

**Zeitschrift:** bulletin.ch / Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse  
**Band:** 94 (2003)  
**Heft:** 21

**Artikel:** Abschirmung von Magnetfeldern bei bestehenden Anlagen  
**Autor:** Haltiner, Ernst W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857610>

### **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:** 12.02.2026

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

# Abschirmung von Magnetfeldern bei bestehenden Anlagen

## Kompletter Umbau bestehender Anlagen häufig nicht erforderlich

Die seit Februar 2002 gültige Verordnung zum Schutz vor nicht-ionisierender Strahlung (NISV) fordert die Begrenzung magnetischer Felder aus Starkstromanlagen auf strenge Immissions- und Anlagengrenzwerte. Der komplette Umbau bestehender Anlagen ist dabei in der Regel eine mögliche, aber kostspielige Lösung. Einfacher und preiswerter ist die Optimierung von bestehenden Installationen sowie die Abschirmung der Magnetfelder durch Platten in der Kombination aus elektrisch und magnetisch gut leitenden Materialien.

Auf Grund von Ausführungsrichtlinien, Messhilfen und vor allem Sanierungsverfügungen werden in der nächs-

*Ernst W. Haltiner*

ten Zeit Tausende von Trafostationen und Niederspannungsverteilanlagen in der Nähe von Orten mit empfindlicher Nutzung saniert werden müssen.

Die NISV<sup>1)</sup> fordert in diesem Zusammenhang die Einhaltung eines Anlagengrenzwertes (AGW bzw. Emissionsgrenzwert) von  $1 \mu\text{T}$ . Zur Sanierung von zu hohen magnetischen Feldstärken bieten sich grundsätzlich mehrere Möglichkeiten. Zum einen wäre der Umbau ganzer Anlagen zu nennen, der mit dem Ersatz der Transformatoren durch EMV-optimierte Geräte einhergehen kann. Dies ist zweifellos eine eher kostspielige Vorgehensweise.

Da der Grossteil der störenden Magnetfelder aber auf ungünstige oder falsche Anordnung beziehungsweise Schaltung der Leiter, Nullleiter, Potenzialverbinder und Strömen über Armierungen zurückzuführen ist, lassen sich häufig auch billigere Sanierungsmöglichkeiten ausfindig machen. Falls dies noch nicht ausreicht – der Anlagengrenzwert also weiter überschritten wird – besteht in der magnetischen Abschirmung der Magnetfeldemittenten, das heisst in der Regel

des Trafos, der Niederspannungsverteilung und der Kabelblöcke/Kabelverbindungen eine kostengünstige Alternative. Hierzu sind Kombinationen aus elektrisch und magnetisch gut leitenden Materialien das Mittel der Wahl. Brauchbare magnetische Abschirmmaterialien zeichnen sich aus durch eine hohe Anfangspermeabilität ( $\mu_0 > 5000$ ), bzw. elektrische Abschirmmaterialien durch eine hohe elektrische Leitfähigkeit ( $\gamma > 35$ ).

### Messen oder Rechnen

Der Vollzug der NISV bietet den Fachleuten noch etliche «Knacknüsse» und auch Diskussionsstoff. Nicht zuletzt, weil bei der Definition des Anlagengrenzwertes eine offenkundige Vermischung zwischen Emission, Transmission und Immission erfolgt ist, denn in der Verordnung finden sich zwar definierte Grenzwerte, nicht aber die Messdistanz, an der die geforderten Werte eingehalten werden müssen.

Ob der Anlagengrenzwert nach NISV eingehalten wird, ist durch Messung und allfällige Hochrechnung auf den vorgeschriebenen Lastpunkt der Anlage nachzuweisen.

Der praktische Vollzug der Verordnung bringt nun aber für die Beteiligten wie Buwal, Starkstrominspektorat, Anlagenbetreiber und Anbieter von Sanierungslö-

sungen einige Probleme. Vorab gilt es zu definieren, was eine Anlage umfasst und danach, wo die magnetische Emission zu messen ist. So umfasst eine Trafostation die Gesamtheit aus Trafo, Niederspannungsverteilung und Kabelung. Entsprechend muss die Messung an der «Hülle» dieser Anlage gegen aussen erfolgen, und nicht nur für den Trafo alleine.

Auf dem Markt angebotene Computerprogramme zur Berechnung von Magnetfeldern an der Hülle sind dabei wenig hilfreich. Diese Software ergibt im besten Falle eine Simulation auf Grund vorbestimmter, idealer Anlagenelemente und Konfigurationen mit entsprechend belastbaren Betriebsdaten.

Es herrscht daher in der Fachbranche, insbesondere bei den Anlagenbesitzern, ein gewisses Mass an Unsicherheit darüber, ob eine bestimmte Anlage saniert werden muss, und falls ja, auf welche Weise die Grenzwerte am besten eingehalten werden können. Ob die zu beobachtende zögerliche Haltung der Elektrizitätswerke eine willkommene Folge dieser Unsicherheit ist, bleibe an dieser Stelle offen.

Der Vorsorge sich verpflichtet fühlende Anlagenbesitzer werden aber mit Vorteil heute schon Massnahmen ergreifen, bevor Verfügungen eintreffen oder – was wesentlich problematischer wäre – eine öffentliche Polemik entsteht, die sich auf den Ruf und die Glaubwürdigkeit der Elektrobranche negativ auswirkt. Wir-



Bild 1 TrafoMan



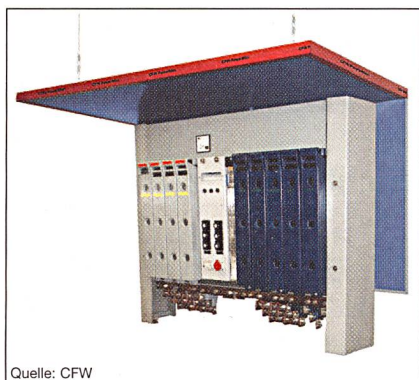


Bild 2 PowerMan

kungsvolle magnetische Abschirmsysteme sind heute erhältlich und neuerdings sogar auf Wirksamkeit geprüft.

## Abschirmung quantifiziert

Anfangs 2003 wurde durch die Fachkommission für Hochspannungsfragen (FKH<sup>2)</sup>) die Wirksamkeit zweier Magnetfeld-Abschirmvorrichtungen für Verteiltransformatoren (TrafoMan, Bild 1) und für Niederspannungsverteiler (PowerMan, Bild 2) im Auftrag des Herstellers CFW<sup>3)</sup> messtechnisch untersucht. Die Resultate wurden in einem Bericht<sup>3)</sup> der FKH zusammengefasst, mit Dokumentation der Messmethode und der Versuchsanordnung.

## Trafo und Niederspannungsverteilung

Für die Bewertung der Schirmwirkung der CFW-Produkte TrafoMan und PowerMan wurden magnetische Flussdichtemessungen an einem 630-kVA-Verteiltransformator und einer Niederspan-

nungsverteilung mit und ohne den genannten Abschirmungen durchgeführt.

Die Versuche wurden mit einem bezüglich magnetischer Flussdichte nicht optimierten 630-kVA-Transformator ausgeführt (Typ ELIN TDQ-632A02S 9K-99, Nennspannungen 16 800/420 V, Nennströme 21,65/866 A). Derselbe Transformator wurde auch für die Speisung der untersuchten Niederspannungsverteilung eingesetzt. Die Messungen wurden mit halber und voller Strombelastung im Kurzschlussbetrieb durchgeführt.

Bei dem zur Untersuchung benutzten Verteiltransformator wurden die Unterspannungsklemmen an lange Niederspannungsverteilungskabel angeschlossen, die am Ende kurzgeschlossen waren.

Mit einem frequenzvariablen Umrichter wurden mittelspannungsseitig Kurzschlussströme in der Höhe von 50% beziehungsweise 100% des Nennstroms eingespeist. Entsprechend der Kurzschlussspannung von 4,63% und der eingestellten Ströme ergaben sich mittelspannungsseitig Einspeisungsspannungen von bis zu 778 V.

Die notwendige Speiseeinrichtung des Verteiltransformators, der Frequenzumrichter, der «Step-Up»-Transformator und die Kompensationskapazitäten wurden in ausreichend grossem Abstand vom Untersuchungsort aufgestellt, um Feldbeeinflussungen aus der Speiseanordnung auszuschliessen.

Die doppelt geführten Niederspannungskabel wurden in Richtung der positiven y-Achse auf einer Höhe von 15 cm verlegt. Die aufgeteilten Polleiter wurden zur Minimierung des Magnetfelds in punktsymmetrischer Phasenfolge verlegt.

Die MS-Kabel wurden verdreht auf dem Bodenniveau in der Richtung der

negativen y-Achse verlegt. Um die magnetische Flussdichte der Kabel zu unterdrücken, wurden sie teilweise mit Abschirm-Platten beziehungsweise Kanälen abgedeckt.

Bei der Untersuchung der TrafoMan-Abschirmung wurde der Verteiltransformator auf einer Höhe von 55 cm über dem Boden positioniert. Die TrafoMan-Abschirmung wurde auf eine Höhe von 30 cm aufgestellt.

Bei der Auswertung der Messresultate der TrafoMan-Abschirmung wurde die untere Kante der Bleche (Höhe über Boden 30 cm) als Nullniveau  $z = 0$  definiert.

Bei der Versuchsanordnung der Niederspannungsverteilung mit PowerMan wurden die NS-Kabel ebenfalls in der Richtung der y-Achse verlegt. Bei der Untersuchung des PowerMan wurde das Bodenniveau als Nullniveau  $z = 0$  definiert.

Um den Einfluss der störenden, netzfrequenten magnetischen Flussdichten aus der Umgebung zu minimieren, wurden alle Untersuchungen bei einer Betriebsfrequenz von 47 Hz durchgeführt. Die magnetischen Flussdichten wurden bei dieser Frequenz schmalbandig gemessen.

Die Quantifizierung der Schirmwirkung des TrafoMan beziehungsweise des PowerMan wurde hauptsächlich durch Vergleich der gemessenen 1- $\mu$ T-Isolinien vorgenommen. Diese Linien gleicher Flussdichte wurden in den senkrechten Symmetrieebenen (x-z-Ebene und y-z-Ebene) mit und ohne Abschirmung gemessen und beurteilt. Die 1- $\mu$ T-Isolinien wurden bei 50% und 100% Belastung in den genannten Symmetrieebenen gesucht.

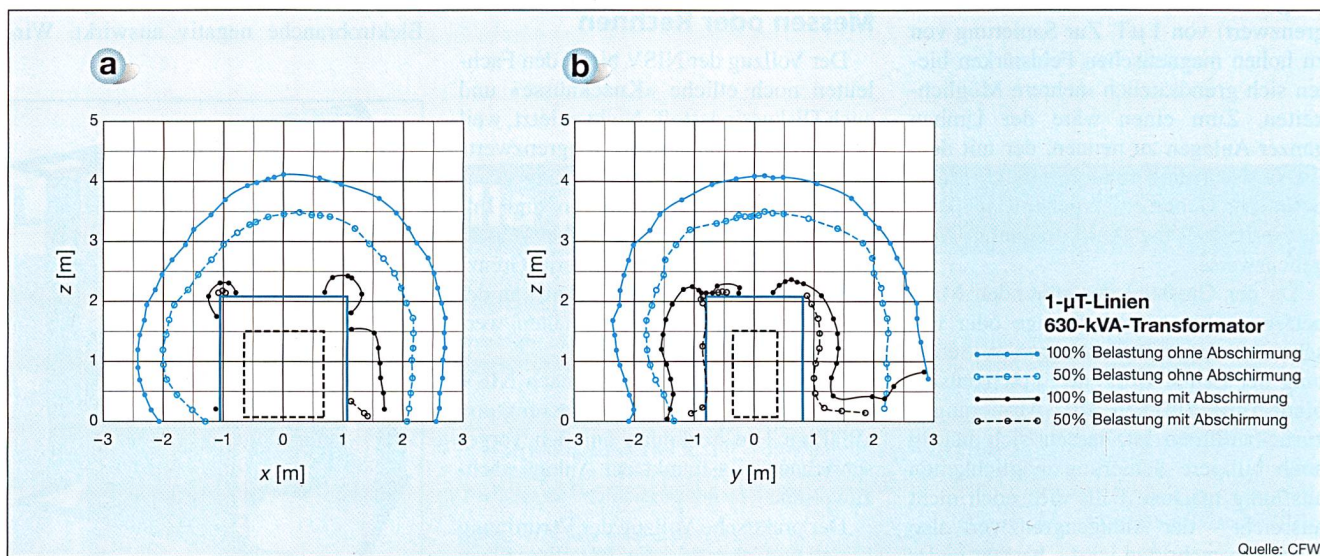


Bild 3 Gemessene Abschirmwirkung in der x-z-Ebene (Bild 3a) und der y-z-Ebene (Bild 3b) in der Umgebung eines 630-kVA-Transformators bei jeweils 50 und 100% Belastung



### Der NISV-Fahrplan

- Ende 1999: Erlass der NISV durch den Bundesrat
- Februar 2002: Inkraftsetzung der Verordnung
- Seither: Einsetzen einer Experten-Gruppe Buwal für Erlass von Vollzugshilfe mit zusätzlichen Studien durch Ingenieurbüros
- Bis Mitte 2004: Entwurf der Vollzugshilfe zu erwarten; danach Erfolgsphase mit Vollzugshilfe bis 2005
- Ab 2005: definitive Vollzugsempfehlung
- Sanierungsverfügungen: durch das Eidgenössische Starkstrominspektorat (ESTI) (ungewiss)
- Sanierungsfristen: bei Überschreiten des Immissionsgrenzwertes max. 3 Jahre ab Verfügungsdatum; bei Überschreiten des Anlagengrenzwertes max. 5 Jahre ab Verfügungsdatum

Es wurden auch Messwerte an den Oberflächen der inneren und äusseren Abschirmplatten des TrafoMan und des PowerMan bei verschiedenen Belastungen bestimmt.

### Markant unterdrückt

Die gesamten Messvorgänge wurden zahlengemäss dokumentiert und quantifiziert; der Verlauf der 1- $\mu$ T-Linie bei 50% und 100% Last mit und ohne Abschirmung auch zeichnerisch dargestellt.

Die Fachkommissionen für Hochspannungsfragen kommt auf Grund der umfangreichen Messungen zu klaren Schlussfolgerungen: Durch den Einsatz von TrafoMan- und PowerMan-Abschirmungen wurden die magnetischen Flussdichten des verwendeten Verteiltransformators beziehungsweise der Niederspannungsverteilung in den untersuchten senkrecht stehenden x-z-Symmetrieebenen markant unterdrückt.

Die Annahme, dass die Schirmwirkung im Nahbereich (<50 cm) in der Mitte der Abschirmplatte am stärksten ist, konnte bestätigt werden. Als unerwarteter Nebeneffekt wurde bei den Untersuchungen an Niederspannungsverteilungen im ungeschirmten Zustand festgestellt, dass sich die 1- $\mu$ T-Isolinien bei 50% und 100% Belastung teilweise überlappen. Dieser «Sättigungseffekt» konnte bei einer zweiten Messung reproduziert werden. Bei 100% des Nennstroms wurden durch die Abschirmprodukte die in

Bild 3 gezeigten Reduktionen der Maximalhöhe der 1- $\mu$ T-Linie erreicht.

Aus dem Verlauf der 1- $\mu$ T-Linie bei der Abschirmvorrichtung PowerMan für die Niederspannungsverteilung lässt sich vermuten, dass durch eine Vergrösserung der Bleche bei Bedarf und bei ausreichenden Platzverhältnissen eine weitere Reduktion der magnetischen Flussdichte erreicht werden könnte.

Bei Einhaltung von zusätzlichen Schutzmassnahmen gegenüber Sekundäreffekten, bzw. Schaltungsfehlern und Fremdfeldern, ist es möglich, mit kleinerem Aufwand und niedrigen Kosten Grenzwert-überschreitende Magnetfelder an Orten mit empfindlicher Nutzung sicher zu begrenzen.

### Tipps und Fragen im Vollzug

Bei Anlagenbetreibern und Systemanbietern besteht das verständliche Bedürfnis, statt bestehende Anlagen auf dem Nennlastpunkt zu messen, die resultierende Magnetfeldstärke über ein Softwarepaket am Computer zu bestimmen. Die Wirklichkeit zeigt aber leider, dass solche Softwareprognosen mit den Werten in der Praxis überhaupt nicht übereinstimmen müssen. Magnetfelder, die aus Schiefasten des Drehstromnetzes, aus Strompfaden über Erdungen, Armierungen oder aus ungeeigneten Anordnungen der Leiter und Anlagenteile stammen, können von keinem heute bekannten Softwareprogramm verbindlich erfasst werden. Die physikalische Wahrheit bringt nur die Feldmessung am zu schützenden Ort.

Die praktische Erfahrung nach erfolgreicher Abschirmung bekannter Schwerpunktsquellen wie zum Beispiel Trafos

oder NS-Sammelschienen/Verteiler hat ausserdem gezeigt, dass «sekundäre» Magnetfelder oder Hintergrundbelastungen aus Stromnebenpfaden ein Mass annehmen können, das ebenfalls eine Überschreitung des Anlagengrenzwertes verursacht.

Diese «Sekundäreffekte» lassen sich glücklicherweise auf einen gemeinsamen Nenner – dem Summenstromproblem und den Stromnebenpfaden – bringen, wenngleich deren Ursachen und Auswirkungen sehr verschieden sind. Bevor also eine Sanierung erfolgt, ist die Situationsanalyse jedes einzelnen Objektes sinnvoll und auch Kosten sparend. Bevor eine Trafostation umgebaut oder Trafos ausgetauscht werden, wären unbedingt Magnetfeldstörquellen aus falscher Leiteranordnung, Anlagendisposition oder Summenstromprobleme vorweg zu bekämpfen. Der daran anschliessende Schritt besteht aus der Abschirmung der konkreten Emittenten (Trafo, Schaltanlage, Niederspannungsverteilung), was bei richtiger Systemwahl erstaunlich geringe Kosten verursacht. Danach erst, in allerseltensten Fällen, drängen sich weitere Massnahmen auf.

### Angaben zum Autor

**Ernst W. Haltiner**, El.-Ing. HTL, war in leitenden Funktionen in der Eisenbahntechnik und in Energie- und Versorgungsunternehmen tätig. Seit 15 Jahren ist er selbständiger beratender Ingenieur in Energie- und Umweltfragen.  
9450 Altstätten, [info@haltiner.ch](mailto:info@haltiner.ch)

<sup>1</sup> NISV: Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung. 23. Dezember 1999, SR 814.710.

<sup>2</sup> Fachkommission für Hochspannungsfragen, Voltastrasse 9, CH-8044 Zürich, [www.fkh.ch](http://www.fkh.ch).

<sup>3</sup> CFW EMV-Consulting AG, CH-9410 Heiden, [info@cfw.ch](mailto:info@cfw.ch). Der vollständige Bericht ist unter [www.cfw.ch](http://www.cfw.ch) abrufbar.

## Blindage magnétique des installations existantes

### Une transformation complète des installations existantes n'est souvent pas nécessaire

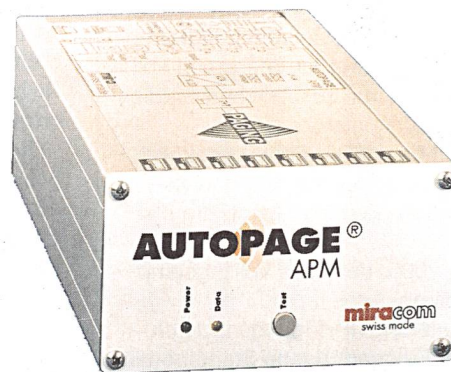
L'Ordonnance sur la protection contre les rayonnements non ionisants (ORNI) en vigueur depuis février 2002 impose pour les champs magnétiques émanant d'installations à courant fort des limites sévères d'immission et d'installation. La transformation complète d'installations existantes représente généralement une solution possible, mais coûteuse. Il est plus simple et plus économique d'optimiser les installations existantes ainsi que de constituer un blindage magnétique au moyen de panneaux en matériaux magnétiques et électriques bons conducteurs.



# AUTOPAGE®

Marktführend in Überwachung und Alarmierung von Brandschutz-, Heizungs-, Lüftungs-, Klima-, EDV-Anlagen etc.

- Alarmmeldungen auf Pager, Handy, SMS, Fax, Zentralempfänger, Drucker, Bildschirm, Zentralempfänger
- Modulare Gerätefamilie mit 4, 8, 16 oder 32 Eingängen, zusätzlich erweiterbar bis 128
- Komfortable Windows® Konfigurationssoftware
- USV serienmässig integriert
- Alarm- und Quittierungsmeldungen, Text bis zu 80 Zeichen
- Dringend- und Nichtdringendalarms
- Manueller und automatischer Testalarm
- Ereigniszeit in Meldung integriert
- Alarm- und Quittierungsmeldungen
- Alarmierungsablauf pro Eingang individuell
- 10 verschiedene Teilnehmer pro Eingang definierbar



Besuchen Sie uns an der  
Halle 3, Stand 131



**miratec**

Miratec AG • Haldenstrasse 5 • Postfach 2563 • 6342 Baar  
Telefon +41(41)768 67 00 • Telefax +41(41)768 67 09  
info@miratec.com • www.miratec.com

- ☐ Bitte senden Sie mir Ihre Dokumentation  
☐ Bitte senden Sie mir ein Gratisentrtritt für die SICHERHEIT

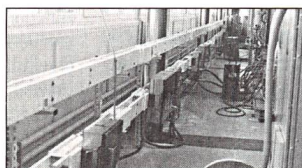
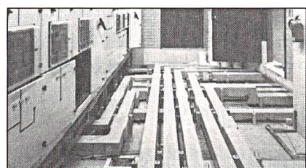
Name/Vorname: .....

Firma: .....

Strasse: .....

PLZ/Ort: .....

Einsenden an Miratec AG oder per Fax an 041 768 67 09  
(Angebot gültig solange Vorrat)



## Canalisations électriques LANZ HE IP 68 à gaine de résine synthétique 400 – 6000 A pour transport et distribution du courant.

La meilleure canalisation au monde, résistant à 100 % à la corrosion. Connecteurs de dérivation enfichables. Homologuée EN / CEI. Nouveau: avec conducteur neutre 200% et blindage CEM maximal. Têtes de raccordement standard ou selon spécifications du client.

● **Modifiable et extensible.** Pour l'alimentation des appareils et des machines dans les labos, ateliers, chaînes de production, fabriques, stades, etc.

● **Spécialement recommandées** pour la liaison transfo – distribution principale, pour les réseaux d'étage de bâtiments administratifs, centres de calcul et hôpitaux, usines d'incinération, stations d'épuration et installations à l'air libre. Production certifiée ISO 9001. Label de sécurité (S)

Conseils, offres, livraisons rapides et avantageuses dans le monde entier par  
**lanz oensingen sa 4702 Oensingen Tél. 062 388 21 21**  
**e-mail: info@lanz-oens.com Fax 062 388 24 24**

☐ Je suis intéressé par .....  
..... Veuillez m'envoyer la documentation.

☐ Pourriez-vous nous rendre visite à une date à convenir par téléphone? Nom / adresse / tél. ....

**LANZ** **lanz oensingen sa**  
CH-4702 Oensingen Südringstrasse 2  
Téléphone 062 388 21 21 Fax 062 388 24 24  
www.lanz-oens.com info@lanz-oens.com

**söil**

Ihr kompetenter und  
zuverlässiger Partner für  
Absturzsicherungen

Wir bieten:

- Steigenschutzleitern
- Führungsschienen vertikal
- Führungsschienen horizontal
- Anschlageneinrichtungen
- Horizontale Sicherungsseile A2
- Persönliche Schutzausrüstung
- Höhensicherungsgeräte
- Rettungshubgeräte
- Einfahranlagen
- Seminare und Lehrgänge



**Letrona AG**

Schulstrasse 22, CH-9504 Friltschen  
Tel. +41(0)71 654 64 64, Fax +41(0)71 654 64 65  
Email: info@letrona.ch, www.letrona.ch