

Störungen und Schäden an elektrischen Einrichtungen im Lichte der Statistik

Autor(en): **Schindler, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins :
gemeinsames Publikationsorgan des Schweizerischen
Elektrotechnischen Vereins (SEV) und des Verbandes
Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE)**

Band (Jahr): **62 (1971)**

Heft 19

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915857>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Energie-Erzeugung und -Verteilung

Die Seiten des VSE

37. Diskussionsversammlung des VSE vom 19./20. Januar 1971 in Luzern

Störungen und Schäden an elektrischen Einrichtungen im Lichte der Statistik

von E. Schindler, Aarau

1. Überblick

Mein Referat dürfte wohl eher als unschöpferisches Erzeugnis in die Geschichte dieser Diskussionstagung eingehen. Es passt aber zum gewählten Themenkreis, und Mitglieder der Kommission für Diskussionsversammlungen über Betriebsfragen sind schliesslich dazu da, allenfalls weniger dankbare Aufgaben zu übernehmen.

Man kann den vielbeanspruchten Werkleiter gut verstehen, wenn er der statistischen Erfassung von Schäden und Störungen skeptisch gegenübersteht und darin eine Art ertragsloses Hobby, zugeschnitten auf grössere Werke, sieht.

Diese Einstellung mag auf den ersten Blick sogar ihre Berechtigung haben, denn in einem gutgeführten mittleren und kleineren Unternehmen werden sich, wenn es hochgeht, jährlich nur einige wenige Störungsereignisse einstellen, die für sich betrachtet, eine nicht einmal augenscheinliche Aussagekraft besitzen. Eine Schwalbe macht noch keinen Sommer. Aber im Rahmen des Ganzen gesehen und im Vergleich mit ähnlichen Störungsfällen in andern Werken könnte sich das Bild doch anders präsentieren. Schlüsse aus einer Fülle von Ereignissen gezogen, erhalten ein anderes Gewicht.

So betrachtet, ist es eigentlich recht erstaunlich, feststellen zu müssen, dass eine gesamtschweizerische Störungs- und Schadenerfassung und Auswertung gar nicht besteht. Für jedermann glaubwürdig ist die Vermutung, in diesem Umstand liege für alle 450 Mitgliederwerke des VSE ein recht erhebliches Wissens- und Erfahrungspotential brach.

Wir müssen den Blick über unsere Grenzen hinauswerfen, wenn wir uns Störungsstatistiken in grösserem Rahmen ansehen wollen. Im Sinne einer Präsentation von Musterbeispielen möchte ich denn im Nachfolgenden auf die seit Jahren bestehenden deutschen und österreichischen Störungs- und Schadenstatistiken eingehen. Aus Zeitgründen ist es nur möglich, sie in grossen Zügen zu streifen.

2. Die Störungs- und Schadenstatistik der Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke VDEW

2.1 Einleitung

Zunächst möchte ich der VDEW den besten Dank aussprechen für die spontane Zurverfügungstellung aller Unterlagen. Besondern Dank gilt Herrn Ing. Blaschke. Er liess es sich nicht nehmen, schon von seinem Ferienort Davos aus mit Rat beizustehen. Die Statistik ist mir nicht ganz unbe-

kannt, nachdem ich Gelegenheit hatte, im SEV-Bulletin Nr. 6 des Jahres 1965 eine kleine Übersicht darüber zu geben. Die Störungs- und Schadenstatistik der VDEW geht auf das Jahr 1949 zurück. Sie wurde ständig verbessert und die letzte Grundlage ist mit dem 1. Januar 1963 datiert. Die Anleitung ist lesenswert.

Wir wollen nachstehend einen kleinen Streifzug, selbstverständlich wiederum nur auszugsweise, durch die Anleitung tun.

2.2 Aufbau der VDEW Störungs- und Schadenstatistik

Den Aufbau zu kennen ist wichtig, weil eine Statistik erst dann zu einem lebendigen Gebilde wird, wenn man ihren Schlüssel kennt und mit der Idee vertraut ist, die dahinter steckt.

Zunächst wird der Bereich der Statistik umschrieben. Es wird definiert, wo und wie die Erfassung beginnt, wer sie in die Statistik aufzunehmen hat und wie die Störungen zu zählen sind. Dies festzuhalten ist wichtig, weil die Ereignisse von einer Versorgungsgesellschaft zur andern übergreifen können. Natürlich wird auch der Störungszeitpunkt auf die Minute genau festgehalten.

Erfasst werden 7 Spannungsgruppen, nämlich:

1. 5—11,5 kV
2. 11,5—23 kV
3. 23—35 kV
4. 35—65 kV
5. 65—130 kV
6. 130—310 kV
7. 380 kV

Die Netze selbst werden nach den Gesichtspunkten unterschieden:

1. Leitungsart
 - Freileitungen (> 90 %)
 - gemischt
 - Kabelleitungen (> 90 %)
2. Sternpunktschaltung
 - isoliert
 - gelöscht
 - starr geerdet
 - über Widerstand geerdet
3. Netzaufbau
 - Strahlennetz
 - vermascht, einseitig gespeist
 - vermascht, mehrseitig gespeist
4. Erdseilbelegung
 - < 50 %
 - > 50 %

5. Erfassung selbstlöschender Erdschlüsse

- keine
- teilweise
- vollständig

Als dann werden immer wiederkehrende Begriffe genau umschrieben:

- 1 Fehler und Störung
- 2 Störungsanlass
- 3 Störungsart bzw. -Auswirkung
- 4 Fehlerart
- 5 Fehlerursache
- 6 Fehlerort
- 7 Schaden
- 8 Schadenursache

Es folgt die Gruppierung nach *Störungsanlässen*:

1. Atmosphärische Einwirkung:
Gewitter — Sturm — Zusatzlast — Fremdschicht — Feuchtigkeit — Kälte — Hitze — sonstige atmosphärische Einwirkung.
2. Fremde Einwirkung:
Personen — Tiere — Bäume — Erd- und Baggerarbeiten — Erdbewegungen, Bergschäden — Erschütterungen, Schwingungen — Hitze, Brand — sonstige fremde Einwirkungen.
3. Mechanisches Versagen von Schalteinrichtungen
4. Schalten von Betriebsmitteln:
Leitungen und Transformatoren unter Last bei fehlerfreiem Betrieb — Leitungen im Leerlauf — Transformatoren im Leerlauf — Kondensatoren — Drosselspulen.
5. Fehlbedienung
Ziehen von Trennschaltern unter Last — sonstige Fehlschaltung — Fehlbetätigung.
6. Überlastung von Betriebsmitteln
7. Hilfseinrichtungen:
Steuer- und Regeleinrichtung — Schutzeinrichtung — sonstige Hilfseinrichtung.
8. Rückwirkung aus:
eigenem Netz anderer Spannung — eigenen Kraftwerken — fremdem Netz anderer Spannung — Anlagen von Abnehmern.
9. Kein erkennbarer Anlass

Nach *Störungsart*:

1. Störung ohne Unterbrechung der Energielieferung an Abnehmer
 - ohne Abschaltung eines Betriebsmittels
 - mit erfolgreicher Kurzunterbrechung
 - mit Abschaltung und wieder Zuschaltung
 - mit erfolgloser Kurzunterbrechung
 - mit bleibender Abschaltung
2. Störung mit Unterbrechung der Energielieferung an Abnehmer
 - mit Abschaltung und wieder Zuschaltung
 - mit erfolgloser Kurzunterbrechung
 - mit bleibender Abschaltung
 - Ausfall der Netzeinspeisung

Ebenso finden wir eine Gruppierung nach *Fehlerart* und schliesslich nach *Fehlerursache*:

1. Selbsterlöschender Erdschluss
 - Erdschlusswischer
 - Kurzzeitiger Erdschluss
 - Wiederholter Erdschluss
 - ohne Unterscheidung
2. Stehender Erdschluss
3. Erdkurzschluss im starrgeerdeten Netz
4. Doppel- und Mehrfacherdschluss
5. Kurzschluss
 - ohne Erdberührung
 - mit Erdberührung aus Erdschluss entstanden
 - ohne Unterscheidung
6. Ungeklärt, ob Doppel- oder Mehrfacherdschluss oder Kurzschluss
7. Abschaltung eines Betriebsmittels
 - Abschaltung eines schadhafte Betriebsmittels
 - Abschaltung aus Störungsanlass «Rückwirkung»
 - Abschaltung aus Störungsanlass «Überlastung»
 - sonstige Abschaltung
8. Ausfall der Netzeinspeisung

1. Bemessung
 - mechanisch
 - elektrisch

(Isolation, Schaltvermögen)

2. Herstellung und Werkstoff
3. Montage
4. Betrieb und Unterhalt
5. Überbeanspruchung
 - mechanisch
 - elektrisch
6. Minderung der Eigenschaften
 - mechanisch
 - elektrisch
7. Fremde Einwirkung
8. Lichtbogeneinwirkung
9. Sonstige Schadenursache
10. Keine erkannte Schadenursache

Was die Bezeichnung der Fehlerorte, des Überspannungsschutzes, der durchgeschmolzenen Hochspannungssicherungen, der besondern Angaben zu den Störungen, der Schäden und Schadenstellen und der Schadenursache anbetrifft, kann nur summarisch auf die nachstehenden Aufstellungen verwiesen werden:

Fehlerort

1. Freileitungen
7 Positionen
2. Kabel
4 Positionen
3. Anlagen
über 30 Positionen
4. Fehlerort nicht im betrachteten Netz
5. Fehlerort nicht aufgefunden
6. Gesamtzahl der Fehlerorte
 - 1—8 Fehlerorte
 - 9 und mehr Fehlerorte
 - nicht aufgefunder Fehlerort
 - Fehlerort nicht im betrachteten Netz

Überspannungsschutz

1. Ableiter
 - Keine Ableiter
 - Ventilableiter angesprochen, nicht angesprochen, ansprechen, nicht feststellbar
 - Rohrableiter angesprochen, nicht angesprochen, ansprechen, nicht feststellbar
 - keine Angabe
2. Entfernung der Ableiter vom Fehlerort
 - 5 m, bis 20 m, bis 40 m, bis 60 m, bis 100 m, bis 300 m
 - keine Angabe
3. Art des betrachteten Fehlerortes
 - Kopfstation
 - Durchgangstation
 - Freileitung
 - keine Angabe

Durchgeschmolzene Hochspannungssicherungen

1. Anzahl der durchgeschmolzenen Sicherungen
 - 1—8 differenziert
 - 9 und mehr

Besondere Angaben zur Störung

1. Ausweitung des Störungsumfanges durch
 - Versagen der Schutzeinrichtung, Schaltversager, Zuschalten auf ein herausgefallenes schadhafte Betriebsmittel, Schaltungen bei Erdschluss im Netz, betriebliche Massnahmen, Schalten bei asynchronem Betrieb
2. Brände durch
 - Schaltgeräte, Transformatoren
 - Wandler
 - andere Betriebsmittel
3. Zerknall von
 - Schaltgeräten, Transformatoren
 - Wandlern
 - anderen Betriebsmitteln
4. Versagen von Fernsteuereinrichtungen

Schäden und Schadenstellen

1. Freileitungen
über 70 Positionen
2. Kabel und Zubehör
25 Positionen
3. Umspann- und Schaltanlagen
über 60 Positionen

Spannungsgruppe	gesamte Netzlänge		davon Kabel km
	km	%	
10 kV			
Freileitungsnetze	3 775	5,4	506
gemischte Netze	37 048	53,3	17 828
Kabelnetze	28 733	41,3	28 173
insgesamt	69 556	100,0	46 507
30 kV			
Freileitungsnetze	3 031	22,3	188
gemischte Netze	6 927	50,8	1 969
Kabelnetze	3 670	26,9	3 653
insgesamt	13 628	100,0	5 810

3. Die Störungs- und Schadenstatistik des Verbandes der Elektrizitätswerke Österreichs (VEÖ)

3.1 Einleitung

Die österreichischen Freunde werden es mir sicher nicht verübeln, wenn ich nur kurz auf ihre Statistik eingehe. Der Grund erklärt sich leicht. Die österreichische Statistik ist jünger und lehnt sich bewusst an die des VDEW an. Gegenseitige Vergleiche werden angestellt, was natürlich den Wert beider Statistiken wesentlich erhöht. So werden die Auswertungen des Jahres 1968 nach drei Gesichtspunkten gegliedert:

- Kommentar der Ergebnisse des Jahres 1968.
- Vergleich der Ergebnisse 1968 mit denjenigen von 1967.
- Vergleich der VEÖ-Statistik mit Ergebnissen der VDEW-Statistik 1967.

Der Vergleich geschieht mit Einführung des sogenannten Relativ-Wertes R, indem alle Störungen auf 100 km Leitungslänge oder auf die Anlageeinheit bezogen werden. So wird festgestellt, dass sich die österreichischen Netze bezüglich Freileitung und Kabelanteil etwa gleich aufteilen. Ausgenommen hiervon ist das 30-kV-Netz, welches in Österreich nur zu 8,6 %, in Deutschland aber zu 46 % verkabelt ist. Erfasst werden 1968 40 549 km Leitungslänge (VDEW 230 000 km) und 49 000 Schaltfelder (VDEW 377 486). Die österreichische Statistik weist darauf hin, dass die Störungen ohne Abschaltung des Betriebsmittels, gemeint sind Erdschlusswischer und selbsterlöschende Erdschlüsse, in Mittelspannungsnetzen mangels entsprechender Einrichtungen nicht erfasst wurden. Bezüglich der Gesamtstörungshäufigkeit wird erstaunliche Übereinstimmung mit den VDEW-Ergebnissen festgestellt. Es wurden 5125 Störungen registriert oder 13,58 auf 100 km Leitungslänge. Beim VDEW sind es 14. Die Übereinstimmung erstreckt sich sogar auf die einzelnen Spannungsgruppen. In Österreich scheint die Einführung der Kurzunterbrechung (Schnellwiedereinschaltung) weniger umfangreich zu sein als in der Bundesrepublik und bei uns.

4. Eine schweizerische Störungs- und Schadenstatistik

Wenn ich eingangs des Referates erwähnt habe, eine schweizerische Störungs- und Schadenstatistik gäbe es nicht, so trifft dies zu. Unrichtig wäre aber, daraus zu schliessen, in Sachen Störungsauswertung sei in unserem Lande nichts getan worden und werde nichts getan. Ich bin davon über-

zeugt, dass viele Werke über wertvollstes Auswertematerial verfügen, das zu besprechen allein Stoff zu einer Diskussionsversammlung gäbe.

So hat mir das Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke eine «Zusammenstellung der Erhebungen über verschiedene für den Bau von Hochspannungsfreileitungen wichtige Daten» aus dem letzten Jahrhundert zugestellt. Es hatten sich 21 Elektrizitätswerke daran beteiligt:

Städtisches Elektrizitätswerk Aarau
 Elektrizitätswerk Baden
 Locle-Chaux-de-Fonds
 Gossau (SG)
 Olten-Aarburg
 Schwyz
 Aare und Emme, Solothurn
 Elektrizitätswerk an der Sihl, Wädenswil
 Elektrizitätswerk Altdorf
 Elektrizitätswerk Bulle
 Chur
 Davos
 Genève
 Rathausen
 Neuchâtel
 Ragaz
 Rheinfelden
 Montboven (Romont)
 La Goule (St. Imier)
 Elektrizitätswerk Spreitenbach
 Zufikon-Bremgarten

Im weiteren ist mir Einblick in eine erste «Statistik der Störungen und Unfälle» aus dem Jahr 1900 gegeben worden. Beteiligt haben sich die nachstehenden Werke:

EW der Stadt Aarau
 EW Rathausen
 EW der Stadt St. Gallen
 EW a. d. Sihl, Wädenswil
 EW Wohlen
 EW der Stadt Zürich
 Wasserwerke Zug

Die beiden genannten Erhebungen geben Auskunft über die damals angewendeten Stromarten. Mit einer Ausnahme war überall Wechselstrom gebräuchlich, ein-, zwei- und dreiphasig. Die gewählten Spannungen lagen zwischen 2000 und 8000 V mit verschiedensten Abstufungen. 12 gezielte Fragen und 91 nicht durchwegs beantwortete Positionen geben über verschiedenste Gesichtspunkte Antwort. Greifen wir davon einige, mehr im Sinne einer Auflockerung heraus. Die Fragen etwa:

«Kommen Sie oft in den Fall, Isolatoren auswechseln zu müssen?»

«Welches ist die häufigste Ursache?»

«An welchen Stellen im Leitungsnetz kommt ein Defekt werden von Isolatoren besonders häufig vor?»

werden auffallend regelmässig beantwortet mit:

«Steinwürfen, Böswilligkeit, Schwefeleisenbildung oder ähnliches.»

Dann bezüglich Ort:

«In Nähe von Strassen und Wohnungen, in Dörfern, dort wo Jugend nicht gewarnt wird.»

Technisch interessant ist die Fehlerortsbezeichnung:

«An Stangen, die längs Wasserläufen und in sumpfigem Boden stehen.»

Die Statistik zeigt weiter, dass damals die Stangenbrände eine gemeinsame Sorge waren. Eine Frage heisst (10) «Halten Sie im ganzen genommen dafür, dass die Erdleitungen an Stangen vermieden werden sollten, eventuell aus welchen besonderen Gründen?» Hier halten sich die «Ja», «möglichst vermeiden», die «Nein» und «Nutzen ist wahrscheinlich» die Waage.

Über die verschiedenen Ursachen von Drahtbrüchen wollte man Bescheid wissen. Es interessierte die Zahl der umgestürzten Stangen (Ursache u. a. abfaulen, weil nicht imprägniert). Werke, die schon damals über unterirdische Kabel verfügten, melden Durchschläge zufolge «mechanische Verletzungen», «Pickelhiebe», «fahrlässige Beschädigung der Kabel durch Dritte» (Pickel, Pfählen) oder (Stromverluste durch Erdschluss, jedoch ohne Unterbrechung in Stromlieferung). Einen sehr breiten Raum in dieser Statistik nehmen die Blitzstörungen ein. Schäden an Transformatoren gehen, immer laut dieser Statistik, zum überwiegenden Teil auf Blitzschläge zurück. Man ersuchte zu ergründen, wo der Blitz eingeschlagen hat und wo der Blitz zur Erde übergetreten ist (so meldet beispielsweise ein Werk: «direkte Einschläge keine, Entladungen bei Hunderten»). Den Blitzschutzapparaten wird gute Wirksamkeit attestiert. Eine Meldung heisst: «Die Zinkspitzenblitzschutzvorrichtungen haben stets funktioniert, die Siemenshörner haben wir noch nicht in Funktion gesehen.»

Unter der Rubrik «Durch Hausinstallationen verursachte Brandausbrüche» lesen wir: «Explodieren einer Glühlampe in einem Schaufenster, Schadensgrösse Fr. 100.— bis 200.—», und schliesslich sei noch unter den Unfallbeschreibungen eine hervorgehoben: «Brandwunde, weil Verbandstoff der wegen eines andern Unfalls verbundenen Hand durch den Kurzschlusslichtbogen Feuer fing.»

Es ist klar, diese Statistik hat nur historischen Wert. Sie deckt den Hauptorganbereich der damaligen Betriebsleitungen auf. Sie sagt aber auch aus, dass eine Störungsstatistik nichts Statisches sein kann, vielmehr im Aufbau so beweglich sein muss, auf die Fragen eingehen zu können, welche auf die Anforderungen der Gegenwart zugeschnitten sind.

Die mir zur Verfügung gestellte Zeit dürfte ausreichen, um noch auf ein Auswertbeispiel der neueren Zeit kurz einzugehen, stellvertretend für die vielen andern, die noch aufzuführen wären. Es handelt sich um die Störungsstatistik der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich. Herrn Dir. Kuhn, Herrn Oberbetriebsleiter Huber und seinem Mitarbeiter, Herrn Roggenmoser, sei vorab der Dank ausgesprochen für die Gewährung des Einblicks in die Unterlagen. Mir selber liegt das Beispiel nahe, hatte ich doch vor 10 Jahren selbst noch damit zu tun.

Ein hübsches Erlebnis Ende der fünfziger Jahre brachte mich in direkte Beziehung zu dieser Statistik. Dem Besitzer eines bekannten Landgasthofes musste die Stromzufuhr wegen grösserer Bauarbeiten zwei- oder dreimal kurz nacheinander unterbrochen werden. Er quittierte diese unvermeidliche Massnahme mit einer seither nie mehr gehörten Serie von Kraftausdrücken, die im Ratschlag gipfelten, wir Elektrizitätswerkleute möchten doch wenigstens unseren Müssiggang dazu verwenden, einen gescheiterten Zeitvertreib auszu-denken, als fleissigen Bürgern den Strom unnötig abzustellen. Diese Episode veranlasste uns doch zur Frage, wie recht bzw. unrecht allenfalls der erzürnte Abonnent, im grossen Zusammenhang gesehen, haben könnte. Wir besaßen damals über 4000 säuberlich geordnete, sich auf 10 Jahre erstreckende, Störungs- und Unterbrechungsrapporte, ohne dass sie ausgewertet worden wären. Ein von schweren Atembeschwerden geplagter Mitarbeiter im Aussendienst, welcher auf dringenden ärztlichen Rat sitzende Arbeit brauchte, gab dann den Anlass, es zu tun. Der Sprechende erinnert sich noch gut an den grossen Zeitaufwand, welcher für die Auswertung nötig war, der geschilderten Umstände wegen aber keine grosse Rolle spielte.

Das Resultat fand seinen Niederschlag in einem umfangreichen Bericht. Einen Auszug davon finden Sie im SEV-Bulletin Nr. 24 vom 2. Dezember 1961. Im Sinne einer Reminiscenz seien nachstehend 3 Figuren aus der damaligen Arbeit dargestellt.

Tab. IV zeigt den Schlüssel, nach welchem die Störungen gruppiert wurden.

Störungsstatistik EKZ 1960 (Tab. IV)

Betriebskreis Winterthur

Gruppierung der Störungen (Niederspannungsnetz)

Hauptgruppe	Untergruppen
I Witterungseinflüsse	1 Gewitter
	2 übrige Witterungseinflüsse
II Materialfehler	3 Materialfehler
	4 schlechte Reglage
III Personen und Tiere	5 eigenes Personal
	6 Drittpersonen
	7 Tiere
IV Neubauten und Unterhalt	8 Netzerweiterungen
	9 Neuanschlüsse
	10 Netunterhalt
	11 Spannungsumbau
	12 Unterhalt in Trafostationen
V Feuerwehr	13 Feuerwehrübungen
	14 Brandfälle
VI Überlastungen	15 Überlastungen
	16 Dreschanschlüsse
VII Unbekannt	17

(Fortsetzung in nächster Nummer)