

Einleitung

Als die Verordnung zum Schutz der Bevölkerung gegen nichtionisierende Strahlen (NISV) am 1. Feb. 2000 in Kraft gesetzt wurde, hat wohl kaum jemand an den bedeutenden Zusammenhang zwischen der NISV und der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) gedacht.

Schon kurze Zeit nach Erlass der NISV stand fest, dass die verschärften Grenzwerte, insbesondere der Emissions-, bzw. Anlagegrenzwert in vielen Fällen nicht realisiert werden kann, wenn innerhalb der Trafostation die EMV nicht passt. So genügt es beispielsweise meistens nicht, alte Anlagen gegen neue auszutauschen oder Abschirmungen einzubauen ohne dass nicht gleichzeitig alte Nullungs-, Erdungs- und Verdrahtungstechniken der EMV angepasst werden.

Dies erweist sich auch als absolut notwendig und richtig, denn dadurch entsteht nicht nur zwischen der NISV und der EMV eine perfekte Synergie sondern auch zwischen Stromlieferanten, Strombezüger und Umwelt. Auf den ersten Blick vermag dies vielleicht zu erstaunen, wird aber mit der nachfolgenden Formel besser verständlich.

kleine Abstrahlung =	<ul style="list-style-type: none"> - kleinere Verlustleistung - bessere Stromqualität - geringere Umweltbelastung 	<ul style="list-style-type: none"> (Lieferantenvorteil) (Kundenvorteil) (Umweltvorteil)
-----------------------------	--	--

Diese wichtige Erkenntnis lässt also die überraschende Schlussfolgerung zu, dass sich als Folge der Abstrahlung auch die Qualität, bzw. die EMV einer Trafostation bewerten lässt. Somit ist es zwingend, Trafostationen nicht nur auf die Einhaltung der NISV zu überprüfen sondern auf die EMV generell!

Die NISV eröffnet damit der Schweiz die einmalige Chance den durch Starkstrom verursachten „Elektrosmog“ mittel- bis langfristig massiv zu verringern, sie bringt einen Stein ins Rollen der vermutlich auch an unseren Landesgrenzen nicht halt machen wird!

Dabei darf die NISV selbstverständlich nicht nur auf das „µT-Problem“ reduziert werden sondern sie ist gerade auch als Katalysator zur Einhaltung der EMV zu verstehen. Mit verantwortungsvollem Handeln haben es Planer und Stromlieferanten jetzt in der Hand, dass Summen-, Erd- und Fehlströme in Zukunft um Potenzen verringert werden und somit das mit Abstand grösste „Elektrosmogproblem“ verschwindet!

Es macht also wirklich wenig Sinn nur der Verordnung wegen einen neuen Transformator und/oder eine neue Verteilung einzubauen noch ein „Abschirmblech“ irgendwo an die Wand zu schrauben ohne dass nicht gleichzeitig die EMV als ganzes in Ordnung gebracht wird.

Auf Grund zahlreicher Untersuchungen hat die Firma CFW Ende 2003 ein Merkblatt mit den wichtigsten EMV-Massnahmen innerhalb der Trafostationen zusammengestellt, die bei einer erfolgreichen NIS-Sanierung unbedingt einzuhalten sind. Diese Erkenntnisse waren und sind von grösster Bedeutung und sollten vor der Sanierung unbedingt überprüft, bzw. korrigiert werden. Aus EMV-Gründen empfehlen wir diese Korrekturen auch an Anlagen vorzunehmen die gemäss Grobbeurteilung nicht saniert werden müssen. Das erwähnte Merkblatt kann unter folgender Adresse eingesehen und ausgedruckt werden.

www.cfw.ch unter PDF-Dateien „Zusammenfassung“

Innerhalb der Trafostation spielt dabei die Starkstromverbindung zwischen Transformator und NS-Verteilung eine ganz zentrale Rolle. In den folgenden Betrachtung wollen wir Situationen beschreiben, wie Summen- Erd- und Fehlströme entstehen und wie man die Bildung von Induktionsströme verhindern kann.

CFW EMV-Consulting AG	NIS-Problem:	Induktionsströme
	Bearbeiter:	Chr. Fischbacher
	Datum:	01. 03. 2006
	Seite:	1/6

Dass die TNC-Nullung zu unerwünschten Summenströmen führt ist seit längerer Zeit bekannt und auch schon mehrfach beschrieben worden, u.a. im Bulletin SEV 17/2005. Dass Summenstromprobleme, bzw. unerwünschte Erdströme aber noch durch weitere Effekte entstehen ist nur wenigen Spezialisten bekannt. Allen beschriebenen Fällen liegt jedoch eine einzige Ursache zu Grunde:

Induktionsströme!

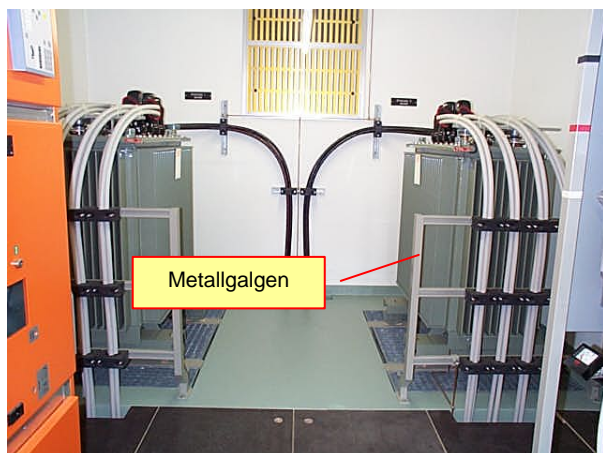
Aus der Physik ist bekannt, dass sich auf einen elektrischen Leiter eine Spannung induziert, wenn der Leiter von Kraftlinien geschnitten wird oder wenn sich der Leiter in einem Kraftfeld bewegt.

Die induzierte Spannung errechnet sich aus der Differentialgleichung: $U_i(t) = d\Phi/dt$

Wird der Leiter über die Enden niederohmig kurzgeschlossen wird die induzierte Spannung in einen Strom umgesetzt. Dieser Induktionsstrom kann bei grösseren Leiterquerschnitten beträchtliche Werte annehmen.

1. Beispiele von Induktionsstromproblemen auf der Verbindungsstrecke Trafo-NSV

1.1. Kabelaufhängungen (Galgen)

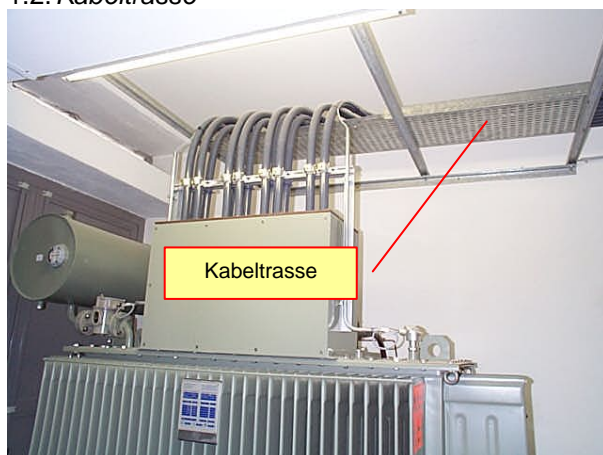


Werden die NS-Verbindungskabel an Metallkonstruktionen (Abb.) befestigt, so werden in diese Konstruktionen Ströme induziert.

Bis zu 5% des grössten Phasenstroms!

Das Induktionsproblem entsteht, wenn die Leiter parallel geführt werden, allerdings weitgehend unabhängig von der Verlegungsart.

1.2. Kabeltrasse



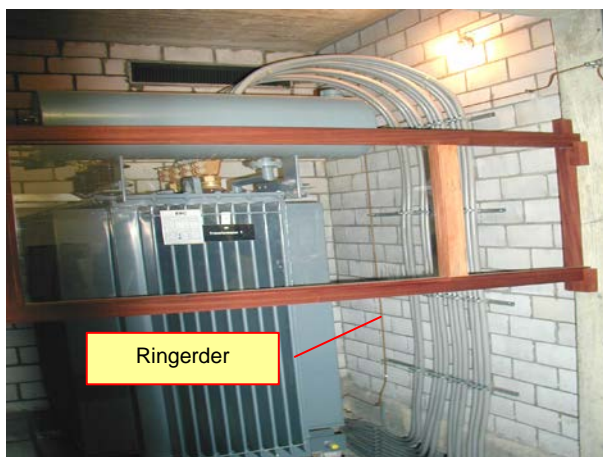
Werden die NS-Verbindungskabel in Metalltrassen verlegt (Abb.) so werden in die Trassen grosse Ströme induziert.

Bis zu 10% des grössten Phasenstroms!

Das Induktionsproblem entsteht dann, wenn das Trasse mehr als einmal abgeerdet wird und die Leiter willkürlich angeordnet sind.

CFW EMV-Consulting AG	NIS-Problem:	Induktionsströme
	Bearbeiter:	Chr. Fischbacher
	Datum:	01. 03. 2006
	Seite:	2/6

1.3. Ringerder/Schutzerder



Werden parallel zu den NS-Verbindungen Ringerder oder Schutzerder verlegt (Abb.), so werden in diese ebenfalls Ströme induziert.

Bis zu 10% des grössten Phasentroms!

Das Induktionsproblem entsteht, wenn die Leiter parallel geführt werden, besonders dann wenn diese wie in der Abb. gezeigt nebeneinander angeordnet sind.

1.4. Betondecke/Betonboden



Werden die NS-Verbindungskabel nahe an armierten Beton verlegt (Abb.) so werden in die Eisenarmierungen ebenfalls Ströme induziert.

Bis zu 5% des grössten Phasentroms!

Das Induktionsproblem entsteht, wenn die Leiter parallel geführt werden, besonders dann wenn diese wie in der Abb. gezeigt phasenweise angeordnet sind.

1.5. abgeschirmte Stromschienensysteme



Werden NS-Verbindungen mit Stromschienensystemen ausgeführt (Abb.) so werden grosse Ströme in die PE-Schiene induziert (bei TN-S), bzw. PEN-Schiene (bei TN-C).

Bis zu 15% des grössten Phasentroms!

Das Induktionsproblem entsteht insbesondere dann, wenn die PE-, bzw. PEN-Schiene parallel zu den Phasenschiene verlegt wird.

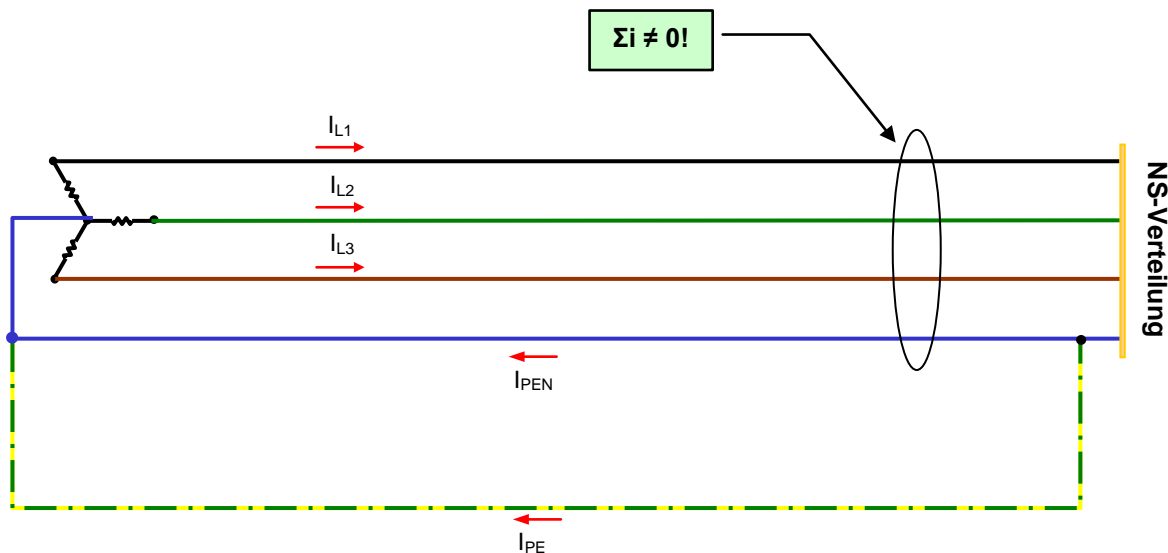
CFW EMV-Consulting AG	NIS-Problem:	Induktionsströme
	Bearbeiter:	Chr. Fischbacher
	Datum:	01. 03. 2006
	Seite:	3/6

Zusammenfassung:

Summen- und Erdströme entstehen auf zwei unterschiedliche Arten:

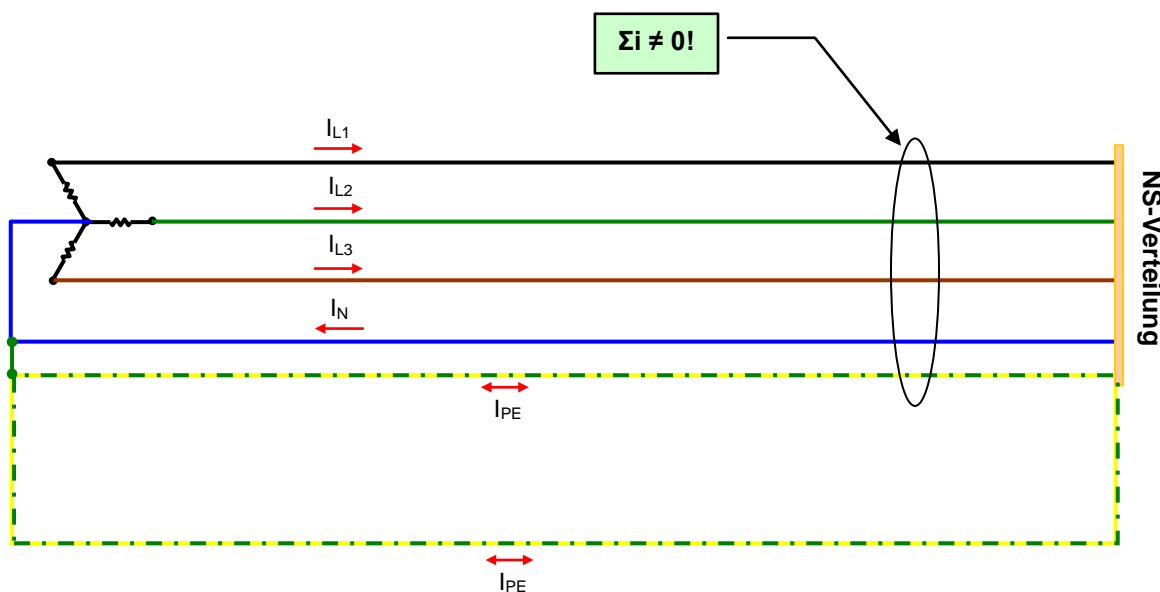
1. Als Folge der TN-C Nullung (4-Leitertechnik) **und** Induktionsströmen, sofern der PEN-Leiter niederohmig kurzgeschlossen ist.

Abb.



2. Als Folge von Induktionsströmen in den PE-Leiter bei TN-S Nullung sofern die Stromverbindungskabel als Einzelleiter parallel zueinander verlegt sind und der PE-Leiter niederohmig kurzgeschlossen ist.

Abb.



CFW EMV-Consulting AG	NIS-Problem:	Induktionsströme
	Bearbeiter:	Chr. Fischbacher
	Datum:	01. 03. 2006
	Seite:	4/6

Wie lassen sich Summen- und Erdströme vermeiden?

Umfangreiche Untersuchungen im eigenen Labor sowie inzwischen eine Vielzahl von Installationen beweisen, dass sich Summen- und Erdströme 100%-ig vermeiden lassen, wenn **verseilte TN-C, bzw. TN-S Starkstromkabel** verwendet werden. Was man in der Signalübertragungstechnik schon längst erkannt hat hält nun auch in der Energieübertragungstechnik Einzug. Die Verseilung bietet eine ganze Reihe weiterer Vorteile und erweist sich aus Sicht der EMV immer mehr als die einzig richtige Problemlösung.

Beispiel Trafoverbindung:



Wie aus der Abb. ersichtlich, führt bei der Verwendung von verseilten Kabel weder die Befestigung an einen Metallgalgen noch die direkte Verlegung auf dem Boden zu unerwünschten Induktionsströmen.

Wichtiger Hinweis:

- die Verseilung so nahe als möglich bis zu den Trafokerzen beibehalten. (Abb. beachten)
- wird mehr als ein verseilter Kabelstrang benötigt, die Trafokerzen lagenweise übereinander anschliessen. (Abb. beachten)
- bei Unsicherheiten unbedingt beraten lassen.

Uebersicht

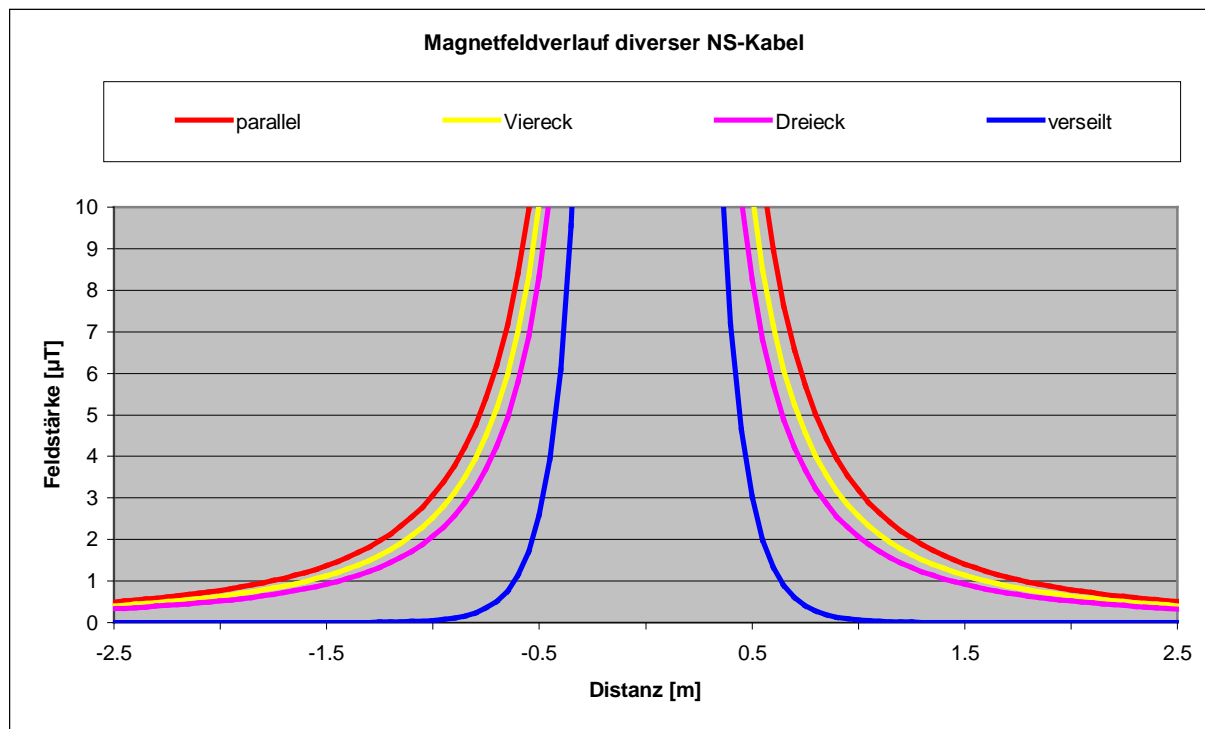
Die nachfolgende Tabelle veranschaulicht die Induktionsproblematik in Bezug auf unterschiedliche Leiteranordnungen und Leitersysteme ab Leiterquerschnitt $\geq 95\text{mm}^2$.

Leiteranordnung	parallel	punkt-symmetrisch	phasen-gedreht	Stromschiene	verseilt
Induktion in:					
Kabelaufhängungen				n.a.	
Kabeltrassen				n.a.	
PEN-Leiter/ PE-Leiter					
mehrfach verlegte Phasen-, Null- und Erdleiter				n.a.	
Kabelabschirmungen					
Legende:	sehr gering	0.0 - 0.5%	}	Strom in % des grössten Phasenstroms	
	gering	0.5 - 2.5%			
	mittel	2.5 - 5.0%			
	gross	5.0 - 10.0%			
	sehr gross	10.0 - 15.0%			

CFW EMV-Consulting AG	NIS-Problem:	Induktionsströme
	Bearbeiter:	Chr. Fischbacher
	Datum:	01. 03. 2006
	Seite:	5/6

Wie schon erwähnt bieten verseilte Kabel, nebst der sehr wichtigen Induktionsfreiheit, eine ganze Reihe von weiteren Vorteilen. Stellvertretend sei an dieser Stelle noch auf die äusserst geringe magnetische Abstrahlung hingewiesen. Das nachstehende Diagramm veranschaulicht den Vergleich verschiedener Leiteranordnungen.

Diagramm



Schlusswort:

In der Energieübertragung löst man mit der Verseilungstechnik praktisch alle EMV-Probleme auf einen Schlag! Nebst der geringen magnetischen und elektrischen Feldabstrahlung gibt es mit der Verseilungstechnik weder unerwünschte Induktionsströme von innen nach aussen, bzw. von aussen nach innen noch unter den verseilten Leiter selbst. Die Verseilungstechnik der TN-C Starkstromkabel hat sich im Trafostationsbereich schon nach kurzer Zeit etabliert. Es bleibt zu hoffen, dass diese Technologie auch im TN-S Bereich so rasch als möglich eingeführt wird. Denn nur die Vereilungstechnik bietet Gewähr dafür, dass Summen- und Erdströme in Zukunft verschwinden und somit die NISV vollumfänglich eingehalten werden kann!

CFW EMV-Consulting AG	NIS-Problem:	Induktionsströme
	Bearbeiter:	Chr. Fischbacher
	Datum:	01. 03. 2006
	Seite:	6/6