

# Die Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit bei der Beurteilung von Beeinflussungsfragen

Autor(en): **Erbacher, W.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **61 (1970)**

Heft 4

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-915913>

## **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.

# Die Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit bei der Beurteilung von Beeinflussungsfragen

Von W. Erbacher, Wien

845-849

614.825:519.21

Durch Hochspannungsanlagen können gegebenenfalls Mensch und Tier oder technische Einrichtungen beeinflusst oder gefährdet werden. Bei der Festlegung geeigneter Abhilfemassnahmen, sei es im konkreten Einzelfall oder allgemein im Rahmen von Vorschriften, muss wohlüberlegt vorgegangen werden, um einerseits die notwendige Sicherheit zu gewährleisten und andererseits unbillige finanzielle Aufwendungen zu vermeiden. Im Zuge dieser Überlegungen sind die Ergebnisse statistischer Untersuchungen sowie die Berücksichtigung des Wahrscheinlichkeitskalküls, Probleme mit denen sich der vorliegende Artikel befasst, von tragender Bedeutung.

Les installations à haute tension peuvent cas échéant influencer ou mettre en danger les hommes et les animaux ou les installations techniques. Lors de la détermination de mesures de précaution appropriées, qu'il s'agisse d'un cas particulier concret ou d'un cas général se rapportant au cadre des Prescriptions, il faut procéder d'une manière bien réfléchie afin d'assurer d'une part la sécurité indispensable, en évitant d'autre part des charges financières inappropriées. Les résultats des recherches statistiques, ainsi que la prise en considération du calcul des probabilités, soit autant de problèmes traités dans l'article précité, revêtent lors de ces considérations une importance prédominante.

## 1. Sicherheit und Unfallgefahr im Spiegel der Zahlen

Vor einer detaillierten Behandlung der Frage der Beeinflussung durch Hochspannungseinrichtungen scheint es interessant zu überprüfen, in welcher Relation die allgemeinen Unfallzahlen zu jenen der Elektrounfälle stehen. In den letzten Jahren waren im Mittel an Unfallstoten pro Jahr zu verzeichnen:

In Österreich	ca. 5000
in der Schweiz	ca. 3000 bis 4000
in der BRD	ca. 28000 bis 30000

Die Verkehrstoten lagen in Prozenten der oben angeführten Zahlen wie folgt:

In Österreich	35 bis 40%
in der Schweiz	37 bis 42%
in der BRD	42 bis 46%

Pro Jahr waren an Toten durch Elektrounfälle in Österreich 50 bis 70 und in der Schweiz 20 bis 30 zu verzeichnen, d.h. die tödlichen Elektrounfälle liegen ca. bei 1% der Unfallstoten. Unter den erwähnten Elektrounfällen ist kein Fall bekannt, infolge einer Beeinflussung durch Hochspannungsanlagen.

Wollte man dem Unfallstod wirkungsvoll entgegenzutreten, so müsste man sich an erster Stelle der Verkehrsprobleme annehmen. Wenn die Unfallzahlen im Bereich der Elektrotechnik so erfreulich gering sind, so ist dies zu einem wesentlichen Teil auf die äusserst strengen Vorschriften zurückzuführen. Soweit diese Strenge berechtigt ist, ist sie zu begrüssen. Manchmal wird jedoch hier über das Ziel geschossen, wodurch die Wirtschaftlichkeit elektrischer Einrichtungen gegebenenfalls gefährdet erscheint und Abhilfemassnahmen u.U. nicht nach dem Gesichtspunkt grösster Wirksamkeit getroffen werden.

Bei der Beurteilung notwendiger Abhilfemassnahmen gegen unzulässige Beeinflussungen muss man sich unter anderem auch von Wahrscheinlichkeitsüberlegungen leiten lassen. Im folgenden mögen einige diesbezügliche Überlegungen angestellt werden.

## 2. Wahrscheinlichkeitskalkül

Es möge sich bei den weiteren Überlegungen darum handeln, dass durch eine Hochspannungsanlage andere technische Einrichtungen oder der Mensch gestört bzw. gefährdet werden könnten. Betrachtet man jene Fälle der Beeinflussung, bei

denen der Strom in der Hochspannungsanlage das gefährdende Kriterium darstellt, so muss man sich zunächst die Frage stellen, welche Stromgrösse der Überlegung zugrunde zu legen ist. Bei elektrischen Netzen wird der kritische Strom im Kurzschlußstrom zu sehen sein. Nun ist der Kurzschlußstrom einerseits vom Netz- und Kraftwerkeinsatz abhängig, andererseits von der Lage der Fehlerstelle. Es geht somit eine erhebliche Anzahl von Parametern in die Berechnung des kritischen Stromes ein. Wenn man diese Parameter durchwegs so wählt, dass sie Grösstwerte des Fehlerstromes ergeben, so bewegt man sich jedenfalls auf der sicheren Seite. Man muss jedoch eine kritische Überlegung anstellen, inwieweit ein derartiger Fall überhaupt noch praktisch eintreten kann, und man muss dann auch abschätzen, welche Häufigkeit bzw. welche Wahrscheinlichkeit diesem Ereignis noch zukommt.

Zu diesen Überlegungen gesellt sich noch ein zweiter Problembereich, der im folgenden durch die sog. Anwesenheitswahrscheinlichkeit charakterisiert wird. Bei mobilen Einrichtungen bzw. bei Fragen der Gefährdung des Menschen kommt noch zusätzlich der Umstand hinzu, dass die Gefährdungsmöglichkeit nur dann gegeben ist, wenn sich das gefährdete Objekt auch tatsächlich im Gefährdungsbereich befindet. Diese Anwesenheitswahrscheinlichkeit kann in manchen Fällen den Wert von nahezu 1 annehmen, wenn man z.B. an die dauernde Bedienung einer technischen Einrichtung denkt, die im Beeinflussungsbereich liegen kann. Sie kann jedoch auch gegen Null gehen, denkt man an den Fall der Gefährdung durch eine Masterdung eines Mastes, der sich im nahezu unzugänglichen Hochgebirge befindet.

Es schiene demnach im Sinne des eingangs Gesagten richtiger, bei den erstgenannten Fällen die Massnahmen nach strengen Gesichtspunkten festzulegen, während im letztgenannten Fall (Mast im Hochgebirge) es wohl kaum vertretbar erscheint, Massnahmen zu treffen, die über die Standardmassnahmen bei einer Hochspannungsleitung hinausgehen.

In Fig. 1 ist die Häufigkeitsverteilung eines Fehlerstromes dargestellt. Denken wir z.B. an das Problem einer möglichen Beeinflussung im Bereich einer Hochspannungsmasterdung. Der maximal mögliche Fehlerstrom ist bei grösstem Werkeinsatz und Fehler am betrachteten Mast gegeben. Er ist in der Figur mit  $I_{Fmax}$  angegeben. Verändert man den Fehlerort

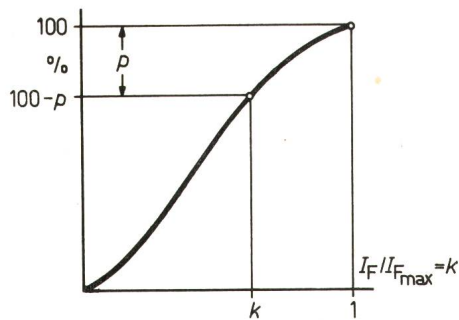


Fig. 1  
Häufigkeitsverteilung des Fehlerstromes  
 $k$  Stromreduktionsfaktor;  $p$  nicht beachteter Prozentsatz

oder den Werkeinsatz, so bekommt man eine Fehlerverteilung, die sich gegebenenfalls einer Gauss-Verteilung annähern kann. Man kann nun das Ergebnis von Fig. 1 für die weiteren Überlegungen folgendermassen auswerten.

Es sei für die Abhilfemassnahmen zugrundegelegt, dass man  $p\%$  der möglichen Ereignisse, weil sie z. B. so selten seien, ausser Betracht lässt. Aus dem Diagramm erhält man zu dem Punkt  $(100 - p)$  auf der Ordinate den Abszissenwert  $k$ , d. h. unter diesen Bedingungen muss man als kritischen Strom den Wert  $k I_{Fmax}$  einsetzen. Stromwerte, die über diesem Betrag bis zum Wert  $I_{Fmax}$  liegen, können wohl vorkommen, sie sind jedoch so selten, dass sie ausser Betracht fallen.

Ähnliche Überlegungen werden ja z. B. auch bei der Bestimmung des zu berücksichtigenden Blitzstromes angestellt. Auch dort wird aus der Statistik ein gewisser Prozentsatz grösster Blitzstromwerte, die dann auch äusserst selten sind, ausgeschlossen.

In Fig. 2 ist ein Hochspannungsnetz symbolisiert. Längs des Leitungsabschnittes  $a-b$  bestehe eine Näherung mit einer Fernmeldeleitung. Es soll nun im Sinne der gerade angestellten Überlegungen die kritische Beeinflussung dieser Fernmeldeleitung durch die Hochspannungsleitung im Fehlerfall beurteilt werden. Die bei der Besprechung von Fig. 1 genannten  $p\%$  möglicher grösster Kurzschlusswerte werden konkret gegeben sein durch Fehler im Netz, die im Bereich der betrachteten Näherung liegen. Dieser Netzteil ist in Fig. 2 als kritischer Netzteil gekennzeichnet. Ihm kommt eine bestimmte Leitungslänge zu; diese Leitungslänge sei im folgenden als kritische Länge bezeichnet ( $l_{krit}$ )<sup>1</sup>.

Es sind somit nach den angestellten Überlegungen nur jene Fehlerfälle nicht berücksichtigt worden, die sich im kritischen Netzteil ereignen können. Die Konsequenzen, die im Hinblick auf Wahrscheinlichkeitsüberlegungen daraus gezogen werden können, werden in den folgenden Kapiteln näher beleuchtet.

### 3. Zumutbarkeit von Sicherheitsmassnahmen

Will man aus den angedeuteten Überlegungen Konsequenzen für den praktischen Betrieb elektrischer Anlagen ziehen, so muss man sich mit der Frage der Zumutbarkeit einer Gefährdung von Material oder Menschen beschäftigen. Die Frage kann im Hinblick auf Materialgefährdung im allgemeinen relativ leicht beantwortet werden, da sie vor allem aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit zu betrachten ist.

<sup>1</sup> W. Erbacher: Statistische Beurteilung der Häufigkeit und Grösse induktiver Beeinflussungen von FM-Leitungen durch Hochspannungsleitungen. ÖZE, 13(1960), S. 1...9.

Man kann zwischen zwei Möglichkeiten unterscheiden: Entweder trifft man im Falle einer möglichen unzulässigen Beeinflussung im vorhinein Abhilfemassnahmen wie Verlegung eines Kabels, Erhöhung der Mantelisololation, Umstellung der Betriebsart und dgl. — diese Massnahme möge einen Investitionsbedarf  $K_m$  verursachen — oder man kann bei geringer Wahrscheinlichkeit der Ereignisse aus Wirtschaftlichkeitsgründen auf die Massnahme verzichten und im Falle eines Ereignisses den eingetretenen Schaden beheben. Dies möge Kosten  $K_r$  verursachen. In diesen Kosten muss gegebenenfalls auch die Folge des Betriebsausfalles berücksichtigt werden.

Finanzmathematisch gesehen, ist nun die Überlegung so durchzuführen, dass man einerseits bestimmt, wie gross unter Berücksichtigung einer Verzinsung und Abschreibung der Jahresbetrag für die einmalige Investition  $K_m$  ist, andererseits den Jahresbetrag ebenfalls unter der Berücksichtigung einer Verzinsung ermittelt, der notwendig ist, um die Investition  $K_r$  jeweils in jenen Zeitabständen tätigen zu können, die der Wahrscheinlichkeit eines gefährdenden Ereignisses entsprechen. Liegt aus statistischen Untersuchungen dieser Wert fest, also beispielsweise für ein bestimmtes Fehlerereignis bei 0,1/Jahr, so ist der statistische Zeitintervall zwischen zwei möglichen Ereignissen 10 Jahre.

In Fig. 3 ist für den Fall eines Zinsfusses von 6% in Abhängigkeit von dem Verhältnis  $r = K_r/K_m$  und von der Häufigkeit des Schadenereignisses  $n$  die Grenzkurve eingezeichnet, die auf Grund einer Wirtschaftlichkeitsüberlegung erkennen lässt, ob man im gegebenen Fall besser eine einmalige Abhilfemassnahme treffen soll oder bei Eintritt eines Ereignisses die Schadensbehebung. Nimmt man z. B. an, dass die Schadensbehebung ein Zehntel jener Kosten verursacht, die die einmalige Abhilfemassnahme verursacht hätte, dass des weiteren das gefährdende Ereignis statistisch gesehen alle 10 Jahre eintritt, so kann man aus Fig. 3 eindeutig feststellen, dass in diesem Fall die Schadensbehebung wirtschaftlicher ist als die einmalige Abhilfemassnahme. Würde bei sonst gleichen Verhältnissen das Ereignis in Abständen von einem Jahr statistisch zu erwarten sein, so wäre die einmalige Abhilfemassnahme wirtschaftlicher. Das ist verständlich, da durch die Häufigkeit des Fehlers und damit die mehrfache Inanspruchnahme des Betrages  $K_r$  die Wirtschaftlichkeit dieses Lösungsweges nicht mehr gegeben erscheint.

Zu der Frage Zumutbarkeit eines gefährdenden Ereignisses im Hinblick auf die Gesundheit des Menschen kann nicht auf Grund mathematischer Überlegungen Stellung genommen

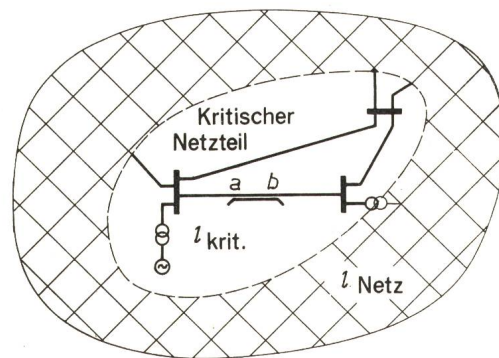


Fig. 2  
Strombeeinflussung Kritischer Netzteil  
 $a$  Anfang der Näherung;  $b$  Ende der Näherung;  $l$  Trassenlängen

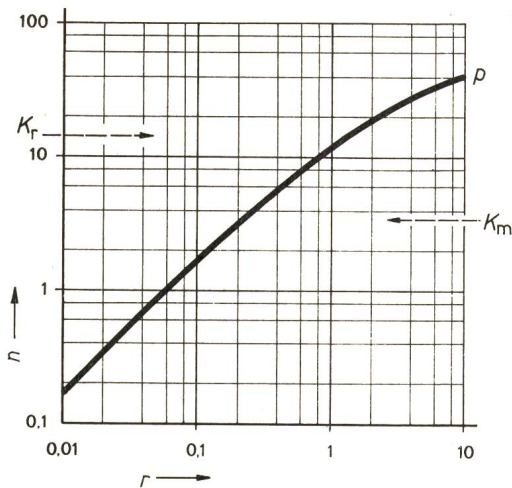


Fig. 3  
Kriterien für einmalige Abhilfemassnahmen

Häufigkeit der Schadenereignisse  
 $n$  Jahre;  $r = K_r/K_m$ ;  $p$  Zinsfuss 6%;  $K_m$  einmalige wirtschaftliche Abhilfemassnahme;  $K_r$  wirtschaftliche Schadenbehebung

werden. In diese Frage gehen wesentlich auch ethische Momente ein. Man wird jedoch hier den Schluss ziehen dürfen, dass Ereignisse, die mit einer an die Sicherheit grenzende Wahrscheinlichkeit nicht eintreten können, auch im Hinblick auf die Gefährdung des Menschen ausser Betracht gelassen werden dürfen. Es sei im Zusammenhang mit dem unter Abschnitt 1 genannten Zahlenmaterial darauf hingewiesen, dass es eine absolute Sicherheit nie im Leben gab und auch die fortschreitende Technik dem Menschen diese absolute Garantie nicht bringen kann.

#### 4. Vorschlag zur Beurteilung von Beeinflussungsfällen an Hand der Strombeeinflussung durch Hochspannungsanlagen

Im Anschluss an die Überlegungen, die zu Fig. 1 und 2 angestellt wurden, kann man nun eine Darstellung wählen, die in Fig. 4 wiedergegeben ist. Dort ist auf der Ordinate der in Fig. 1 erklärte Stromreduktionsfaktor  $k$  aufgetragen, auf der Abszisse die kritische Länge jenes Netzteiles, der bei der Anwendung des Reduktionsfaktors  $k$  aus der Betrachtung der möglichen Beeinflussungsfälle ausgeschaltet wird.

Aus statistischen Unterlagen wird man für eine bestimmte Netzbetriebsart die spezifische Fehlerzahl pro Jahr und km-Trassenlänge kennen.

In einem Netz mit der Trassenlänge  $l_{\text{Netz}}$  ergeben sich daher insgesamt

$$Z = z_{\text{spez}} l_{\text{Netz}} \quad \text{Fehler/Jahr} \quad (1)$$

Wird nun auf Grund der schon erläuterten Überlegungen ein kritischer Netzteil mit der Länge  $l_{\text{krit}}$  aus der Betrachtung ausgeschaltet, so wird daher eine bestimmte Anzahl von kritischen Ereignissen pro Jahr nicht beachtet. Diese Anzahl ergibt sich zu:

$$a = z_{\text{spez}} l_{\text{krit}} \quad (2)$$

Man kann daher über die Gl. (2) einen Zusammenhang zwischen  $l_{\text{krit}}$  und  $a$  herstellen, d.h. man kann in Fig. 4 auf der Abszissenachse auch die Werte  $a$  auftragen. Zu beachten ist, dass der Nullpunkt hierfür rechts liegt und nicht identisch ist mit dem Ursprung des eingezeichneten Koordinatensystems.

Aus Fig. 4 kann somit abgelesen werden, dass bei Anwendung eines Stromreduktionsfaktors  $k_1$  kritische Fälle nicht berücksichtigt werden. Aufgrund weiterer Überlegungen, etwa im Sinne des Abschnittes 3, ist zu überprüfen, ob dieser Wert von  $a$  für das betrachtete Problem zumutbar erscheint. Umgekehrt kann, falls  $a_1$  festliegt, der unter diesen Bedingungen anwendbare Stromreduktionsfaktor  $k_1$  ermittelt werden.

Wie in Abschn. 2 erwähnt, kommt für bestimmte Fälle der Beeinflussungsbetrachtung noch die Anwesenheitswahrscheinlichkeit, im folgenden mit  $W_A$  bezeichnet, hinzu. Wird sie berücksichtigt, so ist die Anzahl der zu erwartenden unzulässigen Beeinflussungsfälle in Erweiterung von Gl. (2) gegeben durch:

$$a' = z_{\text{spez}} l_{\text{krit}} W_A \quad (3)$$

Kann aus der Betrachtung eines konkreten Falles geschlossen werden, dass die Anwesenheitswahrscheinlichkeit ausserordentlich gering ist, so wird dies in Gl. (3) dazu führen, dass die Anzahl der kritischen Ereignisse  $a'$  so klein wird, dass man berechtigterweise davon sprechen kann, dass der Eintritt eines Ereignisses unwahrscheinlich oder das kritische Ereignis mit einer an Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit nicht zu erwarten ist.

Um den Einfluss der Anwesenheitswahrscheinlichkeit leicht zu erkennen, kann man sich einer Darstellung gemäss Fig. 5 bedienen. Dort ist auf der Abszisse die Anzahl der kritischen Ereignisse pro Jahr  $a$  bzw.  $a'$  aufgetragen, jedoch nicht im linearen, sondern im logarithmischen Maßstab; auf der Ordinate der Stromreduktionsfaktor  $k$ . Für den Fall einer Anwesenheitswahrscheinlichkeit  $W_A = 1$  bekommt man in Anlehnung an Fig. 4 den ausgezogenen Kurvenzug, der seine Form lediglich dadurch verändert hat, dass nunmehr auf der Abszisse eine logarithmische Skala gewählt wurde. Wird  $W_A = 0,1$ , so bedeutet das gemäss Gl. (3) in der grafischen Darstellung eine Parallelverschiebung der Kurve um eine Dekade nach rechts.

Es sei hier nochmals darauf aufmerksam gemacht, dass die Abszissen-Skala so angeordnet ist, dass der Nullpunkt rechts liegt. Die für die Praxis wichtigsten Erkenntnisse dieser Darstellung sind im folgenden zu suchen.

Aus bestimmten Überlegungen heraus möge man einen Wert  $a$  bzw.  $a'$  als zulässig erkannt haben. Durch diesen Wert ist in Fig. 5 der senkrechte Ordner fixiert. Er schneidet für  $W_A = 1$  die ausgezogene Kurve in einem Punkt, der den Ordinatenwert  $k_1$  ergibt. Bei Anwendung der Anwesenheitswahr-

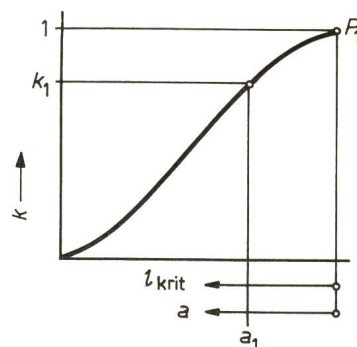


Fig. 4  
Bestimmung der kritischen Länge

$a, a_1$  Anzahl der nicht beachteten Ereignisse pro Jahr;  $k, k_1$  Stromreduktionsfaktor;  $P_1$  Punkt der absoluten Sicherheit;  $l_{\text{krit}}$  kritische Netzlänge

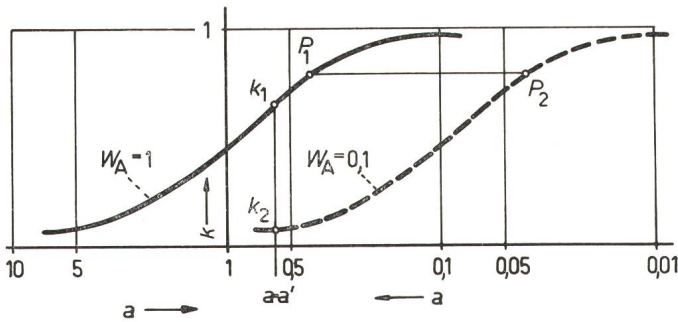


Fig. 5

**Einfluss der Anwesenheitswahrscheinlichkeit**

$a, a_1$  Anzahl der nicht beachteten Ereignisse;  $k, k_1, k_2$  Stromreduktionsfaktor;  $W_A$  Anwesenheitswahrscheinlichkeit  
 Weitere Bezeichnungen siehe im Text

scheinlichkeit von 0,1 ergibt er jedoch den Stromreduktionsfaktor  $k_2$ , d. h. im ersten Fall darf man, falls  $a$ -Ereignisse pro Jahr zulässig sind, den maximalen Strom mit dem Faktor  $k_1$  multiplizieren und der so erhaltene Strom ist das Kriterium für die weitere Beurteilung der Beeinflussung. Kann man jedoch mit einer Anwesenheitswahrscheinlichkeit von 0,1 rechnen, so darf man unter sonst gleichen Konsequenzen hinsichtlich der notwendigen Massnahmen den maximalen Fehlerstrom mit dem, wie aus Fig. 5 ersichtlich, wesentlich kleineren Reduktionsfaktor  $k_2$  multiplizieren. Nun wird man, insbesondere wenn es sich um Fragen der Sicherheit des Menschen handelt, nicht kleine Reduktionswerte in eine Rechnung einsetzen, sondern man wird bei kleinsten Werten von  $k_2$  im Sinne der an «Sicherheit grenzenden Wahrscheinlichkeit» die praktischen Konsequenzen ziehen dürfen, dass derartige Beeinflussungsfälle nicht mehr zu berücksichtigen sind.

Zum Abschluss mögen noch einige Zahlenbeispiele kurz diskutiert werden.

Unter Benützung der Gl. (3) werde bei Annahme eines  $z_{\text{spez}} = 0,02$  Fehler/km/Jahr und  $l_{\text{krit}} = 100$  km die Anzahl der kritischen Ereignisse berechnet. Nimmt man an  $W_A = 1$ , so erhält man zwei kritische Ereignisse pro Jahr oder ein mittleres statistisches Zeitintervall der kritischen Ereignisse von einem halben Jahr. Bei einer Anwesenheitswahrscheinlichkeit von 0,01 erhält man 0,02 kritische Ereignisse pro Jahr bzw. ein Zeitintervall von 50 Jahren. Man wird mit diesen Werten im Falle einer Materialgefährdung in Fig. 3 gehen können und daraus Schlüsse im Hinblick auf die Notwendigkeit einer einmaligen Abhilfemassnahme ziehen.

Im folgenden werde noch ein Fall der Gefährdung betrachtet.

Es sei angenommen, dass die Anzahl der kritischen Ereignisse pro Jahr mit 0,01 festgelegt wäre, die spez. Fehlerzahl betrage  $(1...3) \cdot 10^{-2}$ . Dann erhält man unter Benützung der Gl. (3):

$$W_A l_{\text{krit}} = 1...1/3$$

Nimmt man nun eine Anwesenheitswahrscheinlichkeit  $W_A = 1$  an, so erhält man  $l_{\text{krit}} = 1...1/3$  km, d. h. man dürfte in diesem Fall lediglich einen Netzteil unberücksichtigt lassen, der eine Gesamtausdehnung von 1/3 bis 1 km hat.

Die praktische Anwendung aus dieser Erkenntnis lautet daher: In diesem Fall schrumpft der kritische Netzteil auf einen Punkt zusammen, der anzuwendende Stromreduktionsfaktor ist daher 1 oder mit anderen Worten, der kritische Strom ist unter diesen Bedingungen identisch mit dem maximal möglichen Strom.

Wie gross muss die Anwesenheitswahrscheinlichkeit sein, damit beispielsweise ein kritischer Netzteil mit einer Trassenlänge von 100 km ausser Betracht gelassen werden darf. Man erhält bei Einsatz von  $l_{\text{krit}} = 100$  km eine Anwesenheitswahrscheinlichkeit  $W_A = 1/100...1/300$ , das entspricht einer Anwesenheit von etwa 30 bis 90 h/Jahr. Es wäre daher bei einem kritischen Fall zu untersuchen, ob die zu erwartende Anwesenheit sich in dieser Grössenordnung bewegt oder ob sie gegebenenfalls sogar kleiner ist, dann könnte der angenommene Wert von  $l_{\text{krit}} = 100$  km den weiteren Rechnungen zugrunde gelegt werden. Das heisst, man könnte dann mit Recht einen dieser kritischen Länge entsprechenden Stromreduktionsfaktor einsetzen.

Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Grössen, wie er in Fig. 4 prinzipiell wiedergegeben ist, müsste auf Grund der Situation des gegebenen Netzes rechnerisch erhoben werden. Er hängt nicht nur von der jeweiligen Netzkonfiguration, sondern auch von der Beeinflussungsart ab. So liegt beispielsweise im österreichischen 220-kV-Netz, bei Anwendung eines Stromreduktionsfaktors von 0,7, im Falle einer induktiven Beeinflussung zwischen Hochspannungs- und Fernmeldeleitung die kritische Netzlänge bei 120 km. Die gleiche kritische Länge ergibt jedoch bei Fällen der Beeinflussung über Stationserdungen einen Stromreduktionsfaktor von etwa 0,2 und im Falle von Beeinflussungen durch Masterdungen einen Reduktionsfaktor kleiner als 0,1.

Man sieht aus der letztgenannten Darstellung, dass bei genauer Durchleuchtung der einzelnen Faktoren, die zu Beeinflussungen welcher Art auch immer führen können, in vielen Fällen sehr wesentliche Reduktionsfaktoren zur Anwendung gebracht werden und daher auch die notwendigen Massnahmen gegen unzulässige Beeinflussungen wesentlich reduziert werden können. Hierzu ist es allerdings notwendig, dass die Struktur der beeinflussenden Komponenten genau erhoben und im konkreten Fall umfangreiches Zahlenmaterial zur Verfügung gestellt wird. Sind diese Bedingungen jedoch gegeben, so muss man im Sinne einer aufgeschlossenen Betrachtungsweise auch bereit sein, die Konsequenzen im Hinblick auf den Umfang der zu treffenden Abhilfemassnahmen zu ziehen.

**Adresse des Autors:**

Dr. W. Erbacher, Prokurist der Österreichischen Verbundgesellschaft, Am Hof 6 A, A-1010 Wien I.