

Messung schneller transienter Vorgänge innerhalb und außerhalb von GIS

W. Köhler, Universität Stuttgart

1 Einführung

Durch Schalthandlungen oder Fehler in gasisolierten Schaltanlagen entstehen aufgrund des steilen Spannungszusammenbruches (wenige ns) innerhalb der SF₆-Anlage sehr hochfrequente elektromagnetische Wellenvorgänge, die sich entsprechend der Wanderwellentheorie ausbreiten. An Freiluftdurchführungen und auch an Kabelausleitungen werden diese hochfrequenten Vorgänge teilweise ausgekoppelt, so daß auch außerhalb der gekapselten Anlage hochfrequente Vorgänge auftreten können. Dabei ist jedoch die maximale Frequenz der ausgekoppelten transienten Spannungen in der Regel deutlich kleiner als die innerhalb der Kapselung. Im Fachjargon werden diese schnellen Transienten kurz als "VFT" bezeichnet (Very Fast Transients).

Neben den leitungsgeführten Vorgängen treten auch transiente elektromagnetische Felder auf, welche im Bereich der Schaltanlage auf Sekundärgeräte und leittechnische Systeme einwirken können. Bild 1 zeigt das im Bereich der Steuerschränke der Sekundärtechnik gemessene transiente elektrische Feld einer 123 kV SF₆-gekapselten Schaltanlage.

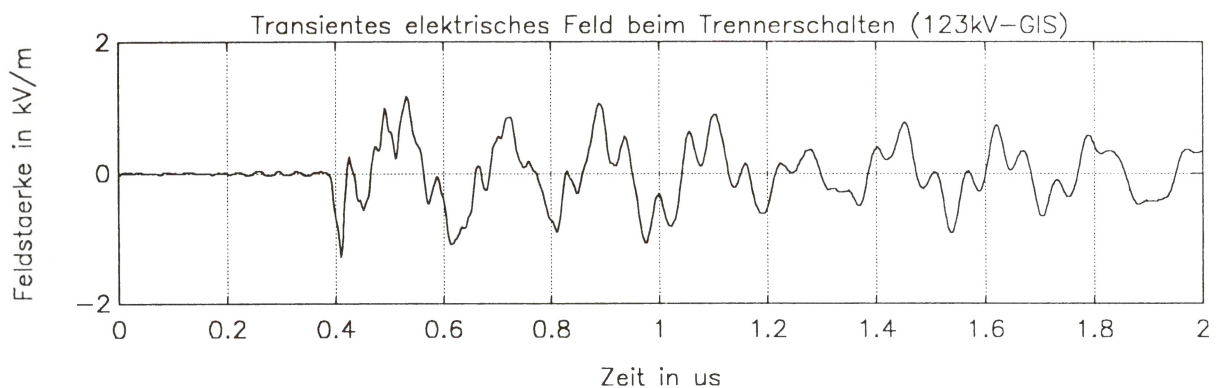


Bild 1: Transientes elektrisches Feld beim Trennerschalten in einer 123 kV-GIS-Anlage (gemessen im Bereich der Steuerschränke für Sekundärgeräte)

Ein weiterer Effekt der Schaltvorgänge ist die Potentialanhebung der Kapselung der GIS-Anlage (TEV: Transient Enclosure Voltage, TGPR: Transient Ground Potential Rise). An langen Ausleitungen von GIS-Anlagen wurden Spannungen zwischen Kapselung und Erde von einigen 10 kV gemessen. Dadurch entstehen beispielsweise auf Steuerkabeln der Sekundärgeräte hochfrequente Störspannungen und -ströme, welche bei der Auslegung des EMV-Konzeptes der Sekundärtechnik berücksichtigt werden müssen.

Die richtige Messung der oben beschriebenen Vorgänge erfordert meist spezielle Sensoren, da die auftretenden Signalfrequenzen sehr hoch sind. Ein häufig auftretendes Problem ist die elektromagnetische Beeinflussung des Meßsystems durch die transienten elektromagnetischen Felder. Dies trifft in besonderem Maße auf Messungen vor Ort zu, wo oft nur für kurze Zeit an einer Anlage gemessen werden kann und in der Regel keine geschirmten Meßräume zur Verfügung stehen. Dort ist die Kontrolle der EMV-Problematik Voraussetzung für verlässliche Messungen.

Ein Aspekt, der oft wenig Beachtung findet ist die Rückwirkung der Meßsensoren auf das Meßobjekt. Ein externer kapazitiver Spannungsteiler hat beispielsweise durch seine Kapazität und sein elektrisches Feld mit Sicherheit eine beachtliche Beeinflussung von ausgekoppelten transienten Spannungen (z.B. an einer Durchführung gemessen). Es müssen daher Sensoren eingesetzt werden, deren Rückwirkung möglichst klein ist.

2 Probleme bei der Messung schneller transienter Vorgänge **(Triggerung, EMV-Probleme)**

Die Messung schneller transienter Vorgänge bereitet oft unerwartete Schwierigkeiten, insbesondere wenn Messungen vor Ort durchgeführt werden sollen. Speziell die EMV-Problematik ist von großer Bedeutung. Es liegt in der Natur der Sache, daß durch die hochfrequenten Transienten auch entsprechende Störspannungen auf dem örtlichen Niederspannungsnetz und transiente elektromagnetische Felder auftreten. Es sind daher stets eine Reihe spezieller Maßnahmen erforderlich, um eine elektromagnetische Beeinflussung der Meßsysteme zu vermeiden:

- Verwendung von qualitativ hochwertigen Meßkabeln
- Aufbau der Meßgeräte in geschirmten Räumen (Meßkabinen; vor Ort z.B. Baustellenkontainer) oder in kleineren Schirmgehäusen mit Netzfiltern und Durchführungen für die Meßleitungen
- Kontrolle der eingekoppelten Störspannungen durch eine "Nullmessung"
- Kontrolle der Reproduzierbarkeit von einzelnen Messungen
- Richtige Wahl des Triggerpegels und der Meßbereiche der Meßgeräte
- Wahl möglichst hoher Signalspannungen (günstiges Signal/Störspannungsverhältnis), z.B. durch Wahl der Übersetzungsverhältnisse von Teilern

Wird beispielsweise der Meßbereich eines Oszilloskops und der zugehörige Triggerpegel zu empfindlich gewählt, so erfolgt die Triggerung evtl. auf Vorgänge im Meßsignal, welche dem interessierenden Vorgang vorgelagert sind, so daß dieser u.U. überhaupt nicht aufgezeichnet wird. Dies kann z.B. auftreten, wenn in einer Schaltanlage transiente

Störspannungen in Sekundärkreisen gemessen werden, welche durch Trennerschaltungen auf der Hochspannungsseite eingekoppelt werden. Das den Trennerantrieb betätigende Schütz erzeugt ebenfalls Störspannungen, welche bei entsprechend empfindlichem Triggerpegel das Meßgerät triggern und zu typischen Fehlmessungen führen.

Bei der Untersuchung von Durchschlagsvorgängen in GIS-Anlagen im Labor hat es sich als zweckmäßig erwiesen, die Meßleitungen in massiven Metallrohren (z.B. Kupferrohre oder flexible Wellrohre) zu verlegen, besonders bei kleinen Signalspannungen. Dadurch werden die in die Meßkabel eingekoppelten Störspannungen deutlich verringert.

3 Messung transienter Vorgänge

3.1 Messung transienter Spannungen

Zur Messung transienter Spannungen werden Spannungsteiler und Feldsensoren verwendet. Im folgenden wird deren Einsatz und die jeweiligen Vor- und Nachteile anhand einiger Beispiele erläutert.

Messung mit konventionellen Spannungsteilern:

Konventionelle Spannungsteiler haben je nach Teilertyp und Nennspannung meist eine obere Grenzfrequenz von nur einigen MHz. Ihr Einsatz zur Messung transienter Spannungen im Bereich von gasisolierten Schaltanlagen ist daher begrenzt.

Bild 2 zeigt den Prüfaufbau und den zeitlichen Verlauf der Prüfspannung (Blitzstoß mit Durchschlag) während einer Vorort-Prüfung einer 123 kV GIS-Anlage. Bedingt durch die Größe der Schaltanlage (Prüfkapazität) und die Daten des Stoßgenerators ist bei Vorort-Prüfungen nicht immer ein normgerechter Verlauf der Blitzstoßspannung möglich. Die Stirnzeit der Blitzstoßspannung wird meist deutlich größer als $1,2 \mu\text{s}$. Dies wird aber in Kauf genommen, da erst Stirnzeiten von mehr als ca. $10 \mu\text{s}$ die Erkennung von Fehlern in der GIS-Anlage beeinträchtigen.

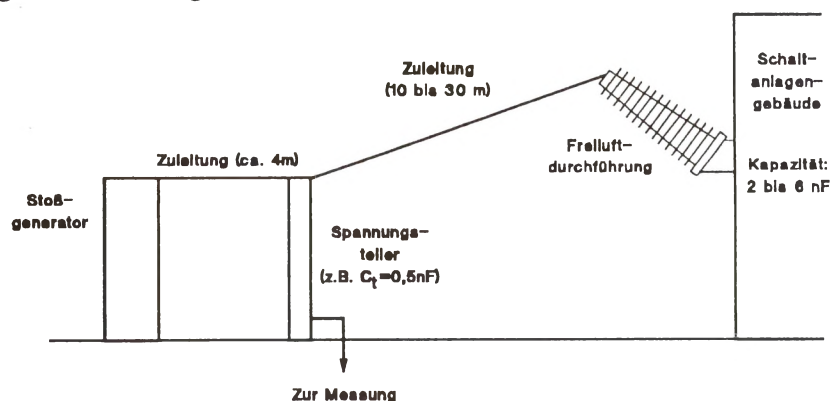


Bild 2a: Prüfanordnung vor Ort bestehend aus Stoßgenerator, Spannungsteiler, Zuleitungen und GIS-Anlage

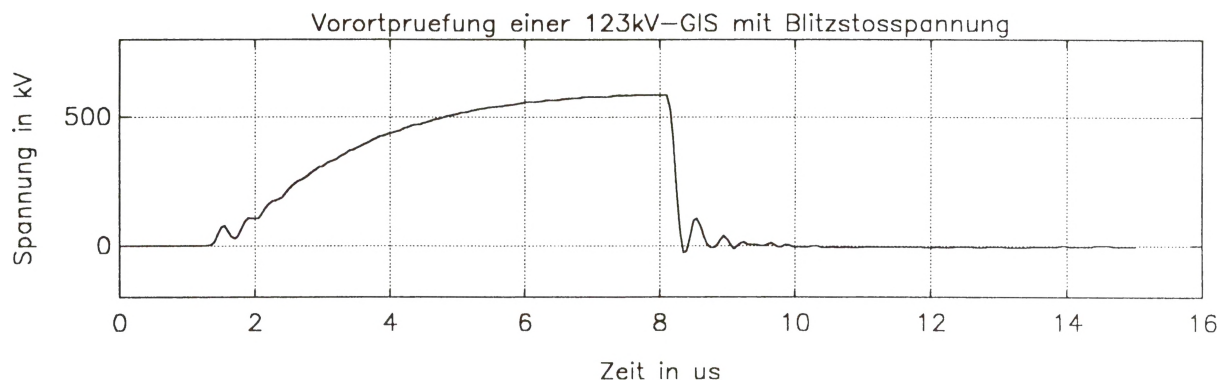


Bild 2b: Verlauf der Prüfspannung (Blitzstoß) während der Vorort-Prüfung einer 123 kV GIS-Anlage (gemessen mit 1600 kV kapazitivem Spannungsteiler; $C_T = 500 \text{ pF}$)

Die obere Grenzfrequenz des verwendeten Spannungsteilers liegt bei ca. 3 MHz, so daß höherfrequente Signalanteile nicht richtig erfaßt werden können. Ein weiteres Problem ist die relativ große Kapazität von Spannungsteilern, welche die Spannung am Meßobjekt beeinflussen kann.

Spezielle Spannungsteiler, wie beispielsweise geschirmte ohmsche Stoßspannungsteiler, haben höhere Grenzfrequenzen, sind aber nur für kleinere Spannungen vorteilhaft einsetzbar. Außerdem sind sie zur Messung von der Betriebsspannung überlagerten Transienten wegen ihres kleinen Widerstandswertes (einige $k\Omega$: hohe Verluste) ungeeignet. Hinzu kommt, daß große Spannungsteiler für den Einsatz vor Ort unhandlich sind, wodurch u.U. längere Zuleitungen verwendet werden müssen. Diese haben abhängig von ihrer Länge und Anordnung (evtl. Verwendung von Dämpfungswiderständen in der Zuleitung) meist einen großen Einfluß auf das Übertragungsverhalten des Spannungsteilers.

Bild 3 zeigt den mit einem 400 kV Stoßspannungsteiler (RCR-Typ) gemessenen zeitlichen Verlauf der Spannung in einer 36 kV GIS-Anlage eines Stahlwerkes während des Ausschaltens eines elektrischen Schmelzofens über einen Vakuumschalter. Es waren keine Schutzbeschaltungen oder Ableiter installiert.

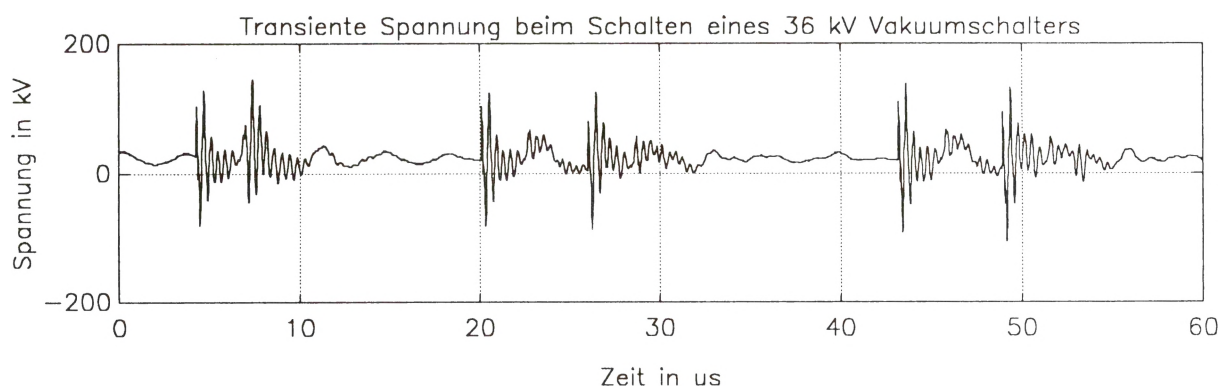


Bild 3a: Transienter Spannungsverlauf mit multiplem Stromabriß des Vakuumschalters

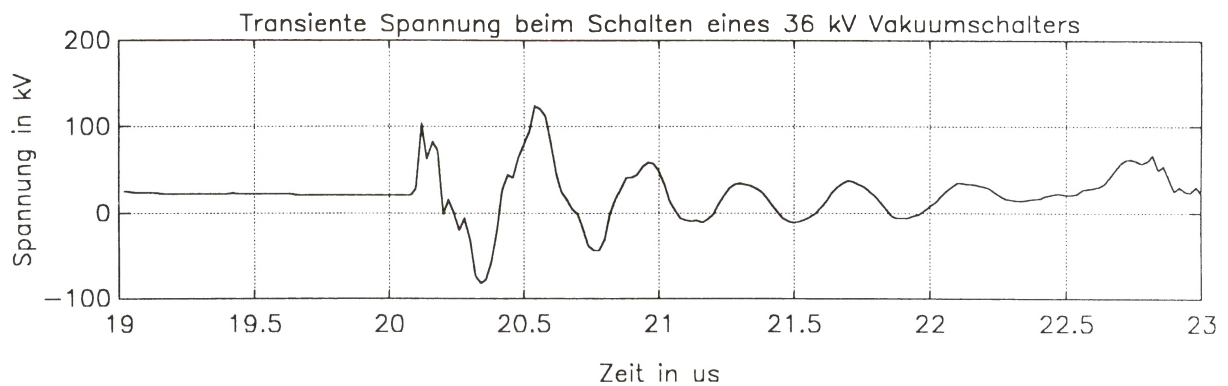


Bild 3b: Einzelner transienter Spannungsimpuls zeitlich aufgelöst

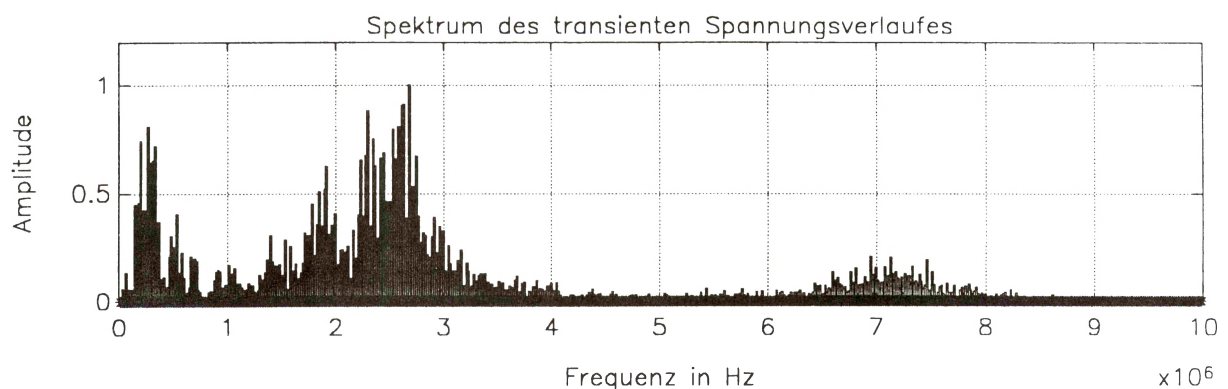


Bild 3c: Frequenzspektrum des Spannungssignals nach Bild 3a

Durch den mehrfach auftretenden Stromabriß des Vakuumschalters und die fehlende Schutzbeschaltung treten recht hohe Überspannungen auf, deren Frequenzanteile bis etwa 8 MHz reichen (vgl. Bild 3c). Einzelne im zeitlichen Verlauf der transienten Spannung erkennbare dominante Signalanteile sind im Spektrum klar zu erkennen und entsprechend zuzuordnen.

Durch die recht hohen Frequenzanteile des Meßsignales und den nicht idealen Meßaufbau vor Ort ist es jedoch nicht ganz sicher, ob das mit dem Spannungsteiler gemessene Signal auch bis ins Detail der Realität entspricht, oder ob die obere Grenzfrequenz des Teilers bzw. evtl. vorhandene Resonanzen (Zuleitungsschwingung) sich bemerkbar gemacht haben. Es ist ebenso denkbar, daß Störspannungseinkopplungen in den Meßkreis oder ins Meßgerät vorhanden waren.

Messung transienter Spannungen innerhalb von GIS-Anlagen:

Transiente Spannungen im Innern der gekapselten Schaltanlagen werden mit eingebauten kapazitiven Feldsensoren bzw. Spannungsteilern gemessen. Durch ihren kompakten, koaxialen Aufbau sind obere Grenzfrequenzen von mehreren 100 MHz erreichbar. Bild 4 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines solchen Spannungsteilers bzw. Feldsensors.

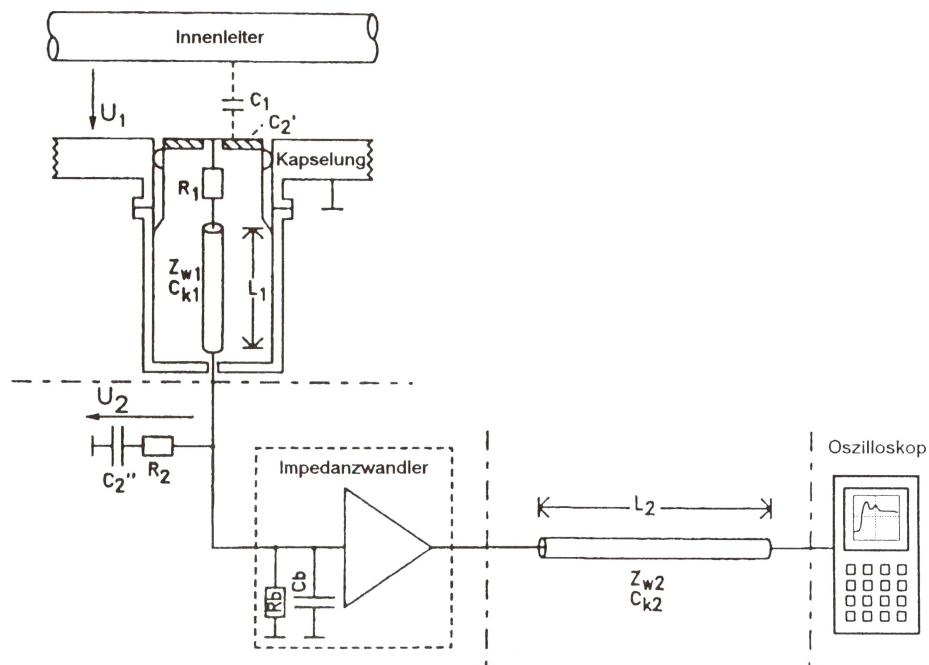


Bild 4: Kapazitiver Spannungsteiler innerhalb einer GIS-Anlage nach /3/

Es handelt sich prinzipiell um einen kapazitiven Feldsensor, dessen Meßelektrode meist aus einer auf eine Isolierschicht (Kunststoffolie oder Lack) aufgeklebten Metallfolie besteht. Die Koppelkapazität zur Hochspannungselektrode (Innenleiter der GIS) ist durch die Abmessungen der Anordnung bestimmt und liegt meist deutlich unter 1 pF. Die Niederspannungskapazität C_2 ist durch den aus der Meßelektrode und der Referenzebene (Erde) des Sensors bestehenden Plattenkondensator gegeben und liegt im Bereich einiger 100 pF bis zu einigen nF (diskrete Beschaltung). Beide Kapazitäten C_1 und C_2 haben durch die spezielle Anordnung ein sehr gutes Hochfrequenzverhalten.

Durch die für konventionelle Spannungsteiler recht kleine Niederspannungskapazität ist es aber nicht ganz einfach, das Meßsignal über ein Meßkabel weiterzuleiten. Es wird daher zunächst nur ein kurzes Kabelstück verwendet, um das Meßsignal aus dem Sensor herauszuführen. Dieses hat am Ende einen Abschluß nach Burch. Dadurch wird der kapazitive Teiler nur wenig belastet und der dennoch auftretende Fehler durch den experimentell optimierten Abschluß minimal gehalten. Ein Impedanzwandler mit hoher Eingangsimpedanz und -kapazität entkoppelt das Meßsignal und ermöglicht durch seine kleine Ausgangsimpedanz eine Übertragung des Meßsignales über weitere Strecken zum Meßgerät. Um eine hohe obere Grenzfrequenz zu erreichen, werden die Signalspannungen in der Regel klein gehalten. Um dabei keine EMV-Probleme zu haben, muß das Meßkabel in Metallrohren verlegt werden. Häufig werden auch optische Übertragungsstrecken mit entsprechender Bandbreite und Dynamik eingesetzt.

Bild 5 zeigt die Impulsantwort eines solchen Sensors. Als Einspeisung wurde ein Kabelpulser mit einem quecksilberbenetzten Relais verwendet /3/.

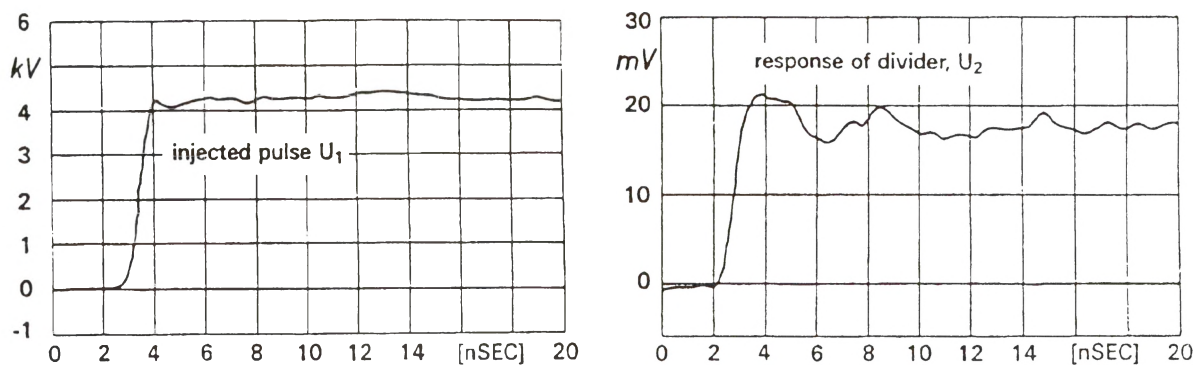


Bild 5: Rechteckantwort eines kapazitiven Spannungssensors innerhalb einer GIS-Anlage

Bild 6 zeigt den mit obigem Sensor gemessenen transienten Spannungsverlauf während einer Trennerschaltung in einer 800 kV GIS-Anlage.

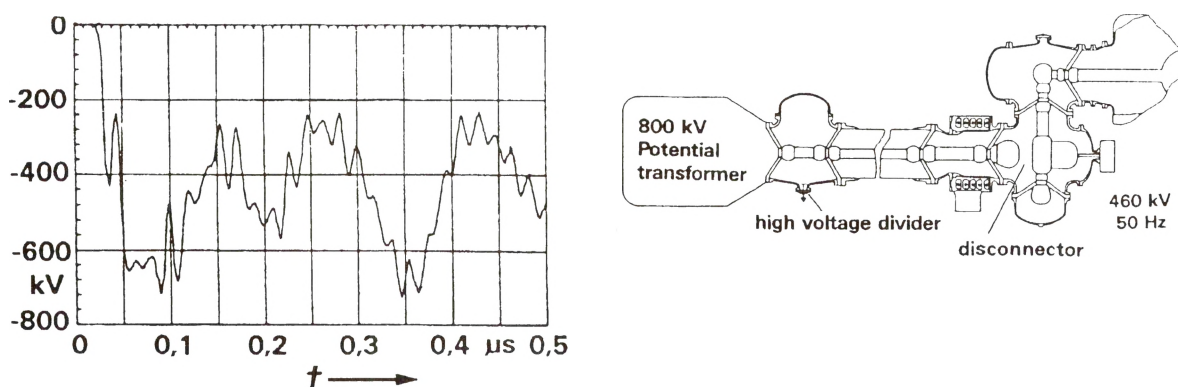


Bild 5: Transienter Spannungsverlauf beim Trennerschalten in einer 800 kV GIS (gemessen mit integriertem kapazitiven Spannungssensor, $f_g = 425$ MHz)

Messung mit Feldsonden:

Eine weitere Möglichkeit, transiente Spannungen zu messen besteht darin, mit einer potentialfreien Feldsonde das elektrische Feld selektiv zu messen (geringer Abstand zum Meßobjekt). Die für die Spannungsmessung erforderliche Kalibrierung kann beispielsweise durch die 50 Hz Betriebsspannung erfolgen.

Bild 6 zeigt eine Anordnung, bei der eine unbelastete 150 kV GIS-Anlage über einen Trennschalter und eine Kabeleinspeisung von 180 m Länge ans speisende Netz (Freileitung) geschaltet wurde.

Die am Übergang von der Freileitung (Einspeisung) auf das Kabel auftretende transiente Spannung wurde mit einer potentialfreien Kugelfeldsonde /1/, /2/ mit einer oberen Grenzfrequenz von 100 MHz aufgezeichnet. Die Kalibrierung auf Spannungsmessung erfolgte zuvor durch die Aufzeichnung der anliegenden Betriebsspannung (50 Hz, 150 kV).

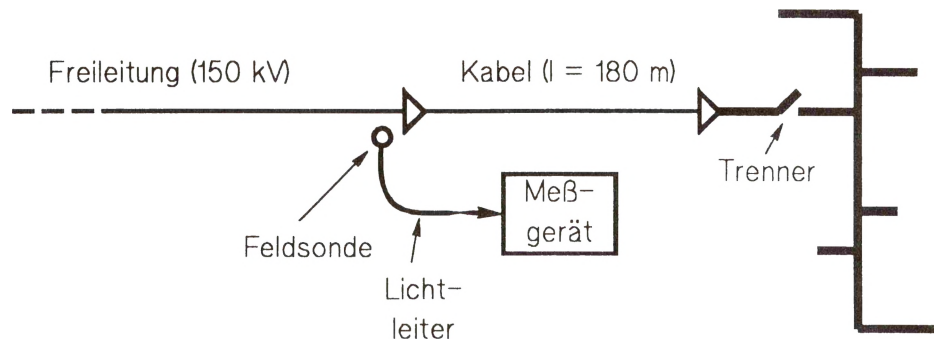


Bild 6: Anordnung zur Messung transienter Spannungen beim Zuschalten einer GIS-Anlage ans 150 kV Netz (über eine Kabeleinspeisung)

Bild 7 zeigt den Verlauf der 50 Hz Betriebsspannung und die transiente Spannung, welche beim Zuschalten der GIS-Anlage entsteht und als Wanderwelle über das Kabel zum Meßort gelangt.

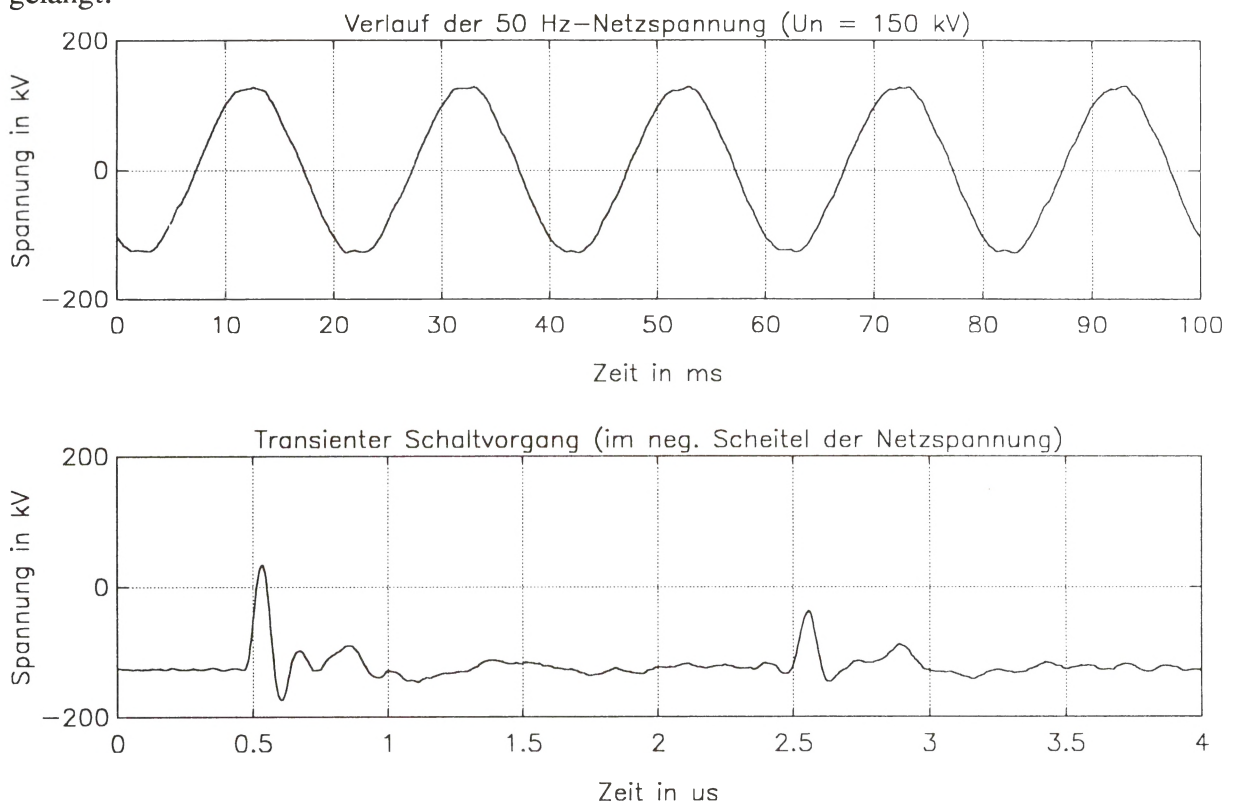


Bild 7: Transienter Spannungsverlauf am Übergang Freileitung-Kabel beim Zuschalten einer unbelasteten GIS-Anlage ans 150 kV Netz (über eine Kabeleinspeisung)

Die erste Zündung des Trenners erfolgte im negativen Scheitel der Betriebsspannung. Die Spannung bricht stark ein und nähert sich schwingend wieder dem Ausgangswert an (Frequenz ca. 6 MHz). Da die erste am Meßort eintreffende Wanderwelle wieder in Richtung GIS-Anlage reflektiert wird, kommt von dort nach 2 Kabellaufzeiten (τ_K ca. $1 \mu s$) erneut ein transienter Spannungsimpuls am Freileitungsübergang an ($t = 2,5 \mu s$).

Für diese Messungen brauchte die Betriebsspannung nicht abgeschaltet zu werden, da die Feldsonde ohne Probleme bei anliegender Spannung in Position gebracht werden kann. Durch ein Stativ aus Kunststoff und die Lichtleiterverbindung ist eine entsprechende elektrische Festigkeit gewährleistet. Die Meßgeräte zur Aufzeichnung der Meßsignale können beispielsweise in einer Entfernung von einigen 10 Metern (begrenzt durch die Länge der Lichtleiter) in einem Fahrzeug untergebracht werden.

Ein weiteres Beispiel für die Messung transienter Spannungen zeigt Bild 8. Beim Trennerschalten in einer 150 kV SF₆-isolierten Schaltanlage wurde die auf die Sekundärklemmen eines gekapselten Stromwandlers eingekoppelte Störspannung gemessen. Die Messung erfolgte mit einem digitalen Speicheroszilloskop und einem Tastkopf (Übersetzung 100:1) direkt an den Stromwandlerklemmen. Das Oszilloskop wurde über einen kapazitätsarmen Isoliertransformator versorgt und war in einem Schirmgehäuse untergebracht.

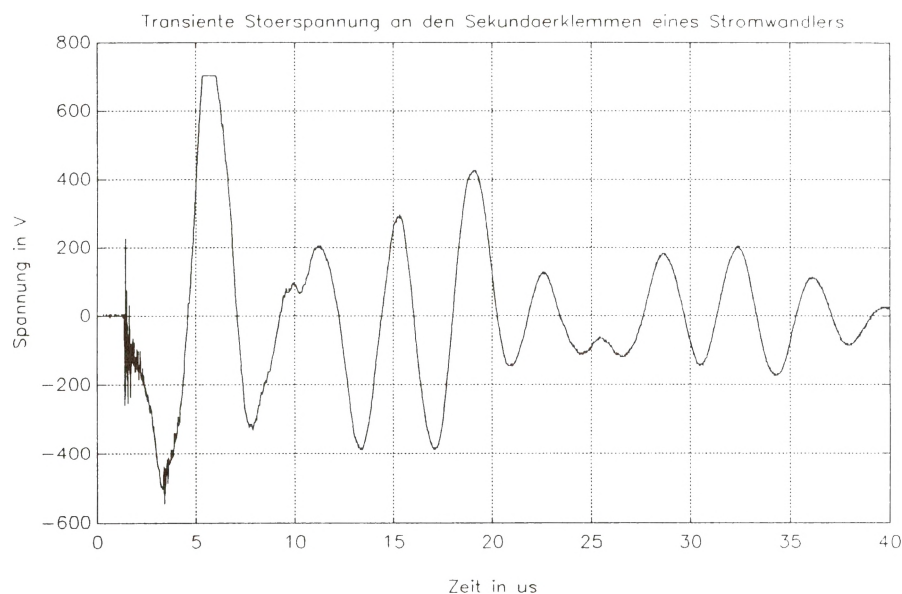


Bild 8: Auf die Sekundärseite eines gekapselten Stromwandlers eingekoppelte Störspannung beim Trennerschalten in einer 150 kV GIS

Der hochfrequente Anteil zu Beginn des Meßvorganges wurde wahrscheinlich durch kapazitive Kopplungen zwischen der Sekundärwicklung und dem Hochspannungsanschluß verursacht. Die dabei auftretenden Amplituden sind jedoch gering. Der nachfolgende niederfrequente Vorgang ist die "Antwort" der Sekundärwicklung auf die steile Anregung durch die Trennerschaltung. Der maximale Spannungswert beträgt ca. 700 V.

3.2 Messung transienter Ströme

Die Messung transienter Ströme ist beispielsweise von Interesse, wenn die Beanspruchung von Sekundäreinrichtungen während einer Trennerschaltung untersucht werden soll. Durch

die Messung von auf den Steuerkabeln fließenden Strömen kann die real auftretende Einkopplung transienter Ströme gemessen werden und daraus Anforderungen an die EMV-Prüftechnik abgeleitet werden. Als Meßsensoren werden dazu sog. "Pearson-Sonden" bzw. Rogowskispulen verwendet. Dabei handelt es sich um speziell dimensionierte Stromwandler mit hohen oberen Grenzfrequenzen (max. bis zu einigen 100 MHz), die eine nahezu rückwirkungsfreie und auch potentialfreie Strommessung ermöglichen. Sonden für hohe Ströme haben meist eine kleinere Grenzfrequenz (einige 10 MHz), solche für kleinere Ströme Grenzfrequenzen von einigen 100 MHz.

Bild 9 zeigt die bei einer Trennerschaltung in einer 123 kV GIS-Anlage auf dem Steuerkabel zum Trennerantrieb gemessenen transienten Ströme (getrennt für Kabelschirm und Summe der Leiter) sowie das zugehörige Frequenzspektrum.

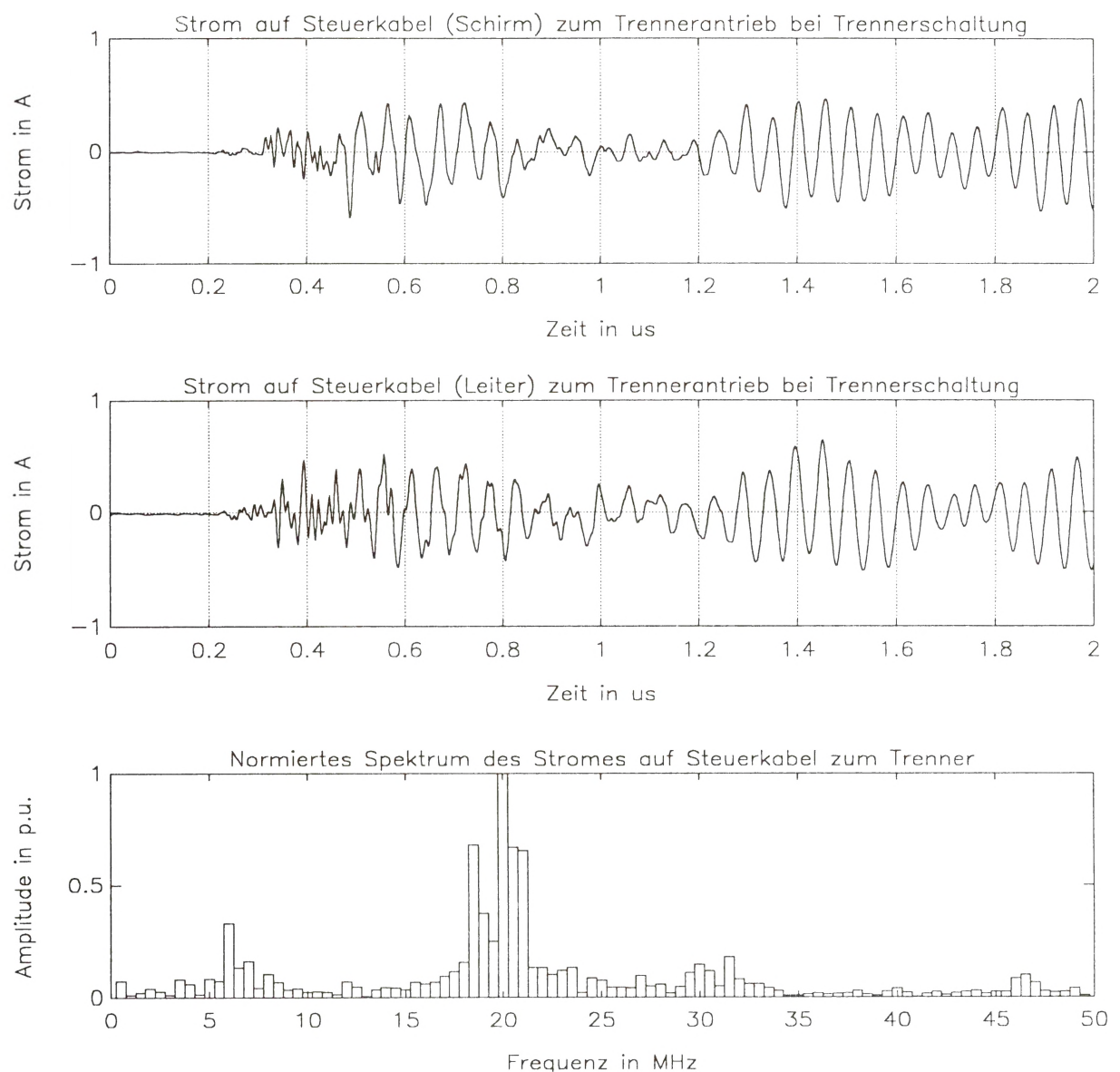


Bild 9: Transienter Strom und zugehöriges Frequenzspektrum auf einem Steuerkabel zum Trennerantrieb (Messung während Trennerschaltung in einer 123 kV GIS)

3.3 Messung transienter elektromagnetischer Felder

Transiente elektromagnetische Felder werden bei Schalthandlungen in GIS-Anlagen im wesentlichen an Ausleitungen mit Freiluftdurchführungen, aber auch an Kabelabgängen ausgekoppelt. Es wurden je nach Meßort und Nennspannung der GIS-Anlage Amplituden bis zu einigen 10 kV/m gemessen. Die auftretenden Frequenzen liegen im Bereich von einigen wenigen MHz bis zu etwa 100 MHz. Dabei ist es so, daß im Bereich langer GIS-Ausleitungen mit keinen oder wenigen Verzweigungen relativ kleine Frequenzen, aber hohe Feldstärken auftreten (z.B. an einem GIS-Rohr nach außen zu einer Freiluftdurchführung). Im Bereich der Sammelschiene mit vielen Abzweigen und Verbindungen zur Erdungsanlage treten dagegen hohe Frequenzen, aber kleinere Feldstärken auf.

Durch den steigenden Einsatz von Mikroelektronik bei der Sekundärgerätetechnik und bei leittechnischen Anlagen werden die Störpegel dieser Anlagenteile eventuell reduziert. Andererseits wird die Störaussendung durch die SF₆-Anlagentechnik erhöht, so daß eine Störbeeinflussung der Leit- und Sekundärtechnik durch Schaltvorgänge auf der Hochspannungsseite nicht immer ausgeschlossen werden kann.

Um die Gefährdung elektronischer Einrichtungen in der Schaltanlage abzuschätzen, sind neben den leitungsgeführten Störgrößen auch die während den Schaltvorgängen abgestrahlten elektromagnetischen Felder von Interesse, da diese direkt auf die betroffenen Anlagen und Geräte einwirken können.

Zur Messung transienter Felder werden elektrische und magnetische Feldsensoren eingesetzt, welche durch die Messung des dielektrischen Verschiebungsstromes in einer Meßelektrode bzw. die in einer Meßschleife induzierte Spannung Meßsignale liefern, welche proportional zur elektrischen oder magnetischen Feldstärke (oder deren zeitlichen Ableitungen) sind. Erdgebundene Feldsensoren können nur zu Messungen auf dem Erdpotential verwendet werden. Potentialfreie Sensoren sind batterieversorgt und übertragen ihre Meßsignale über Lichtwellenleiter zu einem Meßempfänger. Dadurch sind auch Messungen frei im Raum (bzw. auf Hochspannungspotential möglich) und die Rückwirkung dieser Feldsensoren auf die zu messenden elektromagnetischen Felder ist vernachlässigbar.

Bild 10 zeigt das während einer Trennerschaltung im Bereich der leittechnischen Anlagen gemessene elektrische Feld in einer 123 kV GIS-Anlage. Die Messung erfolgte mit einer potentialfreien E-Feldsonde mit einer oberen Grenzfrequenz von 100 MHz. Der Maximalwert des aufgezeichneten Feldsignales beträgt ca. 1,3 kV_{pp}/m, die im Signal enthaltenen Frequenzen reichen bis ca. 40 MHz.

Aufgrund derartiger Messungen kann die auf die Leittechnikbaugruppen einwirkende transiente Feldbeanspruchung gemessen werden und diese Beanspruchung eventuell bei der Entwicklung neuer Anlagen berücksichtigt werden.

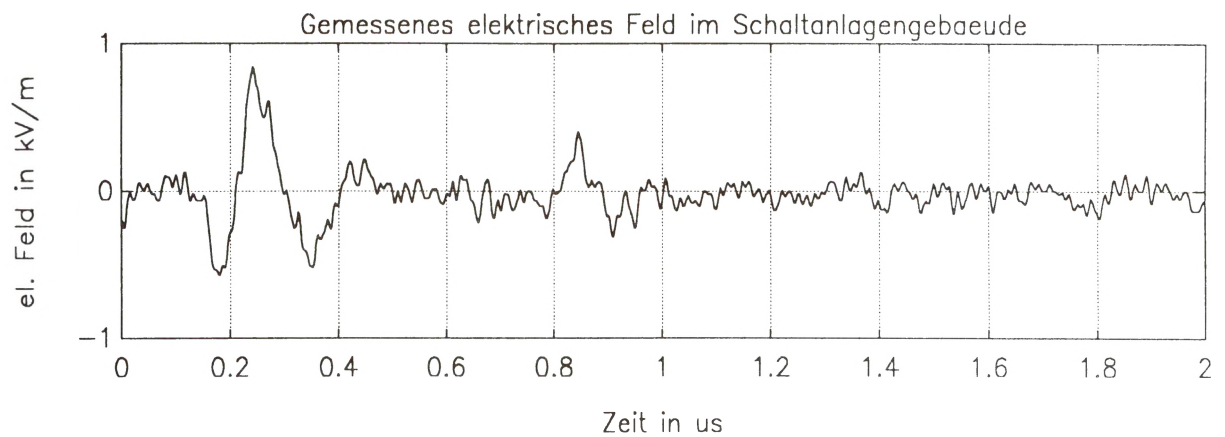


Bild 10: Transientes elektrisches Feld während einer Trennerschaltung in einer 123 kV-GIS (gemessen im Bereich der leittechnischen Anlagen)

Um das transiente elektromagnetische Feld und auch die Potentialanhebung der Kapselung von GIS-Anlagen beim Trennerschalten zu begrenzen, wird häufig ein sog. "VFT-Gitter" (VFT: Very Fast Transients) auf der Außenseite eines Schaltanlagegebäudes installiert. Dieses Drahtgeflecht ist am Boden flächig mit der Erdungsanlage der Schaltanlage verbunden und ist im Bereich der Ausleitungen von GIS-Rohren mit deren Kapselung kontaktiert. Dadurch wird erreicht, daß bei transienten Vorgängen (Schalthandlungen oder sonst. transiente Überspannungen) die Potentialanhebung der Kapselung deutlich reduziert wird, da diese in erster Linie durch die Auskopplung der VFT an Übergängen von gekapselten Anlagenteilen auf Freiluftgeräte und -anlagen (Transformatoren, Ableiter, Freileitungen) erfolgt. Das VFT-Gitter reduziert durch die flächige Erdung die Amplitude von auf der Kapselung der GIS-Rohre ins Schaltanlagegebäude einlaufenden transienten Spannungswellen und bewirkt damit auch eine Reduktion der im Gebäude auftretenden transienten elektromagnetischen Felder.

Bild 11 zeigt die Auswirkung eines solchen VFT-Gitters. Es wurde die transiente elektrische Feldstärke beim Trennerschalten in einer 420 kV GIS-Anlage mit und ohne VFT-Gitter gemessen. Ohne das VFT-Gitter wurden elektrische Feldstärken bis etwa 15 kV_{pp}/m gemessen. Die dominierenden Frequenzanteile im Feldsignal liegen dabei etwa im Frequenzbereich bis zu 10 MHz. Durch die Montage des VFT-Gitters betrug die gemessene elektrische Feldstärke nur noch ca. 1,5 kV_{pp}/m, konnte also um etwa 20 dB reduziert werden. Jedoch treten jetzt Frequenzen bis über 30 MHz auf, so daß nicht unbedingt geschlossen werden kann, daß durch die Reduktion der elektrischen Feldstärke um den Faktor 10 auch die Gefährdung von Sekundär- und Leittechnikanlagen in gleichem Maße reduziert worden ist.

Es wurde ein kleiner Abstand des Feldsensors zur Kapselung des GIS-Rohres gewählt, damit der Einfluß des elektrischen Feldes benachbarter Objekte (z.B. benachbarte Phasen) gering bleibt und selektiv das Feld eines Rohres gemessen wurde.

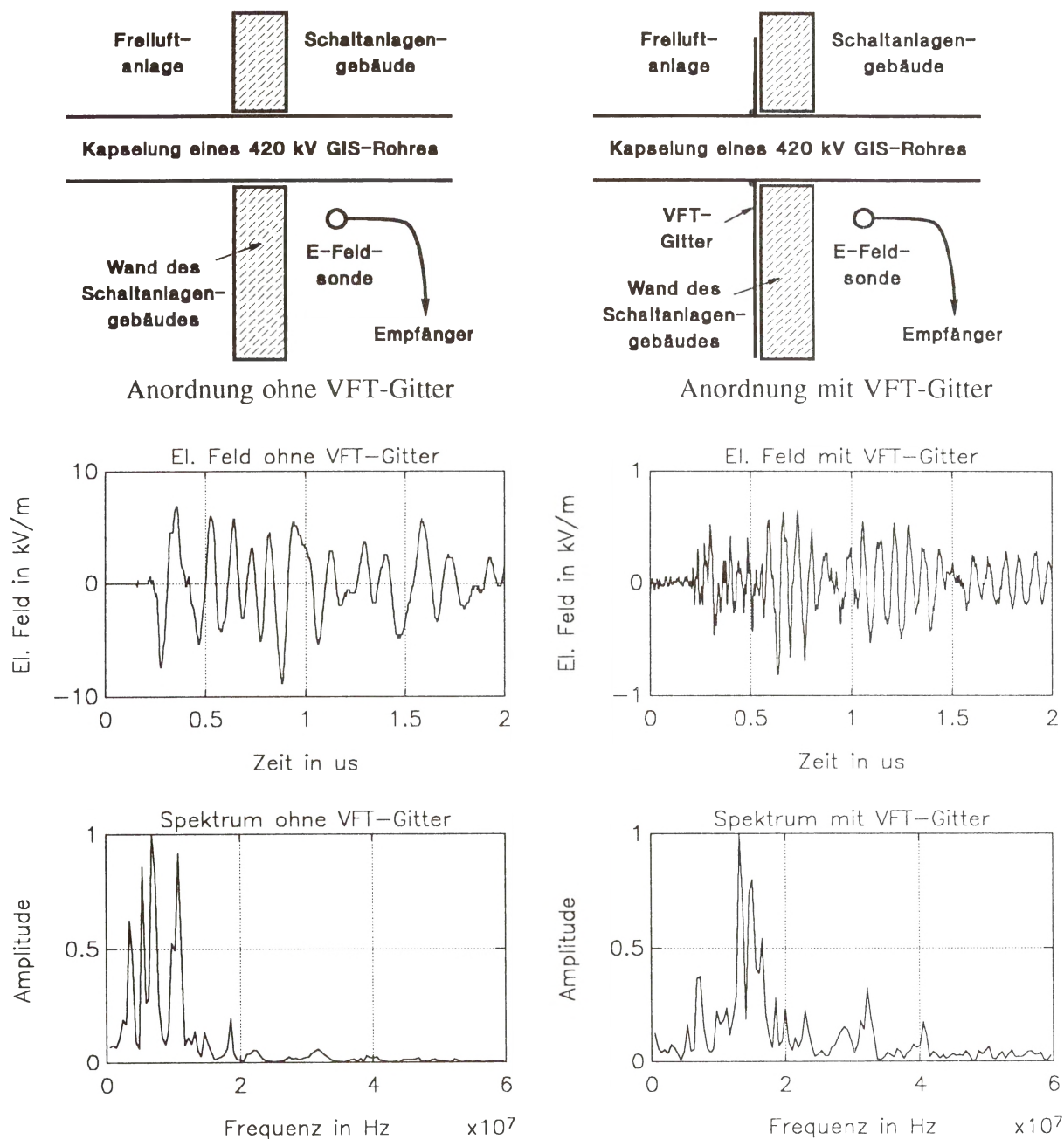


Bild 11: Wirkung eine "VFT-Gitters" auf das während einer Trennerschaltung auftretende transiente elektrische Feld im Innern einer 420 kV GIS-Anlagegebäudes

4 Zusammenfassung

Die Messung steiler, transienter Vorgänge im Bereich gekapselter Schaltanlagen erfordert meist spezielle, an die jeweilige Meßaufgabe angepaßte Sensoren und Meßgeräte. Die Messung transienter Ströme, Spannungen und elektrischer Felder kann oft nicht mit konventionellen Shunts, Spannungsteilern oder Feldsensoren erfolgen. Die Rückwirkung der Sensoren auf das Prüfobjekt muß beachtet werden und darf die zu messende Größe nicht zu sehr beeinflussen.

Eine besondere Bedeutung hat die EMV-Problematik, weil durch die hochfrequenten Vorgänge oft Störspannungen eingekoppelt werden, die die Signalamplitude sogar übertreffen. Es sind ggf. Maßnahmen zur Reduzierung störender Einkopplungen zu treffen.

Die Messung von transienten Spannungen, Strömen und elektromagnetischen Feldern wurde anhand einer Reihe von Beispielen aufgezeigt und erläutert, ebenso die Einsatzmöglichkeiten und auch die Grenzen der eingesetzten Sensoren.

Literaturangaben:

- /1/ W.R. Pfaff, K. Feser, G. Weyreter, E. Gockenbach:
"Distortion-Free Measurement of High Impulse Voltages"
IEEE/PES, Winter Meeting, Paper No. 87 WM 177-9
- /2/ W.R. Pfaff, K. Feser, M. Lutz:
"Potential-Free Spherical Sensor in NEMP Research and Testing"
8th International Zurich Symposium and Technical Exhibition on
Electromagnetic Compatibility, 7.-9. March 1989, Paper No. 7B3
- /3/ J. Meppelink, P. Hofer:
"Design and Calibration of a High Voltage Divider for Measurement
of Very Fast Transients in a Gas Insulated Switchgear"
5th International Symposium on High Voltage Engineering
Braunschweig, Fed. Rep. of Germany, 24.-28. Aug. 1987, Paper No. 71.08