

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse

Herausgeber: Electrosuisse

Band: 102 (2011)

Heft: 5

Artikel: 10 Jahre NISV

Autor: Fischbacher, Christian

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856814>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

10 Jahre NISV

Verordnung intensiviert technische Innovationen

Vor 10 Jahren trat die Verordnung über den Schutz vor nicht ionisierender Strahlung in Kraft und löste einen Schub an Innovationskraft zur Reduktion von elektromagnetischen Emissionen aus. Die anfänglichen Herausforderungen wurden angepackt, die Wogen haben sich nun geglättet – Zeit also, Bilanz zu ziehen und zu schauen, welche Auswirkungen die NISV hatte.

Christian Fischbacher

Als die Verordnung über den Schutz vor nicht ionisierender Strahlung (NISV) am 1. Februar 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.

Womit befasst sich die NISV?

Die NISV regelt die zulässige Belastung durch elektromagnetische Felder im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz auf den Menschen. Dabei unterscheidet man zwischen dem Anlagegrenzwert (AGW) zur vorsorglichen Begrenzung der Emissionen einer ortsfesten Anlage und dem Immissionsgrenzwert (IGW), der die maximal zulässige Einstrahlung auf den menschlichen Körper festlegt. Die Grenzwerte für Immissionen mit einer einzigen Frequenz sind in **Tabelle 1** 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. Mobilfunksendern), ist der Anlagegrenzwert etwa um den Faktor 10 tiefer als der Immissions-

grenzwert, und bei Anlagen, die niederfrequente Strahlung erzeugen (z. B. Transformatorenstationen), um den Faktor 100. **Tabelle 2** gibt eine Übersicht über die seit 1. Februar 2000 geltenden Anlagegrenzwerte (AGW). Diese sind an sogenannten Orten mit empfindlicher 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 emissionsärmer 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 ist.

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.

Bild 1 veranschaulicht die Transportwege der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis 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 so weit 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 vorhanden sind und dass die strengen Anforderungen der NISV in den meisten Fällen auch tatsächlich umgesetzt werden können.

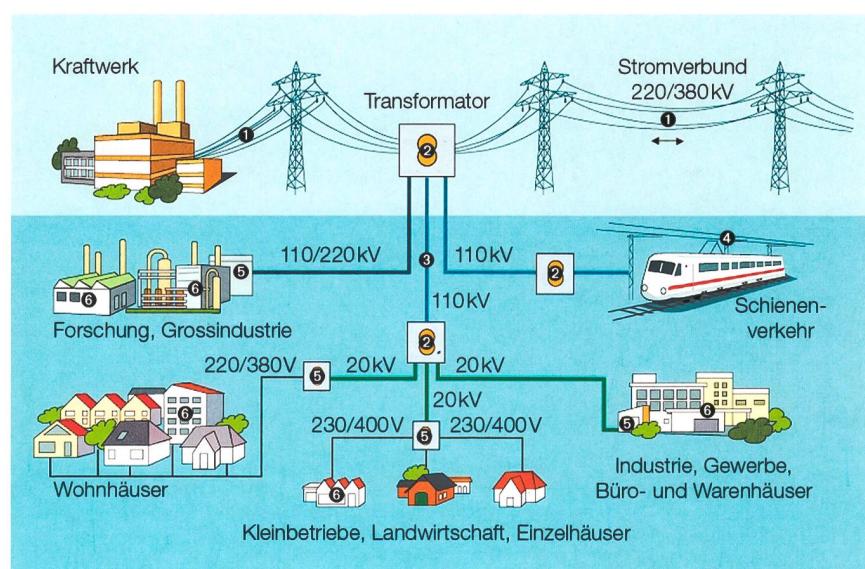


Bild 1 Transportwege der elektrischen Energie vom Kraftwerk bis zur Steckdose.

Frequenz	Immissionsgrenzwert für den Effektivwert der			Mittelungsdauer
	elektrischen Feldstärke E_{Gf} (V/m)	magnetischen Feldstärke H_{Gf} (A/m)	magnetischen Flussdichte B_{Gf} (μ T)	(Minuten)
< 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	4000 / f	5000 / 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 · \sqrt{f}	0,0037 · \sqrt{f}	0,0046 · \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 dem in der ersten Tabellenspalte angegebenen Bereich.

^aMassgebend ist der höchste Effektivwert (Art. 14 Abs. 5).

Tabelle 1 Immissionsgrenzwerte (IGW).

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 beispielsweise der Abstand für den störfreien Betrieb eines Transmissionselektronenmikroskops (TEM) mehr als 300 m zu einer mittleren Hochspannungsfreileitung betragen muss bzw. der störfreie Betrieb für Magnetresonanz-Tomografen (MRT) in der Nähe von Bahnleitungen nur mit aufwendigen Abschirmmaßnahmen möglich ist.

Mit Ausnahme der Abschirmungen geht es bei den Reduktionsmethoden ausnahmslos um die optimale Eigenkompenstation der magnetischen Felder durch Hin- und Rückströme. Aus der Physik ist bekannt, dass sich die magnetischen Felder praktisch aufheben, wenn bei einem

Zweileiterystem Hin- und Rückströme eng parallel zueinander verlaufen (bifilar). Dies gilt auch bei Mehrleiterystemen (Drehstrom), der Konstruktion von Transformatoren, Schaltanlagen und Stromverteilungen.

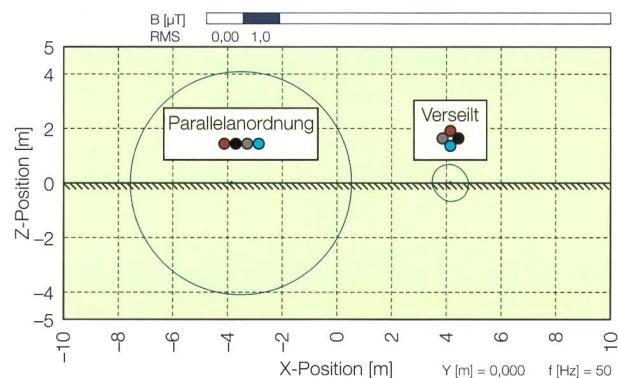
Beispiele

Deutlich erkennt man in **Bild 2** die Verschiebung des AGW-Grenzwertabstands zwischen parallel verlegten Einzelleitern 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
- minimale Leitungsverluste

Auch an diesem Beispiel sollen die Reduktionspotenziale 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 die-

Bild 2 Anlagegrenzwert (1- μ T-Linie) berechnet an einem NS-Drehstromkabel.



Emissionsquelle	Anlagegrenzwert (AGW) gem. NISV
Freileitungen > 1000 V	1,0 μ T Effektivwert
Kabelleitungen mit Einleiterkabel > 1000 V in getrennten Röhren	1,0 μ T Effektivwert
Transformatorstationen	1,0 μ T Effektivwert
Unterwerke und Schaltanlagen	1,0 μ T Effektivwert
Eisenbahnen und Strassenbahnen	1,0 μ T 24h-Mittelwert
Mobilfunksendeanlagen 900 MHz; Sendeleistung ≥ 6 W	4,0 V/m
Mobilfunksendeanlagen ≥ 1800 MHz; Sendeleistung ≥ 6 W	6,0 V/m
Rundfunkanlagen < 1,6 MHz; Sendeleistung ≥ 6 W	8,5 V/m
Übrige Sendeanlagen; Sendeleistung ≥ 6 W	3,0 V/m
Radaranlagen; Sendeleistung ≥ 6 W	5,5 V/m

Tabelle 2 Emissionsgrenzwerte (AGW).

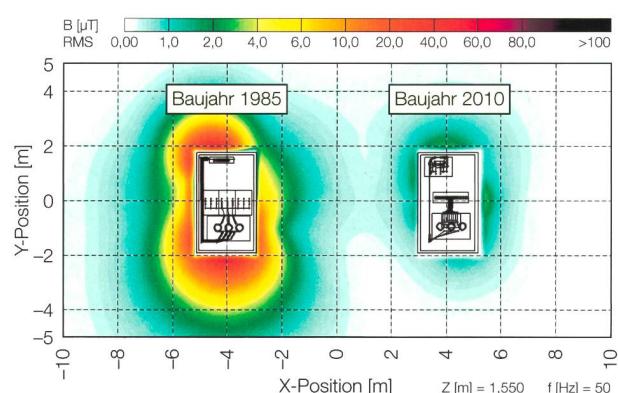


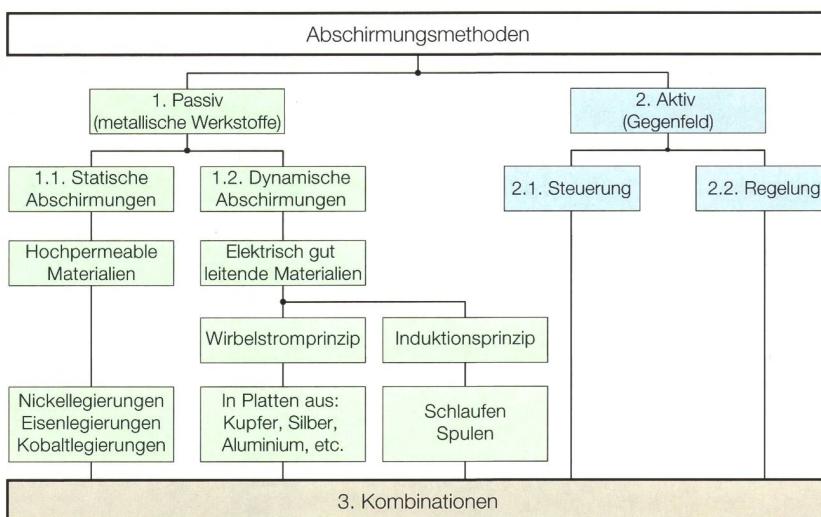
Bild 3 Emissionsunterschied berechnet an einer Trafostation.

Emissionsquelle	Markierung	Massnahmen	Reduktionspotenzial 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 %
Fahrleitungen	④	Abschirmungen	bis 90 %	bis 99 %
		Erdseilführung	bis 30 %	bis 51 %
		Optimierungen	bis 25 %	bis 47 %
Trafostationen	⑤	EMV-Komponenten	bis 65 %	bis 87 %
		Abschirmungen	bis 75 %	bis 93 %
		Leiteranordnung	bis 20 %	bis 36 %
NS-Kabel (außerhalb der TS zurzeit nicht der NISV unterstellt)	⑥	Verseite Kabel	bis 75 %	bis 94 %
		Abschirmungen	bis 90 %	bis 99 %

Tabelle 3 Reduktionspotenzial der Emissionen von ortsfesten Anlagen.AGW-Grenzwertabstand: Abstand der 1,0- μ T-Linie zur Emissionsquelle; Gesamtemissionen: Flächenintegral der Immissionen.

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 emissionsärmer Anlagen marketingmässig erkennen. Morgen wird man mit Stolz präsentieren, was heute zum Teil noch immer als Frust und Willkür empfunden wird. 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.

Bilder: CFW EMV-Consulting AG

**Bild 4** Abschirmungen.

sem 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.

Innovationen und Patente

Die NISV hat unbestritten dazu beigetragen, dass im Zusammenhang mit der Stromversorgung eine Vielzahl an Neuerungen, Verbesserungen und Patenten entstanden ist, namentlich in den Bereichen:

- Transformatorenbau
- Anlagenbau
- Leitungsbau
- Kabelkonstruktion
- 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 verändert. Gleichzeitig hat sich bestätigt, dass die strengen Vorgaben

Résumé 10^{ème} anniversaire de l'ORNI

Une ordonnance qui intensifie les innovations techniques

L'entrée en vigueur de l'ORNI le 1^{er} février 2000 a profondément changé la donne dans la construction d'installations d'alimentation de courant ainsi que dans le transport de l'énergie électrique. Dans la plupart des cas, il s'est en effet avéré que les normes strictes réclamées par l'ORNI étaient réalisables. Ainsi l'Ordonnance a-t-elle motivé des résultats innovants dans la production, le transport, la distribution ainsi que la consommation de l'énergie électrique.

La transposition résolue de l'ORNI permet de réduire radicalement les émissions électromagnétiques tout en minimisant les pertes de transmission puisque les émissions et les pertes sont étroitement liées.

No