Neue Auswertung der Berichtsjahre 2012–2018

Ermittlung von Eingangsdaten zur Zuverlässigkeitsberechnung aus der FNN-Störungsstatistik

Dr.-Ing. Hendrik Vennegeerts, EES[1]

M.Sc. Lukas Kalisch, FGH e.V.[2]

Dipl.-Wirt.-Ing. Julia Ziegeldorf-Wächter, FGH e.V.[3]

M.Sc. Annika Klettke, IAEW[4]

B. Sc. Ricarda Kriete[5]

Dipl.-Ing. Stephan Schubert, MITNETZ STROM und FNN/VDE[6]

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser, IAEW, FGH e.V.[7]

---

[1] Univ. Prof. Dr.-Ing. Hendrik Vennegeerts, Leiter Elektrische Energiesysteme (EES) der Universität Duisburg-Essen, hendrik.vennegeerts@uni-due.de, Tel.: 0203/ 379 3437, www.uni-due.de/ees/
Adresse: Bismarckstr. 81, 47057 Duisburg

[2] M.Sc. Lukas Kalisch, wissenschaftlicher Mitarbeiter Systemtechnik, Forschungsgemeinschaft für Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft (FGH) e.V., Mannheim/Aachen,
lukas.kalisch@fgh-ma.de, Tel.: 0241/ 997857 – 134, www.fgh-ma.de
Adresse: Roermonder Straße 199, 52072 Aachen

3 Dipl.-Wirt.-Ing. Julia Ziegeldorf-Wächter, wissenschaftliche Mitarbeiterin Systemtechnik, Forschungs-gemeinschaft für Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft (FGH) e.V., Mannheim/Aachen,
julia.ziegeldorf@fgh-ma.de, Tel.: 0241/ 997857 – 26, www.fgh-ma.de
Adresse: Roermonder Straße 199, 52072 Aachen

4 M.Sc. Annika Klettke, wissenschaftliche Mitarbeiterin Forschungsgruppe Energiesystembetrieb, Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen,
a.klettke@iaew.rwth-aachen.de, Tel.: 0241 8097887, Fax: 0241 8092197, www.iaew.rwth-aachen.de
Adresse: Schinkelstraße 6, 52062 Aachen

5 B.Sc. Ricarda Kriete, Masterstudentin an der RWTH Aachen

6 Dipl.-Ing. Stephan Schubert, Technische Systeme/Systementwicklung, Mitteldeutsche Netzgesellschaft Strom mbH (MITNETZ STROM), stephan.schubert@mitnetz-strom.de, Tel.: 0345 216-3142, www.mitnetz-strom.de
Adresse: Industriestraße 10, 06184 Kabelsketal und Vorsitzender der Projektgruppe Störungsstatistik im FNN/VDE

[7] Univ.-Prof. Dr.-Ing. Albert Moser, Leiter des IAEW der RWTH Aachen und Vorstand FGH e.V., Aachen,
info@iaew.rwth-aachen.de, www.iaew.rwth-aachen.de
Adresse: Schinkelstraße 6, 52062 Aachen

Eine kürzere Fassung dieses Beitrags findet sich in der Zeitschrift **ew, Heft 2, 2020**.

Vorspann

Die Prognosegenauigkeit der Versorgungszuverlässigkeit elektrischer Netze steht und fällt mit der Aktualität und Belastbarkeit von Daten zur Verfügbarkeit der Betriebsmittel. Mit der nunmehr vorliegenden Auswertung der Störungsdaten der FNN-Statistik für die Berichtsjahre 2012 bis 2018 ist die Aktualität sichergestellt und die Ergebnisse unterstreichen zudem erneut die statistische Belastbarkeit der errechneten Zuverlässigkeitskenndaten. Der Vergleich mit den vorherigen Auswertungen der Zeiträume von 1994 bis 2001 sowie von 2004 bis 2011 zeigt dabei einen Entwicklungstrends in allen Spannungsebenen auf.

Hintergrund

Mit Einführung der Qualitätsregulierung Netzzuverlässigkeit Strom in Deutschland ist die Versorgungszuverlässigkeit monetarisiert worden und stellt damit nicht nur ein zusätzliches Bewertungskriterium dar, sondern ist direkt in betriebswirtschaftliche Entscheidungen der Netzbetreiber eingebunden. 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 das stochastische Störungsgeschehen der einzelnen Netzkomponenten sowie deren deterministische Nichtverfügbarkeit, insbesondere infolge instandhaltungsbedingter Freischaltungen, nach. Als Datenbasis für das stochastische Störungsgeschehen werden seit Jahrzehnten entsprechende Kenndaten der Komponenten aus der FNN-Störungsstatistik (vormals VDN- und VDEW-Störungsstatistik) gewonnen [1]. Die FNN-Störungsstatistik erfasst dabei trotz der Freiwilligkeit der Teilnahme durch die Netzbetreibereinen Großteil des deutschen Netzes der allgemeinen Versorgung (70 %-99 % der Gesamtstromkreislängen auf den Spannungsebenen Mittel-(MS), Hoch-(HS) und Höchstspannung (HöS) im aktuell ausgewerteten Berichtsjahr 2018) und stellt daher eine umfangreiche, belastbare Datenbasis zur statistischen Beschreibung von Störungen für Netze mit Nennspannungen größer 1 kV dar.

Die letzten Ermittlungen von Eingangsdaten zur Zuverlässigkeitsberechnung erfolgten im Jahr 2004 mit der Auswertung der Berichtsjahre 1994-2001 [2] sowie aufgrund einer Neugestaltung des Erfassungsschemas im Jahr 2004 [3] erneut im Jahr 2013 für die Berichtsjahre 2004-2011 [4]. Anpassungen in Planungs- und Betriebsstrategien, veränderte Anlagenstrukturen und eingesetzte Betriebsmitteltypenwirken sich auf das Ausfallverhalten der Netzkomponenten aus und sollten daher in den zur Planung und Analyse der Netze eingesetzten Zuverlässigkeitsberechnungen Berücksichtigung finden. Dem Aktualisierungsbedarf begegnen die Forschungsgemeinschaft für Elektrische Anlagen und Stromwirtschaft (FGH) e.V. und das Institut für Elektrische Anlagen und Netze, Digitalisierung und Energiewirtschaft (IAEW) der RWTH Aachen mit der vorliegenden Auswertung auf Basis der Berichtsjahre 2012-2018. Grundsätzlich ist für die statistische Belastbarkeit der Ergebnisse eine möglichst große Stichprobe

wünschenswert, ohne aber die Homogenität der Datenbasis durch die oben aufgeführten Entwicklungen zu gefährden. Vor diesem Hintergrund und zur direkten Vergleichsmöglichkeit mit der Vorgängerauswertung wurde der Auswertezeitraum ab 2012 gewählt, so dass mit den etwa gleich vielen Berichtsjahren aus der Erfahrung der Vorjahre, eine ähnlich hohe statistische Belastbarkeit der Kenngrößen zu erwarten ist.

Im vorliegenden Beitrag wird die Entwicklung der Ausfallhäufigkeit von Kabeln und Freileitungen in der MS-Ebene sowie von Freileitungen und Transformatoren in der HöS-Ebene diskutiert sowie auf den Aspekt der statistischen Belastbarkeit eingegangen. 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.

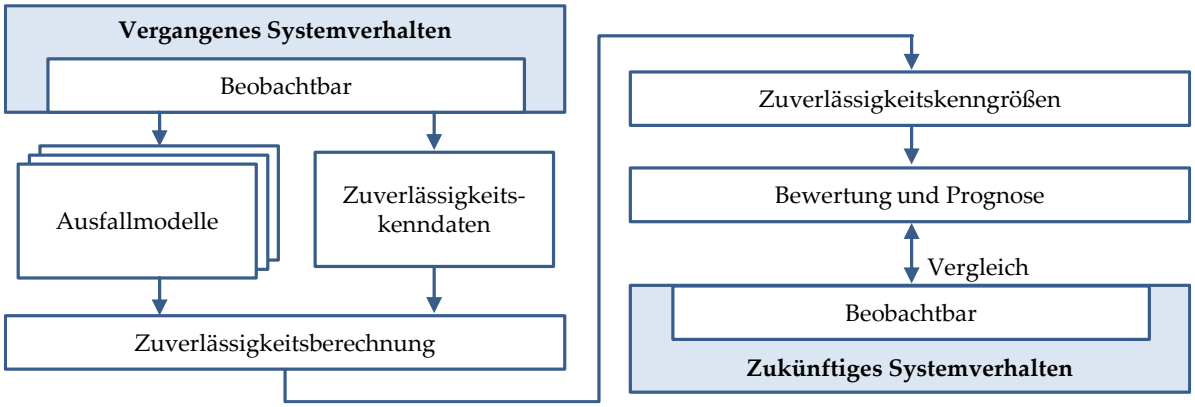

Bild 1: Schematischer Ablauf von Zuverlässigkeitsanalysen

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).

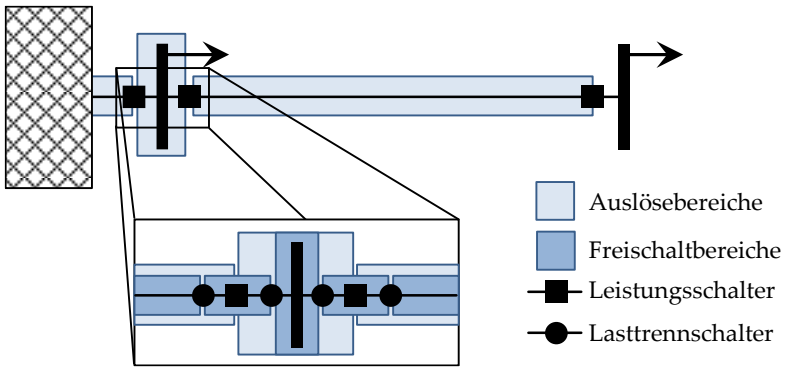

Bild 2: Konzept der Komponentenabgrenzung

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. In Bild 3 werden die insgesamt verwendeten Komponenten gezeigt.

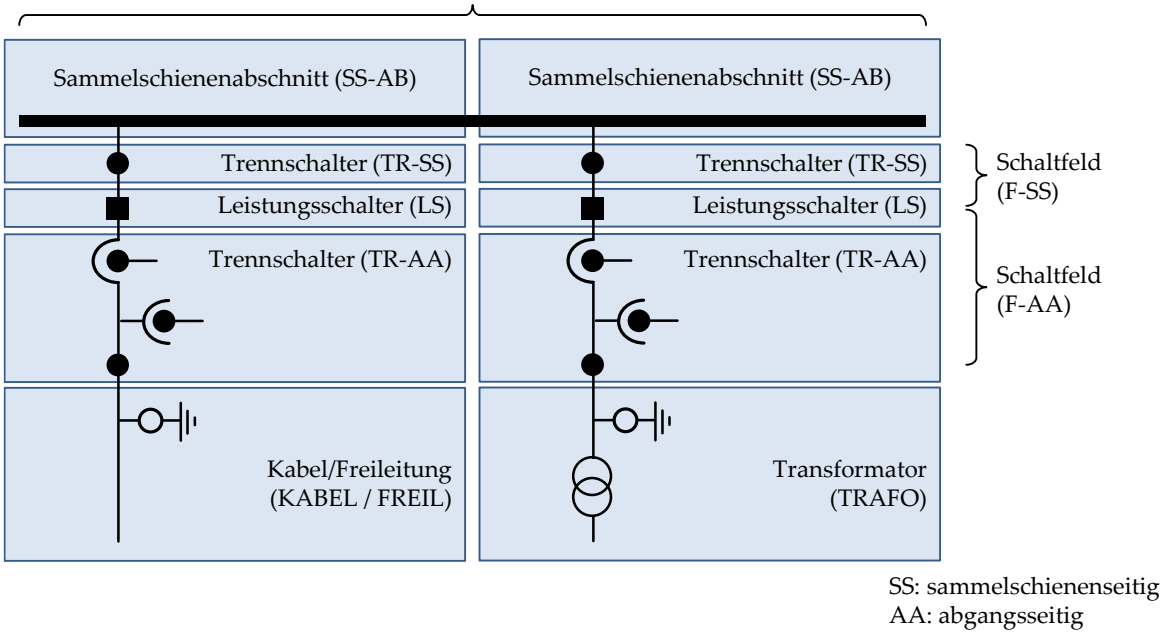

Bild 3: Betrachtete Komponenten

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 Schutzauslösung 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 Auswertungen [2] und [4]. 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] und [4] werden die Verteilung von Aus-Dauern durch Exponentialberteilungen oder durch die Überlagerung von Exponentialverteilungen abgebildet. Die Erwartungswerte werden für die Aus-Dauern aus den Parametern dieser Verteilungen bestimmt.

Hinsichtlich der Bestimmung von Zuverlässigkeitskenndaten stellt die Einführung (MS) bzw. Anpassung (HS und HöS) des Störungsmerkmals Ausfallart die wesentliche Änderung dar. Die bestehenden Ausfallarten sind in [5] beschrieben und orientieren sich größtenteils an den zuvor beschrieben 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 Zuverlässigkeitskenndaten 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.

Traditionell ist die FNN-Störungsstatistik auf die primärtechnischen Betriebsmittel elektrischer Netze fokussiert. Mit der zunehmenden Entwicklung zu intelligenten Netzen, bei denen die Einhaltung technischer Grenzwerte aktiv durch Steuerungen und Regelungen erfolgt, gewinnt die Zuverlässigkeit der dafür erforderlichen Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) an Bedeutung. Daher werden aktuell innerhalb des FNN Möglichkeiten eruiert, die Erfassung von Störungsdaten auf diese sekundärtechnischen Betriebsmittel auszuweiten, so dass perspektivisch hier ebenfalls entsprechende Kenndaten abgeleitet werden können.

Analyse der Auswerteergebnisse

Entwicklung der Ausfallhäufigkeiten

Die größten Kabel-Stromkreislängen finden sich als Papier-Masse- und VPE-Kabel in der 20- und der 10-kV-Spannungsgruppe. Dabei werden die 20-kV-Netze – auch aufgrund der ebenfalls vorhandenen Freileitungs-Stromkreislängen – überwiegend erdschlusskompensiert (ek) betrieben, während in der 10-kV-Spannungsgruppe der erdschlusskompensierte Betrieb und die niederohmige Sternpunkterdung überwiegen. Netze mit größerem Freileitungsanteil werden vorwiegend mit Erdschlusskompensation betrieben. Die Ausfallhäufigkeit von Freileitung und Kabel bestimmt die Unterbrechungshäufigkeit aus Kundensicht und ist daher von besonderer Bedeutung für die Versorgungszuverlässigkeit. Daher ist sie in Bild 4 differenziert nach dem Betrachtungszeitraum, der Spannungsebene sowie der Sternpunktbehandlung in Abhängigkeit der im Abschnitt zuvor erläuterten Ausfallmodelle für auslösende Einfachfehler dargestellt. Ein stehender Erdschluss tritt nur bei Netzen mit Erdschlusskompensation oder bei Netzen mit isoliertem Sternpunkt auf, in niederohmig geerdeten Netzen führt der einpolige Fehler zu einem Kurzschluss, d.h. die Anteile des Ausfallmodells E1P gehen in das Ausfallmodell EAS über. Die aktuellen Werte bestätigen die durchschnittlich geringere Ausfallhäufigkeit der VPE-Kabel gegenüber Papier-Masse-Kabeln sowie die bekannte höhere Fehleranfälligkeit der zu diesem Zeitpunkt neuen Technologie VPE-Kabel im ersten Auswertungszeitraum von 1994-2011. Zudem bestätigt sich die höhere Ausfallhäufigkeit von Freileitungen gegenüber den dargestellten Kabeltypen im Allgemeinen und den VPE-Kabeln im Besonderen.

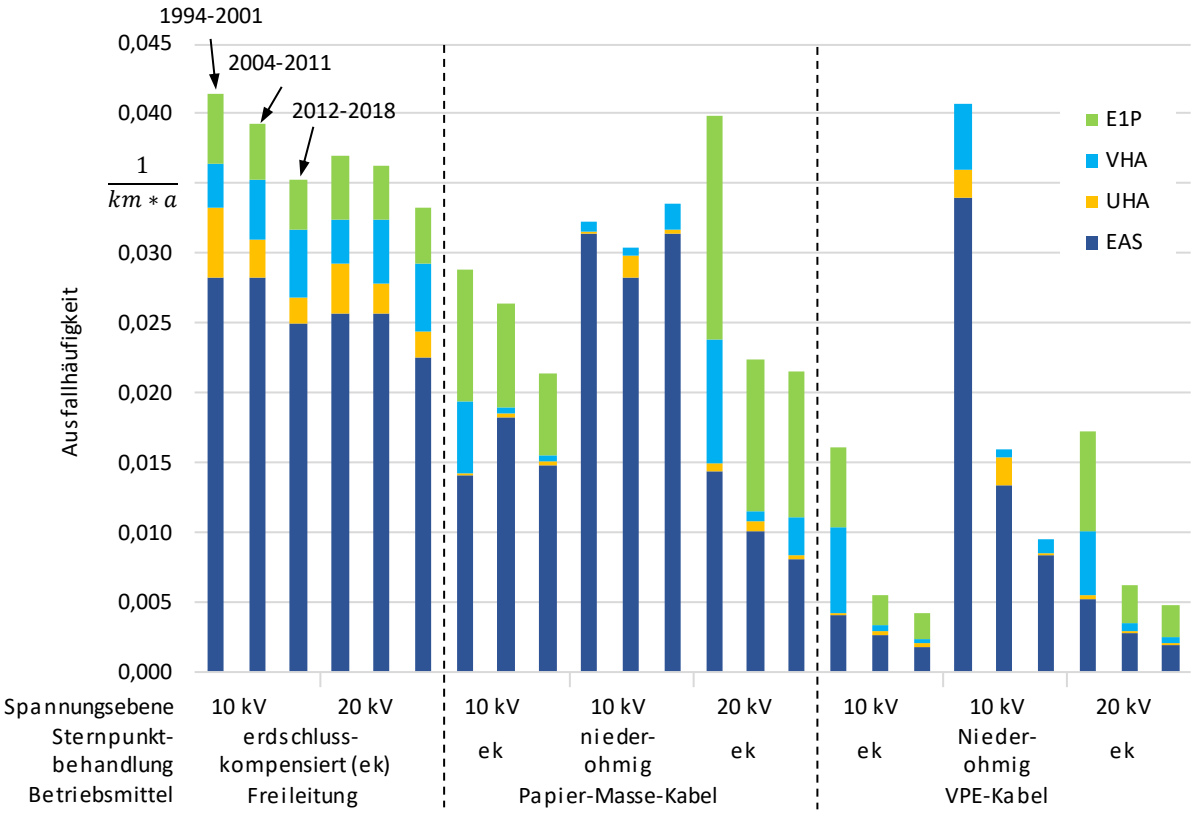

Bild 4: Kabel im MS-Netz: Störungshäufigkeiten von Freileitungen und Kabel im Vergleich zwischen bisheriger (Berichtsjahre 1994-2001 und 2004-2011) und neuer Auswertung (2012-2018)

Bei den in Bild 4 dargestellten Ausfallhäufigkeiten der Netze der 10-kV-Spannungsebene nimmt die Ausfallhäufigkeit der Freileitungen und der VPE Kabel für alle Netztypen sowie der Papier-Masse-Kabel bei erdschlusskompensierten Netzen über die drei Betrachtungszeiträume ab. Lediglich die Ausfallhäufigkeit der Papier-Masse-Kabel in niederohmig geerdeten Netzen steigt im Vergleich zu den beiden vorherigen Betrachtungszeiträumen geringfügig an. Die Ausfallhäufigkeiten in den 20-kV-Netze nehmen für alle dargestellten Komponenten ab. Hier ist vor allem zwischen den Betrachtungszeiträumen 1994-2001 und 2004-2011 ein großer Sprung, wohingegen der Vergleich des aktuellen Betrachtungszeitraumes (2012-2018) mit dem letzten Betrachtungszeitraum (2004-2011) nur eine geringe Abnahme erkennen lässt. Auffällig ist zudem, dass die Abnahme insbesondere beim Ausfallmodell EAS auftritt, bei dem im Gegensatz zu den anderen Ausfallmodellen aufgrund der Schutzauslösung keine Maßnahmen der Betriebsführung zur Vermeidung von Versorgungsunterbrechungen ergriffen werden können. In Summe kann daher festgehalten werden, dass der positive Trend zu der höherer Versorgungszuverlässigkeit aus Kundensicht auch durch die geringere Ausfallhäufigkeit der dominierenden Leitungsfehler in den MS-Netzen erklärt wird.

In der HS-Ebene (Bild 5) kann in erdschlusskompensierten Netzen ein ähnlich abnehmender Trend der Ausfallhäufigkeiten nachgewiesen werden. In den niederohmig geerdeten Netzen der HöS-Ebene zeigt sich im aktuellen Betrachtungszeitraum bei Transformatoren ein erhöhtes Störungsaufkommen mit Schutzauslösung und – vor allem auf der 220-kV-Ebene (dabei handelt es sich überwiegend um Transformatoren 220-kV/HS, da in der FNN-Statistik eine Netzzuordnung zur Oberspannungsseite erfolgt)

- auch häufigere verzögerte Handabschaltungen. Demgegenüber steht eine deutliche Abnahme der Ausfallhäufigkeiten von Freileitungen. Der Entwicklungstrend bei den HöS-Transformatoren ergibt sich unabhängig von der sich über die Zeiträume ändernden Grundgesamtheit der in der Statistik erfassten Netzdaten. Ein vergleichbarer Trend ist für Transformatoren HS/MS und auch für die in Bild 5 nicht dargestellten Ortsnetztransformatoren nicht vorhanden, sondern dort im Gegenteil eher eine abnehmende. Die FNN-Störungsstatistik bietet keine Erklärungsansätze für die höheren Ausfallhäufigkeiten von HöS-Transformatoren. Ein Zusammenhang mit durchschnittlich höheren Auslastungen oder höheren maximalen Auslastungen infolge der veränderten Leistungsflüsse durch die Energiewende, wie sie sich aus den höheren veröffentlichten Anpassungsmaßnahmen der Übertragungsnetzbetreiber teilweise auch mit Rückführung auf einzelne Transformatoren ableiten lässt, kann daher nur vermutet werden [6].

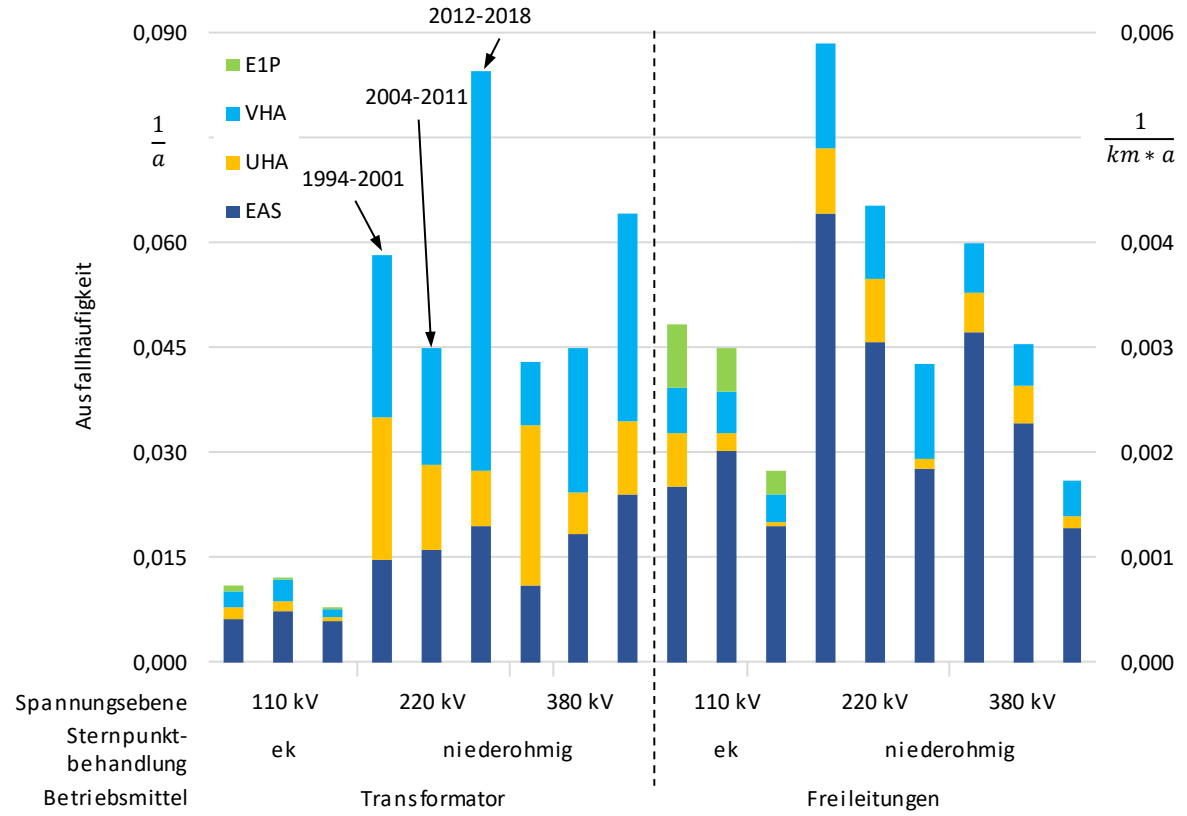

Bild 5: Störungshäufigkeiten von Freileitungen und Transformatoren auf der HS- und HöS-Ebene im Vergleich zwischen bisheriger (Berichtsjahre 1994-2001 und 2004-2011) und neuer Auswertung (2012-2018)

Statistische Belastbarkeit

Die Ermittlung der Ausfallhäufigkeit unterliegt auch bei gleichbleibender und homogener Datenbasis einer statistischen Unsicherheit. Die Wahrscheinlichkeit einer Abweichung um den ermittelten Wert lässt sich unter der Voraussetzung statistisch unabhängiger einzelner Ausfälle und der Zeitinvarianz ihres Auftretens mathematisch beschreiben und ist abhängig von der Anzahl der Ausfallereignisse sowie der Größe der Grundgesamtheit [7]. Dieser Effekt wird in [4] für unterschiedliche Betriebsmittel im Ausfallmodell EAS dargestellt. Die Frage nach der Belastbarkeit der berechneten Ausfallhäufigkeit ist

für 380-kV-Kabel (sehr geringe Grundgesamtheit) im Vergleich zu 110-kV-Freileitungen bei Erdschlusskompensation (sehr hohe Grundgesamtheit) intuitiv verneinbar, stellt sich aber generell für alle Betriebsmittel und Ausfallmodelle. Aus diesem Grund ist in der Auswertung neben Erwartungswerten der Kenngrößen weiterhin auch die zugehörige Ereignisanzahl im Betrachtungszeitraum ausgewiesen, um eine Einschätzung bei Zuverlässigkeitsvergleichen, etwa bei Systemvergleichen zwischen Freileitung und Kabel, zu ermöglichen. Die nunmehr seit 2004 nach nahezu identischer Erfassung erhobenen Daten der FNN-Statistik motivieren dabei Sensitivitätsuntersuchungen, welche Ergebnisse sich bei abweichender Zusammenfassung der Berichtsjahre für die Auswertungen, insbesondere durch eine Ausweitung des Auswertezeitraums, ergeben.

Bild 6 verdeutlicht jedoch, dass in Bezug auf die statistische Belastbarkeit nicht nur Quantitäts- (Grundgesamtheit), Qualitäts- (identische Erfassung), sondern auch Homogenitätseffekte der Datenbasis zu berücksichtigen sind [8].

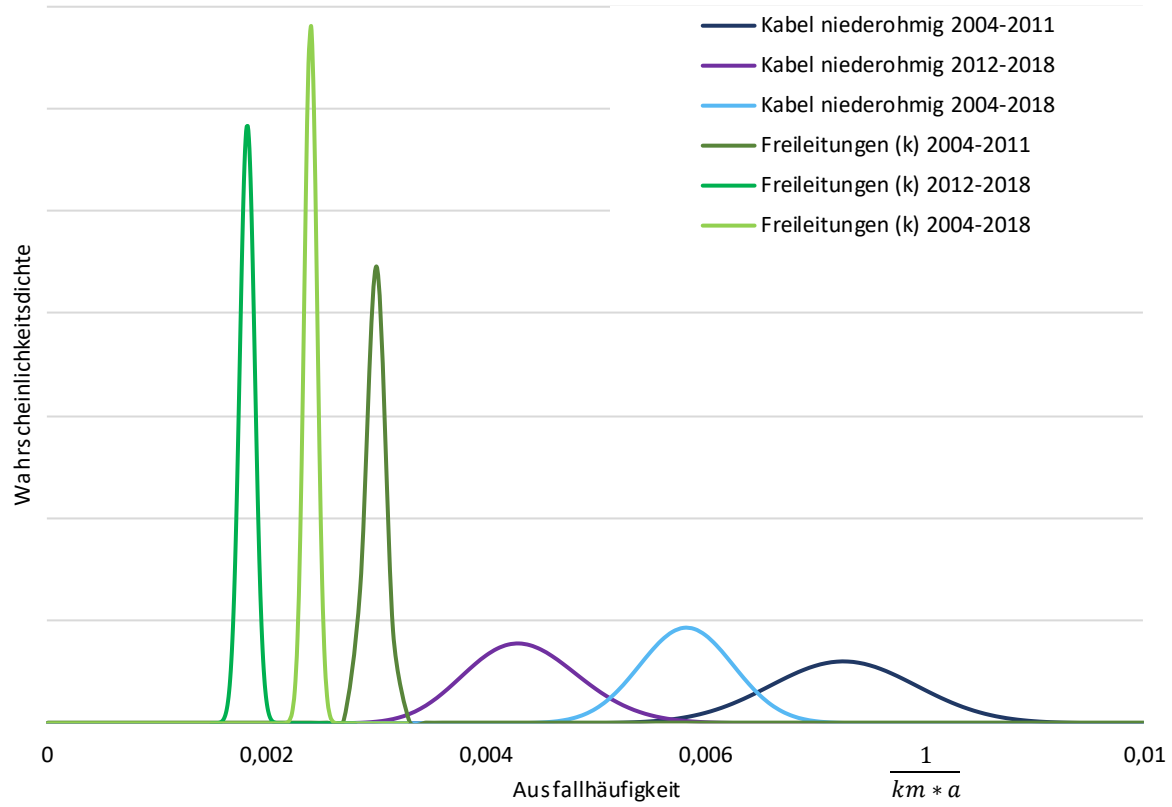

Bild 6: Einfluss der Grundgesamtheit auf die Verteilungsdichtefunktionen für prognostizierten Ausfallhäufigkeiten von Freileitungen in erdschlusskompensierten HS-Netzen und Kabeln in HS-Netzen mit niederohmiger Sternpunkterdung

Die Verteilungsdichtefunktionen der 110-kV-Freileitungen bei Erdschlusskompensation (große Grundgesamtheit und Störungsanzahl) sowie der 110-kV-Kabel bei niederohmiger Sternpunkterdung (vergleichsweise geringere Grundgesamtheit und Störungsanzahl) ist für die beiden Auswertezeiträume 2004-2011, 2012-2018 sowie einmal für den gesamten Zeitraum von 2004-2018 abgebildet. Klar erkennbar ist der Effekt der größeren Streuung in Abhängigkeit der Grundgesamtheit und Ereignisanzahl für alle Zeiträume beim Kabel. Im Vergleich der Zeiträume 2004-2011 und 2012-2018 bestätigt sich der oben

beschriebene abnehmende Trend der Ausfallhäufigkeit für beide Leitungstypen durch die Verschiebung des Erwartungswertes zu geringeren Werten. Die Erhöhung der Grundgesamtheit durch Zusammenfassung der Zeiträume verringert die Streuung, verschiebt aber auch den Wert der prognostizierten Ausfallhäufigkeit. Während für Aspekte der Inhomogenität aufgrund von Klima-/Witterungseinflüssen sich über die Jahre in erster Näherung ein gleichbleibender Einfluss unterstellen lässt, liegt bei der technologischen Entwicklung der Betriebsmittel ein deutlicher Trend vor, der bei der Ermittlung der Kenngrößen Abbildung finden sollte [9]. Es wird somit deutlich, dass in diesem Konflikt zwischen Menge und Homogenität der Datenbasis stets ein Kompromiss gefunden werden muss. Eine Verringerung der Anzahl betrachteter Berichtsjahre mag für die HS-Freileitung stets zu einer hohen statistischen Belastbarkeit führen, bei den HS-Kabeln ist aber eine weitere Vergrößerung der Streuung nicht wünschenswert. Gleichzeitig ist eine regelmäßige Aktualisierung der Auswertung erforderlich, um vorhandene substanzielle Entwicklungen mit Einfluss auf die Homogenität der Datenbasis, die auch in einer Qualitätssteigerung im Netzbetrieb begründet sein kann, zu erfassen.

Zusammenfassung und Ausblick

Der Vergleich zwischen den bisherigen und der neuen Auswertung der Zuverlässigkeitskenndaten bestätigt deren fortlaufenden Aktualisierungsbedarf und damit auch den Nutzen einer längerfristig auf ähnlichem Schema erfolgenden Störungserfassung. Damit kann sowohl dem natürlichen Altersprofilwandel als auch Änderungen durch neue Herausforderungen aufgrund dezentraler Erzeugungsanlagen und erhöhter Übertragungsaufgaben Rechnung getragen werden. Für die überwiegend im Einsatz befindlichen Betriebsmittel auf den entsprechenden Spannungsebenen und für die unterschiedenen Sternpunktbehandlungen lassen sich aus der FNN-Statistik hinreichend belastbare Zuverlässigkeitskenndaten ermitteln. Bei kleinen Grundgesamtheiten und Ereigniszahlen sind die ermittelten Daten jedoch zunehmend mit Unsicherheiten behaftet, sodass bei ihrer Anwendung Sensitivitätsanalysen zu empfehlen sind. Die aktuelle Auswertung auf Basis der FNN-Statistik bietet hier aus Sicht der Autoren für die Netze des deutschen Elektrizitätsversorgungssystems eine bestmögliche Datentiefe, Belastbarkeit sowie Sorgfalt und sollte zur Berücksichtigung technologischer Trends weiterhin in angemessenen Zeiträumen aktualisiert werden.

Literaturverzeichnis

[1] Forum Netztechnik/Netzbetrieb im VDE (FNN): *Störungs- und Verfügbarkeitsstatistik*, Berlin, Berichtsjahre 2004-2018.

[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] Vennegeerts, H.; Schröders, C.; Holthausen, M.; Quadflieg, D.; Moser, A.: *Ermittlung von Eingangsdaten zur Zuverlässigkeitsberechnung aus der FNN-Störungsstatistik – neue Auswertung der Berichtsjahre 2004 - 2011,* Elektrizitätswirtschaft, Jg. 112, Heft. 7, S. 32-36, 2013.

[5] 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, 2019.

[6] Bundesnetzagentur: *Quartalsbericht zur Netz- und Systemsicherheitsmaßnahmen – Erstes Quartal 2019*, Bonn, 2019.

[7] Schweer, A: *Zur Frage der Datenbasis für Zuverlässigkeitsanalysen in der Netzplanung*. Dissertation, RWTH Aachen, 1989.

[8] Dib, R. N., Edwin K. W., Haubrich, H.-J.: *Homogenitätsproblem des Datenkollektivs für Zuverlässigkeitsberechnungen am Beispiel von 110-kV-Leitungen,* Elektrizitätswirtschaft, Jg. 85, Heft 7, S.275-279, 1986.

[9] Zickler, U.; Vennegeerts, H.; Weck, K.-H.: *Langfristige Entwicklung der Betriebsmittelzuverlässigkeit,* FGH-Fachtagung „Anlagen- und Versorgungsqualität“, 23. – 24. September 2010 in Heidelberg.

Legende zu den nachfolgenden Tabellen der Zuverlässigkeitskenndaten

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

N	Anzahl der Ereignisse
H	Eintrittshäufigkeit
T	Aus-Dauer
p	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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV isoliert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung		123	164	0,03547	0,02702	6,67	2,49		
	Kabel	Alle	1332	1346	0,02293	0,01821	127,35 [3]	97,28		
		papierisoliert	893	1106	0,03017	0,02535	95,79	110,44		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	6	33	0,00523	0,01255	42,27 [3]	102,74		
		Kunststoff sonst	19	10	0,04612	0,12155	148 [3]	70,44 [3]		
		VPE	36	68	0,00329	0,00726	105,38 [3]	92,85		
		sonst	378	122	0,02367	0,00671	162,89	10,28		
	Trafo	Alle	33	53	0,00051	0,00067	9,708 [3]	92,91		
		Einbau	3	8	0,00016	0,00039	2,518 [3]	5,23 [3]		
		Gebäude	3	13	0,00037	0,00141	0,05771 [3]	23,17		
		Kompakt	13	10	0,00054	0,00049	30,56 [3]	157,48 [3]		
		Mast	7	4	0,00545	0,00561	2,657 [3]	1,87 [3]		
		sonstige ONS	2	3	0,00024	0,00012	1,443 [3]	0,78 [3]		
	ONS-Feld	Einbau	6	21	0,00010	0,00031	14,77 [3]	12,62		
		Gebäude	11	23	0,00040	0,00072	107 [3]	23,68		
		Kompakt	8	9	0,00011	0,00015	37,53 [3]	84,47 [3]		
		Mast	0	2		0,00159		1,46 [3]		
		sonstige	7	15	0,00034	0,00024	0,02 [3]	1,37		
	UW/SA	SS-AB	13	26	0,00006	0,00010	123,09 [3]	46,76		
		F-AA	23	44	0,00011	0,00017	80,29 [3]	31,22		
		F-SS	16	59	0,00008	0,00023	116,2 [3]	5,98		
UNE - kurz	Freileitung		35	164	0,01009	0,02702	3,11	2,49		
	Kabel	Alle	1332	59	0,02293	0,00080	128,30	0,40		
		papierisoliert	860	1106	0,02906	0,02535	102,80	110,44		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	[3]	6		0,00237		2,09		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	12	68	0,00110	0,00726	105,38	92,85		
		sonst	216	84	0,01353	0,00464	85,49	1,07		
	Trafo	Alle	[3]	25		0,00031		2,37		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	4		0,00043		1,50		
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	1		0,00001		0,10		
		Gebäude	[3]	11		0,00033		4,54		
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	1		0,00002		0,02		
	UW/SA	SS-AB	[3]	12		0,00006		3,49		
		F-AA	[3]	21		0,00008		1,57		
		F-SS	[3]	59		0,00023		5,98		
UNE - lang	Freileitung		34	0	0,00980		294,10			
	Kabel	Alle	0	1287		0,01740		101,75		
		papierisoliert	33	0	0,00111		90,47			
		Öl	[2]	[2]						
		PE	[3]	27		0,,1018		126,21		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	0	0						
		sonst	0	38		0,00207		30,97		
	Trafo	Alle	[3]	28		0,00035		173,16		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	9		0,00098		32,73		
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	20		0,00029		13,09		
		Gebäude	[3]	12		0,00039		40,31		
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	14		0,00022		1,50		
	UW/SA	SS-AB	[3]	11		0,00004		107,72		
		F-AA	[3]	23		0,00009		58,09		
		F-SS	[3]	0						

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV isoliert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
EAS	Freileitung		113	155	0,03259	0,02554	6,24	2,57		
	Kabel	Alle	1326	1304	0,02282	0,01764	129,1 [3]	98,72		
		papierisoliert	889	1082	0,03004	0,02480	98,39	111,91		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	6	24	0,00523	0,00913	42,27 [3]	161,99		
		Kunststoff sonst	19	10	0,04612	0,12155	148 [3]	70,44 [3]		
		VPE	36	61	0,00329	0,00651	105,38 [3]	85,32		
		sonst	376	120	0,02355	0,00660	85,49 [3]	10,36		
	Trafo	Alle	32	47	0,00049	0,00059	9,708 [3]	86,57		
		Einbau	3	6	0,00016	0,00029	2,518 [3]	107,15 [3]		
		Gebäude	3	12	0,00037	0,00130	0,05771 [3]	13,87 [3]		
		Kompakt	13	7	0,00054	0,00034	30,56 [3]	115,34 [3]		
		Mast	7	4	0,00545	0,00561	2,657 [3]	1,87 [3]		
		sonstige ONS	2	3	0,00024	0,00012	1,443 [3]	0,78 [3]		
	ONS-Feld	Einbau	6	7	0,00010	0,00010	14,77 [3]	1,85 [3]		
		Gebäude	10	13	0,00037	0,00041	90,16 [3]	38,86		
		Kompakt	5	5	0,00007	0,00008	124,5 [3]	194,98 [3]		
		Mast	0	2		0,00159		1,46 [3]		
		sonstige	3	12	0,00014	0,00019	[2]	1,45		
	UW/SA	SS-AB	12	23	0,00006	0,00009	138,7 [3]	57,09		
		LS	6	10	0,00025	0,00039	2,885 [3]	2,5 [3]		
		TR-AA	15	32	0,00009	0,00015	117,2 [3]	31,30		
		TR-SS	6	9	0,00004	0,00004	187,4 [3]	5,18 [3]		
EAS - kurz	Freileitung		16	155	0,00461	0,02554	1,20	2,57		
	Kabel	Alle	[3]	48	0,02282	0,00065		0,32		
		papierisoliert	856	1082	0,02892	0,02480	90,47	111,91		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	[3]	24		0,00913		161,99		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	[3]	8	0,00110	0,00089		2,89		
		sonst	[3]	83	0,01353	0,00455		1,08		
	Trafo	Alle	[3]	22		0,00027		2,23		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	3		0,00009		1,10		
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	2		0,00003		0,02		
	UW/SA	SS-AB	[3]	13		0,00005		5,10		
		LS	[3]	[3]						
		TR-AA	[3]	16		0,00007		1,70		
		TR-SS	[3]	[3]						
EAS - lang	Freileitung		48	0	0,01384		157,58			
	Kabel	Alle	[3]	1256		0,01699		102,49		
		papierisoliert	33	0	0,00111		103,40			
		Öl	[2]	[2]						
		PE	[3]	0						
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	[3]	53		0,00562		98,36		
		sonst	[3]	37		0,00205		30,99		
	Trafo	Alle	[3]	25		0,00032		159,30		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	10		0,00032		49,09		
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	10		0,00016		1,70		
	UW/SA	SS-AB	[3]	10		0,00004		128,74		
		LS	[3]	[3]						
		TR-AA	[3]	16		0,00007		59,99		
		TR-SS	[3]	[3]						

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV isoliert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UHA	Freileitung		10	9	0,00288	0,00148	17,30	0,99		
	Kabel	Alle	6	42	0,00010	0,00057	61,13	34,55		
		papierisoliert	4	24	0,00014	0,00055	35,23	37,83		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	0	9		0,00342		59,40		
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	0	7		0,00075		7,22		
		sonst	2	2	0,00013	0,00011	186,00	0,47		
	Trafo	Alle	1	6	0,00002	0,00008	2,22	14,79		
		Einbau	0	2		0,00010		0,02		
		Gebäude	0	1		0,00011		27,72		
		Kompakt	0	3		0,00015		235,59		
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	0	14		0,00020		7,22		
		Gebäude	1	10	0,00004	0,00031	213,27	4,65		
		Kompakt	3	4	0,00004	0,00007	22,95	16,30		
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	4	3	0,00019	0,00005	0,01	0,76		
	UW/SA	SS-AB	1	3	0,00000	0,00001	3,87	1,06		
		LS	3	11	0,00012	0,00043	0,04	3,26		
		TR-AA	6	7	0,00004	0,00003	24,85	13,30		
		TR-SS	1	29	0,00001	0,00013		5,49		
VHA	Freileitung		22	19	0,00634	0,00313	1,31	2,67		
	Kabel	Alle	34	31	0,00059	0,00042	48,93	54,06		
		papierisoliert	25	28	0,00084	0,00064	76,35	60,09		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	3	1	0,00262	0,00038	7,56	2,97		
		Kunststoff sonst	1	0	0,00243		50,00			
		VPE	2	2	0,00018	0,00021	4,28	10,16		
		sonst	3	0	0,00019		72,00			
	Trafo	Alle	5	9	0,00008	0,00011	126,00	4,40		
		Einbau	0	3	0,00002	0,00015		4,94		
		Gebäude	0	1		0,00011		337,00		
		Kompakt	1	1	0,00004	0,00005	[2]	55,00		
		Mast	0	4		0,00561		1,03		
		sonstige ONS	4	0	0,00047		126,00			
	ONS-Feld	Einbau	1	15	0,00002	0,00022	1,00	27,57		
		Gebäude	0	21		0,00066		10,24		
		Kompakt	3	5	0,00004	0,00008	0,21	163,48		
		Mast	1	0	0,00000		1,72			
		sonstige ONS	1	1	0,00005	0,00002	0,05	[2]		
	UW/SA	SS-AB	1	4	0,00000	0,00002	0,55	4,35		
		F-AA	4	18	0,00002	0,00007	0,15	12,87		
		F-SS	5	38	0,00002	0,00015	5,93	21,74		
		LS	5	0	0,00021		5,93			
		TR-AA	4	18	0,00002	0,00008	0,15	12,87		
		TR-SS	0	38		0,00017		21,74		
E1P	Freileitung		9	11	0,00260	0,00181	3,40	4,10		
	Kabel	Alle	196	105	0,00337	0,00142	119,29	84,26		
		papierisoliert	131	64	0,00443	0,00147	118,34	114,39		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	10	14	0,00872	0,00533	80,57	72,95		
		Kunststoff sonst	3	1	0,00728	0,01216	56,60	68,00		
		VPE	9	7	0,00082	0,00075	54,78	35,90		
		sonst	43	19	0,00269	0,00105	151,40	2,43		
	Trafo	Alle	0	0						
		Einbau	0	0						
		Gebäude	0	0						
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	0	0						
		Gebäude	0	0						
		Kompakt	1	0	0,00001		154,00			
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	1	1	0,00005	0,00002	[2]	1,02		
	UW/SA	SS-AB	1	2	0,00000	0,00001	95,00	1,42		
		F-AA	2	1	0,00001	0,00000	236,00	1,02		
		F-SS	1	0	0,00000		154,00			
		LS	0	0						
		TR-AA	2	0	0,00001		236,00			
		TR-SS	1	0	0,00001		154,00			

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV isoliert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
MEM	Freileitung		0	1				5,27		0,04000
	Kabel	Alle	136	38			139,20	63,71	0,243577	0,14000
		papierisoliert	108	31			132,10	80,27	0,379724	0,19000
		Öl	[2]	[2]						
		PE	1	0			18,00		0,090756	
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	4	1			124,50	54,00	0,037998	0,03000
		sonst	23	6			163,40	3,38	0,149897	0,09000
	Trafo	Alle	0	0						
		Einbau	0	0						
		Gebäude	0	0						
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	0	0						
		Gebäude	0	0						
		Kompakt	1	0			0,02		0,001404	
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	UW/SA	SS-AB	0	1				1,00		0,00000
		F-AA	0	0						
		F-SS	1	0			0,01		0,000495	
		LS	1	0			0,05		0,004321	
		TR-AA	0	0						
		TR-SS	0	0						
COM	Freileitung		0	0						
SUE			0	0						
SVS			0	1						0,058
LVS			0	3						0,173
SPS			4	10	0,000166	0,00039				

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung		1211	2551	0,02689	0,03098	17,80	14,61		
	Kabel	Alle	3330	3847	0,00998	0,01127	43,91	45,01		
		papierisoliert	1882	1934	0,01519	0,01855	40,02	88,85		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	312	464	0,02568	0,02350	67,59	56,26		
		Kunststoff sonst	14	15	0,02009	0,01220	10,52[3]	24,53		
		VPE	346	372	0,00201	0,00286	50,36	66,20		
		sonst	776	1038	0,03379	0,01210	22,57	18,70		
	Trafo	Alle	198	289	0,00054	0,00073	19,43	10,94		
		Einbau	4	5	0,00017	0,00016	11,52[3]	5,51[3]		
		Gebäude	19	41	0,00015	0,00034	8,341[3]	11,05		
		Kompakt	47	34	0,00033	0,00035	3,153[3]	4,18		
		Mast	31	102	0,00100	0,00326	2,55[3]	7,12		
		sonstige ONS	16	35	0,00049	0,00030	5,815[3]	15,10		
	ONS-Feld	Einbau	13	12	0,00016	0,00012	4,641[3]	1,59[3]		
		Gebäude	80	67	0,00018	0,00016	5,97	39,17		
		Kompakt	46	29	0,00011	0,00010	1,904[3]	51,95		
		Mast	19	44	0,00051	0,00091	2,675[3]	2,52		
		sonstige	34	61	0,00038	0,00019	0,7658[3]	1,54		
	UW/SA	SS-AB	101	94	0,00009	0,00008	18,40	40,37		
		F-AA	152	142	0,00013	0,00011	16,48	30,44		
		F-SS	94	120	0,00008	0,00010	10,97	26,49		
UNE - kurz	Freileitung		701	2084	0,01556	0,02531	2,52	2,05		
	Kabel	Alle	1061	1133	0,00318	0,00332	1,82	2,29		
		papierisoliert	777	1387	0,00627	0,01330	7,29	16,14		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	65	82	0,00535	0,00416	16,30	2,54		
		Kunststoff sonst	[3]	15		0,01220		24,53		
		VPE	232	140	0,00135	0,00107	11,79	4,70		
		sonst	516	570	0,02247	0,00665	1,99	1,40		
	Trafo	Alle	100	203	0,00027	0,00051	1,17	1,77		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	26		0,00220		3,64		
		Kompakt	[3]	34		0,00035		4,18		
		Mast	[3]	80		0,00256		1,76		
		sonstige ONS	[3]	26		0,00023		1,25		
	ONS-Feld	Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	29	37	0,00006	0,00009	0,55	2,56		
		Kompakt	[3]	19		0,00007		0,98		
		Mast	[3]	44		0,00091		2,52		
		sonstige	[3]	12		0,00004		0,03		
	UW/SA	SS-AB	23	66	0,00002	0,00005	2,33	3,18		
		F-AA	80	96	0,00007	0,00008	0,11	1,44		
		F-SS	30	85	0,00003	0,00007	0,14	2,24		
UNE - lang	Freileitung		155	467	0,00344	0,00567	79,09	70,65		
	Kabel	Alle	2269	2714	0,00680	0,00795	62,50	62,85		
		papierisoliert	1105	547	0,00892	0,00525	84,15	247,70		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	186	382	0,01531	0,01933	139,50	67,83		
		Kunststoff sonst	[3]	0						
		VPE	114	232	0,00066	0,00178	174,50	103,26		
		sonst	260	468	0,01132	0,00545	72,97	39,79		
	Trafo	Alle	98	86	0,00027	0,00022	29,10	32,60		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	15		0,00013		23,74		
		Kompakt	[3]	0						
		Mast	[3]	22		0,00069		26,89		
		sonstige ONS	[3]	9		0,00008		55,42		
	ONS-Feld	Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	32	30	0,00007	0,00007	60,79	83,78		
		Kompakt	[3]	10		0,00004		145,43		
		Mast	[3]	0						
		sonstige	[3]	49		0,00016		1,90		
	UW/SA	SS-AB	11	28	0,00001	0,00002	143,80	128,00		
		F-AA	72	46	0,00006	0,00004	60,46	90,53		
		F-SS	23	35	0,00002	0,00003	22,04	85,31		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
EAS	Freileitung		1123	2325	0,02493	0,02823	13,41	12,90		
	Kabel	Alle	3204	3720	0,00960	0,01090	39,88	45,53		
		papierisoliert	1835	1894	0,01481	0,01817	40,98	89,48		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	295	447	0,02428	0,02264	69,47	56,42		
		Kunststoff sonst	13	14	0,01865	0,01139	10,09[3]	24,08		
		VPE	301	336	0,00175	0,00258	51,99	69,45		
		sonst	760	1006	0,03310	0,01172	22,75	18,88		
	Trafo	Alle	166	251	0,00045	0,00064	18,81	10,81		
		Einbau	3	5	0,00013	0,00016	0,706[3]	5,51[3]		
		Gebäude	17	37	0,00013	0,00031	9,516[3]	11,28		
		Kompakt	37	28	0,00026	0,00028	3,451[3]	4,86		
		Mast	25	85	0,00081	0,00271	2,167[3]	2,47		
		sonstige ONS	13	29	0,00040	0,00025	3,592[3]	1,81		
	ONS-Feld	Einbau	9	8	0,00011	0,00008	4,811[3]	2,07[3]		
		Gebäude	58	53	0,00013	0,00013	6,40	44,67		
		Kompakt	39	25	0,00009	0,00009	1,653[3]	62,68		
		Mast	15	37	0,00040	0,00076	3,125[3]	2,40		
		sonstige	27	46	0,00030	0,00015	1,033[3]	4,63		
	UW/SA	SS-AB	96	89	0,00008	0,00007	20,66	40,97		
		LS	30	16	0,00033	0,00018	2,235[3]	7,11		
		TR-AA	86	89	0,00007	0,00008	17,88	43,16		
		TR-SS	35	30	0,00004	0,00003	7,173[3]	40,02		
EAS - kurz	Freileitung		850	1908	0,01887	0,02317	2,66	2,09		
	Kabel	Alle	999	1094	0,00299	0,00321	0,75	2,36		
		papierisoliert	754	1360	0,00609	0,01305	4,72	26,49		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	67	74	0,00552	0,00376	9,42	2,14		
		Kunststoff sonst	[3]	1	0,00000	0,00117		0,21		
		VPE	151	129	0,00088	0,00099	13,31	5,11		
		sonst	508	558	0,02212	0,00650	2,15	1,41		
	Trafo	Alle	70	182	0,00019	0,00046	1,71	1,86		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	21		0,00017		2,77		
		Kompakt	[3]	28		0,00028		4,86		
		Mast	[3]	85		0,00271		2,47		
		sonstige	[3]	29		0,00025		1,81		
	ONS-Feld	Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	18	27	0,00004	0,00006	1,61	3,08		
		Kompakt	[3]	16		0,00005		1,12		
		Mast	[3]	37		0,00076		2,40		
		sonstige ONS	[3]	39		0,00012		1,29		
	UW/SA	SS-AB	23	62	0,00002	0,00005	1,43	3,30		
		LS	[3]	4	0,00000	0,00005		0,14		
		TR-AA	31	59	0,00002	0,00006	0,87	1,52		
		TR-SS	[3]	30		0,00003		40,02		
EAS - lang	Freileitung		134	417	0,01055	0,00507	96,63	62,36		
	Kabel	Alle	2205	2626	0,00572	0,00770	64,42	63,51		
		papierisoliert	1081	534	0,01126	0,00512	96,39	250,10		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	187	373	0,01539	0,01887	121,90	67,24		
		Kunststoff sonst	[3]	13	0,00000	0,01022		26,80		
		VPE	150	207	0,00072	0,00159	175,80	109,58		
		sonst	252	448	0,00941	0,00522	109,00	40,63		
	Trafo	Alle	69	69	0,00016	0,00017	24,10	34,60		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	16		0,00013		22,48		
		Kompakt	[3]	0						
		Mast	[3]	0						
		sonstige ONS	[3]	0						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	8	26	0,00002	0,00006	31,10	87,73		
		Kompakt	[3]	9		0,00003		166,05		
		Mast	[3]	0						
		sonstige ONS	[3]	7		0,00002		23,68		
	UW/SA	SS-AB	11	27	0,00000	0,00002	48,83	127,64		
		LS	[3]	12		0,00013		9,59		
		TR-AA	32	30	0,00001	0,00003	160,60	126,59		
		TR-SS	[3]	0						

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UHA	Freileitung		88	226	0,00195	0,00274	2,10	2,61		
	Kabel	Alle	126	127	0,00038	0,00037	6,40	22,39		
		papierisoliert	47	40	0,00038	0,00038	8,75	24,04		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	17	17	0,00140	0,00086	7,95	26,04		
		Kunststoff sonst	1	1	0,00144	0,00081	9,82	0,42		
		VPE	45	36	0,00026	0,00028	4,86	30,06		
		sonst	16	32	0,00070	0,00037	4,74	7,70		
	Trafo	Alle	32	38	0,00009	0,00010	3,07	4,02		
		Einbau	1	0	0,00004		22,00			
		Gebäude	2	4	0,00002	0,00003	0,79	5,46		
		Kompakt	10	6	0,00007	0,00006	0,81	0,95		
		Mast	6	17	0,00019	0,00054	3,61	4,32		
		sonstige ONS	3	6	0,00009	0,00005	15,50	2,50		
	ONS-Feld	Einbau	4	4	0,00005	0,00004	2,95	0,17		
		Gebäude	22	14	0,00005	0,00003	2,87	2,48		
		Kompakt	7	4	0,00002	0,00001	2,32	0,67		
		Mast	4	7	0,00011	0,00014	1,15	2,77		
		sonstige ONS	7	15	0,00008	0,00005	0,37	0,06		
	UW/SA	SS-AB	5	5	0,00000	0,00000	9,78	2,33		
		LS	10	11	0,00011	0,00012	3,04	0,02		
		TR-AA	33	28	0,00001	0,00003	0,73	0,60		
		TR-SS	4	10	0,00000	0,00001	1,12	2,50		
VHA	Freileitung		219	358	0,00486	0,00435	2,25	2,61		
	Kabel	Alle	181	225	0,00054	0,00066	8,855	15,76		
		papierisoliert	58	45	0,00047	0,00043	13,56	27,64		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	38	32	0,00313	0,00162	5,91	3,96		
		Kunststoff sonst	2	3	0,00287	0,00244	0,79	12,77		
		VPE	59	62	0,00034	0,00048	6,86	6,33		
		sonst	24	83	0,00105	0,00097	6,67	21,31		
	Trafo	Alle	49	75	0,00013	0,00019	1,96	4,31		
		Einbau	0	2		0,00006		1,15		
		Gebäude	4	16	0,00003	0,00013	1,64	33,02		
		Kompakt	10	13	0,00007	0,00013	5,76	4,24		
		Mast	18	31	0,00058	0,00099	1,14	2,63		
		sonstige ONS	2	4	0,00006	0,00003	0,02	0,81		
	ONS-Feld	Einbau	0	1		0,00001		0,67		
		Gebäude	12	23	0,00003	0,00006	1,47	1,15		
		Kompakt	15	8	0,00003	0,00003	0,78	1,85		
		Mast	6	16	0,00016	0,00033	2,94	1,80		
		sonstige ONS	1	15	0,00001	0,00005	0,62	1,62		
	UW/SA	SS-AB	6	12	0,00001	0,00001	4,82	1,73		
		F-AA	18	32	0,00000	0,00003	86,94	1,72		
		F-SS	29	52	0,00001	0,00004	6,73	1,83		
		LS	14	15	0,00002	0,00017	7,14	3,55		
		TR-AA	16	24	0,00000	0,00002	4,78	1,33		
		TR-SS	7	26	0,00268	0,00002	1,59	1,31		
E1P	Freileitung		159	321	0,00353	0,00390	14,79	5,51		
	Kabel	Alle	1752	2052	0,00525	0,00601	24,66	31,55		
		papierisoliert	710	778	0,00573	0,00746	27,22	43,53		
		Öl	[2]	[2]	0,00000					
		PE	454	614	0,03737	0,03109	32,02	34,48		
		Kunststoff sonst	23	10	0,03300	0,00814	4,87	31,47		
		VPE	320	273	0,00186	0,00210	20,28	23,33		
		sonst	245	370	0,01067	0,00431	9,34	12,18		
	Trafo	Alle	23	59	0,00006	0,00015	2,93	8,80		
		Einbau	0	0						
		Gebäude	3	12	0,00002	0,00010	1,51	13,35		
		Kompakt	4	7	0,00003	0,00007	3,83	8,15		
		Mast	7	29	0,00023	0,00093	1,94	6,62		
		sonstige ONS	5	5	0,00015	0,00004	1,68	4,14		
	ONS-Feld	Einbau	2	0	0,00003		51,22			
		Gebäude	4	3	0,00001	0,00001	17,41	6,17		
		Kompakt	2	2	0,00001	0,00001	104,30	1,30		
		Mast	12	11	0,00032	0,00023	2,47	3,07		
		sonstige ONS	2	14	0,00002	0,00004	2,72	3,09		
	UW/SA	SS-AB	7	14	0,00000	0,00001	2,70	5,13		
		F-AA	18	21	0,00000	0,00002	266,27	3,70		
		F-SS	8	13	0,00000	0,00001	2,98	4,21		
		LS	2	3	0,00001	0,00003	410,67	2,26		
		TR-AA	13	15	0,00000	0,00001	2,40	3,60		
		TR-SS	3	6	0,00182	0,00001	34,15	4,39		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
MEM	Freileitung		13	52			5,22	3,76	0,00049	0,10000
	Kabel	Alle	606	624			47,44	41,38	0,30804	0,28000
		papierisoliert	342	317			54,38	48,79	0,46836	0,47000
		Öl	[2]	[2]					0,00000	
		PE	127	154			45,99	40,64	1,77361	1,20000
		Kunststoff sonst	4	2			16,63	10,62	0,97369	0,25000
		VPE	63	71			92,57	48,35	0,06221	0,08000
		sonst	70	80			15,58	13,09	0,51720	0,14000
	Trafo	Alle	5	7			12,72	10,80	0,00231	0,00000
		Einbau	1	0			6,25		0,00007	
		Gebäude	1	1			40,72	19,62	0,00131	0,00000
		Kompakt	0	0					0,00000	
		Mast	1	3			4,12	5,74	0,00547	0,01000
		sonstige ONS	0	0					0,00000	
	ONS-Feld	Einbau	0	1				[2]	0,00000	0,00000
		Gebäude	3	6			11,57	142,39	0,00112	0,00000
		Kompakt	1	1			17,75	287,07	0,00039	0,00000
		Mast	2	1			1,23	1,62	0,00909	0,00000
		sonstige ONS	3	6			1,51	5,31	0,00563	0,00000
	UW/SA	SS-AB	4	7			3,56	3,44	0,00035	0,00000
		F-AA	9	8			2,73	142,92	0,00029	0,00000
		F-SS	4	7			4,42	9,67	0,00014	0,00000
		LS	1	1			19,95	169,92	0,00186	0,00000
		TR-AA	7	5			8,35	10,77	0,00122	0,00000
		TR-SS	2	4			1,70	3,70	0,00035	0,00000
COM	Freileitung		8	14	0,02180	0,00488	7,071	3,12		
SUE			7	12					0,12119	0,15080
SVS			5	6					0,08657	0,07540
LVS			10	7					0,17313	0,08800
SPS			31	52	0,00034	0,00059				

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV niederohmige Erdung							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung		24	109	0,05917	0,04348	12,01[3]	11,64		
	Kabel	Alle	4400	5281	0,03076	0,03447	49,68	42,43		
		papierisoliert	2808	3044	0,03163	0,02976	55,42	46,63		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	914	1313	0,11550	0,11934	47,18	42,11		
		Kunststoff sonst	17	9	0,04789	0,01174	32,83[3]	47,72[3]		
		VPE	377	472	0,00855	0,01533	41,81	34,10		
		sonst	284	425	0,14726	0,05076	35,69	30,98		
	Trafo	Alle	166	311	0,00175	0,00226	37,08	52,99		
		Einbau	41	71	0,01398	0,00142	9,479[3]	109,81[3]		
		Gebäude	79	98	0,01432	0,00181	26,59	22,93		
		Kompakt	15	37	0,00071	0,00178	48,01[3]	66,51		
		Mast	2	3	0,00128	0,00240	1,851[3]	2,87[3]		
		sonstige ONS	6	7	0,00013	0,00062	1,227[3]	3,32[3]		
	ONS-Feld	Einbau	25	72	0,00013	0,00038	23,66[3]	50,8[3]		
		Gebäude	51	113	0,00031	0,00061	12,88[3]	40,85		
		Kompakt	14	19	0,00016	0,00031	7,59[3]	52,46		
		Mast	1	1	0,00117	0,00065	0,85[3]	61,90[3]		
		sonstige	4	8	0,00033	0,00020	0,07[3]	31,24[3]		
	UW/SA	SS-AB	34	83	0,00006	0,00015	21,16[3]	49,47		
		F-AA	82	135	0,00016	0,00024	15,86	36,26		
		F-SS	50	195	0,00010	0,00035	14,87	47,70		
UNE - kurz	Freileitung		[3]	75		0,02981		1,77		
	Kabel	Alle	4400	5281	0,03076	0,03447	52,38	42,43		
		papierisoliert	2460	3044	0,02771	0,02976	46,82	46,63		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	914	1313	0,11550	0,11934	47,43	42,11		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	313	2	0,00710	0,00007	31,56	3,56		
		sonst	191	61	0,09904	0,00729	11,44	1,14		
	Trafo	Alle	76	149	0,00058	0,00109	1,90	2,80		
		Einbau	[3]	31		0,00062		3,41		
		Gebäude	20	98	0,00041	0,00181	0,78	22,93		
		Kompakt	[3]	15		0,00074		1,74		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	49		0,00026		4,11		
		Gebäude	[3]	54		0,00029		3,89		
		Kompakt	[3]	11		0,00017		2,48		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	37		0,00007		2,67		
		F-AA	10	65	0,00002	0,00012	0,03	2,44		
		F-SS	6	115	0,00001	0,00021	0,72	3,85		
UNE - lang	Freileitung		[3]	34		0,01367		33,16		
	Kabel	Alle	0	0						
		papierisoliert	348	0	0,00392		382,60			
		Öl	[2]	[2]						
		PE	0	0						
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	64	470	0,00145	0,01526	167,50	34,24		
		sonst	93	364	0,04822	0,04347	130,70	35,98		
	Trafo	Alle	74	162	0,00057	0,00117	87,72	99,42		
		Einbau	[3]	40		0,00080		19,40		
		Gebäude	6	0	0,00012		790,20			
		Kompakt	[3]	22		0,00105		112,11		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	23		0,00012		152,31		
		Gebäude	[3]	59		0,00032		74,83		
		Kompakt	[3]	8		0,00014		113,51		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	46		0,00008		87,52		
		F-AA	28	70	0,00005	0,00013	73,24	67,23		
		F-SS	5	80	0,00001	0,00015	303,50	110,21		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV niederohmige Erdung							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
EAS	Freileitung		23	101	0,05671	0,04029	13,36[3]	11,53		
	Kabel	Alle	4358	4935	0,03046	0,03221	49,68	44,17		
		papierisoliert	2790	2891	0,03143	0,02826	55.06	48,17		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	906	1196	0,11449	0,10870	47,54	44,51		
		Kunststoff sonst	16	8	0,04507	0,01044	35,58[3]	44,71[3]		
		VPE	366	412	0,00830	0,01338	35,81	38,23		
		sonst	280	410	0,14519	0,04897	42,95	30,91		
	Trafo	Alle	162	252	0,00175	0,00183	34,62	48,03		
		Einbau	40	48	0,01364	0,00096	8,578[3]	109,88[3]		
		Gebäude	78	80	0,01414	0,00148	26,59	25,03		
		Kompakt	14	37	0,00066	0,00178	39,00	66,51		
		Mast	2	3	0,00124	0,00240	1,851[3]	2,87[3]		
		sonstige ONS	6	7	0,00011	0,00062	1,227[3]	3,32[3]		
	ONS-Feld	Einbau	21	17	0,00011	0,00009	34,10	112,67[3]		
		Gebäude	41	33	0,00025	0,00018	16,07	65,56		
		Kompakt	9	10	0,00010	0,00016	13,41[3]	6,06[3]		
		Mast	1	1	0,00117	0,00065	0,85[3]	61,90[3]		
		sonstige	4	6	0,00033	0,00015	0,07[3]	32,94[3]		
	UW/SA	SS-AB	31	75	0,00006	0,00014	23,32[3]	45,29		
		LS	14	30	0,00018	0,00034	20,87[3]	33,17		
		TR-AA	62	39	0,00012	0,00007	21,57	30,71		
		TR-SS	21	21	0,00004	0,00004	22,37[3]	71,69		
EAS - kurz	Freileitung		[3]	69	0,00000	0,02753		1,68		
	Kabel	Alle	4358	4935	0,03046	0,03221	52,37	44,17		
		papierisoliert	2442	2891	0,02751	0,02826	46,91	48,17		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	743	1196	0,09389	0,10870	37,00	44,51		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	256	412	0,00581	0,01338	26,25	38,23		
		sonst	186	61	0,09645	0,00726	10,88	1,12		
	Trafo	Alle	86	118	0,00066	0,00086		2,71		
		Einbau	[3]	20		0,00039		2,83		
		Gebäude	19	32	0,00344	0,00059	1,03	3,37		
		Kompakt	[3]	15		0,00074		1,74		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	12		0,00006		12,31		
		Gebäude	[3]	20		0,00011		19,97		
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	37		0,00007		2,76		
		LS	[3]	30		0,00034		33,17		
		TR-AA	7	15	0,00001	0,00003	0,02	1,10		
		TR-SS	[3]	13		0,00003		21,02		
EAS - lang	Freileitung		[3]	32		0,01276		32,78		
	Kabel	Alle	0	0						
		papierisoliert	348	0	0,00392		64,58			
		Öl	[2]	[2]						
		PE	0	0						
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	64	0	0,00145		64,74			
		sonst	94	349	0,04874	0,04171	73,45	36,09		
	Trafo	Alle	76	134	0,00000	0,00098		87,68		
		Einbau	[3]	28		0,00057		183,77		
		Gebäude	6	48	0,00109	0,00089	29,53	39,31		
		Kompakt	[3]	22		0,00105		112,11		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	5		0,00003		369,76		
		Gebäude	[3]	13		0,00007		140,11		
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	38		0,00007		85,86		
		LS	[3]	0						
		TR-AA	27	24	0,00005	0,00005	69,45	49,13		
		TR-SS	[3]	8		0,00002		156,06		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		10 kV niederohmige Erdung							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UHA	Freileitung		1	8	0,00247	0,00319	0,87	4,18		
	Kabel	Alle	42	346	0,00029	0,00226	12,00	15,84		
		papierisoliert	18	153	0,00020	0,00150	24,09	17,15		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	8	117	0,00101	0,01063	7,60	15,74		
		Kunststoff sonst	1	1	0,00282	0,00130	0,92	47,32		
		VPE	11	60	0,00025	0,00195	7,85	9,16		
		sonst	4	15	0,00207	0,00179	0,70	28,93		
	Trafo	Alle	4	59	0,00000	0,00043	24,00	14,64		
		Einbau	1	23	0,00034	0,00046	328,32	19,47		
		Gebäude	1	18	0,00018	0,00033	[2]	5,76		
		Kompakt	1	0	0,00005		334,07			
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	4	55	0,00002	0,00029	4,79	5,81		
		Gebäude	10	80	0,00006	0,00043	3,68	12,11		
		Kompakt	5	9	0,00006	0,00015	3,10	20,60		
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	2		0,00005		1,15		
	UW/SA	SS-AB	3	8	0,00001	0,00001	0,34	64,54		
		LS	9	126	0,00012	0,00143	1,25	7,29		
		TR-AA	12	85	0,00002	0,00016	3,22	13,57		
		TR-SS	5	12	0,00001	0,00002	1,84	5,06		
VHA	Freileitung		3	6	0,00740	0,00239	1,11	3,01		
	Kabel	Alle	174	161	0,00122	0,00105	15,65	16,00		
		papierisoliert	69	62	0,00078	0,00061	34,83	24,06		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	50	50	0,00632	0,00454	6,76	9,55		
		Kunststoff sonst	2	1	0,00563	0,00130	3,80	3,12		
		VPE	41	19	0,00093	0,00062	7,97	12,78		
		sonst	12	29	0,00622	0,00346	5,07	17,52		
	Trafo	Alle	11	17	0,00008	0,00012	14,07	8,29		
		Einbau	3	9	0,00006	0,00018	556,80	5,57		
		Gebäude	4	5	0,00008	0,00009	1,58	11,77		
		Kompakt	1	0	0,00003		362,27			
		Mast	1	1	0,00134	0,00080	9,37	1,62		
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	11	23	0,00006	0,00012	27,25	7,36		
		Gebäude	18	41	0,00011	0,00022	2,46	23,03		
		Kompakt	3	5	0,00003	0,00008	2,59	1,33		
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	1	3	0,00008	0,00008	12,00	2,15		
	UW/SA	SS-AB	8	5	0,00002	0,00001	23,98	94,44		
		F-AA	27	54	0,00005	0,00010	6,34	7,17		
		F-SS	32	69	0,00006	0,00012	6,86	15,43		
		LS	22	52	0,00029	0,00059	5,84	5,77		
		TR-AA	24	52	0,00005	0,00010	6,34	5,93		
		TR-SS	9	16	0,00002	0,00003	18,66	77,26		
COM	Freileitung		0	0						
SUE			2	11					0,0411862	0,01970
SVS			3	1					0,0617792	0,01800
LVS			2	0					0,0411862	
SPS			23	28	0,000298	0,00032				

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		20 kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung		12674	17999	0,02435	0,02777	14,28	10,72		
	Kabel	Alle	5184	6732	0,00455	0,00666	24,39	28,33		
		papierisoliert	1171	1666	0,00828	0,01073	20,05	45,95		
		Öl	5	86,00	0,01912	0,01185	56,67 [3]	19,74		
		PE	969	1375	0,02478	0,01549	38,94	30,46		
		Kunststoff sonst	16	120	0,05279	0,03286	37,07 [3]	51,15		
		VPE	1615	1819	0,00201	0,00293	16,93	24,24		
		sonst	1408	1665	0,00918	0,01225	31,95	12,55		
	Trafo	Alle	2004	2947	0,00145	0,00207	10,92	5,14		
		Einbau	43	45	0,00113	0,00117	2,43	2,33 [3]		
		Gebäude	296	691	0,00061	0,00125	8,85	5,82		
		Kompakt	286	280	0,00057	0,00070	16,79	11,92		
		Mast	771	1399	0,00494	0,00695	3,18	1,95		
		sonstige ONS	49	143	0,00026	0,00068	4,008 [3]	2,83		
	ONS-Feld	Einbau	43	25	0,00033	0,00018	1,093 [3]	2,83 [3]		
		Gebäude	426	635	0,00027	0,00036	4,29	15,02		
		Kompakt	264	277	0,00018	0,00024	7,24	17,68		
		Mast	340	581	0,00177	0,00228	1,975 [3]	2,10		
		sonstige	133	266	0,00023	0,00046	5,92	2,60		
	UW/SA	SS-AB	358	399	0,00008	0,00010	4,53	13,89		
		F-AA	968	1213	0,00023	0,00029	4,28	9,71		
		F-SS	590	936	0,00014	0,00022	6,33	15,00		
UNE - kurz	Freileitung		8548	13861	0,01642	0,02139	3,41	2,33		
	Kabel	Alle	1680	3281	0,00147	0,00324	1,33	3,41		
		papierisoliert	529	606	0,00374	0,00390	1,09	6,26		
		Öl	[3]	10,00		0,00131		1,32		
		PE	358	469	0,00916	0,00528	7,72	3,38		
		Kunststoff sonst	[3]	69		0,01882		1,42		
		VPE	475	866	0,00059	0,00140	1,16	3,72		
		sonst	610	1129	0,00398	0,00830	2,53	2,17		
	Trafo	Alle	1375	2406	0,00100	0,00169	1,91	1,79		
		Einbau	12	45	0,00031	0,00118		2,33 [3]		
		Gebäude	210	516	0,00043	0,00094	2,10	2,07		
		Kompakt	155	189	0,00031	0,00470	2,05	2,22		
		Mast	743	1399	0,00476	0,00695	2,24	1,95		
		sonstige ONS	[3]	143		0,00680		2,83		
	ONS-Feld	Einbau	[3]	8		0,00006		0,14 [3]		
		Gebäude	204	448	0,00013	0,00026	0,09	1,54		
		Kompakt	168	181	0,00012	0,00016	0,37	2,19		
		Mast	[3]	581	0,00177	0,00228		2,10		
		sonstige	77	266	0,00014	0,00046	0,14	2,60		
	UW/SA	SS-AB	220	253	0,00005	0,00006	1,84	1,94		
		F-AA	664	928	0,00016	0,00022	1,05	0,14		
		F-SS	456	761	0,00011	0,00018	2,39	2,51		
UNE - lang	Freileitung		4126	4138	0,00793	0,00639	93,94	38,83		
	Kabel	Alle	3504	3451	0,00308	0,00341	43,95	52,02		
		papierisoliert	642	1060	0,00454	0,00683	44,85	68,62		
		Öl	[3]	76,00		0,01054		22,03		
		PE	611	906	0,01563	0,01021	111,90	44,48		
		Kunststoff sonst	[3]	51		0,01404		117,81		
		VPE	1140	953	0,00142	0,00154	30,46	42,91		
		sonst	798	536	0,00520	0,00394	64,82	34,38		
	Trafo	Alle	629	541	0,00046	0,00038	13,90	20,00		
		Einbau	0	0	0,00000					
		Gebäude	86	175	0,00018	0,00032	26,17	16,87		
		Kompakt	131	91	0,00026	0,00023	36,70	31,95		
		Mast	28	0	0,00018					
		sonstige ONS	[3]	0						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	17		0,00020		4,07		
		Gebäude	222	187	0,00014	0,00011	6,02	47,23		
		Kompakt	97	96	0,00007	0,00008	45,39	46,85		
		Mast	0	0						
		sonstige	56	0	0,00010		51,79			
	UW/SA	SS-AB	137	146	0,00003	0,00004	34,22	34,60		
		F-AA	306	285	0,00007	0,00007	26,95	36,83		
		F-SS	134	175	0,00003	0,00004	64,86	69,17		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		20 kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
EAS	Freileitung		11699	16612	0,02247	0,02563	9,29	10,28		
	Kabel	Alle	4924	6391	0,00432	0,00632	24,50	27,51		
		papierisoliert	1143	1571	0,00808	0,01012	33,58	40,22		
		Öl	5	83,00	0,01912	0,01143	56,67 [3]	19,48		
		PE	915	1309	0,02340	0,01474	34,87	31,28		
		Kunststoff sonst	14	120	0,04619	0,03286	41,17 [3]	51,15		
		VPE	1491	1679	0,00185	0,00271	23,58	24,05		
		sonst	1356	1629	0,00884	0,01198	28,23	11,95		
	Trafo	Alle	1767	2684	0,00128	0,00188	11,94	5,15		
		Einbau	38	43	0,00100	0,00112	2,982 [3]	2,22 [3]		
		Gebäude	279	636	0,00057	0,00115	9,39	5,79		
		Kompakt	251	249	0,00050	0,00062	17,84	13,12		
		Mast	656	1270	0,00420	0,00631	2,243 [3]	1,95		
		sonstige ONS	44	136	0,00023	0,00065	4,397 [3]	2,78		
	ONS-Feld	Einbau	33	17	0,00025	0,00012	1,063 [3]	3,69 [3]		
		Gebäude	339	522	0,00022	0,00030	2,40	14,56		
		Kompakt	196	220	0,00014	0,00019	3,59	19,18		
		Mast	284	485	0,00148	0,00190	1,904 [3]	2,22		
		sonstige	110	224	0,00019	0,00039	5,36	2,65		
	UW/SA	SS-AB	312	369	0,00007	0,00009	5,03	13,62		
		LS	170	170	0,00054	0,00054	4,60	14,13		
		TR-AA	627	811	0,00015	0,00021	7,38	8,82		
		TR-SS	148	249	0,00004	0,00007	15,28	21,16		
EAS - kurz	Freileitung		7953	12736	0,01528	0,01965	3,22	2,36		
	Kabel	Alle	1576	3085	0,00138	0,00305	1,33	3,33		
		papierisoliert	358	414	0,00253	0,00267	1,09	2,80		
		Öl	[3]	9,00		0,00119		1,39		
		PE	535	467	0,01368	0,00526	7,72	3,61		
		Kunststoff sonst	[3]	69		0,01882		1,42		
		VPE	429	784	0,00053	0,00126	1,16	3,79		
		sonst	589	1098	0,00384	0,00808	2,53	2,13		
	Trafo	Alle	1222	2193	0,00089	0,00154	1,91	1,80		
		Einbau	[3]	43		0,00112		2,22		
		Gebäude	196	469	0,00040	0,00085	2,10	2,06		
		Kompakt	149	163	0,00029	0,00041	2,05	2,13		
		Mast	656	1270	0,00420	0,00631	2,24	1,95		
		sonstige	[3]	136		0,00065		2,78		
	ONS-Feld	Einbau	[3]	17		0,00012		3,69		
		Gebäude	156	370	0,00010	0,00021	0,09	1,71		
		Kompakt	136	149	0,00009	0,00013	0,37	2,49		
		Mast		485	0,00148	0,00190		2,22		
		sonstige ONS	46	224	0,00008	0,00039	0,14	2,65		
	UW/SA	SS-AB	196	236	0,00005	0,00006	1,12	1,95		
		LS	108	113	0,00034	0,00036	0,58	1,08		
		TR-AA	441	633	0,00011	0,00017	0,79	1,38		
		TR-SS	115	179	0,00003	0,00005	1,49	2,70		
EAS - lang	Freileitung		3746	3876	0,00720	0,00598	95,60	36,31		
	Kabel	Alle	3348	3306	0,00294	0,00327	45,02	50,07		
		papierisoliert	785	1157	0,00555	0,00745	45,02	53,61		
		Öl	[3]	74,00		0,01024		21,59		
		PE	380	842	0,00972	0,00948	111,90	46,63		
		Kunststoff sonst	[3]	51	0,00000	0,01404		117,81		
		VPE	1062	895	0,00132	0,00144	33,70	41,81		
		sonst	767	531	0,00500	0,00390	67,25	32,26		
	Trafo	Alle	545	491	0,00040	0,00034	14,22	20,11		
		Einbau	[3]	0						
		Gebäude	83	167	0,00017	0,00030	26,20	16,24		
		Kompakt	102	86	0,00020	0,00022	36,70	33,87		
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	[3]	0						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	0						
		Gebäude	183	152	0,00012	0,00009	6,46	45,83		
		Kompakt	60	71	0,00004	0,00006	47,46	54,23		
		Mast	0	0	0,00000					
		sonstige ONS	33	0	0,00006		52,24			
	UW/SA	SS-AB	117	133	0,00003	0,00003	34,22	34,39		
		LS	62	57	0,00020	0,00018	26,65	39,70		
		TR-AA	187	178	0,00005	0,00005	25,95	35,31		
		TR-SS	33	70	0,00001	0,00002	78,96	68,15		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		20 kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UHA	Freileitung		975	1387	0,00187	0,00214	3,70	2,70		
	Kabel	Alle	260	341	0,00023	0,00034	13,50	20,40		
		papierisoliert	28	95	0,00020	0,00061	55,38	62,44		
		Öl	0	3,00		0,00041		21,46		
		PE	54	66	0,00138	0,00074	27,47	19,69		
		Kunststoff sonst	2	0	0,00660		0,99			
		VPE	124	140	0,00015	0,00023	8,01	7,98		
		sonst	52	36	0,00034	0,00027	10,50	8,12		
	Trafo	Alle	237	263	0,00017	0,00018	4,22	2,40		
		Einbau	5	2	0,00013	0,00005	2,60	3,12		
		Gebäude	17	55	0,00003	0,00010	2,44	2,78		
		Kompakt	35	31	0,00007	0,00008	7,28	3,31		
		Mast	115	129	0,00074	0,00064	1,86	1,61		
		sonstige ONS	5	7	0,00003	0,00003	2,28	2,79		
	ONS-Feld	Einbau	10	8	0,00008	0,00006	0,33	0,71		
		Gebäude	87	113	0,00006	0,00006	0,37	1,70		
		Kompakt	68	57	0,00005	0,00005	0,54	3,28		
		Mast	56	96	0,00029	0,00038	1,05	1,56		
		sonstige ONS	23	42	0,00004	0,00007	1,02	2,07		
	UW/SA	SS-AB	46	30	0,00001	0,00001	1,09	4,70		
		LS	28	55	0,00009	0,00017	0,14	2,10		
		TR-AA	221	246	0,00005	0,00007	0,48	2,04		
		TR-SS	47	55	0,00001	0,00001	0,65	2,20		
VHA	Freileitung		2587	2993	0,00497	0,00462	3,50	2,54		
	Kabel	Alle	695	744	0,00061	0,00074	6,59	14,87		
		papierisoliert	39	110	0,00028	0,00071	12,59	27,82		
		Öl	0	7,00		0,00096		6,30		
		PE	145	135	0,00371	0,00152	6,50	12,11		
		Kunststoff sonst	1	10	0,00330	0,00274	405,00	17,39		
		VPE	355	375	0,00044	0,00060	7,39	8,57		
		sonst	155	107	0,00101	0,00079	19,24	16,27		
	Trafo	Alle	461	518	0,00033	0,00036	2,36	2,49		
		Einbau	9	7	0,00024	0,00018	1,43	2,71		
		Gebäude	37	73	0,00008	0,00013	1,99	3,73		
		Kompakt	65	64	0,00013	0,00016	3,03	3,96		
		Mast	199	288	0,00127	0,00143	1,39	1,71		
		sonstige ONS	20	23	0,00011	0,00011	2,27	4,46		
	ONS-Feld	Einbau	8	14	0,00006	0,00010	0,07	3,14		
		Gebäude	115	267	0,00007	0,00015	1,22	4,48		
		Kompakt	83	99	0,00006	0,00009	0,69	3,72		
		Mast	86	141	0,00045	0,00055	1,43	1,45		
		sonstige ONS	45	63	0,00008	0,00011	2,62	2,18		
	UW/SA	SS-AB	76	66	0,00002	0,00002	1,24	2,81		
		F-AA	222	303	0,00005	0,00007	1,89	2,17		
		F-SS	193	347	0,00005	0,00008	2,17	3,43		
		LS	46	45	0,00015	0,00014	1,44	2,83		
		TR-AA	199	278	0,00005	0,00007	1,99	2,17		
		TR-SS	113	238	0,00003	0,00006	1,37	4,21		
E1P	Freileitung		2031	2499	0,00390	0,00386	10,35	6,50		
	Kabel	Alle	6537	6204	0,00574	0,00613	35,39	32,55		
		papierisoliert	1478	1693	0,01045	0,01090	40,60	55,34		
		Öl	5	87	0,01912	0,01198	1,36	27,45		
		PE	1497	1487	0,03829	0,01675	39,49	35,22		
		Kunststoff sonst	10	92	0,03299	0,02519	2,35	38,77		
		VPE	1839	1649	0,00229	0,00266	26,38	28,55		
		sonst	1708	1196	0,01114	0,00880	28,63	14,22		
	Trafo	Alle	106	154	0,00008	0,00011	1,68	5,43		
		Einbau	1	2	0,00003	0,00005	1,42	2,00		
		Gebäude	17	26	0,00003	0,00005	11,63	7,00		
		Kompakt	23	34	0,00005	0,00009	77,99	10,34		
		Mast	26	46	0,00017	0,00023	3,67	3,59		
		sonstige ONS	4	20	0,00002	0,00010	3,67	3,86		
	ONS-Feld	Einbau	3	6	0,00002	0,00004	0,03	129,42		
		Gebäude	42	64	0,00003	0,00004	7,88	19,21		
		Kompakt	31	32	0,00002	0,00003	0,29	21,72		
		Mast	29	53	0,00015	0,00021	16,90	2,50		
		sonstige ONS	17	27	0,00003	0,00005	3,14	8,58		
	UW/SA	SS-AB	55	56	0,00001	0,00001	33,49	8,54		
		F-AA	116	138	0,00003	0,00003	23,72	4,99		
		F-SS	58	78	0,00001	0,00002	13,47	17,46		
		LS	14	20	0,00004	0,00006	17,94	23,59		
		TR-AA	82	88	0,00002	0,00002	56,38	4,01		
		TR-SS	17	40	0,00000	0,00001	20,38	9,93		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		20 kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
MEM	Freileitung		205	499			10,44	6,39	0,04467	0,07000
	Kabel	Alle	2160	2100			25,06	37,11	0,21509	0,19000
		papierisoliert	637	739			26,33	47,75	0,51074	0,43000
		Öl	0,00	28				60,65		0,35000
		PE	438	435			46,88	32,27	1,27082	0,45000
		Kunststoff sonst	3	16			1,19	15,15	1,12280	0,40000
		VPE	590	593			22,06	38,42	0,08318	0,09000
		sonst	492	289			22,81	21,07	0,36391	0,19000
	Trafo	Alle	34	31			4,17	10,81	0,00280	0,00000
		Einbau	0	0						
		Gebäude	6	7			3,54	9,92	0,00140	0,00000
		Kompakt	7	8			3,89	13,96	0,00157	0,00000
		Mast	4	10			1,03	12,81	0,00291	0,00000
		sonstige ONS	2	2			4,25	1,86	0,00120	0,00000
	ONS-Feld	Einbau	2	3			2,48	2,02	0,00174	0,00000
		Gebäude	33	42			9,20	23,45	0,00239	0,00000
		Kompakt	23	24			27,17	45,20	0,00180	0,00000
		Mast	7	17			2,83	7,11	0,00414	0,01000
		sonstige ONS	14	12			9,06	16,09	0,00280	0,00000
	UW/SA	SS-AB	32	27			5,69	25,50	0,00086	0,00000
		F-AA	54	60			12,91	26,10	0,00145	0,00000
		F-SS	53	64			6,56	18,44	0,00142	0,00000
		LS	14	10			5,24	11,59	0,00501	0,00000
		TR-AA	43	38			10,91	25,54	0,00120	0,00000
		TR-SS	19	22			27,23	50,62	0,00053	0,00000
COM	Freileitung		113	124	0,00554	0,00215	13,39	23,30		
SUE			49	67					0,19702	0,19500
SVS			27	51					0,10856	0,15030
LVS			17	30					0,06836	0,08840
SPS			102	180	0,00036	0,00057				

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		20 kV niederohmige Erdung							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung		10	38	0,01749	0,00878	69,25[3]	2,55		
	Kabel	Alle	409	391	0,01031	0,01121	60,11	28,07		
		papierisoliert	88	121	0,02662	0,02001	69,27	48,45		
		Öl	[2]	[2]	0,00000					
		PE	72	45	0,07432	0,05226	79,81	24,12		
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	180	130	0,00558	0,00504	70,15	23,98		
		sonst	69	95	0,02210	0,04334	15,43	8,48		
	Trafo	Alle	34	43	0,00093	0,00139	12,42[3]	22,04		
		Einbau	2	3	0,00101	0,00207	30,33[3]	19,31[3]		
		Gebäude	1	8	0,00016	0,00097	1,27[3]	3,97[3]		
		Kompakt	8	23	0,00029	0,00101	44,47[3]	23,26		
		Mast	0	1		0,00103		1,20[3]		
		sonstige ONS	1	2	0,00013	0,00033	16,28[3]	0,90[3]		
	ONS-Feld	Einbau	0	6		0,00107		3,60[3]		
		Gebäude	7	9	0,00027	0,00033	43[3]	59,71[3]		
		Kompakt	5	23	0,00006	0,00033	18,42[3]	16,02		
		Mast	0	0						
		sonstige	7	6	0,00031	0,00030	2,108[3]	4,51[3]		
	UW/SA	SS-AB	7	16	0,00005	0,00012	6,44[3]	32,51		
		F-AA	21	40	0,00014	0,00029	0,637[3]	16,18		
		F-SS	12	13	0,00008	0,00009	8,175[3]	43,63		
UNE - kurz	Freileitung		[3]	75		0,02981		1,77		
	Kabel	Alle	243	5281	0,00613	0,03447	30,89	42,43		
		papierisoliert	17	3044	0,00514	0,02976	58,86	46,63		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	41	1313	0,04232	0,11934	46,58	42,11		
		Kunststoff sonst	0	[3]						
		VPE	72	2	0,00223	0,00007	25,80	3,56		
		sonst	28	61	0,00897	0,00729	3,85	1,14		
	Trafo	Alle	[3]	149		0,00109		2,80		
		Einbau	[3]	31		0,00062		3,41		
		Gebäude	[3]	98		0,00181		22,93		
		Kompakt	[3]	15		0,00074		1,74		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	49		0,00026		4,11		
		Gebäude	[3]	54		0,00029		3,89		
		Kompakt	[3]	11		0,00017		2,48		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	37		0,00007		2,67		
		F-AA	[3]	65		0,00012		2,44		
		F-SS	[3]	115		0,00021		3,85		
UNE - lang	Freileitung		[3]	34		0,01367		33,16		
	Kabel	Alle	166	0	0,00419		143,60			
		papierisoliert	0	0						
		Öl	[2]	[2]						
		PE	0	0						
		Kunststoff sonst	0	[3]						
		VPE	52	470	0,00161	0,01526	164,60	34,24		
		sonst	33	364	0,01057	0,04347	33,98	35,98		
	Trafo	Alle	[3]	162		0,00117		99,42		
		Einbau	[3]	40		0,00080		19,40		
		Gebäude	[3]	0						
		Kompakt	[3]	22		0,00105		112,11		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	23		0,00012		152,31		
		Gebäude	[3]	59		0,00032		74,83		
		Kompakt	[3]	8		0,00014		113,51		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	46		0,00008		87,52		
		F-AA	[3]	70		0,00013		67,23		
		F-SS	[3]	80		0,00015		110,21		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		20 kV niederohmige Erdung							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
EAS	Freileitung		9	37	0,01575	0,00855	76,26 [3]	2,58		
	Kabel	Alle	399	377	0,01006	0,01081	56,70	27,86		
		papierisoliert	88	114	0,02662	0,01885	69,27	47,80		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	71	43	0,07329	0,04993	80,74	51,58		
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	171	126	0,00530	0,00489	69,45	24,74		
		sonst	69	94	0,02210	0,04289	15,14	8,59		
	Trafo	Alle	34	41	0,00093	0,00133	12,42 [3]	22,28		
		Einbau	2	2	0,00101	0,00138	30,33 [3]	11,70 [3]		
		Gebäude	1	8	0,00016	0,00097	1,27 [3]	3,97 [3]		
		Kompakt	8	23	0,00029	0,00101	44,47 [3]	23,26		
		Mast	0	1		0,00103		1,20 [3]		
		sonstige ONS	1	2	0,00013	0,00033	16,28 [3]	0,90 [3]		
	ONS-Feld	Einbau	0	6		0,00107		3,60 [3]		
		Gebäude	5	8	0,00019	0,00029	44,03 [3]	59,71 [3]		
		Kompakt	3	17	0,00004	0,00025	18,42 [3]	20,20		
		Mast	0	0						
		sonstige	7	6	0,00031	0,00030	2,108 [3]	4,51 [3]		
	UW/SA	SS-AB	7	15	0,00005	0,00011	6,44 [3]	29,40		
		LS	5	3	0,00039	0,00026	30,17 [3]	44,80 [3]		
		TR-AA	10	25	0,00008	0,00020	12,42 [3]	18,37		
		TR-SS	4	4	0,00003	0,00003	1,034 [3]	22,82 [3]		
EAS - kurz	Freileitung		[3]	37		0,00855		2,58		
	Kabel	Alle	240	169	0,00605	0,00484	31,18	3,81		
		papierisoliert	17	114	0,00514	0,01885	58,86	47,80		
		Öl	[2]	[2]	0,00000					
		PE	40	31	0,04129	0,03565	49,01	11,79		
		Kunststoff sonst	0	[3]						
		VPE	96	88	0,00298	0,00341	37,17	6,39		
		sonst	28	76	0,00897	0,03456	3,85	1,57		
	Trafo	Alle	[3]	19		0,00060		3,73		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	[3]		0,00024		7,10		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	1		0,00002		0,09		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	10		0,00007		0,75		
		LS	[3]	[3]						
		TR-AA	[3]	5		0,00004		0,54		
		TR-SS	[3]	[3]						
EAS - lang	Freileitung		[3]	0						
	Kabel	Alle	159	208	0,00401	0,00597	144,30	47,37		
		papierisoliert	0	0						
		Öl	[2]	[2]						
		PE	0	12		0,01429		150,87		
		Kunststoff sonst	0	[3]						
		VPE	45	38	0,00140	0,00148	170,60	66,97		
		sonst	33	18	0,01057	0,00833	33,98	37,76		
	Trafo	Alle	[3]	22		0,00073		37,61		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	17		0,00077		28,37		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	16		0,00023		21,89		
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	5		0,00004		79,10		
		LS	[3]	[3]						
		TR-AA	[3]	20		0,00016		23,22		
		TR-SS	[3]	[3]						

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		20 kV niederohmige Erdung							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UHA	Freileitung		1	1	0,00175	0,00023	41,00	1,85		
	Kabel	Alle	10	14	0,00025	0,00040	67,17	26,27		
		papierisoliert	0	7		0,00116		46,81		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	1	2	0,00103	0,00232	30,00	5,50		
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	9	4	0,00028	0,00016	73,64	9,65		
		sonst	0	1		0,00046		3,57		
	Trafo	Alle	0	2		0,00007		13,82		
		Einbau	0	1		0,00069		38,82[3]		
		Gebäude	0	0						
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	0	0						
		Gebäude	2	1	0,00008	0,00004	0,25	[2]		
		Kompakt	2	6	0,00002	0,00009	[2]	0,07		
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	UW/SA	SS-AB	0	1		0,00001		64,82		
		LS	1	1	0,00008	0,00009	74,02	26,17		
		TR-AA	4	7	0,00003	0,00006	0,41	0,04		
		TR-SS	0	1		0,00001		[2]		
VHA	Freileitung		3	3	0,00525	0,00069	0,20	0,02		
	Kabel	Alle	23	19	0,00058	0,00055	31,39	11,73		
		papierisoliert	3	3	0,00091	0,00050	19,57	21,45		
		Öl	[2]	[2]						
		PE	1	3	0,00103	0,00348	71,00	6,67		
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	17	11	0,00053	0,00043	28,78	7,74		
		sonst	1	2	0,00032	0,00091	10,50	2,89		
	Trafo	Alle	3	1	0,00008	0,00003	4,44	[2]		
		Einbau	0	0						
		Gebäude	2	0	0,00032		87,00			
		Kompakt	1	0	0,00004		1,80			
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	0	1		0,00018		100,25		
		Gebäude	1	7	0,00004	0,00025		12,22		
		Kompakt	0	1		0,00001		19,60		
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	1		0,00005		40,90		
	UW/SA	SS-AB	1	1	0,00001	0,00001	1,30	88,02		
		F-AA	2	5	0,00001	0,00004	4,30	102,02		
		F-SS	0	6		0,00004		5,48		
		LS	0	1		0,00009		23,52		
		TR-AA	1	5	0,00001	0,00004	[2]	102,02		
		TR-SS	0	5		0,00004		1,92		
COM	Freileitung		0	0						
SUE			1	0					0,1923077	
SVS			0	0						
LVS			0	0						
SPS			4	3	0,000311	0,00026				

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		30kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung		158	283	0,01113	0,01203	4,45	10,36		
	Kabel	Alle	139	182	0,00425	0,00569	61,85	74,54		
		papierisoliert	52	90	0,00585	0,00839	57,55	109,49		
		Öl	[2]	3	0,00000	0,02008		65,82[3]		
		PE	36	41	0,02643	0,02081	94,89[3]	77,07		
		Kunststoff sonst	1	0	0,16667		[2]			
		VPE	31	30	0,00149	0,00215	53,44[3]	40,21		
		sonst	19	18	0,01265	0,00361	22,15[3]	44,93		
	Trafo	Alle	35	65	0,00488	0,00605	15,45[3]	25,33		
		Einbau	1	1	0,03333	0,00513	1,65[3]	2,42[3]		
		Gebäude	3	5	0,00065	0,00082	15,91[3]	9,96[3]		
		Kompakt	8	1	0,00382	0,00066	12,7[3]	68,00[3]		
		Mast	3	3	0,00282	0,00174	1,472[3]	0,90[3]		
		sonstige ONS	0	1		0,00188		[2]		
	ONS-Feld	Einbau	0	0						
		Gebäude	2	2	0,00014	0,00010	0,07[3]	17,70[3]		
		Kompakt	0	1		0,00021		1,67[3]		
		Mast	2	1	0,00175	0,00047	2,3[3]	4,67[3]		
		sonstige	2	0	0,00301		1,127[3]			
	UW/SA	SS-AB	3	11	0,00007	0,00021	1,7[3]	68,65		
		F-AA	11	18	0,00026	0,00034	2,504[3]	41,32		
		F-SS	14	23	0,00033	0,00043	45,15[3]	43,16		
UNE - kurz	Freileitung		79	145	0,00556	0,00617	0.06538	0,71		
	Kabel	Alle	43	12	0,00131	0,00038	11,22	1,87		
		papierisoliert	1	46	0,00011	0,00428	4,13	47,77		
		Öl	[2]	[3]						
		PE	[3]	4		0,00211		16,05		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	[3]	7		0,00051		1,39		
		sonst	[3]	18		0,00361		44,93		
	Trafo	Alle	[3]	31		0,00287		1,51		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	0	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	0	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	0	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	5		0,00100		1,82		
		F-AA	[3]	10		0,00019		3,78		
		F-SS	[3]	11		0,00020		2,68		
UNE-lang	Freileitung		79	138	0,00556	0,00586	14,03	20,51		
	Kabel	Alle	72	170	0,00220	0,00531	111,80	79,67		
		papierisoliert	12	44	0,00135	0,00411	156,10	173,85		
		Öl	[2]	[3]						
		PE	[3]	37		0,01871		83,93		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	[3]	23		0,00165		52,14		
		sonst	[3]	0						
	Trafo	Alle	[3]	34		0,00319		46,72		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	0	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	0	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	0	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	6		0,00011		132,42		
		F-AA	[3]	8		0,00015		91,36		
		F-SS	[3]	12		0,00023		78,24		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		30kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
EAS	Freileitung		156	265	0,01099	0,01127	4,55	10,45		
	Kabel	Alle	134	166	0,00409	0,00519	64,69	95,89		
		papierisoliert	48	81	0,00540	0,00755	64,17	109,86		
		Öl	[2]	3,00	0,00000	0,02008		65,82[3]		
		PE	36	38	0,02643	0,01929	94,89[3]	81,88		
		Kunststoff sonst	1	0	0,16667		[2]			
		VPE	30	26	0,00144	0,00187	53,44[3]	44,91		
		sonst	19	18	0,01265	0,00361	22,15[3]	44,93		
	Trafo	Alle	29	46	0,00405	0,00429	15,45[3]	15,44		
		Einbau	1	1	0,03333	0,00513	1,65[3]	2,42[3]		
		Gebäude	3	3	0,00065	0,00049	15,91[3]	2,38[3]		
		Kompakt	8	1	0,00382	0,00066	12,7[3]	68,00[3]		
		Mast	3	3	0,00282	0,00174	1,472[3]	0,90[3]		
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	0	0						
		Gebäude	2	2	0,00014	0,00010	0,07[3]	17,70[3]		
		Kompakt	0	1		0,00021		1,67[3]		
		Mast	1	0	0,00088		2,3[3]			
		sonstige	2	0	0,00301		1,127[3]			
	UW/SA	SS-AB	3	10	0,00007	0,00019	1,7[3]	25,25[3]		
		LS	9	5	0,00048	0,00023	3,661[3]	2,83[3]		
		TR-AA	7	5	0,00013	0,00009	0,1645[3]	16,42[3]		
		TR-SS	1	1	0,00002	0,00002	0,97[3]	220,17[3]		
EAS - kurz	Freileitung		79	137	0,00557	0,00581	0,06	0,59		
	Kabel	Alle	88	125	0,00269	0,00391	37,68	56,21		
		papierisoliert	12	53	0,00135	0,00493	17,99	65,62		
		Öl	[2]	[3]						
		PE	[3]	2		0,00097		16,34		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	[3]	5		0,00037		0,17		
		sonst	[3]	18		0,00361		44,93		
	Trafo	Alle	[3]	26		0,00241		1,21		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige	0	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	0	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	0	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	[3]						
		LS	[3]	[3]						
		TR-AA	[3]	[3]						
		TR-SS	[3]	[3]						
EAS - lang	Freileitung		77	128	0,00542	0,00546	14,75	20,93		
	Kabel	Alle	22	41	0,00067	0,00128	156,10	217,56		
		papierisoliert	22	28	0,00672	0,00262	156,10	193,32		
		Öl	[2]	[3]						
		PE	[3]	36		0,01832		85,34		
		Kunststoff sonst	[3]	[3]						
		VPE	[3]	21		0,00149		56,10		
		sonst	[3]	0						
	Trafo	Alle	[3]	20		0,00187		33,77		
		Einbau	[3]	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	[3]	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	0	[3]						
	ONS-Feld	Einbau	0	[3]						
		Gebäude	[3]	[3]						
		Kompakt	0	[3]						
		Mast	[3]	[3]						
		sonstige ONS	[3]	[3]						
	UW/SA	SS-AB	[3]	[3]						
		LS	[3]	[3]						
		TR-AA	[3]	[3]						
		TR-SS	[3]	[3]						

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		30kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UHA	Freileitung		2	18	0,00014	0,00077	0,41	7,10		
	Kabel	Alle	5	16	0,00015	0,00050	11,64	17,00		
		papierisoliert	4	9	0,00045	0,00084	28,29	11,14		
		Öl	[2]	0,00						
		PE	0	3		0,00152		11,81		
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	1	4	0,00005	0,00029	6,87	9,01		
		sonst	0	0						
	Trafo	Alle	6	19	0,00084	0,00177	9,81	36,29		
		Einbau	0	0						
		Gebäude	0	2		0,00033		10,46		
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	1		0,00188		[2]		
	ONS-Feld	Einbau	0	0						
		Gebäude	0	0						
		Kompakt	0	0						
		Mast	1	1	0,00088	0,00047	2,30	4,67		
		sonstige ONS	0	0						
	UW/SA	SS-AB	0	1		0,00002		2,02		
		LS	0	6		0,00028		49,09		
		TR-AA	4	1	0,00008	0,00002	3,90	44,62		
		TR-SS	0	4		0,00007		1,87		
VHA	Freileitung		21	21	0,00148	0,00089	3,30	2,84		
	Kabel	Alle	16	9	0,00049	0,00028	8,32	16,96		
		papierisoliert	4	2	0,00045	0,00019	9,81	10,48		
		Öl	[2]	0,00						
		PE	1	3	0,00073	0,00152	3,82	15,73		
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	10	3	0,00048	0,00022	7,37	6,20		
		sonst	1	1	0,00067	0,00020	4,50	6,92		
	Trafo	Alle	1	29	0,00014	0,00270	180,67	14,22		
		Einbau	0	0						
		Gebäude	0	1		0,00016		0,57		
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	5		0,00290		3,40		
		sonstige ONS	0	2		0,00376		10,98		
	ONS-Feld	Einbau	0	0						
		Gebäude	0	2		0,00010		0,10		
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	2		0,00095		1,02		
		sonstige ONS	0	0						
	UW/SA	SS-AB	2	4	0,00005	0,00008	165,08	15,61		
		F-AA	1	5	0,00002	0,00009	21,82	4,42		
		F-SS	4	10	0,00009	0,00019	10,39	17,90		
		LS	2	2	0,00011	0,00009	3,41	42,25		
		TR-AA	0	4		0,00007		2,54		
		TR-SS	2	4	0,00004	0,00007	14,30	2,51		
E1P	Freileitung		18	57	0,00127	0,00242	15,55	16,35		
	Kabel	Alle	195	228	0,00596	0,00712	53,55	69,21		
		papierisoliert	88	109	0,00991	0,01016	65,03	98,92		
		Öl	[2]	1		0,00669		69,97		
		PE	42	43	0,03084	0,02183	78,26	56,99		
		Kunststoff sonst	0	2	0,00000	0,01105		64,55		
		VPE	53	50	0,00255	0,00359	44,99	52,70		
		sonst	12	23	0,00799	0,00461	17,71	27,49		
	Trafo	Alle	0	10		0,00093		5,76		
		Einbau	0	1		0,00513		[2]		
		Gebäude	0	0						
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	2		0,00116		1,33		
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	0	1		0,00140		8,85		
		Gebäude	3	1	0,00021	0,00005	52,00	3,10		
		Kompakt	0	1		0,00021		164,80		
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	UW/SA	SS-AB	2	2	0,00005	0,00004	80,50	1,61		
		F-AA	6	9	0,00014	0,00017	14,60	25,23		
		F-SS	3	7	0,00007	0,00013	3,13	8,79		
		LS	0	2		0,00009		0,10		
		TR-AA	2	2	0,00004	0,00004	3,13	4,47		
		TR-SS	1	2	0,00002	0,00004	165,43	1,97		

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente		30kV kompensiert							
			N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
			2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
MEM	Freileitung		4	7			3,85	1,47	0,11255	0,08000
	Kabel	Alle	51	25			86,27	89,48	0,62216	0,22000
		papierisoliert	14	11			173,10	73,38	0,62963	0,28000
		Öl	[2]	0						
		PE	24	8			75,89	91,99	7,03904	1,13000
		Kunststoff sonst	0	0						
		VPE	12	3			65,55	211,67	0,23018	0,06000
		sonst	1	3			0,82	19,39	0,26585	0,17000
	Trafo	Alle	4	1			20,42	3,45	0,22289	0,03000
		Einbau	0	0						
		Gebäude	2	0			6,78		0,17379	
		Kompakt	2	0			11,92		0,38172	
		Mast	0	0						
		sonstige ONS	0	0						
	ONS-Feld	Einbau	1	0			28,67		4,16110	
		Gebäude	2	1			31,45	44,75	0,05676	0,01000
		Kompakt	0	0						
		Mast	0	1				36,70		0,13000
		sonstige ONS	0	0						
	UW/SA	SS-AB	0	1				9,97		0,01000
		F-AA	2	2			31,45	0,10	0,01864	0,01000
		F-SS	3	2			26,44	7,65	0,02796	0,01000
		LS	0	2				7,65		0,03000
		TR-AA	2	1			31,45	0,07	0,01501	0,00000
		TR-SS	0	0						
COM	Freileitung		1	12	0,00054	0,00233	17,57	10,63		
SUE			4	11					0,90703	1,57400
SVS			1	5					0,22676	0,71500
LVS			0	0						
SPS			15	16	0,00080	0,00074				

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 FORUM NETZTECHNIK/ NETZBETRIEB IM VDE | IAEW Elektrische Anlagen & Netze, Digitalisierung & Energiewirtschaft | RWTH AACHEN UNIVERSITY | FGH

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente	110 kV kompensiert							
		N		H [1/a] [1)]		T [h]		p [%]	
		2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung	523	819	0,001337	0,00218	3,28	3,21		
	Kabel	16	17	0,001355	0,00140	1,34[3)]	39,58		
	Trafo	191	260	0,006285	0,00881	5,24	16,19		
	SS-AB	15	17	0,000154	0,00017	2[3)]	38,95		
	F-AA	36	29	0,000370	0,00029	7,52[3)]	46,79		
	F-SS	67	125	0,000689	0,00125	2,81	24,06		
UNE - kurz	Freileitung	255	532	0,000652	0,00141	0,03	0,07		
	Kabel	[3)]	7		0,00057		0,94		
	Trafo	103	134	0,003389	0,00455	0,14	1,86		
	SS-AB	[3)]	11		0,00011		1,51		
	F-AA	[3)]	15		0,00015		3,12		
	F-SS	3	57	0,000031	0,00057	0,07	2,10		
UNE - lang	Freileitung	268	287	0,000685	0,00760	5,71	9,00		
	Kabel	[3)]	10		0,00084		65,67		
	Trafo	88	126	0,002896	0,00426	18,58	31,51		
	SS-AB	[3)]	6		0,00006		103,99		
	F-AA	[3)]	14		0,00014		91,84		
	F-SS	9	68	0,000093	0,00068	5,84	42,64		
EAS	Freileitung	508	755	0,001299	0,00201	3,50	2,98		
	Kabel	13	12	0,001101	0,00099	0,7469[3)]	13,58[3)]		
	Trafo	180	218	0,005923	0,00739	5,00	14,41		
	SS-AB	12	12	0,000123	0,00012	1,638[3)]	11,55		
	LS	36	23	0,000466	0,00030	0,1498[3)]	16,80		
	TR-AA	10	4	0,000049	0,00003	0,8847[3)]	1,88[3)]		
	TR-SS	9	8	0,000044	0,00005	0,2936[3)]	0,22[3)]		
EAS - kurz	Freileitung	253	514	0,000647	0,00137	0,03	0,07		
	Kabel	[3)]	[3)]						
	Trafo	82	116	0,002698	0,00393	0,06	1,65		
	SS-AB	[3)]	6		0,00006		0,43		
	LS	[3)]	15		0,00020		1,04		
	TR-AA	[3)]	[3)]						
	TR-SS	[3)]	[3)]						
EAS - lang	Freileitung	255	241	0,000652	0,00064	6,18	9,20		
	Kabel	[3)]	[3)]						
	Trafo	98	102	0,003225	0,00346	10,63	28,92		
	SS-AB	[3)]	6		0,00006		24,17		
	LS	[3)]	8		0,00010		47,19		
	TR-AA	[3)]	[3)]						
	TR-SS	[3)]	[3)]						
UHA	Freileitung	15	64	0,000038	0,00017	1,05	3,09		
	Kabel	3	5	0,000254	0,00041	56,13	43,05		
	Trafo	11	42	0,000362	0,00142	5,37	14,47		
	SS-AB	3	5	0,000031	0,00005	0,49	4,74		
	LS	14	81	0,000181	0,00105	2,40	13,36		
	TR-AA	1	2	0,000005	0,00001	2,52	0,02		
	TR-SS	1	1	0,000005	0,00001	136,17	504,27		
VHA	Freileitung	100	150	0,000256	0,00040	1,92	3,14		
	Kabel	7	20	0,000593	0,00165	5,33	28,54		
	Trafo	38	84	0,001250	0,00285	10,32	10,65		
	SS-AB	4	4	0,000041	0,00004	2,26	126,77		
	F-AA	17	15	0,000175	0,00015	27,78	11,35		
	F-SS	50	218	0,000514	0,00218	8,22	10,94		
	LS	45	206	0,000582	0,00266	7,79	10,81		
	TR-AA	5	3	0,000024	0,00002	3,83	1,35		
	TR-SS	2	7	0,000010	0,00005	2,07	3,85		

[1)] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2)] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3)] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente	110 kV kompensiert							
		N		H [1/a] [1)]		T [h]		p [%]	
		2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
E1P	Freileitung	91	155	0,000233	0,00041	15,83	6,94		
	Kabel	5	14	0,000423	0,00116	14,63	37,62		
	Trafo	3	4	0,000099	0,00014	36,86	9,44		
	SS-AB	3	4	0,000031	0,00004	127,05	0,47		
	F-AA	13	21	0,000134	0,00021	57,97	39,32		
	F-SS	8	7	0,000082	0,00007	28,62	103,93		
	LS	2	3	0,000026	0,00004	45,53	23,96		
	TR-AA	0	4	0,000000	0,00003		3,41		
	TR-SS	3	1	0,000015	0,00001	6,09	755,00		
MEM	Freileitung	11	38			1,73	0,30	0,010492	0,03000
	Kabel	3	2			8,78	87,85	0,094787	0,05000
	Trafo	0	10				1,08		0,09000
	SS-AB	0	0						
	F-AA	1	4			37,02	7,96	0,003836	0,01000
	F-SS	1	6			157,00	2,15	0,003836	0,00000
	LS	0	2				0,15		0,01000
	TR-AA	0	0						
	TR-SS	0	0						
COM	Freileitung	50	94	0,000342	0,00056	0,07	5,05		
SUE		5	14					0,530223	0,49260
SVS		1	11					0,106045	0,38710
LVS			1						0,03520
SPS		67	117	0,000867	0,00151				

[1)] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2)] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3)] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente	110 kV niederohmige Erdung							
		N		H [1/a] [1)]		T [h]		p [%]	
		2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung	402	540	0,005074	0,00599	84,92	3,19		
	Kabel	34	81	0,002176	0,00503	157.3[3)]	77,32		
	Trafo	90	139	0,009780	0,01477	14,07	28,07		
	SS-AB	6	15	0,000199	0,00046	4,423[3)]	20,76		
	F-AA	20	34	0,000663	0,00104	7,989[3)]	32,76		
	F-SS	43	164	0,001426	0,00502	3,694[3)]	35,90		
UNE – kurz	Freileitung	185	532	0,002335	0,00141	0,04	0,07		
	Kabel	[3)]	7		0,00057		0,94		
	Trafo	12	134	0,001304	0,00455	0,15	1,86		
	SS-AB	[3)]	11		0,00011		1,51		
	F-AA	[3)]	15	0,000265	0,00015		3,12		
	F-SS	[3)]	57		0,00057		2,10		
UNE – lang	Freileitung	217	287	0,002740	0,00760	163,70	9,00		
	Kabel	[3)]	10		0,00084		65,67		
	Trafo	17	126	0,001850	0,00426	30,68	31,51		
	SS-AB	[3)]	6		0,00006		103,99		
	F-AA	[3)]	14		0,00014		91,84		
	F-SS	[3)]	68		0,00068		42,64		
EAS	Freileitung	391	480	0,004935	0,00532	84,28	3,16		
	Kabel	29	37	0,001856	0,00230	164,5[3)]	77,86		
	Trafo	84	79	0,009128	0,00840	10,85	30,46		
	SS-AB	6	13	0,000199	0,00040	4,423[3)]	6,17		
	LS	20	43	0,000788	0,00157	15,16[3)]	3,79		
	TR-AA	7	4	0,000095	0,00005	6,124[3)]	1,54[3)]		
	TR-SS	3	5	0,000041	0,00006	0,9821[3)]	1,63[3)]		
EAS – kurz	Freileitung	282	208	0,003559	0,00230	2,79	0,09		
	Kabel	[3)]	7		0,00041		[2)]		
	Trafo	11	42	0,001195	0,00443	0,15	2,25		
	SS-AB	[3)]	8		0,00025		0,26		
	LS	[3)]	43		0,00157		3,79		
	TR-AA	[3)]	[3)]						
	TR-SS	[3)]	[3)]						
EAS – lang	Freileitung	109	272	0,001376	0,00302	437,50	5,50		
	Kabel	[3)]	30		0,00189		94,57		
	Trafo	17	37	0,001847	0,00396	30,68	61,99		
	SS-AB	[3)]	5		0,00015		16,16		
	LS	[3)]	0						
	TR-AA	[3)]	[3)]						
	TR-SS	[3)]	[3)]						
UHA	Freileitung	11	60	0,000139	0,00067	31,56	2,88		
	Kabel	5	44	0,000320	0,00273	82,48	22,09		
	Trafo	6	60	0,000652	0,00638	34,59	13,98		
	SS-AB	0	2		0,00006		1,25		
	LS	17	87	0,000669	0,00317	3,42	18,92		
	TR-AA	5	18	0,000068	0,00022	2,10	5,25		
	TR-SS	0	21		0,00026		7,89		
VHA	Freileitung	46	71	0,000581	0,00079	84,01	3,28		
	Kabel	34	36	0,002176	0,00223	12,87	76,64		
	Trafo	38	23	0,004130	0,00244	1,98	15,81		
	SS-AB	2	3	0,000066	0,00009	67,75	25,65		
	F-AA	15	11	0,000497	0,00034	21,13	36,03		
	F-SS	65	52	0,002156	0,00159	18,53	18,90		
	LS	57	44	0,002244	0,00161	20,37	15,58		
	TR-AA	11	4	0,000149	0,00005	19,17	23,20		
	TR-SS	6	6	0,000081	0,00007	2,73	45,48		
COM	Freileitung	12	17	0,000726	0,00041	15,67	2,81		
SUE		1	11					0,16393	0,56900
SVS		2	4					0,32787	0,20700
LVS		3	1					0,49180	0,05200
SPS		29	71	0,001142	0,00259				

[1)] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2)] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3)] 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 FORUM NETZTECHNIK/ NETZBETRIEB IM VDE | IAEW Elektrische Anlagen & Netze, Digitalisierung & Energiewirtschaft | RWTH AACHEN UNIVERSITY | FGH

FNN-Störungsstatistik – Berichtsjahre 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente	220 kV niederohmige Erdung							
		N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
		2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung	187	465	0,001945	0,00366	3,13	2,55		
	Kabel	3	5	0,002262	0,02217	48,76[3]	21,88[3]		
	Trafo	66	90	0,027250	0,02826	28,62	30,44		
	SS-AB	4	6	0,000399	0,00042	4,704[3]	4,43[3]		
	F-AA	6	18	0,000599	0,00124	11,29[3]	54,27		
	F-SS	25	98	0,002494	0,00677	7,447[3]	14,72		
UNE - kurz	Freileitung	133	233	0,001383	0,00175	0,31	0,15		
	Kabel	[3]	[3]						
	Trafo	6	43	0,002477	0,01362	1,86	6,42		
	SS-AB	[3]	[3]						
	F-AA	[3]	5		0,00037		2,22		
	F-SS	[3]	76		0,00523		3,01		
UNE - lang	Freileitung	54	242	0,000562	0,00191	13,14	4,75		
	Kabel	[3]	[3]						
	Trafo	30	47	0,012386	0,01464	56,62	52,78		
	SS-AB	[3]	[3]						
	F-AA	[3]	13		0,00087		76,45		
	F-SS	[3]	22		0,00154		54,57		
EAS	Freileitung	178	387	0,001851	0,00305	3,19	2,63		
	Kabel	3	5	0,002262	0,02217	48,76[3]	21,88[3]		
	Trafo	47	51	0,019405	0,01601	19,91[3]	33,39		
	SS-AB	4	6	0,000399	0,00042	4,704[3]	4,43[3]		
	LS	8	12	0,000798	0,00105	7,447[3]	3,03		
	TR-AA	0	3		0,00008		13,43[3]		
	TR-SS	0	3		0,00008		3,22[3]		
EAS - kurz	Freileitung	107	225	0,001113	0,00177	0,20	0,15		
	Kabel	[3]	[3]						
	Trafo	[3]	18		0,00568		3,99		
	SS-AB	[3]	[3]						
	LS	[3]	1		0,00010		0,01		
	TR-AA	0	[3]						
	TR-SS	0	[3]						
EAS - lang	Freileitung	71	162	0,000739	0,00128	8,41	6,06		
	Kabel	[3]	[3]						
	Trafo	[3]	33		0,01033		49,55		
	SS-AB	[3]	[3]						
	LS	[3]	11		0,00095		3,36		
	TR-AA	0	[3]						
	TR-SS	0	[3]						
UHA	Freileitung	9	78	0,000094	0,00061	1,35	3,12		
	Kabel	0	0	0,000000					
	Trafo	19	39	0,007845	0,01225	10,10	15,11		
	SS-AB	0	0						
	LS	17	74	0,001696	0,00649	15,92	5,16		
	TR-AA	0	3		0,00008		4,91		
	TR-SS	0	6		0,00015		0,93		
VHA	Freileitung	86	87	0,000895	0,00069	2,43	3,21		
	Kabel	2	0	0,001508		2,28			
	Trafo	139	53	0,057391	0,01664	12,20	18,76		
	SS-AB	4	1	0,000399	0,00007	2,81	2,92		
	F-AA	10	14	0,000998	0,00097	42,25	4,34		
	F-SS	150	119	0,014963	0,00822	9,75	8,11		
	LS	145	102	0,016985	0,00895	9,81	9,22		
	TR-AA	1	5	0,000036	0,00012	6,15	2,20		
	TR-SS	4	14	0,000143	0,00035	4,44	2,46		
COM	Freileitung	20	11	0,000509	0,00020	2,58	1,43		
SUE		3	7					1,15385	0,00599
SVS		2	0					0,76923	
LVS		1	0					0,38462	
SPS		15	41	0,001757	0,00360				

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

[3] 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 2012 – 2018

Auswertung von Zuverlässigkeitskenndaten Stand: Januar 2020

Ausfall-modell	Komponente	380 kV niederohmige Erdung							
		N		H [1/a] [1]		T [h]		p [%]	
		2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011	2012-2018	2004-2011
UNE	Freileitung	217	405	0,001471	0,00263	4,84	2,84		
	Kabel	0	4		0,00737		10,06[3]		
	Trafo	98	70	0,034507	0,02426	31,21	27,15		
	SS-AB	13	12	0,001065	0,00105	1,613[3]	15,60		
	F-AA	12	25	0,000983	0,00218	11,31[3]	25,52		
	F-SS	46	175	0,003769	0,01524	1,63	18,64		
UNE - kurz	Freileitung	90	163	0,000610	0,00106	0,08	0,14		
	Kabel	[3]	[3]						
	Trafo	17	44	0,005986	0,01512	2,39	4,14		
	SS-AB	[3]	4		0,00036		1,07		
	F-AA	[3]	10		0,00091		4,31		
	F-SS	6	118	0,000492	0,01030	2,30	3,12		
UNE - lang	Freileitung	127	242	0,000861	0,00157	8,60	4,65		
	Kabel	[3]	[3]				21,88[3]		
	Trafo	66	26	0,023239	0,00915	38,38	65,16		
	SS-AB	[3]	8		0,00069		23,16		
	F-AA	[3]	15		0,00127		40,79		
	F-SS	6	57	0,000492	0,00494	65,16	50,99		
EAS	Freileitung	200	350	0,001356	0,00227	4,60	2,71		
	Kabel	0	2		0,00369		25,82[3]		
	Trafo	68	53	0,023944	0,01837	35,71	30,35		
	SS-AB	11	10	0,000901	0,00087	1,637[3]	4,98[3]		
	LS	20	28	0,001897	0,00296	1,991[3]	57,97		
	TR-AA	0	2		0,00006		1,37[3]		
	TR-SS	2	5	0,000050	0,00014	5,92	0,83[3]		
EAS - kurz	Freileitung	87	168	0,000590	0,00109	0,07	0,14		
	Kabel	0	[3]						
	Trafo	8	28	0,002817	0,00970	0,47	4,22		
	SS-AB	[3]	[3]						
	LS	[3]	13		0,00135		0,80		
	TR-AA	0	[3]						
	TR-SS	[3]	[3]						
EAS - lang	Freileitung	103	182	0,000698	0,00118	9,84	5,08		
	Kabel	0	[3]						
	Trafo	35	25	0,012324	0,00868	73,59	59,56		
	SS-AB	[3]	[3]						
	LS	[3]	15		0,00162		105,66		
	TR-AA	0	[3]						
	TR-SS	[3]	[3]						
UHA	Freileitung	17	55	0,000115	0,00036	6,80	3,85		
	Kabel	0	2		0,00369		2,00		
	Trafo	30	17	0,010563	0,00589	7,83	4,36		
	SS-AB	2	2	0,000164	0,00017	1,11	14,07		
	LS	19	121	0,001802	0,01281	4,67	5,78		
	TR-AA	0	1		0,00003		15,62		
	TR-SS	2	15	0,000050	0,00043	3,17	9,92		
VHA	Freileitung	82	62	0,000556	0,00040	3,55	3,83		
	Kabel	0	0						
	Trafo	84	60	0,029577	0,02080	11,57	16,62		
	SS-AB	2	3	0,000164	0,00026	1,63	2,05		
	F-AA	20	22	0,001639	0,00192	9,41	9,90		
	F-SS	232	179	0,019010	0,01559	7,95	6,25		
	LS	220	158	0,020867	0,01672	7,87	5,98		
	TR-AA	2	3	0,000050	0,00009	1,35	1,42		
	TR-SS	8	17	0,000201	0,00049	6,76	7,61		
COM	Freileitung	15	12	0,000179	0,00015	4,85	3,70		
SUE		2	13					0,56338	0,99100
SVS		0	0						
LVS		0	0						
SPS		44	61	0,004173	0,00646				

[1] Angabe der Häufigkeiten und bedingten Wahrscheinlichkeiten bei Freileitungen und Kabeln in 1/(km a) bzw. 1/km

[2] Keine Daten aufgrund zu geringen Datenumfangs oder Fehleingabe

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