90 <sup>3)</sup>			
		sonstige ONS	8	15	0,00020	0,02887	31,24 <sup>3)</sup>			
	UW/SA	SS-AB	83	50	0,00015	0,00011	49,47			
		F-AA	135	32	0,00024	0,00052	36,26			
		F-SS	195	35	0,00035	0,00095	47,70			
	UNE - kurz	Freileitung		75		0,02981		1,77		
		Kabel	Alle	5281		0,03447		42,43		
			Papier/Masse	3044		0,02976		46,63		
			Öl <sup>2)</sup>							
			PE	1313		0,11934		42,11		
PVC/Kunststoff sonst										
VPE			2		0,00007		3,56			
sonst			61		0,00729		1,14			
Trafo		Alle	149		0,00109		2,80			
		Einbau	31		0,00062		3,41			
		Gebäude	98		0,00181		22,93			
		Kompakt	15		0,00074		1,74			
		Mast <sup>3)</sup>								
		sonstige ONS <sup>3)</sup>								
ONS-Feld		Einbau	49		0,00026		4,11			
		Gebäude	54		0,00029		3,89			
		Kompakt	11		0,00017		3,48			
		Mast <sup>3)</sup>								
		sonstige ONS <sup>3)</sup>								
UW/SA		SS-AB	37		0,00007		2,67			
		F-AA	65		0,00012		2,44			
		F-SS	115		0,00021		3,85			
UNE - lang		Freileitung		34		0,01367		33,16		
		Kabel	Alle	0						
			Papier/Masse	0						
			Öl <sup>2)</sup>							
			PE	0						
	PVC/Kunststoff sonst									
	VPE		470		0,01526		34,24			
	sonst		364		0,04347		35,98			
	Trafo	Alle	162		0,00117		99,42			
		Einbau	40		0,00080		192,40			
		Gebäude	0							
		Kompakt	22		0,00105		112,11			
		Mast <sup>3)</sup>								
		sonstige ONS <sup>3)</sup>								
	ONS-Feld	Einbau	23		0,00012		152,31			
		Gebäude	59		0,00032		74,83			
		Kompakt	8		0,00014		113,51			
		Mast <sup>3)</sup>								
		sonstige ONS <sup>3)</sup>								
	UW/SA	SS-AB	46		0,00008		87,52			
		F-AA	70		0,00013		67,23			
		F-SS	80		0,00015		110,21			

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV niederohmige Erdung					
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		p <sup>1)</sup>	
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001
EAS	Freileitung		101	83	0,04029	0,08940	11,53	
	Kabel	Alle	4935	3417	0,03221	0,03218	44,17	
		Papier/Masse	2891	1396	0,02826	0,03144	48,17	
		Öl <sup>2)</sup>						
		PE	1196	144	0,10870	0,02918	44,51	
		PVC/Kunststoff sonst	8	18	0,01044	3,17788	44,71 <sup>3)</sup>	
		VPE	412	179	0,01338	0,03402	38,23	
		sonst	410		0,04897		30,91	
		Trafo	Alle	252	307	0,00183	0,00281	48,03
	Einbau	48	26	0,00096	0,00059	109,88		
	Gebäude	80	143	0,00148	0,00377	25,03		
	Kompakt	37	13	0,00178	0,00130	66,51		
	Mast	3	35	0,00240	0,03159	2,87 <sup>3)</sup>		
	sonstige ONS	7	68	0,00062	0,40154	3,32 <sup>3)</sup>		
	ONS-Feld	Einbau	17	9	0,00009	0,00006	112,67	
	Gebäude	33	52	0,00018	0,00039	65,56		
	Kompakt	10	2	0,00016	0,00006	6,06 <sup>3)</sup>		
	Mast	1	5	0,00065	0,00450	61,90 <sup>3)</sup>		
	sonstige ONS	6	14	0,00015	0,02694	32,94 <sup>3)</sup>		
	UW/SA	SS-AB	75	49	0,00014	0,00011	45,29	
	LS	30	8	0,00034	0,00028	33,17		
	TR-AA	39	31	0,00007	0,00076	30,71		
	TR-SS	21	27	0,00004	0,00066	71,69		
EAS - kurz	Freileitung		69		0,02753		1,68	
	Kabel	Alle	4935		0,03221		44,17	
		Papier/Masse	2891		0,02826		48,17	
		Öl <sup>2)</sup>						
		PE	1196		0,10870		44,51	
		PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>					
		VPE	412		0,01338		38,23	
		sonst	61		0,00726		1,12	
		Trafo	Alle	118		0,00086		2,71
	Einbau	20		0,00039		2,83		
	Gebäude	32		0,00059		3,37		
	Kompakt	15		0,00074		1,74		
	Mast	<sup>3)</sup>						
	sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	ONS-Feld	Einbau	12		0,00006		12,31	
	Gebäude	20		0,00011		19,97		
	Kompakt	<sup>3)</sup>						
	Mast	<sup>3)</sup>						
	sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	UW/SA	SS-AB	37		0,00007		2,76	
	LS	30		0,00034		33,17		
	TR-AA	15		0,00003		1,10		
	TR-SS	13		0,00003		21,02		
EAS - lang	Freileitung		32		0,01276		32,78	
	Kabel	Alle	0					
		Papier/Masse	0					
		Öl <sup>2)</sup>						
		PE	0					
		PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>					
		VPE	0					
		sonst	349		0,04171		36,09	
		Trafo	Alle	134		0,00098		87,68
	Einbau	28		0,00057		183,77		
	Gebäude	48		0,00089		39,31		
	Kompakt	22		0,00105		112,11		
	Mast	<sup>3)</sup>						
	sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	ONS-Feld	Einbau	5		0,00003		369,76	
	Gebäude	13		0,00007		140,11		
	Kompakt	<sup>3)</sup>						
	Mast	<sup>3)</sup>						
	sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	UW/SA	SS-AB	38		0,00007		85,86	
	LS	0						
	TR-AA	24		0,00005		49,13		
	TR-SS	8		0,00002		156,06		

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		10 kV niederohmige Erdung						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
UHA	Freileitung		8	9	0,00319	0,00969	4,18		
	Kabel	Alle	346	18	0,00226	0,00017	15,84		
		Papier/Masse	153	4	0,00150	0,00009	17,15		
		Öl <sup>2)</sup>							
		PE	117	0	0,01063		15,74		
		PVC/Kunststoff sonst	1	0	0,00130		47,32		
		VPE	60	1	0,00195	0,00019	9,16		
		sonst	15		0,00179		28,93		
	Trafo	Alle	59	8	0,00043	0,00007	14,64		
		Einbau	23	2	0,00046	0,00005	19,47		
		Gebäude	18	2	0,00033	0,00005	5,76		
		Kompakt	0	0					
		Mast	0	2		0,00181			
	sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	55	0	0,00029		5,81		
		Gebäude	80	2	0,00043	0,00002	12,11		
		Kompakt	9	0	0,00015		20,60		
		Mast	0	0					
	UW/SA	sonstige ONS	2	1	0,00005	0,00193	1,15		
		SS-AB	8	1	0,00001	0,00000	64,54		
		LS	126	1	0,00143	0,00004	7,29		
		TR-AA	85	0	0,00016		13,57		
			TR-SS	12	0	0,00002		5,06	
VHA	Freileitung		6	8	0,00239	0,00862	3,01		
	Kabel	Alle	161	266	0,00105	0,00251	16,00		
		Papier/Masse	62	88	0,00061	0,00198	24,06		
		Öl <sup>2)</sup>							
		PE	50	43	0,00454	0,00871	9,55		
		PVC/Kunststoff sonst	1	1	0,00130	0,17655	3,12		
		VPE	19	25	0,00062	0,00475	12,78		
		sonst	29		0,00346		17,52		
	Trafo	Alle	17	13	0,00012	0,00012	8,29		
		Einbau	9	4	0,00018	0,00009	5,57		
		Gebäude	5	5	0,00009	0,00013	11,77		
		Kompakt	0	0					
		Mast	1	0	0,00080		1,62		
	sonstige ONS	0	3		0,01772				
	ONS-Feld	Einbau	23	0	0,00012		7,36		
		Gebäude	41	9	0,00022	0,00007	23,03		
		Kompakt	5	0	0,00008		1,33		
		Mast	0	1		0,00090			
	UW/SA	sonstige ONS	3	2	0,00008	0,00385	2,15		
		SS-AB	5	3	0,00001	0,00001	94,44		
		F-AA	54	11	0,00010	0,00018	7,17		
		F-SS	69	8	0,00012	0,00013	15,43		
		LS	52	2	0,00059	0,00007	5,77		
TR-AA		52	9	0,00010	0,00022	5,93			
		TR-SS	16	8	0,00003	0,00020	77,26		
COM	Freileitung		0						
SUE			11				0,00197		
SVS			1	22			0,00018	0,00501	
LVS			0						
SPS			28		0,00032				

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		20 kV kompensiert							
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001	
UNE	Freileitung		17999	16919	0,02777	0,02926	10,72			
	Kabel	Alle	6732	6228	0,00666	0,01195	28,33			
		Papier/Masse	1666	2242	0,01073	0,01491	45,95			
		Öl	86	52	0,01185	0,12573	19,74			
		PE	1375	1240	0,01549	0,03113	30,46			
		PVC/Kunststoff sonst	120	104	0,03286	0,29967	51,15			
		VPE	1819	1130	0,00293	0,00553	24,24			
		sonst	1665		0,01225		12,55			
	Trafo	Alle	2947	2407	0,00207	0,00293	5,14			
		Einbau	45	42	0,00117	0,00092	2,33			
		Gebäude	691	733	0,00125	0,00162	5,82			
		Kompakt	280	222	0,00070	0,00155	11,92			
		Mast	1399	1096	0,00695	0,00593	1,95			
		sonstige ONS	143	95	0,00068	0,00458	2,83			
	ONS-Feld	Einbau	25	46	0,00018	0,00032	2,83			
		Gebäude	635	1084	0,00036	0,00083	15,02			
		Kompakt	277	209	0,00024	0,00054	17,68			
		Mast	581	1075	0,00228	0,00437	2,10			
	UW/SA	sonstige ONS	266	78	0,00046	0,00152	2,60			
		SS-AB	399	653	0,00010	0,00023	13,89			
		F-AA	1213	484	0,00029	0,00265	9,71			
		F-SS	936	467	0,00022	0,00562	15,00			
	UNE - kurz	Freileitung		13861		0,02139		2,33		
		Kabel	Alle	3281		0,00324		3,41		
			Papier/Masse	606		0,00390		6,26		
			Öl	10		0,00131		1,32		
			PE	469		0,00528		3,38		
PVC/Kunststoff sonst			69		0,01882		1,42			
VPE			866		0,00140		3,72			
sonst			1129		0,00830		2,17			
Trafo		Alle	2406		0,00169		1,79			
		Einbau	45		0,00117		2,33			
		Gebäude	516		0,00094		2,07			
		Kompakt	189		0,00047		2,22			
		Mast	1399		0,00695		1,95			
		sonstige ONS	143		0,00068		2,83			
ONS-Feld		Einbau	8		0,00006		0,14			
		Gebäude	448		0,00026		1,54			
		Kompakt	181		0,00016		2,19			
		Mast	581		0,00228		2,10			
		sonstige ONS	266		0,00046		2,60			
UW/SA		SS-AB	253		0,00006		1,94			
		F-AA	928		0,00022		1,37			
		F-SS	761		0,00018		2,51			
UNE - lang		Freileitung		4138		0,00639		38,83		
		Kabel	Alle	3451		0,00341		52,02		
			Papier/Masse	1060		0,00683		68,62		
			Öl	76		0,01054		22,03		
			PE	906		0,01021		44,48		
	PVC/Kunststoff sonst		51		0,01404		117,81			
	VPE		953		0,00154		42,91			
	sonst		536		0,00394		34,38			
	Trafo	Alle	541		0,00038		20,00			
		Einbau	0							
		Gebäude	175		0,00032		16,87			
		Kompakt	91		0,00023		31,95			
		Mast	0							
		sonstige ONS	0							
	ONS-Feld	Einbau	17		0,00012		4,07			
		Gebäude	187		0,00011		47,23			
		Kompakt	96		0,00008		46,85			
		Mast	0							
		sonstige ONS	0							
	UW/SA	SS-AB	146		0,00004		34,60			
		F-AA	285		0,00007		36,83			
		F-SS	175		0,00004		69,17			

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente	20 kV kompensiert						
		N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
		2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
EAS	Freileitung	16612	14841	0,02563	0,02567	10,28		
	Kabel							
	Alle	6391	5911	0,00632	0,01135	27,51		
	Papier/Masse	1571	2165	0,01012	0,01440	40,22		
	Öl	83	48	0,01143	0,11606	19,48		
	PE	1309	1196	0,01474	0,03002	31,28		
	PVC/Kunststoff sonst	120	99	0,03286	0,28526	51,15		
	VPE	1679	1076	0,00271	0,00526	24,05		
	sonst	1629		0,01198		11,95		
	Trafo							
	Alle	2684	2280	0,00188	0,00277	5,15		
	Einbau	43	39	0,00112	0,00086	2,22		
	Gebäude	636	693	0,00115	0,00153	5,79		
	Kompakt	249	212	0,00062	0,00148	13,12		
	Mast	1270	1036	0,00631	0,00560	1,95		
	sonstige ONS	136	92	0,00065	0,00443	2,78		
	ONS-Feld							
	Einbau	17	44	0,00012	0,00030	3,69		
	Gebäude	522	1018	0,00030	0,00078	14,56		
	Kompakt	220	199	0,00019	0,00051	19,18		
	Mast	485	970	0,00190	0,00394	2,22		
	sonstige ONS	224	74	0,00039	0,00145	2,65		
	UW/SA							
SS-AB	369	599	0,00009	0,00021	13,62			
LS	170	103	0,00054	0,00204	14,13			
TR-AA	811	420	0,00021	0,00413	8,82			
TR-SS	249	364	0,00007	0,00358	21,16			
EAS - kurz	Freileitung	12736		0,01965		2,36		
	Kabel							
	Alle	3085		0,00305		3,33		
	Papier/Masse	414		0,00267		2,80		
	Öl	9		0,00119		1,39		
	PE	467		0,00526		3,61		
	PVC/Kunststoff sonst	69		0,01882		1,42		
	VPE	784		0,00126		3,79		
	sonst	1098		0,00808		2,13		
	Trafo							
	Alle	2193		0,00154		1,80		
	Einbau	43		0,00112		2,22		
	Gebäude	469		0,00085		2,06		
	Kompakt	163		0,00041		2,13		
	Mast	1270		0,00631		1,95		
	sonstige ONS	136		0,00065		2,78		
	ONS-Feld							
	Einbau	17		0,00012		3,69		
	Gebäude	370		0,00021		1,71		
	Kompakt	149		0,00013		2,49		
	Mast	485		0,00190		2,22		
	sonstige ONS	224		0,00039		2,65		
	UW/SA							
SS-AB	236		0,00006		1,95			
LS	113		0,00036		1,08			
TR-AA	633		0,00017		1,38			
TR-SS	179		0,00005		2,70			
EAS - lang	Freileitung	3876		0,00598		36,31		
	Kabel							
	Alle	3306		0,00327		50,07		
	Papier/Masse	1157		0,00745		53,61		
	Öl	74		0,01024		21,59		
	PE	842		0,00948		46,63		
	PVC/Kunststoff sonst	51		0,01404		117,81		
	VPE	895		0,00144		41,81		
	sonst	531		0,00390		32,26		
	Trafo							
	Alle	491		0,00034		20,11		
	Einbau	0						
	Gebäude	167		0,00030		16,24		
	Kompakt	86		0,00022		33,87		
	Mast	0						
	sonstige ONS	0						
	ONS-Feld							
	Einbau	0						
	Gebäude	152		0,00009		45,83		
	Kompakt	71		0,00006		54,23		
	Mast	0						
	sonstige ONS	0						
	UW/SA							
SS-AB	133		0,00003		34,39			
LS	57		0,00018		39,70			
TR-AA	178		0,00005		35,31			
TR-SS	70		0,00002		68,15			

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
**Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten**

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		20 kV kompensiert						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
UHA	Freileitung		1387	2078	0,00214	0,00359	2,70		
	Kabel	Alle	341	317	0,00034	0,00061	20,40		
		Papier/Masse	95	77	0,00061	0,00051	62,44		
		Öl	3	4	0,00041	0,00967	21,46		
		PE	66	44	0,00074	0,00111	19,69		
		PVC/Kunststoff sonst	0	5		0,01441			
		VPE	140	54	0,00023	0,00026	7,98		
		sonst	36		0,00027		8,12		
	Trafo	Alle	263	127	0,00018	0,00015	2,40		
		Einbau	2	3	0,00005	0,00007	3,12		
		Gebäude	55	40	0,00010	0,00009	2,78		
		Kompakt	31	10	0,00008	0,00007	3,31		
		Mast	129	60	0,00064	0,00032	1,61		
		sonstige ONS	7	3	0,00003	0,00014	2,79		
	ONS-Feld	Einbau	8	2	0,00006	0,00001	0,71		
		Gebäude	113	66	0,00006	0,00005	1,70		
		Kompakt	57	10	0,00005	0,00003	3,28		
		Mast	96	105	0,00038	0,00043	1,56		
		sonstige ONS	42	4	0,00007	0,00008	2,07		
	UW/SA	SS-AB	30	54	0,00001	0,00002	4,70		
		LS	55	4	0,00017	0,00008	2,10		
		TR-AA	246	31	0,00007	0,00031	2,04		
		TR-SS	55	29	0,00001	0,00029	2,20		
VHA	Freileitung		2993	1812	0,00462	0,00313	2,54		
	Kabel	Alle	744	4099	0,00074	0,00787	14,87		
		Papier/Masse	110	1340	0,00071	0,00891	27,82		
		Öl	7	75	0,00096	0,18134	6,30		
		PE	135	856	0,00152	0,02149	12,11		
		PVC/Kunststoff sonst	10	61	0,00274	0,17577	17,39		
		VPE	375	925	0,00060	0,00453	8,57		
		sonst	107		0,00079		16,27		
	Trafo	Alle	518	377	0,00036	0,00046	2,49		
		Einbau	7	7	0,00018	0,00015	2,71		
		Gebäude	73	93	0,00013	0,00021	3,73		
		Kompakt	64	46	0,00016	0,00032	3,96		
		Mast	288	179	0,00143	0,00097	1,71		
		sonstige ONS	23	21	0,00011	0,00101	4,46		
	ONS-Feld	Einbau	14	7	0,00010	0,00005	3,14		
		Gebäude	267	186	0,00015	0,00014	4,48		
		Kompakt	99	41	0,00009	0,00011	3,72		
		Mast	141	202	0,00055	0,00082	1,45		
		sonstige ONS	63	17	0,00011	0,00033	2,18		
	UW/SA	SS-AB	66	57	0,00002	0,00002	2,81		
		F-AA	303	199	0,00007	0,00109	2,17		
		F-SS	347	150	0,00008	0,00082	3,43		
LS		45	26	0,00014	0,00052	2,83			
TR-AA		278	173	0,00007	0,00170	2,17			
TR-SS		238	150	0,00006	0,00148	4,21			

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund von geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		20 kV kompensiert							
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001	
E1P	Freileitung		2499	2617	0,00386	0,00453	6,50			
	Kabel	Alle	6204	6804	0,00613	0,01306	32,55			
		Papier/Masse	1693	2409	0,01090	0,01602	55,34			
		Öl	87	124	0,01198	0,29981	27,45			
		PE	1487	1335	0,01675	0,03351	35,22			
		PVC/Kunststoff sonst	92	93	0,02519	0,26797	38,77			
		VPE	1649	1454	0,00266	0,00711	28,55			
		sonst	1196		0,00880		14,22			
	Trafo	Alle	154	416	0,00011	0,00051	5,43			
		Einbau	2	6	0,00005	0,00013	2,00			
		Gebäude	26	825	0,00005	0,00018	7,00			
		Kompakt	34	30	0,00009	0,00021	10,34			
		Mast	46	263	0,00023	0,00142	3,59			
		sonstige ONS	20	14	0,00010	0,00067	3,86			
	ONS-Feld	Einbau	6	8	0,00004	0,00006	129,42			
		Gebäude	64	205	0,00004	0,00016	19,21			
		Kompakt	32	43	0,00003	0,00011	21,72			
		Mast	53	190	0,00021	0,00077	2,50			
	UW/SA	sonstige ONS	27	13	0,00005	0,00025	8,58			
		SS-AB	56	79	0,00001	0,00003	8,54			
		F-AA	138	101	0,00003	0,00055	4,99			
		F-SS	78	79	0,00002	0,00043	17,46			
		LS	20	13	0,00006	0,00026	23,59			
		TR-AA	88	101	0,00002	0,00099	4,01			
	MEM	Freileitung	TR-SS	40	66	0,00001	0,00065	9,93		
			Alle	499	576			6,39	0,00070	0,00070
			Kabel	Alle	2100	2114			37,11	0,00190
Papier/Masse				739	464			47,75	0,00430	0,00180
Öl				28	25			60,65	0,00350	0,03430
PE				435	279			32,27	0,00450	0,00040
PVC/Kunststoff sonst				16	19			15,15	0,00400	0,31100
VPE		593		715			38,42	0,00090	0,00200	
sonst		289					21,07	0,00190		
Trafo		Alle	31	46			10,81	0,00000	0,00000	
		Einbau	0	0						
		Gebäude	7	9			9,92	0,00000	0,00000	
		Kompakt	8	7			13,96	0,00000	0,00000	
		Mast	10	19			12,81	0,00000	0,00010	
		sonstige ONS	2	6			1,86	0,00000	0,00020	
ONS-Feld		Einbau	3	4			2,02	0,00000	0,00000	
		Gebäude	42	125			23,45	0,00000	0,00010	
		Kompakt	24	16			45,20	0,00000	0,00000	
		Mast	17	98			7,11	0,00010	0,00020	
		sonstige ONS	12	11			16,09	0,00000	0,00010	
UW/SA		Einbau	3	4			2,02	0,00000	0,00000	
		SS-AB	27	33			25,50	0,00000	0,00000	
		F-AA	60	291			26,10	0,00000	0,00022	
		F-SS	64	582			18,44	0,00000	0,00047	
		LS	10	291			11,59	0,00000	0,00090	
		TR-AA	38	291			25,54	0,00000	0,00040	
COM		Freileitung	TR-SS	22	291			50,62	0,00000	0,00040
	Alle		124		0,00215		23,30			
	SUE			67				0,00198		
	SVS			51	182			0,00150	0,00511	
	LVS			30				0,00088		
	SPS			180		0,00057				

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		20 kV niederohmige Erdung						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	
UNE	Freileitung		38	32	0,00878	0,21491	2,55		
	Kabel	Alle	391	547	0,01121	0,01971	28,07		
		Papier/Masse	121	250	0,02001	0,04924	48,45		
		Öl <sup>2)</sup>		0					
		PE	45	42	0,05226	0,09054	24,12		
		PVC/Kunststoff sonst <sup>3)</sup>	0	0					
		VPE	130	113	0,00504	0,00777	23,98		
		sonst	95		0,04334		8,48		
	Trafo	Alle	43	51	0,00139	0,00165	22,04		
		Einbau <sup>3)</sup>	3	2	0,00207	0,00100	19,31 <sup>3)</sup>		
		Gebäude <sup>3)</sup>	8	14	0,00097	0,00192	3,97 <sup>3)</sup>		
		Kompakt <sup>3)</sup>	23	22	0,00101	0,00110	23,26		
		Mast <sup>3)</sup>	1	4	0,00103	0,04621	1,20 <sup>3)</sup>		
		sonstige ONS <sup>3)</sup>	2	1	0,00033	0,00117	0,90 <sup>3)</sup>		
	ONS-Feld	Einbau <sup>3)</sup>	6	5	0,00107	0,00078	3,60 <sup>3)</sup>		
		Gebäude <sup>3)</sup>	9	53	0,00033	0,00215	59,71 <sup>3)</sup>		
		Kompakt <sup>3)</sup>	23	16	0,00033	0,00025	16,02		
		Mast <sup>3)</sup>	0	1		0,01458			
	UW/SA	sonstige ONS <sup>3)</sup>	6	0	0,00030		4,51 <sup>3)</sup>		
		SS-AB	16	23	0,00012	0,00022	32,51		
		F-AA	40	22	0,00029	0,00614	16,18		
		F-SS	13	20	0,00009	0,00596	43,63		
		UNE - kurz		38		0,00878		2,55	
	UNE - kurz	Freileitung		38		0,00878		2,55	
		Kabel	Alle	172		0,00493		3,81	
			Papier/Masse	121		0,02001		48,45	
			Öl <sup>2)</sup>						
PE			45		0,05226		24,12		
PVC/Kunststoff sonst <sup>3)</sup>									
VPE			89		0,00345		6,36		
sonst			77		0,03497		1,60		
Trafo		Alle	17		0,00057		3,63		
		Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude <sup>3)</sup>							
		Kompakt <sup>3)</sup>	6		0,00024		7,10		
		Mast <sup>3)</sup>							
ONS-Feld		sonstige ONS <sup>3)</sup>							
		Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude <sup>3)</sup>							
		Kompakt <sup>3)</sup>	6		0,00009		0,10		
UW/SA		Mast <sup>3)</sup>							
		sonstige ONS <sup>3)</sup>							
		SS-AB	9		0,00007		0,73		
		F-AA	13		0,00010		0,13		
		F-SS	2		0,00001		2,16		
UNE - lang		0							
UNE - lang		Freileitung		0					
		Kabel	Alle	219		0,00629		47,09	
			Papier/Masse	0					
			Öl <sup>2)</sup>						
	PE		0						
	PVC/Kunststoff sonst <sup>3)</sup>								
	VPE		41		0,00159		62,27		
	sonst		18		0,00838		37,21		
	Trafo	Alle	26		0,00083		34,60		
		Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude <sup>3)</sup>							
		Kompakt <sup>3)</sup>	17		0,00077		28,37		
		Mast <sup>3)</sup>							
	ONS-Feld	sonstige ONS <sup>3)</sup>							
		Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude <sup>3)</sup>							
		Kompakt <sup>3)</sup>	17		0,00024		22,08		
	UW/SA	Mast <sup>3)</sup>							
		sonstige ONS <sup>3)</sup>							
		SS-AB	7		0,00005		77,49		
		F-AA	27		0,00020		24,03		
		F-SS	11		0,00008		50,50		

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		20 kV niederohmige Erdung						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	
EAS	Freileitung		37	31	0,00855	0,20819	2,58		
	Kabel	Alle	377	546	0,01081	0,01967	27,86		
		Papier/Masse	114	250	0,01885	0,04924	47,80		
		Öl <sup>2)</sup>		0					
		PE	43	42	0,04993	0,09054	51,58		
		PVC/Kunststoff sonst	0	0					
		VPE	126	113	0,00489	0,00777	24,74		
	sonst	94		0,04289		8,59			
	Trafo	Alle	41	51	0,00133	0,00165	22,28		
		Einbau	2	2	0,00138	0,00100	11,70 <sup>3)</sup>		
		Gebäude	8	14	0,00097	0,00192	3,97 <sup>3)</sup>		
		Kompakt	23	22	0,00101	0,00110	23,26		
		Mast	1	4	0,00103	0,04621	1,20 <sup>3)</sup>		
		sonstige ONS	2	1	0,00033	0,00117	0,90 <sup>3)</sup>		
	ONS-Feld	Einbau	6	5	0,00107	0,00078	3,60 <sup>3)</sup>		
		Gebäude	8	52	0,00029	0,00211	59,71 <sup>3)</sup>		
		Kompakt	17	16	0,00025	0,00025	20,20		
		Mast	0	1		0,01458			
	sonstige ONS	6	0	0,00030		4,51 <sup>3)</sup>			
	UW/SA	SS-AB	15	23	0,00011	0,00022	29,40		
		LS	3	4	0,00026	0,00143	44,80 <sup>3)</sup>		
		TR-AA	25	20	0,00020	0,00566	18,37		
		TR-SS	4	16	0,00003	0,00453	22,82 <sup>3)</sup>		
	EAS - kurz	Freileitung		37		0,00855		2,58	
		Kabel	Alle	169		0,00484		3,81	
			Papier/Masse	114		0,01885		47,80	
			Öl <sup>2)</sup>						
			PE	31		0,03565		11,79	
			PVC/Kunststoff sonst						
			VPE	88		0,00341		6,39	
		sonst	76		0,03456		1,57		
		Trafo	Alle	19		0,00060		3,73	
			Einbau <sup>3)</sup>						
Gebäude <sup>3)</sup>									
Kompakt <sup>3)</sup>			6		0,00024		7,10		
Mast <sup>3)</sup>									
sonstige ONS <sup>3)</sup>									
ONS-Feld		Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude <sup>3)</sup>							
		Kompakt <sup>3)</sup>	1		0,00002		0,09		
		Mast <sup>3)</sup>							
sonstige ONS <sup>3)</sup>									
UW/SA		SS-AB	10		0,00007		0,75		
		LS <sup>3)</sup>							
		TR-AA	5		0,00004		0,54		
		TR-SS <sup>3)</sup>							
EAS - lang		Freileitung		0					
		Kabel	Alle	208		0,00597		47,37	
			Papier/Masse	0					
			Öl <sup>2)</sup>						
	PE		12		0,01429		150,87		
	PVC/Kunststoff sonst								
	VPE		38		0,00148		66,97		
	sonst	18		0,00833		37,76			
	Trafo	Alle	22		0,00073		37,61		
		Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude <sup>3)</sup>							
		Kompakt <sup>3)</sup>	17		0,00077		28,37		
		Mast <sup>3)</sup>							
	sonstige ONS <sup>3)</sup>								
	ONS-Feld	Einbau <sup>3)</sup>							
		Gebäude <sup>3)</sup>							
		Kompakt <sup>3)</sup>	16		0,00023		21,89		
		Mast <sup>3)</sup>							
	sonstige ONS <sup>3)</sup>								
	UW/SA	SS-AB	5		0,00004		79,10		
		LS <sup>3)</sup>							
		TR-AA	20		0,00016		23,22		
		TR-SS <sup>3)</sup>							

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		20 kV niederohmige Erdung						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
UHA	Freileitung		1	1	0,00023	0,00672	1,85		
	Kabel	Alle	14	1	0,00040	0,00004	26,27		
		Papier/Masse	7	0	0,00116		46,81		
		Öl	<sup>2)</sup>	0					
		PE	2	0	0,00232		5,50		
		PVC/Kunststoff sonst	0	0					
		VPE	4	0	0,00016		9,65		
		sonst	1		0,00046		3,57		
	Trafo	Alle	2	0	0,00007		13,82		
		Einbau	1	0	0,00069		38,82		
		Gebäude	0	0					
		Kompakt	0	0					
		Mast	0	0					
		sonstige ONS	0	0					
	ONS-Feld	Einbau	0	0					
		Gebäude	1	1	0,00004	0,00004	<sup>2)</sup>		
		Kompakt	6	0	0,00009		0,07		
		Mast	0	0					
		sonstige ONS	0	0					
	UW/SA	SS-AB	1	0	0,00001		64,82		
		LS	1	0	0,00009		26,17		
TR-AA		7	2	0,00006	0,00057	0,04			
TR-SS		1	0	0,00001		<sup>2)</sup>			
VHA	Freileitung		3	0	0,00069		0,02		
	Kabel	Alle	19	34	0,00055	0,00123	11,73		
		Papier/Masse	3	11	0,00050	0,00217	21,45		
		Öl	<sup>2)</sup>	0					
		PE	3	5	0,00348	0,01078	6,67		
		PVC/Kunststoff sonst	0	0					
		VPE	11	7	0,00043	0,00048	7,74		
		sonst	2		0,00091		2,89		
	Trafo	Alle	1	3	0,00003	0,00010	<sup>2)</sup>		
		Einbau	0	0					
		Gebäude	0	1		0,00014			
		Kompakt	0	2		0,00010			
		Mast	0	0					
		sonstige ONS	0	0					
	ONS-Feld	Einbau	1	1	0,00018	0,00016	100,25		
		Gebäude	7	7	0,00025	0,00028	12,22		
		Kompakt	1	4	0,00001	0,00006	19,60		
		Mast	0	0					
		sonstige ONS	1	0	0,00005		40,90		
	UW/SA	SS-AB	1	3	0,00001	0,00003	88,02		
		F-AA	5	8	0,00004	0,00223	102,02		
		F-SS	6	4	0,00004	0,00112	5,48		
		LS	1	4	0,00009	0,00143	23,52		
		TR-AA	5	4	0,00004	0,00113	102,02		
		TR-SS	5	4	0,00004	0,00113	1,92		
COM	Freileitung		0						
SUE			0						
SVS			0	2				0,00247	
LVS			0						
SPS			3		0,00026				

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund von geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		30 kV kompensiert							
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001	
UNE	Freileitung		283	898	0,01203	0,02302	10,36			
	Kabel	Alle	182	300	0,00569	0,00883	74,54			
		Papier/Masse	90	144	0,00839	0,01055	109,49			
		Öl	3	1	0,02008	0,00682	65,82 <sup>2)</sup>			
		PE	41	46	0,02081	0,02209	77,07			
		PVC/Kunststoff sonst	0	1		0,14125				
		VPE	30	7	0,00215	0,00127	40,21			
		sonst	18		0,00361		44,93			
	Trafo	Alle	65	92	0,00605	0,00532	25,33			
		Einbau	1	1	0,00513	0,00725	2,42 <sup>3)</sup>			
		Gebäude	5	14	0,00082	0,00153	9,96 <sup>3)</sup>			
		Kompakt	1	0	0,00066		68,00 <sup>3)</sup>			
		Mast	3	20	0,00174	0,00812	0,90 <sup>3)</sup>			
		sonstige ONS	1	1	0,00188	0,02000	<sup>2)</sup>			
	ONS-Feld	Einbau	0	1		0,00240				
		Gebäude	2	23	0,00010	0,00079	17,70 <sup>3)</sup>			
		Kompakt	1	0	0,00021		1,67 <sup>3)</sup>			
		Mast	1	10	0,00047	0,00290	4,67 <sup>3)</sup>			
	UW/SA	SS-AB	11	20	0,00021	0,00030	68,65			
		F-AA	18	28	0,00034	0,00162	41,32			
		F-SS	23	22	0,00043	0,00111	43,16			
	UNE - kurz	Freileitung		145		0,00617		0,71		
		Kabel	Alle	12		0,00038		1,87		
			Papier/Masse	46		0,00428		47,77		
			Öl	<sup>3)</sup>						
			PE	4		0,00211		16,05		
			PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>						
VPE			7		0,00051		1,39			
sonst			18		0,00361		44,93			
Trafo		Alle	31		0,00287		1,51			
		Einbau	<sup>3)</sup>							
		Gebäude	<sup>3)</sup>							
		Kompakt	<sup>3)</sup>							
		Mast	<sup>3)</sup>							
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>							
ONS-Feld		Einbau	<sup>3)</sup>							
		Gebäude	<sup>3)</sup>							
		Kompakt	<sup>3)</sup>							
		Mast	<sup>3)</sup>							
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>							
UW/SA		SS-AB	5		0,00010		1,82			
		F-AA	10		0,00019		3,78			
		F-SS	11		0,00020		2,68			
UNE - lang		Freileitung		138		0,00586		20,51		
		Kabel	Alle	170		0,00531		79,67		
			Papier/Masse	44		0,00411		173,85		
			Öl	<sup>3)</sup>						
			PE	37		0,01871		83,93		
	PVC/Kunststoff sonst		<sup>3)</sup>							
	VPE		23		0,00165		52,14			
	sonst		0							
	Trafo	Alle	34		0,00319		46,72			
		Einbau	<sup>3)</sup>							
		Gebäude	<sup>3)</sup>							
		Kompakt	<sup>3)</sup>							
		Mast	<sup>3)</sup>							
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>							
	ONS-Feld	Einbau	<sup>3)</sup>							
		Gebäude	<sup>3)</sup>							
		Kompakt	<sup>3)</sup>							
		Mast	<sup>3)</sup>							
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>							
	UW/SA	SS-AB	6		0,00011		132,42			
		F-AA	8		0,00015		91,36			
		F-SS	12		0,00023		78,24			

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		30 kV kompensiert						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
EAS	Freileitung		265	775	0,01127	0,01986	10,45		
	Kabel	Alle	166	289	0,00519	0,00850	95,89		
		Papier/Masse	81	140	0,00755	0,01025	109,86		
		Öl	3	1	0,02008	0,00682	65,82 <sup>3)</sup>		
		PE	38	45	0,01929	0,02161	81,88		
		PVC/Kunststoff sonst	0	1		0,14125			
		VPE	26	7	0,00187	0,00127	44,91		
		sonst	18		0,00361		44,93		
	Trafo	Alle	46	86	0,00429	0,00497	15,44		
		Einbau	1	1	0,00513	0,00725	2,42 <sup>3)</sup>		
		Gebäude	3	13	0,00049	0,00142	2,38 <sup>3)</sup>		
		Kompakt	1	0	0,00066		68,00 <sup>3)</sup>		
		Mast	3	19	0,00174	0,00771	0,90 <sup>3)</sup>		
		sonstige ONS	0	1		0,02000			
	ONS-Feld	Einbau	0	1		0,00240			
		Gebäude	2	21	0,00010	0,00073	17,70 <sup>3)</sup>		
		Kompakt	1	0	0,00021		1,67 <sup>3)</sup>		
		Mast	0	8		0,00232			
		sonstige ONS	0	0					
	UW/SA	SS-AB	10	17	0,00019	0,00025	25,25 <sup>3)</sup>		
		LS	5	14	0,00023	0,00082	2,83 <sup>3)</sup>		
		TR-AA	5	22	0,00009	0,00080	16,42 <sup>3)</sup>		
		TR-SS	1	8	0,00002	0,00029	220,17 <sup>3)</sup>		
EAS - kurz	Freileitung		137		0,00581		0,59		
	Kabel	Alle	125		0,00391		56,21		
		Papier/Masse	53		0,00493		65,62		
		Öl	<sup>3)</sup>						
		PE	2		0,00097		16,34		
		PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>						
		VPE	5		0,00037		0,17		
		sonst	18		0,00361		44,93		
	Trafo	Alle	26		0,00241		1,21		
		Einbau	<sup>3)</sup>						
		Gebäude	<sup>3)</sup>						
		Kompakt	<sup>3)</sup>						
		Mast	<sup>3)</sup>						
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	ONS-Feld	Einbau	<sup>3)</sup>						
		Gebäude	<sup>3)</sup>						
		Kompakt	<sup>3)</sup>						
		Mast	<sup>3)</sup>						
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	UW/SA	SS-AB	<sup>3)</sup>						
		LS	<sup>3)</sup>						
		TR-AA	<sup>3)</sup>						
		TR-SS	<sup>3)</sup>						
EAS - lang	Freileitung		128		0,00546		20,93		
	Kabel	Alle	41		0,00128		217,56		
		Papier/Masse	28		0,00262		193,32		
		Öl	<sup>3)</sup>						
		PE	36		0,01832		85,34		
		PVC/Kunststoff sonst	<sup>3)</sup>						
		VPE	21		0,00149		56,10		
		sonst	0						
	Trafo	Alle	20		0,00187		33,77		
		Einbau	<sup>3)</sup>						
		Gebäude	<sup>3)</sup>						
		Kompakt	<sup>3)</sup>						
		Mast	<sup>3)</sup>						
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	ONS-Feld	Einbau	<sup>3)</sup>						
		Gebäude	<sup>3)</sup>						
		Kompakt	<sup>3)</sup>						
		Mast	<sup>3)</sup>						
		sonstige ONS	<sup>3)</sup>						
	UW/SA	SS-AB	<sup>3)</sup>						
		LS	<sup>3)</sup>						
		TR-AA	<sup>3)</sup>						
		TR-SS	<sup>3)</sup>						

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
**Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten**

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		30 kV kompensiert						
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>	
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001
UHA	Freileitung		18	123	0,00077	0,00315	7,10		
	Kabel	Alle	16	11	0,00050	0,00032	17,00		
		Papier/Masse	9	4	0,00084	0,00029	11,14		
		Öl	0	0					
		PE	3	1	0,00152	0,00048	11,81		
		PVC/Kunststoff sonst	0	0					
		VPE	4	0	0,00029		9,01		
		sonst	0						
	Trafo	Alle	19	6	0,00177	0,00035	36,29		
		Einbau	0	0					
		Gebäude	2	1	0,00033	0,00011	10,46		
		Kompakt	0	0					
		Mast	0	1		0,00041			
		sonstige ONS	1	0	0,00188		<sup>2)</sup>		
	ONS-Feld	Einbau	0	0					
		Gebäude	0	2		0,00007			
		Kompakt	0	0					
		Mast	1	2	0,00047	0,00058	4,67		
		sonstige ONS	0	1		0,00857			
	UW/SA	SS-AB	1	3	0,00002	0,00004	2,02		
		LS	6	0	0,00028		49,09		
		TR-AA	1	4	0,00002	0,00015	44,62		
		TR-SS	4	2	0,00007	0,00007	1,87		
VHA	Freileitung		21	135	0,00089	0,00346	2,84		
	Kabel	Alle	9	340	0,00028	0,01000	16,96		
		Papier/Masse	2	159	0,00019	0,01164	10,48		
		Öl	0	2		0,01364			
		PE	3	35	0,00152	0,01681	15,73		
		PVC/Kunststoff sonst	0	0					
		VPE	3	20	0,00022	0,00362	6,20		
		sonst	1		0,00020		6,92		
	Trafo	Alle	29	27	0,00270	0,00156	14,22		
		Einbau	0	0					
		Gebäude	1	3	0,00016	0,00033	0,57		
		Kompakt	0	0					
		Mast	5	2	0,00290	0,00081	3,40		
		sonstige ONS	2	0	0,00376		10,98		
	ONS-Feld	Einbau	0	0					
		Gebäude	2	7	0,00010	0,00024	0,10		
		Kompakt	0	0					
		Mast	2	3	0,00095	0,00087	1,02		
		sonstige ONS	0	0					
	UW/SA	SS-AB	4	13	0,00008	0,00019	15,61		
		F-AA	5	36	0,00009	0,00208	4,42		
		F-SS	10	16	0,00019	0,00093	17,90		
		LS	2	2	0,00009	0,00012	42,25		
TR-AA		4	34	0,00007	0,00124	2,54			
TR-SS		4	16	0,00007	0,00058	2,51			

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik - Berichtsjahre 2004 - 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente		30 kV kompensiert							
			N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]	p <sup>1)</sup>		
			2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	2004-2011	1994-2001	
E1P	Freileitung		57	194	0,00242	0,00497	16,35			
	Kabel	Alle	228	492	0,00712	0,01448	69,21			
		Papier/Masse	109	257	0,01016	0,01882	98,92			
		Öl	1	2	0,00669	0,01364	69,97			
		PE	43	49	0,02183	0,02353	56,99			
		PVC/Kunststoff sonst	2	1	0,01105	0,14125	64,55			
		VPE	50	20	0,00359	0,00362	52,70			
		sonst	23		0,00461		27,49			
	Trafo	Alle	10	15	0,00093	0,00087	5,76			
		Einbau	1	1	0,00513	0,00725	<sup>2)</sup>			
		Gebäude	0	4		0,00044				
		Kompakt	0	0						
		Mast	2	3	0,00116	0,00122	1,33			
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	1	1	0,00140	0,00240	8,85			
		Gebäude	1	9	0,00005	0,00031	3,10			
		Kompakt	1	0	0,00021		164,80			
		Mast	0	1		0,00029				
		sonstige ONS	0	0						
	UW/SA	SS-AB	2	11	0,00004	0,00016	1,61			
		F-AA	9	23	0,00017	0,00133	25,23			
		F-SS	7	8	0,00013	0,00046	8,79			
		LS	2	4	0,00009	0,00024	0,10			
		TR-AA	2	23	0,00004	0,00084	4,47			
		TR-SS	2	4	0,00004	0,00015	1,97			
	MEM	Freileitung		7	23			1,47	0,00080	0,00080
		Kabel	Alle	25	55			89,48	0,00220	0,00230
Papier/Masse			11	17			73,38	0,00280	0,00110	
Öl			0	0						
PE			8	11			91,99	0,01130	0,00470	
PVC/Kunststoff sonst			0	0						
VPE			3	5			211,67	0,00060	0,00080	
sonst			3				19,39	0,00170		
Trafo		Alle	1	4			3,45	0,00030	0,00030	
		Einbau	0	0						
		Gebäude	0	1					0,00010	
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
ONS-Feld		Einbau	0	1					0,00340	
		Gebäude	1	10			44,75	0,00010	0,00040	
		Kompakt	0	0						
		Mast	1	2			36,70	0,00130	0,00080	
		sonstige ONS	0	0						
UW/SA		SS-AB	1	4			9,97	0,00010	0,00010	
		F-AA	2	29			0,10	0,00010	0,00127	
		F-SS	2	58			7,65	0,00010	0,00245	
		LS	2	29			7,65	0,00030	0,00120	
		TR-AA	1	29			0,07	0,00000	0,00080	
		TR-SS	0	29					0,00080	
COM		Freileitung		12		0,00233		10,63		
SUE				11				0,01574		
SVS			5	20			0,00715	0,01066		
LVS			0							
SPS			16		0,00074					

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente	110 kV kompensiert							
		N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]		p <sup>1)</sup>	
		2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001
UNE	Freileitung	819	871	0,00218	0,00218	3,21	3,20		
	Kabel	17	44	0,00140	0,00432	39,58	66,09		
	Trafo	260	193	0,00881	0,00785	16,19	8,35		
	SS-AB	17	12	0,00017	0,00013	38,95	3,38		
	F-AA	29	103	0,00029	0,00214	46,79	14,39		
	F-SS	125	18	0,00125	0,00038	24,06	12,22		
UNE - kurz	Freileitung	532		0,00141		0,07			
	Kabel	7		0,00057		0,94			
	Trafo	134		0,00455		1,86			
	SS-AB	11		0,00011		1,51			
	F-AA	15		0,00015		3,12			
	F-SS	57		0,00057		2,11			
UNE - lang	Freileitung	287		0,00076		9,00			
	Kabel	10		0,00084		65,67			
	Trafo	126		0,00426		31,51			
	SS-AB	6		0,00006		103,99			
	F-AA	14		0,00014		91,84			
	F-SS	68		0,00068		42,64			
EAS	Freileitung	755		0,00201		2,98			
	Kabel	12		0,00099		13,58 <sup>3)</sup>			
	Trafo	218		0,00739		14,41			
	SS-AB	12		0,00012		11,55			
	LS	23		0,00030		16,80			
	TR-AA	4		0,00003		1,88 <sup>3)</sup>			
	TR-SS	8		0,00005		0,22 <sup>3)</sup>			
EAS - kurz	Freileitung	514	417	0,00137	0,00105	0,07	0,10		
	Kabel	<sup>3)</sup>	8		0,00075		1,38		
	Trafo	116	34	0,00393	0,00139	1,65	0,05		
	SS-AB	6	8	0,00006	0,00008	0,43	0,45		
	LS	15	4	0,00020	0,00009	1,04	1,18		
	TR-AA	<sup>3)</sup>	4		0,00003		0,09		
	TR-SS	<sup>3)</sup>	3		0,00003		0,16		
EAS - lang	Freileitung	241	247	0,00064	0,00062	9,20	8,04		
	Kabel	<sup>3)</sup>	5		0,00053		64,67		
	Trafo	102	117	0,00346	0,00476	28,92	8,87		
	SS-AB	6	0	0,00006		24,17			
	LS	8	6	0,00010	0,00015	47,19	32,10		
	TR-AA	<sup>3)</sup>	15		0,00013		6,63		
	TR-SS	<sup>3)</sup>	5		0,00004		3,70		
UHA	Freileitung	64	207	0,00017	0,00052	3,09	3,69		
	Kabel	5	31	0,00041	0,00305	43,05	82,27		
	Trafo	42	42	0,00142	0,00171	14,47	13,62		
	SS-AB	5	4	0,00005	0,00004	4,74	9,38		
	LS	81	50	0,00105	0,00122	13,36	15,34		
	TR-AA	2	23	0,00001	0,00020	0,02	19,99		
	TR-SS	1	11	0,00001	0,00010	504,27	13,97		
VHA	Freileitung	150	166	0,00040	0,00042	3,14	3,69		
	Kabel	20	31	0,00165	0,00305	28,54	82,27		
	Trafo	84	53	0,00285	0,00216	10,65	13,62		
	SS-AB	4	6	0,00004	0,00006	126,77	9,38		
	F-AA	15	75	0,00015	0,00156	11,35	16,34		
	F-SS	218	8	0,00218	0,00017	10,94	13,97		
	LS	206	59	0,00266	0,00144	10,81	15,34		
	TR-AA	3	16	0,00002	0,00014	1,35	19,99		
	TR-SS	7	8	0,00005	0,00007	3,85	13,97		

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
**Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten**

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente	110 kV kompensiert							
		N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]		p <sup>1)</sup>	
		2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001
E1P	Freileitung	155	242	0,00041	0,00061	6,94			
	Kabel	14	34	0,00116	0,00334	37,62			
	Trafo	4	24	0,00014	0,00098	9,44			
	SS-AB	4	7	0,00004	0,00007	0,47			
	F-AA	21	25	0,00021	0,00052	39,32			
	F-SS	7	10	0,00007	0,00021	103,93			
	LS	3	5	0,00004	0,00012	23,96			
	TR-AA	4	25	0,00003	0,00022	3,41			
TR-SS	1	5	0,00001	0,00004	755,00				
MEM	Freileitung	38	67			0,30	3,86	0,00030	0,00030
	Kabel	2	2			87,85	293,88	0,00050	0,00030
	Trafo	10	25			1,08	15,38	0,00090	0,00150
	SS-AB	0	1				3,52		0,00002
	F-AA	4	5			7,96	9,82	0,00010	0,00008
	F-SS	6	10			2,15	9,82	0,00020	0,00015
	LS	2	5			0,15	9,82	0,00010	0,00009
	TR-AA	0	5				9,82		0,00003
TR-SS	0	5				9,82		0,00003	
COM	Freileitung	94	164	0,00056	0,00087	5,05	3,33		
SUE		14	17					0,00493	0,00354
SVS		11	1					0,00387	0,00021
LVS		1	1					0,00035	0,00021
SPS		117	136	0,00151	0,00161				

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente	110 kV niederohmige Erdung							
		N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]		p <sup>1)</sup>	
		2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001
UNE	Freileitung	540	426	0,00599	0,00789	3,19	2,74		
	Kabel	81	104	0,00503	0,00657	77,32	68,22		
	Trafo	139	53	0,01477	0,00679	28,07	21,59		
	SS-AB	15	17	0,00046	0,00074	20,76	16,41		
	F-AA	34	79	0,00104	0,00553	32,76	19,93		
	F-SS	164	14	0,00502	0,00084	35,90	21,00		
UNE - kurz	Freileitung	216		0,00240		0,10			
	Kabel	29		0,00179		1,20			
	Trafo	70		0,00747		2,90			
	SS-AB	10		0,00031		0,38			
	F-AA	19		0,00057		2,39			
	F-SS	99		0,00304		3,45			
UNE - lang	Freileitung	324		0,00359		5,24			
	Kabel	52		0,00324		119,28			
	Trafo	69		0,00730		53,84			
	SS-AB	5		0,00015		62,29			
	F-AA	15		0,00047		69,72			
	F-SS	65		0,00199		85,57			
EAS	Freileitung	480		0,00532		3,16			
	Kabel	37		0,00230		77,86			
	Trafo	79		0,00840		30,46			
	SS-AB	13		0,00040		6,17			
	LS	43		0,00157		3,79			
	TR-AA	4		0,00005		1,54 <sup>3)</sup>			
	TR-SS	5		0,00006		1,63 <sup>3)</sup>			
EAS - kurz	Freileitung	208	213	0,00230	0,00395	0,09	0,09		
	Kabel	7	21	0,00041	0,00132	<sup>2)</sup>	8,90		
	Trafo	42	27	0,00443	0,00343	2,25	1,66		
	SS-AB	8	5	0,00025	0,00023	0,26	1,81		
	LS	43	4	0,00157	0,00030	3,79	3,30		
	TR-AA	<sup>3)</sup>	2		0,00005		3,95		
	TR-SS	<sup>3)</sup>	0						
EAS - lang	Freileitung	272	186	0,00302	0,00345	5,50	5,72		
	Kabel	30	37	0,00189	0,00235	94,57	132,50		
	Trafo	37	11	0,00396	0,00144	61,99	69,54		
	SS-AB	5	2	0,00015	0,00007	16,16	15,93		
	LS	0	8		0,00035		29,24		
	TR-AA	<sup>3)</sup>	6		0,00016		47,27		
	TR-SS	<sup>3)</sup>	0						
UHA	Freileitung	60	27	0,00067	0,00050	2,88	3,11		
	Kabel	44	46	0,00273	0,00291	22,09	43,28		
	Trafo	60	15	0,00638	0,00192	13,98	21,18		
	SS-AB	2	10	0,00006	0,00043	1,25	24,28		
	LS	87	61	0,00317	0,00481	18,92	14,27		
	TR-AA	18	7	0,00022	0,00018	5,25	41,13		
	TR-SS	21	3	0,00026	0,00008	7,89	38,69		
VHA	Freileitung	71	53	0,00079	0,00098	3,28	3,11		
	Kabel	36	19	0,00223	0,00120	76,64	43,28		
	Trafo	23	22	0,00244	0,00282	15,81	21,18		
	SS-AB	3	5	0,00009	0,00022	25,65	24,28		
	F-AA	11	44	0,00034	0,00308	36,03	19,77		
	F-SS	52	5	0,00159	0,00035	18,90	38,69		
	LS	44	35	0,00161	0,00276	15,58	14,27		
	TR-AA	4	9	0,00005	0,00023	23,20	41,13		
TR-SS	6	5	0,00007	0,00013	45,48	38,69			
COM	Freileitung	17	32	0,00041	0,00135	2,81	2,19		
SUE		11	10					0,00569	0,00485
SVS		4	4					0,00207	0,00194
LVS		1	3					0,00052	0,00145
SPS		71	75	0,00259	0,00358				

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
**Auswertung von Zuverlässigkeitskennwerten**

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente	220 kV niederohmige Erdung							
		N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]		p <sup>1)</sup>	
		2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001
UNE	Freileitung	465	766	0,00366	0,00492	2,55	2,81		
	Kabel	5	7	0,02217	0,06711	21,88 <sup>3)</sup>	15,65		
	Trafo	90	138	0,02826	0,03500	30,44	41,69		
	SS-AB	6	8	0,00042	0,00049	4,43 <sup>3)</sup>	5,63		
	F-AA	18	107	0,00124	0,01117	54,27	20,86		
	F-SS	98	17	0,00677	0,00177	14,72	29,81		
UNE - kurz	Freileitung	223		0,00175		0,15			
	Kabel	<sup>3)</sup>							
	Trafo	43		0,01362		6,42			
	SS-AB	<sup>3)</sup>							
	F-AA	5		0,00037		2,22			
	F-SS	76		0,00523		3,01			
UNE - lang	Freileitung	242		0,00191		4,75			
	Kabel	<sup>3)</sup>							
	Trafo	47		0,01464		52,78			
	SS-AB	<sup>3)</sup>							
	F-AA	13		0,00087		76,45			
	F-SS	22		0,00154		54,57			
EAS	Freileitung	387		0,00305		2,63			
	Kabel	5		0,02217		21,88 <sup>3)</sup>			
	Trafo	51		0,01601		33,39			
	SS-AB	6		0,00042		4,43 <sup>3)</sup>			
	LS	12		0,00105		3,03			
	TR-AA	3		0,00008		13,43 <sup>3)</sup>			
	TR-SS	3		0,00008		3,22 <sup>3)</sup>			
EAS - kurz	Freileitung	225	391	0,00177	0,00251	0,15	0,21		
	Kabel	<sup>3)</sup>	1		0,00508		0,00		
	Trafo	18	34	0,00568	0,00859	3,99	2,87		
	SS-AB	<sup>3)</sup>	2		0,00010		0,36		
	LS	1	2	0,00010	0,00028	0,01	3,17		
	TR-AA	<sup>3)</sup>	1		0,00004		4,35		
	TR-SS	<sup>3)</sup>	5		0,00017		12,43		
EAS - lang	Freileitung	162	278	0,00128	0,00178	6,06	6,14		
	Kabel	<sup>3)</sup>	5		0,05245		19,50		
	Trafo	33	24	0,01033	0,00612	49,55	96,21		
	SS-AB	<sup>3)</sup>	3		0,00020		8,06		
	LS	11	10	0,00095	0,00113	3,36	45,60		
	TR-AA	<sup>3)</sup>	16		0,00055		68,48		
	TR-SS	<sup>3)</sup>	0						
UHA	Freileitung	78	97	0,00061	0,00062	3,12	3,75		
	Kabel	0	1		0,00959		2,89		
	Trafo	39	80	0,01225	0,02029	15,11	12,42		
	SS-AB	0	3		0,00018		5,91		
	LS	74	54	0,00649	0,00634	5,16	10,69		
	TR-AA	3	22	0,00008	0,00076	4,91	18,08		
	TR-SS	6	14	0,00015	0,00048	0,93	12,06		
VHA	Freileitung	87	155	0,00069	0,00100	3,21	3,75		
	Kabel	0	1		0,00959		2,89		
	Trafo	53	92	0,01664	0,02333	18,76	12,42		
	SS-AB	1	6	0,00007	0,00037	2,92	5,91		
	F-AA	14	91	0,00097	0,00950	4,34	12,15		
	F-SS	119	13	0,00822	0,00136	8,11	12,06		
	LS	102	73	0,00895	0,00857	9,22	10,69		
	TR-AA	5	18	0,00012	0,00062	2,20	18,08		
TR-SS	14	13	0,00035	0,00045	2,46	12,06			
COM	Freileitung	11	30	0,00020	0,00040	1,43	7,68		
SUE		7	11					0,00599	0,00402
SVS		0	4						0,00146
LVS		0	3						0,00110
SPS		41	140	0,00360	0,00957				

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2004 – 2011  
**Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten**

Stand: April 2013

Ausfallmodell	Komponente	380 kV niederohmige Erdung							
		N		H [1/a] <sup>1)</sup>		T [h]		p <sup>1)</sup>	
		2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001	2004-2011	1994-2001
UNE	Freileitung	405	492	0,00263	0,00353	2,84	2,94		
	Kabel	4	2	0,00737	0,00488	10,06 <sup>3)</sup>	201,24		
	Trafo	70	89	0,02426	0,03383	27,15	39,33		
	SS-AB	12	12	0,00105	0,00130	15,60	5,74		
	F-AA	25	174	0,00218	0,03122	25,52	19,44		
	F-SS	175	13	0,01524	0,00233	18,64	35,97		
UNE - kurz	Freileitung	163		0,00106		0,14			
	Kabel	<sup>3)</sup>							
	Trafo	44		0,01512		4,14			
	SS-AB	4		0,00036		1,07			
	F-AA	10		0,00091		4,31			
	F-SS	118		0,01030		3,12			
UNE - lang	Freileitung	242		0,00157		4,65			
	Kabel	<sup>3)</sup>							
	Trafo	26		0,00915		65,16			
	SS-AB	8		0,00069		23,18			
	F-AA	15		0,00127		40,79			
	F-SS	57		0,00494		50,99			
EAS	Freileitung	350		0,00227		2,71			
	Kabel	2		0,00369		25,82 <sup>3)</sup>			
	Trafo	53		0,01837		30,35			
	SS-AB	10		0,00087		4,98 <sup>3)</sup>			
	LS	28		0,00296		57,97			
	TR-AA	2		0,00006		1,37 <sup>3)</sup>			
	TR-SS	5		0,00014		0,83 <sup>3)</sup>			
EAS - kurz	Freileitung	168	220	0,00109	0,00158	0,14	0,20		
	Kabel	<sup>3)</sup>	0						
	Trafo	28	12	0,00970	0,00461	4,22	2,29		
	SS-AB	<sup>3)</sup>	3		0,00033		0,46		
	LS	13	3	0,00135	0,00061	0,80	1,14		
	TR-AA	<sup>3)</sup>	3		0,00017		4,32		
	TR-SS	<sup>3)</sup>	3		0,00016		1,91		
EAS - lang	Freileitung	182	218	0,00118	0,00156	5,08	5,34		
	Kabel	<sup>3)</sup>	1		0,00244		144,30		
	Trafo	25	17	0,00868	0,00641	59,56	65,99		
	SS-AB	<sup>3)</sup>	3		0,00032		6,35		
	LS	15	7	0,00162	0,00147	105,66	64,69		
	TR-AA	<sup>3)</sup>	10		0,00051		67,63		
	TR-SS	<sup>3)</sup>	0						
UHA	Freileitung	55	54	0,00036	0,00039	3,85	4,43		
	Kabel	2	1	0,00369	0,00244	2,00	402,25		
	Trafo	17	60	0,00589	0,02281	4,36	16,26		
	SS-AB	2	6	0,00017	0,00065	14,07	8,13		
	LS	121	98	0,01281	0,02036	5,78	17,11		
	TR-AA	1	37	0,00003	0,00195	15,62	21,15		
	TR-SS	15	26	0,00043	0,00137	9,92	9,62		
VHA	Freileitung	62	64	0,00040	0,00046	3,83	4,43		
	Kabel	0	0						
	Trafo	60	24	0,02080	0,00912	16,62	16,26		
	SS-AB	3	5	0,00026	0,00054	2,05	8,13		
	F-AA	22	55	0,00192	0,00987	9,90	18,65		
	F-SS	179	12	0,01559	0,00215	6,25	9,62		
	LS	158	34	0,01672	0,00707	5,98	17,11		
	TR-AA	3	21	0,00009	0,00111	1,42	21,15		
TR-SS	17	12	0,00049	0,00063	7,61	9,62			
COM	Freileitung	12	19	0,00015	0,00028	3,70	6,64		
SUE		13	15					0,00991	0,00702
SVS		0	1						0,00047
LVS		0	5						0,00243
SPS		61	95	0,00646	0,01174				

<sup>1)</sup> Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

<sup>2)</sup> Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

<sup>3)</sup> Störungsanzahl für Unterscheidung kurz/lang zu gering - Aus-Dauer-Berechnung per Exponentialfunktion, keine Daten in den Modellen UNE kurz/lang und EAS kurz/lang