

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins
Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke
Band: 56 (1965)
Heft: 6

Artikel: Ergebnis der neuen VDEW-Störungs- und Schadenstatistik für die Hochspannungsnetze der Bundesrepublik
Autor: Schindler, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-916352>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

Ergebnis der neuen VDEW-Störungs- und Schadenstatistik für die Hochspannungsnetze der Bundesrepublik

von E. Schindler, Zürich

In der «Elektrizitätswirtschaft», Zeitschrift der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke (VDEW) 24. Heft vom 23. 11. 1964, wird über die Störungs- und Schadenstatistik von den Hochspannungsnetzen der Deutschen Bundesrepublik und Westberlin, für das Jahr 1962 berichtet.

Die VDEW führte 1949 eine gemeinsame und einheitliche Statistik für das ganze Bundesgebiet ein.

Sie wurde 1961 zum ersten, und für das Berichtsjahr 1962 zum zweiten Mal auf einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage ausgewertet. Der Aufsatz wiedergibt nur die Hauptresultate des Berichtsjahres. Zu einer richtigen Beurteilung der Ergebnisse, besonders aber für den Vergleich mit eigenen Störungs- und Schadenstatistiken, ist es unerlässlich, die Anleitung zur «VDEW-Störungs- und Schadenstatistik», herausgegeben von der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke, VDEW, zu studieren.

Die Broschüre ist erhältlich bei der Verlags- und Wirtschaftsgesellschaft der Elektrizitätswerke mbH. — VDEW, Frankfurt am Main.

Die VDEW stellt zudem interessierten Fachleuten weiteres Auswertungsmaterial zur Verfügung.

Wir geben nachstehend den Inhalt der Veröffentlichung auszugsweise wieder.

An der Statistik haben sich 77 Elektrizitätsversorgungs-Unternehmungen (EVU) Westdeutschlands, einschliesslich Westberlins, mit 272 Einzelnetzen beteiligt.

Die einzelnen Elektrizitätswerke senden die Meldelisten nach Ablauf eines Berichtsjahres an die Geschäftsstelle der VDEW. Diese übernimmt das Ablochen der Meldungen kostenlos. Auf Wunsch werden die Lochkarten doppelt hergestellt, damit das meldende Elektrizitätswerk über einen eigenen Satz verfügt.

Unterlagen und Lochkarten werden 10 Jahre aufbewahrt.

Die Statistik berücksichtigt Netzanlagen mit Nennspannungen von 5 kV an aufwärts. Die verschiedenen Nennspannungen werden in 7 Spannungsgruppen eingeteilt:

| Gruppe | Nennspannung |
|----------|------------------|
| 10 kV | 5 — 11,5 kV |
| 20 kV | über 11,5— 23 kV |
| 30 kV | über 23 — 35 kV |
| 60 kV | über 35 — 65 kV |
| 110 kV | über 65 —130 kV |
| 220 kV | über 130 —310 kV |
| 380 kV * | 380 kV |

Die ersten drei Gruppen (10, 20, 30 kV) gelten als Mittelspannungs-, die übrigen als Hochspannungsanlagen.

Die Netze werden durch nachstehende Daten charakterisiert:

*) Über diese Gruppe werden in der Veröffentlichung keine Angaben gemacht.

- a) durch die Leitungsart: Freileitungsnetz (über 90 % Freileitungen), gemischtes Netz, Kabelnetz (über 90 % Kabel).
- b) durch die Sternpunkt-Schaltungen: isoliert, Löschspulen, starre Erdung, Erdung über Widerstand.
- c) durch den Netzaufbau: Strahlennetz, vermaschtes Netz mit einseitiger oder mehrseitiger Speisung.
- d) durch Angaben über Erdseil-Belegung
- e) durch Angaben ob selbst-erlöschende Erdschlüsse erfasst werden oder nicht.

Wochentag, Monat, Jahr, Stunden und Minuten fixieren den

Störungszeitpunkt

Die Störungen selbst werden nach folgendem, hier nur stichwortartig und unvollständig wiedergegebenen Verzeichnis festgehalten:

A. Störungsanlass (mehr als 30 Positionen)

Atmosphärische Einwirkungen: Gewitter, Sturm, Zusatzlast, Fremdschicht, Feuchtigkeit, Kälte, Hitze usw.

Fremde Einwirkungen: Personen, Tiere, Bäume, Erd- und Baggarbeiten, Erdbewegungen, Bergschäden, Erschütterungen, Hitze, Brand usw.

Mechanisches Versagen der Schalteinrichtungen

Schalten

von Betriebsmitteln:

Leitungen und Transformatoren unter Last und im Leerlauf, Kondensatoren, Drosselspulen.

Fehlbedienung

Überlastung von Betriebsmitteln

Hilfseinrichtungen : Steuer- und Regelschutzeinrichtung

Rückwirkung

B. Störungsart (9 Positionen)

Störung ohne Unterbrechung der Energielieferung an Abnehmer:

Ohne Abschaltung eines Betriebsmittels, erfolgreiche Schnellwiedereinschaltung, Ab- und Wiederschaltung, erfolglose Schnellwiedereinschaltung, bleibende Abschaltung. Die letzten zwei Positionen sind nur in vermaschten Netzen oder bei Doppelleitungen möglich.

Störung mit Unterbrechung der Energielieferung an Abnehmer: Abschaltung und Wiederzuschaltung, erfolglose Schnellwiedereinschaltung, bleibende Abschaltung, Ausfall der Netzeinspeisung.

C. Fehlerart (17 Positionen)

Selbsterlöschender Erdschluss verschiedener Art
Stehender Erdschluss
Erdschluss in starr geerdetem Netz
Doppel- und Mehrfacherdschluss
Kurzschlüsse verschiedener Art
Ungeklärt ob Doppel- oder Mehrfacherdschluss oder Kurzschluss

D. Fehlerursache (16 Positionen)

Planung und Bemessung Mechanisch, elektrisch
Herstellung und Werkstoff
Montage
Betrieb und Unterhaltung
Überbeanspruchung
Qualitative Verschlechterung
Fremde Einwirkung
Sonstige Fehlerursache
Fehlerursache an nicht untersuchten Netzteilen

E. Fehlerort (ca. 30 Positionen)

Freileitungen: Holzmast, mit oder ohne Erdseil, Stahlmastleitungen mit oder ohne Erdseil, Betonmastleitungen mit oder ohne Erdseil.

Kabel

Anlagen: Freiluftanlage, Maststation, Innenraumanlage, gekapselte Anlagen, Sammelschienen, Linienfelder.

F. Überspannungsschutz (über 20 Positionen)

Ableiter: Unterscheidung nach Typen, und ob angesprochen oder nicht.

Entfernung der Ableiter vom Fehlerort

Art des betrachteten Fehlerortes: Kopfstation, Durchgangsstation, Freileitung usw.

G. Anzahl der durchgeschmolzenen Hochspannungssicherungen

H. Besondere Angaben zur Störung (15 Positionen)

Ausweitung des Störfanges: Versagen der Schutzeinrichtung, Schaltversager, Zuschalten auf schadhafte Betriebsmittel, Schaltungen bei Erdschluss usw.

Brände
Explosionen
Versagen von Fernsteuereinrichtungen

J. Schäden und Schadenfälle (über 100 Positionen)

Freileitungen
Kabel und Zubehör
Umspan- und Schaltanlagen

K. Schadenursache (13 Positionen)

Das vollständige Kennzifferverzeichnis mit Erläuterungen ist in der bereits erwähnten Anleitung zur Störungs- und Schadenstatistik enthalten.

Die Mittelspannungsnetze Deutschlands haben eine Gesamtlänge von 203 000 km. Hiervon sind durch die Statistik je nach Spannungsgruppe 67—78 % erfasst.

Die Hochspannungsnetze sind rund 24 000 km lang. Hier liegt der von der Statistik einbezogene Anteil zwischen 77 und 99 %.

Seit 1961 sind zur gesamten erfassten Netzlänge 13 000 km hinzugekommen. In der Gruppe 10 kV verringerte sich die Freileitungslänge, zufolge Übergang auf 20 kV, währenddessen die Kabellänge durch Beteiligung weiterer Stadtwerke zugenommen hat.

Um 17 % nahm die Netzlänge der Gruppe 20 kV zu.

Die Netzlängen der Gruppen 30 und 60 kV haben ab-, die der Gruppen 110 und 220 kV zugenommen, wegen Neubauten und Umbaus von 60 auf 110 kV.

Von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen, sind die Netze 60—110—220 kV im Sinne der Statistik, Freileitungsnetze.

Die Mittelspannungsnetze sind gemischt; je nach Gruppe 10—20—30 kV beträgt der Kabelanteil 57 %—8 %—44 %, immer auf die von der Statistik erfassten Netzlängen bezogen.

Die sehr unterschiedlichen Kabelanteile erklären sich aus der bevorzugten Verwendung bestimmter Spannungen: 5—10—25—30 kV, für Städte, und 15—20 kV für ländliche Gebiete.

Das Berichtsjahr 1962 umfasst 23 378 gemeldete Störungen, 12,7 pro 100 km Netzlänge und rund 16 000 Schäden. Dabei sind Schäden, die keine Störungen verursachten, nicht mitgezählt.

Die in der Veröffentlichung wiedergegebenen Tafeln und Grafiken geben, ausser absoluten Zahlen, auch spezifische Werte pro 100 km Netzlänge, pro 100 Zellen oder Felder und auch pro 100 eingebauter Einheiten an.

Abbildung 1 gibt ein Bild über Störungen und Auswirkungen im Berichtsjahr.

Die VDEW stellt seit 1958 eine stetige Abnahme der Störungen fest, besonders ausgeprägt in den Mittelspannungsnetzen 10—20—30 kV, wobei allerdings in den 20-kV-Netzen pro 1962 wieder eine Zunahme, zufolge der Sturmschäden in Norddeutschland zu verzeichnen ist. Hochspannungsnetze 60—110—220 kV, sind gegen Stürme weniger anfällig und kommen in den gefährdeten Küstengebieten wenig vor.

Auch in den Gruppen 10 und 30 kV machen sich die Sturmschäden des Jahres 1962, des grossen Kabelanteils wegen, weniger bemerkbar.

Bei den Hochspannungsnetzen zeigt sich ebenfalls eine, wenn auch nicht so stetige Tendenz zu weniger Störungen.

Der Störungsrückgang erklärt sich in erster Linie durch die verringerte Gewitterhäufigkeit. Allerdings nimmt der VDEW-Berichtersteller an, dass sich das Bild wieder ändern wird, sobald die gewitterreichen Jahre 1963 und 1964 in die Statistik eingehen.

Je 100 km Leitungslänge betrug die Anzahl Störungen im Berichtsjahr rund 12,5 bei der Gruppe 10 kV, 17,5 bei 20 kV, 8 bei 30 kV, 9 bei 60 kV, 7,5 bei 110 kV und 3 bei 220 kV.

Abbildung 1 Störungen und Auswirkungen im Jahre 1962

| Spannungsgruppe | 10 kV | 20 kV | 30 kV | 60 kV | 110 kV | 220 kV | |
|--|--------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|
| Netzdaten | | | | | | | |
| Anteil der Freileitung am Netz | km | 27 667 | 63 197 | 5 928 | 6 734 | 22 742 | 9 698 |
| Anteil der Kabel am Netz | km | 36 207 | 5 610 | 4 689 | 167 | 564 | 7,2 |
| Summe | km | 63 874 | 68 807 | 10 617 | 6 901 | 23 306 | 9 705,2 |
| Anlagen | | 57 388 | 42 328 | 1 463 | 291 | 732 | 94 |
| Zellen oder Felder | | 175 054 | 67 921 | 7 619 | 1 533 | 4 037 | 537 |
| Störungen | | | | | | | |
| Gesamt-Anzahl der Störungen | | 7 824 | 11 980 | 873 | 654 | 1 672 | 311 |
| Störungen (gesamt) je 100 km Netzlänge | | | | | | | |
| a) ohne Abschaltung eines Betriebsmittels | | 1,35 | 1,64 | 0,77 | 4,29 | 4,53 | 0,03 |
| b) erfolgreiche KU | | 1,92 | 2,55 | 1,01 | 0,07 | 0,03 | 1,44 |
| c) erfolglose KU | | 0,76 | 1,0 | 0,26 | . | 0,00 | 0,48 |
| d) Abschaltung und Wiedereinschaltung | | 2,16 | 6,3 | 2,04 | 2,62 | 1,14 | 0,62 |
| e) bleibende Abschaltung und Ausfall der Netzeinspeisung | | 6,06 | 5,92 | 4,15 | 2,49 | 1,46 | 0,63 |
| Summe a + b + c + d + e | | 12,25 | 17,41 | 8,22 | 9,48 | 7,17 | 3,20 |
| Störungen ohne a | Anzahl | 6 960 | 10 854 | 791 | 358 | 615 | 308 |
| je 100 km Netzlänge | | | | | | | |
| ohne Unterbrechung der Energielieferung | | 2,74 | 3,41 | 3,49 | 2,52 | 1,40 | 2,75 |
| mit Unterbrechung der Energielieferung | | 8,17 | 12,36 | 3,96 | 2,67 | 1,24 | 0,42 |
| | | 25 | 22 | 47 | 49 | 53 | 87 |
| | | 75 | 78 | 53 | 51 | 47 | 13 |
| Summe b + c + d + e | | 10,90 | 15,77 | 7,45 | 5,19 | 2,64 | 3,17 |
| | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| je 100 km Netzlänge | | | | | | | |
| ohne Schäden | | 5,16 | 11,2 | 3,96 | 3,19 | 1,70 | 2,62 |
| mit Schäden | | 5,75 | 4,57 | 3,49 | 2,00 | 0,94 | 0,55 |
| | | 47 | 71 | 53 | 61 | 64 | 83 |
| | | 53 | 29 | 47 | 39 | 36 | 17 |
| Schäden *) | | | | | | | |
| Gesamtanzahl der Schäden | | 6 853 | 7 295 | 883 | 381 | 465 | 168 |
| Anzahl der Schäden an | | | | | | | |
| Freileitungen | | 2 259 | 4 776 | 440 | 313 | 270 | 139 |
| Kabeln | | 2 768 | 370 | 178 | 18 | 7 | 0 |
| Anlagen | | 1 826 | 2 149 | 265 | 50 | 188 | 29 |
| Anzahl der Schäden an | | | | | | | |
| Freileitungen je 100 km Freileitung | | 8,16 | 7,56 | 7,42 | 4,65 | 1,19 | 1,43 |
| Kabeln je 100 km Kabel | | 7,64 | 6,60 | 3,80 | 10,78 | 1,24 | . |
| Anlagen je 100 Zellen oder Felder | | 1,04 | 3,16 | 3,48 | 3,26 | 4,66 | 5,40 |

*) «Schäden ohne Störungen» nicht enthalten.

Anmerkung zu den Zahlentafeln:

Die errechneten spezifischen Zahlen in den Übersichts- und Standardtafeln sind wie folgt abgerundet:

0,001 bis 0,004 \cong 0,00; 0,005 bis 0,009 \cong 0,01. Ein Punkt in einem Feld bedeutet, dass keine Meldung vorliegt.

Die Schnellwiedereinschaltung wird je nach Spannungsebene unterschiedlich angewendet. Bezogen auf die erfassten Freileitungslängen, kommt sie in der Gruppe 10 kV zu 41 %, 20 kV zu 46 %, 30 kV zu 22 %, 60 kV zu 1,1 %, 110 kV zu 5,5 %, 220 kV zu 88 % vor.

Die erfolgreichen Schnellwiedereinschaltungen liegen zwischen 72 und 79 % der Gesamtzahl.

Diese Erfahrungen decken sich mit den unsrigen in der Schweiz.

Je 100 km Freileitungslänge mit Schnellwiedereinschaltung werden in den Mittelspannungsnetzen 6 bis 9 Störungen ohne Energieunterbruch erfolgreich weggeschaltet, was 40 und mehr Prozent der Gesamtzahl ausmacht.

Es wird darauf hingewiesen, dass der Ausbau von Schaltern mit Schnellwiedereinschaltung, zu weiterer Störungsverminderung führen müsste, würden doch damit die, noch unter «Abschaltung und Wiedereinschaltung» figurierenden Störungen zu einem grossen Teil sofort beseitigt.

Noch etwas unsicher scheint die Ermittlung nach Fehlerorten (lit. E im Störungsverzeichnis) zu sein, indem die «wahrscheinlichen Fehlerorte» noch nicht einheitlich zu den erkannten bzw. nicht gefundenen gezählt werden.

Ebenso wird der Einbau von Messeinrichtungen gewünscht, mit deren Hilfe sich die genauen Erdschlusssorte, bezogen auf das meldepflichtige Elektrizitätswerk, feststellen lassen.

Dadurch kämen Erdschlüsse unter «Fremdnetz und Hilfseinrichtungen» nicht mehr vor, und es liessen sich Fehler in der statistischen Zählung vermeiden.

Schäden an Transformatoren sind mit Ausnahme der Gruppe 10 kV zurückgegangen, auch bei dieser wäre es der Fall, wenn nicht zahlreiche Schäden während der Sturmflut im norddeutschen Gebiet eingetreten wären.

Aus dem Bericht ist nicht ersichtlich, warum in vielen Spannungsgruppen die Schäden an Spannungswandlern merkbar zugenommen haben.

Bei der Beurteilung der Störungsanlässe erwähnt der VDEW-Berichterstatte, dass die Gewitter in allen Netzen den Hauptanteil an Störungen bringen, und dies trotz der gewitterarmen Jahre 1960—1962.

Auch die Gruppe der «nicht erkannten Störungen» ist verhältnismässig stark vertreten, dies, weil die selbstlöschenden Erdschlüsse und die erfolgreichen Schnellwiedereinschaltungen mitenthalten sind.

Auffallend ist der hohe Anteil der Sturmstörungen in den Spannungsfeldern 10—60 kV, insbesondere aber 20 kV. Sie sind auf die Sturmflutkatastrophen des Februars 1962 zurückzuführen.

Als alarmierend wird das Anwachsen von Kabelschäden durch Erd- und Baggerarbeiten angesehen. Im 10-kV-Netzbereich entfallen auf 100 km Kabellänge fast 3 Störungen.

Strengere Massnahmen dagegen seien nötig.

Die seit 1958 gehandhabte Auswertungsmethode wird es erlauben, etwa ab 1965, statistische Mittelwerte aus den Jahresergebnissen herauszuziehen.

Die Ergebnisse der VDEW Störungs- und Schadenstatistik sind möglicherweise nicht in allen Teilen mit unseren Er-

fahrungen vergleichbar. So kennen wir beispielsweise Störungseinflüsse durch das Meer, Salzwasser usw. nicht.

Eindrucksvoll ist aber die für ein ganzes Land einheitliche Störungsauswertung, welche dank dem umfangreichen Material zu repräsentativen Ergebnissen führt.

Es wäre zu wünschen, dass sich auch die schweizerischen Elektrizitätswerke zu einem derartigen Verfahren einigen könnten.

Adresse des Autors:

E. Schindler, Oberbetriebsleiter EKZ, Elektrizitätswerke des Kantons Zürich, Zürich.

Internationaler Vergleich von Belastungskurven

Die Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie électrique (UNIPÉDE) veröffentlicht regelmässig die Diagramme der 2 Wintertage, die die höchste Belastung

aufweisen, nämlich der zweiten Mittwoch der Monate Dezember und Januar. Da diese Diagramme im logarithmischen Maßstab gezeichnet sind, sind sie — was ihre Charakteristi-

