

10 JAHRE NISV

► Autor: Christian Fischbacher, Geschäftsführer CFW EMV-Consulting

Als die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) am 1. Feb. 2000 etwas überraschend in Kraft trat, ging ein Raunen durch die Fachwelt. Heute, 10 Jahre nach der Einführung, haben sich die Wogen stark geglättet. Vorweggenommen darf man sagen, dass es sich bei der NISV um ein sehr mutiges Unterfangen handelte, das im Nachhinein gesehen, wegen der Auslösung bedeutender innovativer Leistungen, der Schweizer Wirtschaft entscheidende Vorteile bringen kann. Mit diesem Beitrag wird versucht, diese Aussagen zu untermauern.

Die NISV regelt die zulässige Belastung durch elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0Hz bis 300GHz auf den Menschen. Dabei unterscheidet man zwischen dem Anlagegrenzwert (AGW) zur vorsorglichen Begrenzung der Emissionen einer ortsfesten Anlage sowie dem Immissionsgrenzwert (IGW), welcher die maximal zulässige Einstrahlung auf den menschlichen Körper festlegt. Die Grenzwerte für Immissionen mit einer einzigen Frequenz sind in untenstehender Tabelle aufgeführt. Für gepulste Immissionen, induzierte Körperableitströme, Berührungsströme sowie für Immissionen mit mehreren Frequenzen

sind in Anhang 2 der NISV weitere Immissionsgrenzwerte festgelegt. Während die Immissionsgrenzwerte mit den internationalen Empfehlungen (ICNIRP) übereinstimmen, sind die Anlagegrenzwerte wesentlich tiefer. Bei ortsfesten Anlagen, die hochfrequente Strahlung erzeugen (z.B. Mobilfunksender) ist der Anlagegrenzwert rund um den Faktor 10 tiefer als der Immissionsgrenzwert und bei Anlagen die niederfrequente Strahlung erzeugen (z.B. Transformatorenstationen) um den Faktor 100. Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht der seit 1. Februar 2000 geltenden Anlagegrenzwerte (AGW). Diese sind an sogenannten Orten mit emp-

findlicher Nutzung und im massgebenden Betriebszustand einer Anlage anwendbar.

AUSWIRKUNGEN DER NISV

Diese immer noch einzigartige Vorschrift war und ist für die Betreiber ortsfester Anlagen, insbesondere für die Stromversorger, eine enorme Herausforderung. Nach harzigen Anfängen haben die meisten Stromversorger inzwischen aber die grossen Vorteile emissionsarmer Anlagen erkannt und zeigen heute nicht ohne Stolz den Quantensprung bezüglich des Fortschritts im modernen Anlagenbau. Bedenkt man, dass Funk- und Stromversorgung heute in den westlichen Ländern praktisch flächendeckend arbeiten, so sind diese Massnahmen zur Begrenzung der Emissionen sinnvoll, zumal die Langzeitwirkung relativ schwacher elektromagnetischer Felder auf den menschlichen Körper noch nicht restlos geklärt sind.

In den folgenden Betrachtungen beschränken wir uns auf die Magnetfeldemissionen der elektrischen Stromversorgung (μT), da die Grenzwerte für elektrische Felder meist problemlos eingehalten werden können.

Abb. 1 veranschaulicht die Transportwege der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis

Frequenz	Immissionsgrenzwert für den Effektivwert der			Mittlungsdauer (Minuten)
	elektrischen Feldstärke EGf (V/m)	magnetischen Feldstärke HGf (A/m)	magnetischen Flussdichte BGf (μT)	
< 1 Hz	-	32 000	40 000	_a
1 – 8 Hz	10 000	$32\,000 / f^2$	$40\,000 / f^2$	_a
8 – 25 Hz	10 000	$4\,000 / f$	$5\,000 / f$	_a
0,025 – 0,8 kHz	$250 / f$	$4 / f$	$5 / f$	_a
0,8 – 3 kHz	$250 / f$	5	6,25	_a
3 – 100 kHz	87	5	6,25	_a
100 – 150 kHz	87	5	6,25	6
0,15 – 1 MHz	87	$0,73 / f$	$0,92 / f$	6
1 – 10 MHz	$87 / \sqrt{f}$	$0,73 / f$	$0,92 / f$	6
10 – 400 MHz	28	0,073	0,092	6
400 – 2000 MHz	$1,375 \cdot \sqrt{f}$	$0,0037 \cdot \sqrt{f}$	$0,0046 \cdot \sqrt{f}$	6
2 – 10 GHz	61	0,16	0,20	6
10 – 300 GHz	61	0,16	0,20	$68 / f^{1,05}$

Dabei bedeutet f die Frequenz in der in der ersten Tabellenspalte angegebenen Einheit.
^aMassgebend ist der höchste Effektivwert (Art. 14 Abs. 5).

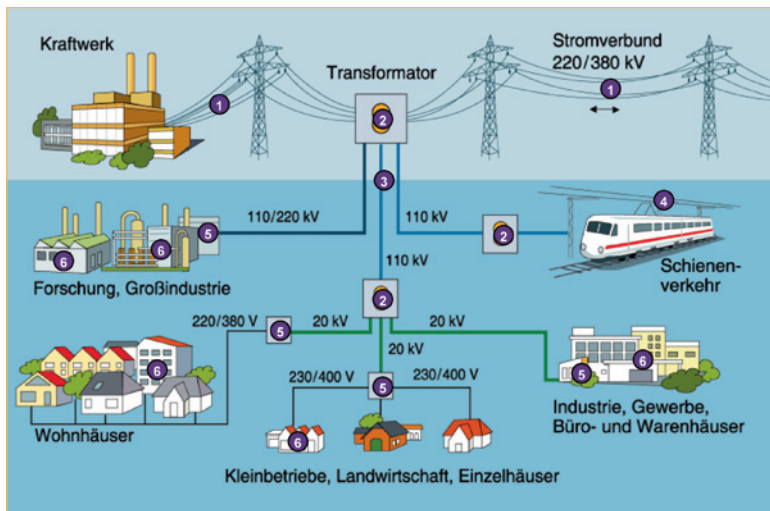
Tabelle 1: Immissionsgrenzwerte (IGW)

Emissionsquelle	Anlagegrenzwert (AGW) gem. NISV
Freileitungen >1000V	1.0 μT Effektivwert
Kabelleitungen mit Einleiterkabel >1000V in getrennten Röhren	1.0 μT Effektivwert
Transformatorenstationen	1.0 μT Effektivwert
Unterwerke und Schaltanlagen	1.0 μT Effektivwert
Eisenbahnen und Strassenbahnen	1.0 μT 24h-Mittelwert
Mobilfunksendeanlagen 900MHz; Sendeleistung $\geq 6W$	4.0V/m
Mobilfunksendeanlagen $\geq 1800MHz$; Sendeleistung $\geq 6W$	6.0V/m
Rundfunkanlagen <1.6MHz; Sendeleistung $\geq 6W$	8.5V/m
Übrige Sendeanlagen; Sendeleistung $\geq 6W$	3.0V/m
Radaranlagen; Sendeleistung $\geq 6W$	5.5V/m

Tabelle 2: Anlagegrenzwert (AGW)

zur Steckdose. Die Ausdehnung und starke Verästelung der Stromversorgungsanlagen verdeutlichen das enorme Emissionspotenzial. Daraus lässt sich auch das Vorsorgeziel der NISV ableiten, d.h. man will richtigerweise die Emissionen von ortsfesten Anlagen soweit begrenzen als dies technisch und betrieblich möglich sowie wirtschaftlich tragbar ist.

Die Werte aus Tabelle 3 sind Richtwerte und können im Einzelfall deutlich abweichen. Trotzdem soll damit aufgezeigt werden, welche enormen Reduktionspotenziale in Bezug auf die Gesamtemissionen von ortsfesten Anlagen



Die Transportwege der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zur Steckdose.

Emissionsquelle	Markierung	Massnahmen	Reduktionspotential in %	
			AGW-Grenzwertabstand	Gesamtemissionen
Freileitungen	1	Lastfluss- und/oder Phasenoptimierung	bis 60%	bis 84%
Unterwerke	2	Optimierungen	bis 40%	bis 64%
Erdkabel	3	Lastfluss- und/oder Phasenoptimierung	bis 70%	bis 91%
		Leiteranordnung	bis 25%	bis 43%
		Abschirmungen	bis 90%	bis 99%
Fahrleitungen	4	Erdseilführung	bis 30%	bis 51%
Trafostationen	5	Optimierungen	bis 25%	bis 47%
		EMV-Komponenten	bis 65%	bis 87%
		Abschirmungen	bis 75%	bis 93%
NS-Kabel (ausserhalb der TS zur Zeit nicht der NISV unterstellt)	6	Leiteranordnung	bis 20%	bis 36%
		Verseilte Kabel	bis 75%	bis 94%
		Abschirmungen	bis 90%	bis 99%

Tabelle 3: Reduktionspotenzial der Emissionen von ortsfesten Anlagen. AGW-Grenzwertabstand: Abstand der 1.0µT-Linie zur Emissionsquelle. Gesamtemissionen: Flächenintegral der Immissionen.

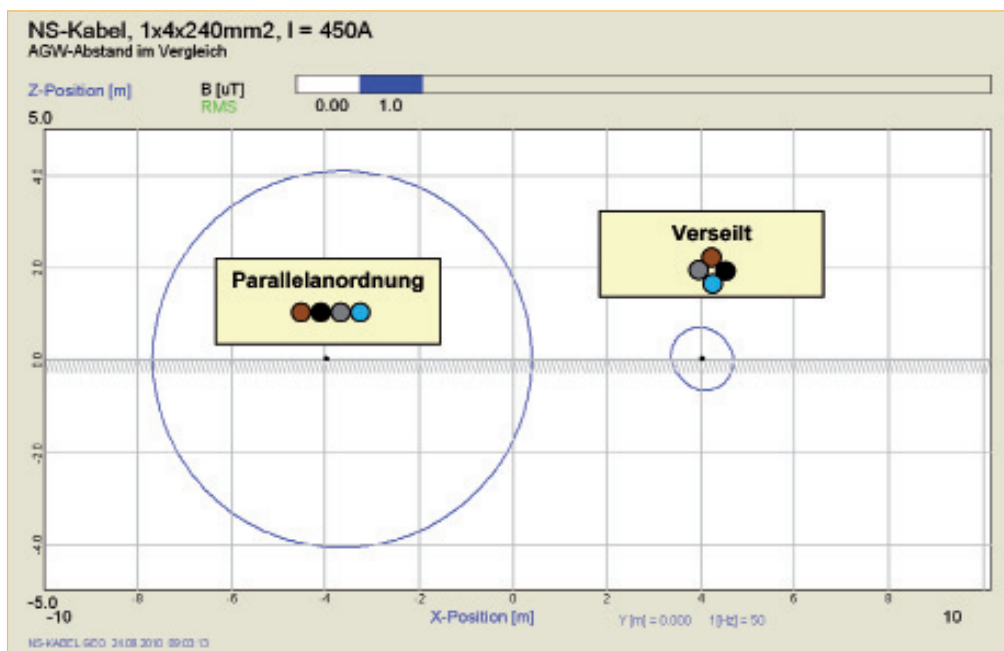
vorhanden sind und dass die strengen Anforderungen der NISV in den meisten Fällen auch tatsächlich umgesetzt werden können. Dies macht auch Sinn, denn nebst den nach wie vor noch unbestimmten Einflüssen der elektromagnetischen Einwirkungen auf den menschlichen Körper, gibt es immer mehr technische Ausrüstungen, namentlich hochempfindliche Geräte in der Forschung und Medizin, deren Sensibilität bis zu 100-mal unter dem NISV-Anlagegrenzwert liegt. Im Klartext bedeutet dies, dass z.B. der Abstand für den störfreien Betrieb eines Transmissions-Elektronen-Mikroskops (TEM), mehr als 300 m zu einer mittleren Hochspannungsfreileitung betragen muss, bzw. der störfreie Betrieb für Magnet Resonanz Tomographen (MRT) in der Nähe von Bahnleitungen nur mit aufwendigen Abschirmmassnahmen möglich ist.

Mit Ausnahme der Abschirmungen geht es bei den Reduktionsmethoden ausnahmslos um die optimalste Eigenkompensation der magnetischen Felder durch Hin- und Rück-

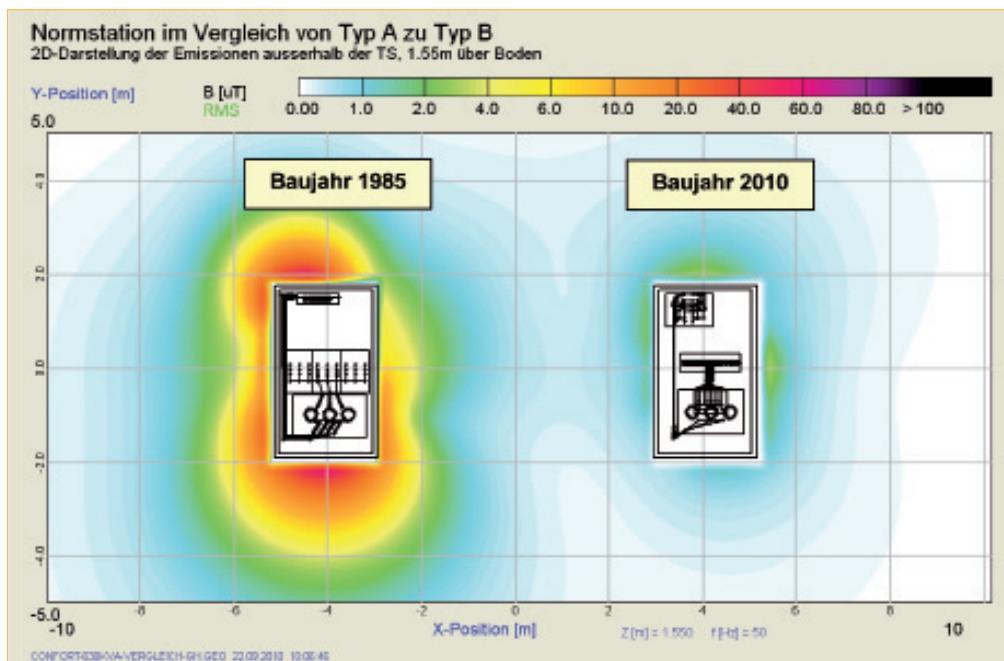
BEISPIELE

Deutlich erkennt man am Beispiel 1 die Verschiebung des AGW-Grenzwertabstands zwischen parallel verlegten Einzelleitern

Am Beispiel 2 sollen dem Leser die Reduktionspotentiale aufgezeigt werden, die sich in der Stromversorgung alleine mit Verkabelungs-, Optimierungs- und Konstruktionsmassnahmen ergeben. Hinzu kommen noch weitere, hocheffiziente Möglichkeiten mit Abschirmungsmassnahmen auf die in diesem Beitrag nicht näher eingegangen wird. Zu diesem Thema ist vom Autor zu einem späteren Zeitpunkt ein Sonderbeitrag geplant. Mit der nachfolgenden Grafik verweisen wir vorab nur auf die Vielfalt und Komplexität der Abschirmungstechnologien.



Beispiel 1: Anlagegrenzwert (1µT-Linie) berechnet an einem NS-Drehstromkabel



Beispiel 2: Emissionsunterschied berechnet an einer Trafostation

ströme. Aus der Physik ist bekannt, dass sich die magnetischen Felder praktisch aufheben, wenn bei einem Zweileitersystem, Hin- und Rückströme eng parallel zueinander verlaufen (bifilar). Dies gilt auch bei Mehrleitersystemen (Drehstrom), der Konstruktion von Transformatoren, Schaltanlagen und Stromverteilungen.

und der Verseilung. Was bei den MSR-Leitungen schon längst standardisiert ist, erweist sich nun endlich auch in der Starkstromtechnik als zwingend! Die Verseilung bringt sowohl in der TN-C- als auch in der TN-S-Installation entscheidende Vorteile: geringe EMF-Abstrahlung, induktionsfrei (keine PE-Ströme!), absolut symmetrisch sowie minimale Leitungsverluste.

INNOVATIONEN UND PATENTE

Die NISV hat unbestritten dazu beigetragen, dass rund um die Stromversorgung eine Vielzahl von Neuerungen Verbesserungen und Patenten entstanden sind, namentlich in den Bereichen: Transformatorbau, Anlagenbau, Leitungsbau, Kabelkonstruktion und Abschirmungsbau. Das weltweite Wirtschaftspotenzial für Schweizer Unternehmen dürfte im Endeffekt einen zweistelligen Milliardenbetrag erreichen. Zudem verschafft die NISV der Schweiz einen nicht zu unterschätzenden Innovationsvorsprung, denn immer mehr Nachbarländer orientieren sich an den NISV-Grenzwerten, obschon dort noch keine entsprechenden gesetzlichen Vorschriften bestehen.

FAZIT

Die Einführung der NISV per 1. Februar 2000 hat den Anlagenbau in der elektrischen Stromversorgung sowie den Transport der elektrischen Energie stark gewandelt. Gleichzeitig hat sich bestätigt, dass die strengen Vorgaben der NISV in den meisten Fällen realisiert werden können und dass sich im wahrsten Sinne des Wortes ein Katalysatoreffekt für innovative Leistungen in der Erzeugung, dem Transport, der Verteilung sowie im Verbrauch der elektrischen Energie

ergeben hat. Bedenkt man, dass heute die Umweltbegriffe wie Katalysator, Partikelfilter oder CO₂-Ausstoss in den Marketingabteilungen der Automobilindustrie immer öfter anzutreffen sind, so werden auch die Stromversorger früher oder später den Nutzen emissionsarmer Anlagen marketingmässig erkennen. Morgen wird man mit Stolz präsentieren, was heute zum Teil noch immer als Frust und Willkür empfunden wird.

Zum Thema weiterführende Links:• **NISV**

www.bafu.admin.ch/elektrosmog

• **ELMAR**

Elektromagnetische Strahlung
und Gesundheit

www.elmar.unibas.ch

• **Internationale Studien
zu Elektrosmog**

www.feb.se/FEB/Links.html

• **Technische Informationen**

www.cfw.ch

Mit der konsequenten Umsetzung der NISV lassen sich die elektromagnetischen Emissionen drastisch reduzieren. Gleichzeitig verringern sich auch die Übertragungsverluste, da Emissionen und Verluste eng miteinander verknüpft sind. (mf)

300 ► CFW EMV-Consulting AG

Nordstrasse 24, 9410 Heiden

Tel. 071 891 57 41, Fax 071 891 57 43

www.cfw.ch, info@cfw.ch

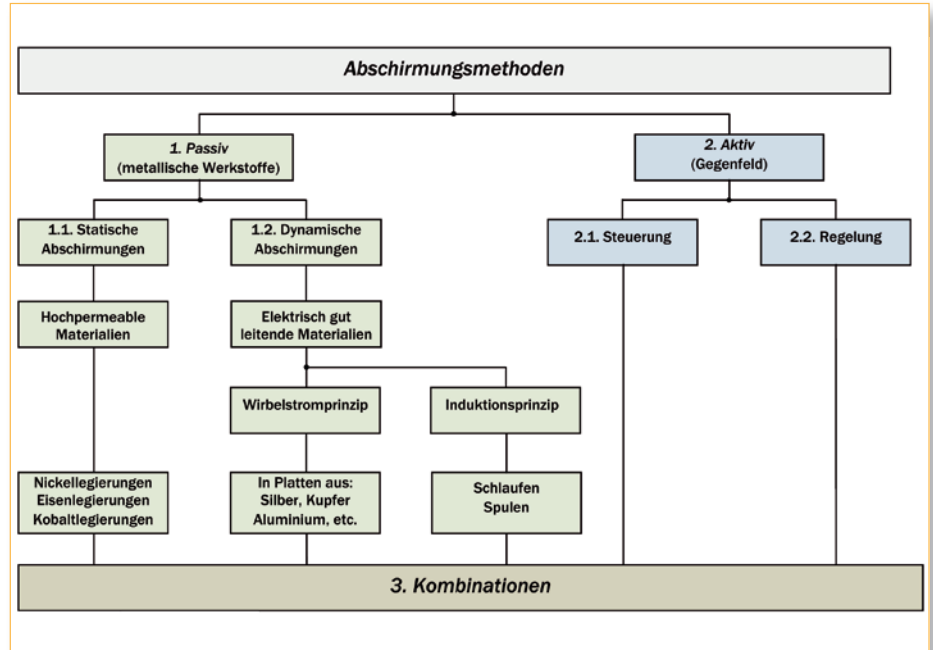
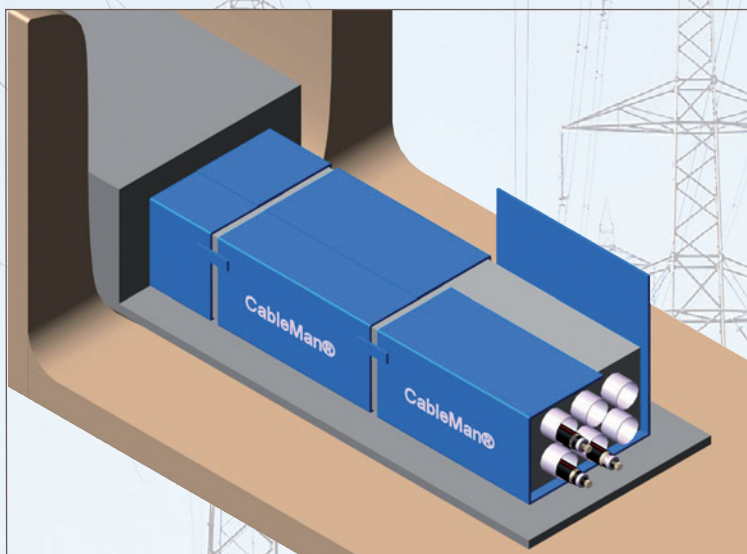


Abb. 3: Die unterschiedlichen Abschirmungsmethoden (Bilder: CFW EMV)

CableMan®, gebaut für den umweltfreundlichsten Transport der elektrischen Energie

Rohrblock im Kabelgraben, abgeschirmt mit **CableMan®**



Die herausragenden Merkmale von **CableMan®**

- hohe Schirmwirkung gegen elektromagnetische Felder
- eliminiert bis zu 99% der Emissionen
- Ausführungen sowohl für neue als auch für bestehende Erdkabel und Rohrblöcke
- einfache, schnelle und platzsparende Montage
- erfüllt die **NISV 2000** auch in extremsten Situationen
- Typengeprüft durch die FKH



Magnetfeld Technologie

CFW EMV-Consulting AG

Nordstrasse 24

CH-9410 Heiden

Telefon ++41-71-891 57 41

Telefax ++41-71-891 57 43

info@cfw.ch

www.cfw.ch