

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 84 (1993)

**Heft:** 19

**Artikel:** Neue Konzeption für die Datenübertragung zwischen Unterwerken : erfolgreiche Montage eines Erdseils mit Lichtwellenleiter dank integraler Qualitätssicherung

**Autor:** Marchiondi, Mario / Bracher, Peter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-902729>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

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

Am Beispiel der 110/16-kV-Leitung Boniswil–Reinach wird die erste Realisierung einer für das AEW neuen Konzeption der Datenübertragung mit Lichtwellenleitern im Erdseil beschrieben. Projektiert und ausgeführt wurde sie durch das AEW (Federführung), in enger Zusammenarbeit mit dem Hauptlieferanten Câbleries & Tréfileries de Cossonay S.A. und unter anderem der Firma Georg Fischer AG. Die Erfahrung zeigt, dass eine erfolgreiche Montage eines Erdseils mit Lichtwellenleiter (ESLI) nur durch eine sorgfältige Planung und peinlich genaue Qualitätssicherung während sämtlichen Arbeitsschritten gewährleistet ist.

# Neue Konzeption für die Datenübertragung zwischen Unterwerken

## Erfolgreiche Montage eines Erdseils mit Lichtwellenleiter dank integraler Qualitätssicherung

■ Mario Marchiondi und Peter Bracher

### Steigender Bedarf an Datenübertragungswegen bei den EVU

#### Heutiges Datennetzkonzept und neue Anforderungen beim AEW

Das bestehende Datenübertragungsnetz des Aargauischen Elektrizitätswerks (AEW) dient vor allem der Fernsteuerung der Unterwerke von Nachbarunterwerken aus. Daneben unterstützt es das Lastmanagement und die Werktelefonie. Werkseigene Sternvierer- und Koaxialverbindungen bilden das Rückgrat des Netzes. Lücken werden mit Trägerfrequenzstrecken und Mietleitungen geschlossen. Das Netz ist mehr oder weniger strahlenförmig aufgebaut, Redundanz ist so gut wie keine vorhanden.

Mit der Einführung eines neuen Leitstellenkonzeptes für die Netz- und Lastführung steigt die Nachfrage nach Datenübertragungswegen in den nächsten Jahren beträchtlich an. Weitere Anforderungen aus geplanten und bereits in Einführung begriffenen Konzepten sind schon voraussehbar, zum Beispiel Informatik, Messungen usw.

#### Neues Datenübertragungskonzept unter Einsatz der LWL-Technologie

Die Erfahrungen auch anderer Betreiber von nichtoptischen Datenübertragungsnetzen haben in der Vergangenheit gezeigt, dass organisch gewachsene Netze rasch an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit stossen, kaum mehr erweiterbar sind und sich nur

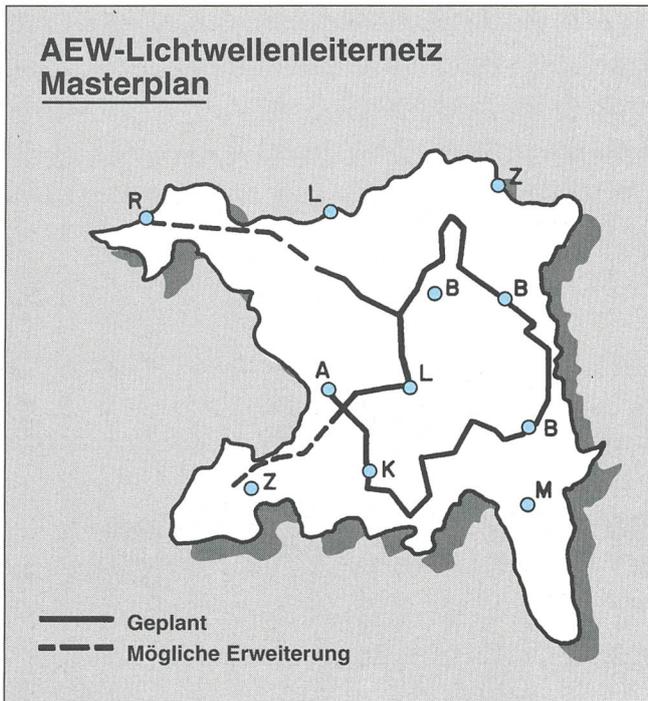
schwer instandhalten lassen. Aus der Erkenntnis, dass die Lichtwellenleiter(LWL)-Technologie zukunftsweisend ist, haben die Nordostschweizerischen Kraftwerke (NOK) und die Kantonswerkdirektoren vereinbart, im Zuge des Umbaus der Gemeinschaftsleitungen (Spannungserhöhung von 50 auf 110 kV) Erdseile mit Lichtwellenleitern einzusetzen. Für diesen Entscheid spielte neben den bekannten Vorteilen wie hohe Übertragungskapazität und Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störungen auch die Möglichkeit, hohe Datenraten ohne Zwischenverstärkung oder Signalregeneration über grössere Distanzen zu übertragen, eine grosse Rolle.

Bei dieser Ausgangslage beschloss das AEW, unterstützt von einer Engineering-Firma, eine völlige Neukonzeption des Übertragungsnetzes in Angriff zu nehmen. Als Ergebnis liegen heute ein wegweisender Bericht mit Masterplan sowie erste Realisierungen vor.

Konzipiert wurde eine ringförmige Netzstruktur, die alle wichtigen Regionen des Kantons Aargau erschliesst (Bild 1). Die Ringstruktur bietet den besten Kompromiss zwischen Verfügbarkeit (Redundanz) und notwendigen Investitionen. Bei der Trasseführung werden soweit als möglich bestehende Mittelspannungsleitungen verwendet. Die heutigen Kommunikationsbedürfnisse können mit einfachen optischen Multiplexern ohne weiteres erfüllt werden. Das Netz ist aber im Konzept so ausgelegt, dass der Wechsel auf eine leistungsfähigere Technologie durch einfachen Austausch der Endgeräte möglich ist. Denkbar ist der Einsatz der SDH(Synchrone Digitale Hierarchie)-Tech-

#### Adressen der Autoren:

Mario Marchiondi, dipl. Ing. HTL, Aargauisches Elektrizitätswerk, Obere Vorstadt 40, 5001 Aarau, und Peter Bracher, dipl. Ing. HTL, Câbleries & Tréfileries de Cossonay S.A., 1305 Cossonay-Gare.



**Bild 1 Lichtwellenleiternetz der AEW**

Die ringförmige Netzstruktur erschliesst alle wichtigen Regionen des Kantons Aargau

mit 35 N/mm<sup>2</sup> und das Erdseil mit 45 N/mm<sup>2</sup> bei 10°C reguliert wurden. Die Freileitung wurde im Jahre 1992 neu erstellt, und die Kabelstrecke in Boniswil wurde im Juni 1993 dem Betrieb übergeben.

Das Leitungstrasse, in dem auch die Seilzugabschnitte eingetragen sind, ist aus dem Situationsplan ersichtlich (Bild 2). Die einzelnen Seilzugabschnitte haben Längen von:

Abschnitt I	Mast 1-9	1,7 km
Abschnitt II	Mast 9-16	1,6 km
Abschnitt III	Mast 16-32	3,1 km

**Wahl und Aufbau des Erdseils mit Lichtwellenleitern**

In einem frühen Projektstadium wurden in enger Zusammenarbeit zwischen Kunde (AEW) und Seillieferant (Câbleries & Tréfileries de Cossonay S.A.) sämtliche für die Wahl des Esli relevanten Leitungsdaten sorgfältig zusammengestellt und die Anforderungen in

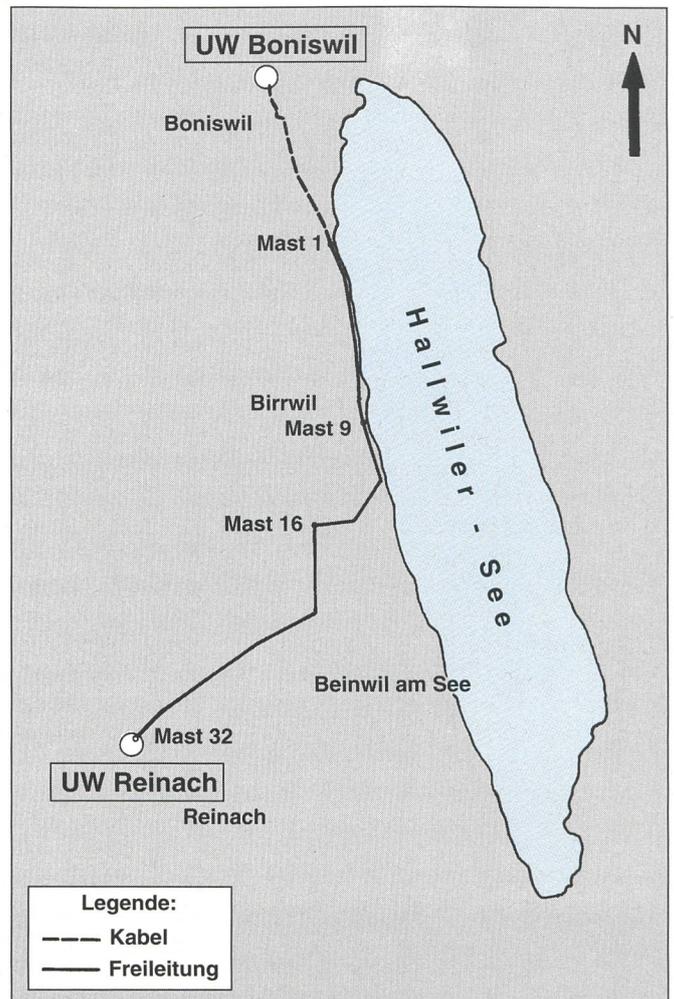
- mechanischer
- thermischer
- elektrischer
- nachrichtentechnischer

Hinsicht definiert.

nologie. Sofern es die rechtlichen Rahmenbedingungen und die Marktgegebenheiten zulassen, soll dieses Netz in Zukunft als Dienstleistung auch Dritten angeboten werden.

Im vorliegenden Artikel wird nun über die Erfahrungen bei einer der ersten derartigen Realisierungen, der 110/16-kV-Leitung Boniswil-Reinach, berichtet. Es handelt sich dabei um den zweiten Leitungsabschnitt, der im Rahmen dieses Konzeptes mit einem Erdseil mit Lichtwellenleitern (Esli) ausgerüstet worden ist.

**Bild 2 Situationsplan der 110/16-kV-Leitung Boniswil-Reinach**



**Die 110/16-kV-Leitung Boniswil-Reinach**

**Anlagen- und Leitungsbeschreibung**

Die 110/16-kV-Leitung Boniswil-Reinach – eine Gemeinschaftsleitung der Nordostschweizerischen Kraftwerke AG (NOK) und des Aargauischen Elektrizitätswerkes (AEW) – durchquert zunächst ab dem UW Boniswil das Gemeindegebiet Boniswil als Kabelstrecke. Danach wird die Leitung als zweisträngige Freileitung mit Betonmasten, belegt mit Phasenseilen 6x400 mm<sup>2</sup> Aldrey und einem Lichtwellenerdseil durch die Gemeinden Birrwil, Beinwil am See und Reinach zum Unterwerk Reinach geführt. Die Federführung für Projektierung und Bau dieser Gemeinschaftsleitung lag gemäss Vereinbarung mit den NOK beim AEW. Für die gesamte Leitungslänge von rund 6,4 km wurden 12 Stützpunkte benötigt. Die Spannweiten betragen im Mittel etwa 210 m (min. 123 m, max. 273 m), wobei die Leiterseile

Auf der Strecke Boniswil–Reinach wurde im Einvernehmen mit den NOK ein Esli mit 12 Fasern, anstelle des bisher üblichen Typs mit 8 Fasern, verlegt. Folgende Gründe waren dafür ausschlaggebend:

- Das Wachstum der Nachfrage nach Telekommunikation wurde in der Vergangenheit stets unterschätzt. Für die Zukunft ist deshalb eine tragfähige Infrastruktur erforderlich, die spätere Ausbauschritte ermöglicht.
- Einige mögliche Applikationen brauchen zwingend separate Fasern; so können zum Beispiel Videosignale nicht beliebig mit Standardprotokollen gemischt werden.
- Die Mehrkosten für 4 zusätzliche Fasern betragen etwa 4% der Gesamtkosten für die Verlegung des Esli. Diese Zusatzkosten für eine weitere Steigerung der Übertragungskapazität um 50% sind wirtschaftlich vertretbar.
- Sollten bei der Montage oder während des Betriebes einzelne Fasern unbrauchbar werden, ist noch genügend Ersatz vorhanden.

Fortschritte bei den optischen Endgeräten und neue, noch leistungsfähigere Protokolle lassen für die Zukunft eine weitere Steigerung der Übertragungskapazität pro Faser erwarten. Lösungen mit weniger als 12 Fasern können deshalb nötigenfalls akzeptiert werden. Aufgrund der Bedürfnisse fiel in enger Absprache mit den NOK die Wahl auf ein Esli vom Typ LG-SG-6LF(FT)6x2FSA-10/125-K\*/ALD 229 mit einem Aldreyquerschnitt von 229 mm<sup>2</sup> (12 integrierte Monomodefaser).

Den Seilaufbau zeigt Bild 3. Ein nichtmetallisches Stützelement bildet das geometrische Zentrum des Seils. Die 6 mit je 2 Monomodefaser bestückten Kunststoffröhrchen sind konzentrisch um das Zugentlastungselement verseilt. Das Innere der Röhrchen sowie die Hohlräume des Bündels sind mit einer wasserabstossenden Masse gefüllt. Das Bündel wird durch einen robusten Kunststoffmantel geschützt. Ein längsaufgebrachtes, kunststoffbeschichtetes Aluminiumband verhindert ferner das radiale Eindringen von Feuchtigkeit ins Seilinnere. Über der Wasserdampfbarriere liegt die zweilagige metallische Komponente des Seils. Die innere Lage besteht aus profilierten Aldreydrähten; sie schützt das darunterliegende Nachrichten-kabel vor schädlichen Kompressionskräften. In der äusseren Lage befinden sich runde Aldrey-Drähte mit einem Durchmesser von 3,15 mm. Zur Wahl von Drähten mit einem Durchmesser über 3 mm in der äussersten Drahtlage führte die Erkenntnis, dass stärkere Drähte weniger anfällig auf Beschädigung durch Blitzeinschläge sind.

Auf die Verwendung von ACS-Drähten (Aluminiumbeschichtete Stahldrähte) konnte

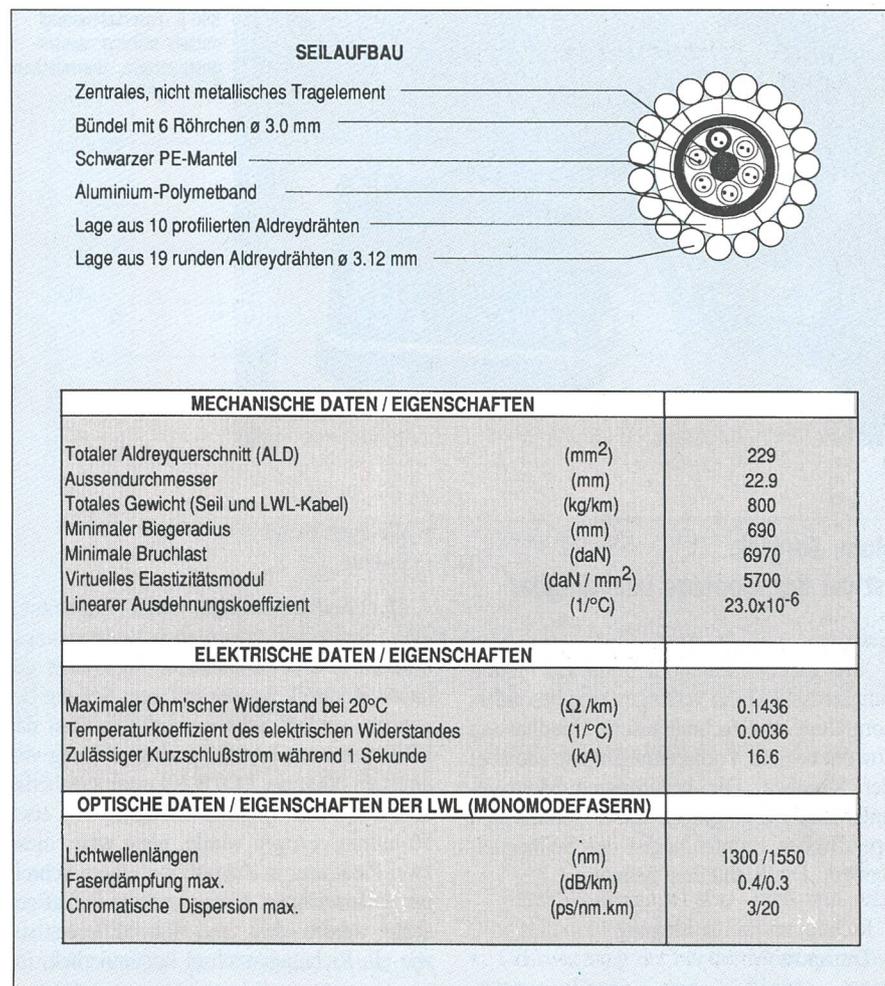


Bild 3 Aufbau eines Erdseils mit Lichtwellenleitern (Esli)

Typ: LG-SG-6LF(FT)6x2FSA-10/125-K\*/ALD 229 (Fabrikat Cossonay)

verzichtet werden. Bei den vorliegenden Spannweiten und zu erwartenden Zusatzlasten genügt eine reine Aldrey-Konstruktion. Sie ist gegenüber einer Mischkonstruktion aus Aldrey-ACS

- leichter
- preisgünstiger
- kurzschlussfester.

Die mechanischen, elektrischen und faser-optischen Daten/Eigenschaften des Esli gehen ebenfalls aus Bild 3 hervor.

#### Armaturen

Zur Befestigung des Esli auf den Freileitungsmasten wurden Armaturen der Georg Fischer AG verwendet. Die Wahl der Komponenten erfolgte in Absprache mit den Lieferfirmen Câbleries & Tréfileries de Cossonay S.A. und Georg Fischer AG. Je nach Tragwerktyp handelt es sich um eine Trag- oder Abspannarmatur, wie sie im wesentlichen für die Befestigung normaler Erdseile montiert wird. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine Pilotanlage. Die Standardisierung der Gesamtarmaturen wird noch

Gegenstand von Erfahrungsgesprächen zwischen den NOK, den Kantonswerken und der einschlägigen Industrie sein.

#### Faseroptisches Zubehör

Die zwei Verbindungspleissungen Esli-Esli bei den Masten 9 und 16 sowie die beiden Übergangspleissungen Esli-erdverlegtes Kabel Richtung Station bei den Masten 1 und 32 sind in standardisierten Verbindungsschränken vom Typ DK 60 untergebracht. Aus Montage- und Sicherheitsgründen sind die Schränke auf einer Höhe von 3 m an den Freileitungsmasten befestigt.

Die Einführung der zugentlasteten Erdseile und der Verbindungskabel in die Verbindungsschränke erfolgt von unten mittels Stopfbüchsen. Die eigentlichen Faserspleissstellen befinden sich in einer staub- und wasserdichten Box aus Aluminiumguss, welche zusammen mit einer komfortablen Faserreserve in einem geräumigen, thermolackierten, wetter- und stossfesten Aluminiumschrank mit frontseitigem Schloss Platz findet.

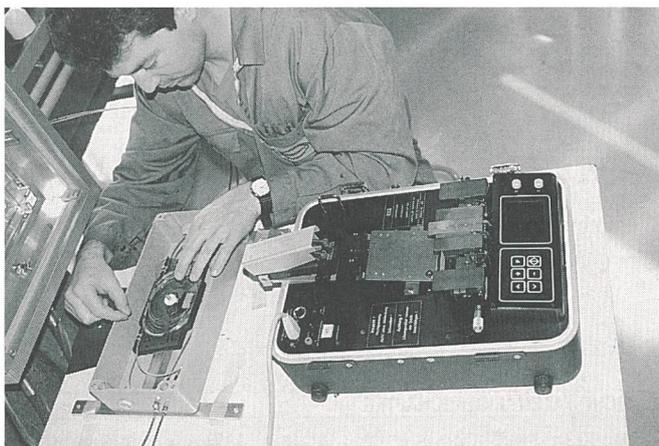


Bild 4 Faserspleissung mittels mikroprozessor-gesteuertem, thermischem Spleissgerät

### Hohe Sorgfalt ist bei der Montage unabdingbar

#### Seilzug

Mit Lichtwellenleitern bestückte Freileitungserdseile (Esli) verlangen eine besonders sorgfältige und fachmännische Handhabung sowohl bei den Vorbereitungen wie auch bei der Montage. Die beauftragten Montageunternehmungen gingen dabei gemäss den spezifischen Empfehlungen des Seilherstellers vor. Die Richtlinien betrafen:

- Richtlinien für die Planung
- Transport

- Verlegehilfsmittel
- Seilzug.

Der Seilzug erfolgte nach Erarbeitung aller Empfehlungen bezüglich Vorbereitungsarbeiten in drei Abschnitten. Nach einer genauen Kontrolle konnte mit dem Seilzug begonnen werden. Sehr wichtig war, dass das LWL-Seil unter konstanter Zugspannung von ungefähr 6000 bis 7000 N bei einer annähernd konstanten Einzugsgeschwindigkeit von etwa 50 m/min gezogen wurde. Ideal wäre, diese zwei Parameter in Zukunft mit einem Schreiber aufzuzeichnen. Ebenso musste darauf geachtet werden, dass eine Höhendifferenz sowie ein Richtungswechsel kontinuierlich, in-

nerhalb der Vorgaben, erfolgte. Generell gilt, dass jedes Anfahren und Abbremsen mit der Einzugsmaschine sorgfältig, sanft und kontinuierlich zu erfolgen hat.

#### Armaturenmontage

Zum Einregulieren des Esli wurden nur Abspannschrauben verwendet. Ebenso wurden unter allen Hänge- und Abspannklemmen Schrauben gemäss Angaben der Firma Georg Fischer AG montiert.

#### Spleissungen

Die erforderlichen Vorarbeiten und die Spleissung der 12 Monomodefasern bei den Masten 9 und 16 wurden von Spezialisten des Seillieferanten vorgenommen. Ein Arbeitspodest erlaubte die Aufstellung der notwendigen Ausrüstung und das sichere Arbeiten des Montagepersonals auf der Höhe des am Freileitungsmast angebrachten Verbindungskastens.

Zur dauerhaften Verbindung der Lichtwellenleiter kam ein modernes, mikroprozessorgesteuertes, thermisches Spleissgerät (Bild 4) zum Einsatz. Im Gerät sind zwei voneinander unabhängige Verfahren zur Positionierung und die automatische Spleissdämpfungsbestimmung integriert. Das System LIV (Local Injection and Detection) erlaubt die Messung der Spleissdämpfung bei der Betriebswellenlänge von 1300 nm und sorgt dadurch für einwandfreie LWL-Verbindungen mit niedrigen Dämpfungsverlusten auch unter erschwerten Montagebedingungen.

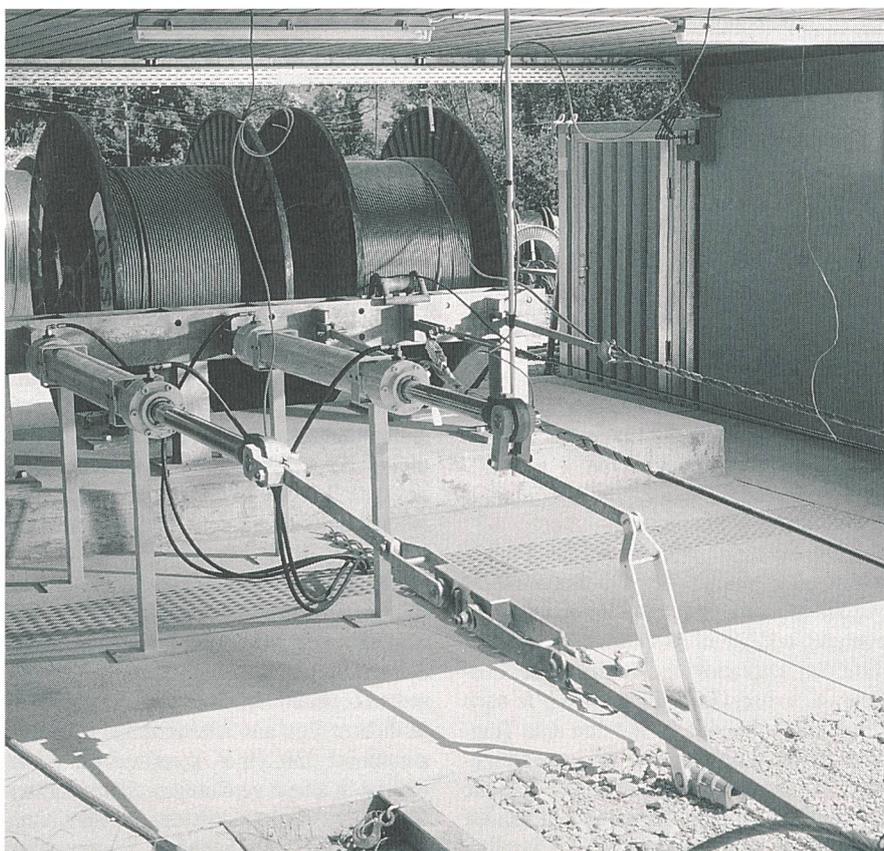


Bild 5 Freiluftprüfstand Cossonay für Prüflängen bis 300 m

### Integrale Qualitätssicherung begleitet sämtliche Montageoperationen

Der Tatsache bewusst, dass es sich bei einem Esli um ein technologisches Spitzenprodukt handelt, das auf der «rauen» Baustelle einer aufmerksamen, überlegten Montage bedarf, haben sich die Projektverantwortlichen des AEW frühzeitig mit dem Seilhersteller zusammengesetzt, um die notwendigen Arbeits- und Prüfanweisungen vor, während und nach dem Seilzug festzulegen. Ziel war es, die Qualität des LWL während der gesamten Montagephase zu verfolgen und allfällige Qualitätsverluste zu vermeiden, um dem Betrieb eine geprüfte Verbindung übergeben zu können, die den gestellten Anforderungen vollumfänglich genügt.

#### Werkprüfungen

Typenprüfungen haben eine wesentliche Bedeutung für die Beurteilung der Entwurfsqualität, der Qualität der Materialien sowie der Prozessbeherrschung. Den Routine-

prüfungen gingen auch im vorliegenden Fall beim Seilhersteller zahlreiche Typenprüfungen voraus. Besondere Erwähnung verdienen dabei die umfangreichen

- Zugversuche
- Schwingungstests in Zusammenarbeit mit der Firma Georg Fischer in Schaffhausen
- Kurzschlussprüfungen.

Die damit zusammenhängenden optischen Messungen an den LWL erfolgten bei einer Lichtwellenlänge von 1300 nm. Für die Seilversuche stand dem Lieferanten in Cossonay ein eigener, moderner Prüfstand für Versuchslängen bis zu 300 m zur Verfügung (Bild 5).

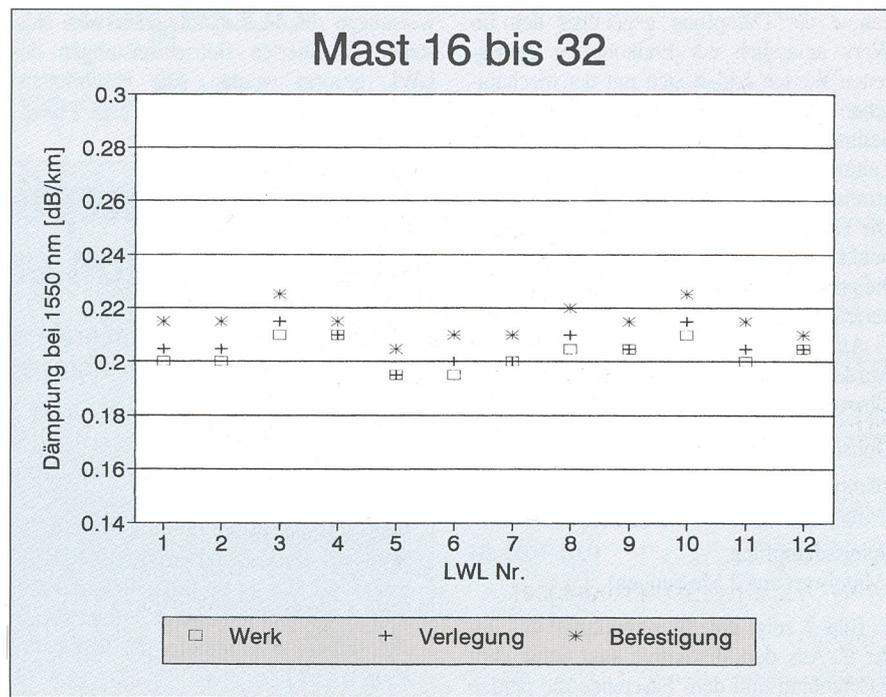
Die Routineprüfungen umfassen zahlreiche Prüfungen, beginnend mit Wareneingangsprüfungen über fertigungsbegleitende Prüfungen bis hin zu den Endprüfungen. Das vom Hersteller angewandte QS-System gemäss ISO 9001/EN 29001 stellte hierbei eine beträchtliche Hilfe dar. Die mechanischen Routineprüfungen an Einzeldrähten der Seile erfolgten nach einschlägigen Normen, die Endkontrolle in Form visueller Kontrollen einschliesslich der Verifizierung der Seildimensionen. Optische Prüfungen wurden auf allen 12 Fasern der 3 Teillängen ausgeführt. Die Faserparameter wurden bereits vor der Lieferung an den Seilhersteller vom schweizerischen Faserhersteller (Cabl-optic SA) auf die Übereinstimmung mit dem Pflichtenheft kontrolliert. Geprüft wurden dabei

- geometrische Parameter
- chromatische Dispersion
- Grenzwellenlänge
- Modenfelddurchmesser.

Vom Seilhersteller wurde am Lichtwellenleiterkabel vor dem Anbringen der metallischen Aussenhülle eine Dämpfungsmessung durchgeführt. Im Sinne einer Endkontrolle wurden am fertigen Seil, im Beisein des Kunden, alle 12 Fasern der 3 Lieferlängen einer Dämpfungsmessung (in beiden Richtungen) mittels Rückstrommethode bei 1300 nm und 1500 nm unterzogen. Diese Methode nützt die Tatsache aus, dass das Licht an jeder Unstetigkeit in der Faser teilweise reflektiert wird. Aufgrund einer Amplituden- und Laufzeitmessung ist es dadurch möglich, ein Dämpfungsprofil der Faser aufzunehmen. Bei sämtlichen Prüfungen wurden die Garantiewerte eingehalten, das heisst die Esli verliessen die Produktionsstätte in tadellosem Zustand.

**Montagekontrollen**

Obwohl die Qualität durch das Protokoll der Endprüfung des Herstellers garantiert wird, sind vor und während der Montage weitere Kontrollen und Prüfungen notwendig:



**Bild 6 Lichtwellenleiter-Endprüfung**

Das Bild zeigt die Dämpfungswerte aus Endkontrolle im Werk und Montagekontrolle vor Ort für den Leitungsabschnitt Mast 16 bis Mast 32 im Vergleich

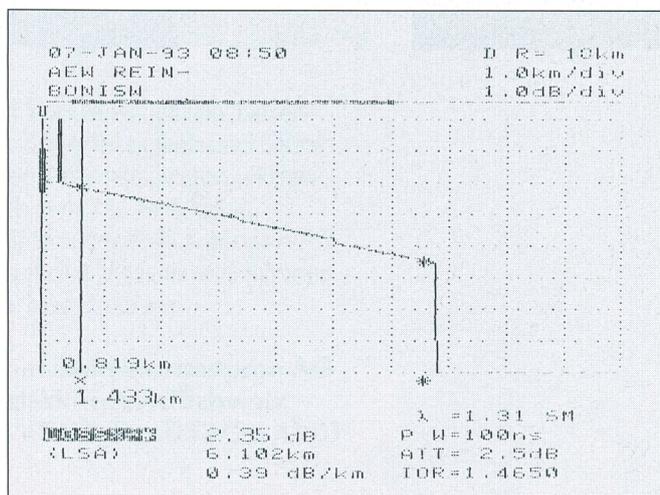
- Identifikation des Produktes anhand des Lieferscheins und der Bestellung
- Sichtkontrolle des Gebindes sowie des Produktes nach dem Transport und vor Montagebeginn (auf Einzugsplatz)
- Kontrolle der Einrichtung zum Seilzug nach speziellem Werkvertrag sowie den Empfehlungen des Kabellieferanten
- Protokollierung der mechanischen Einzugsdaten (Zugkräfte und Umlenkradien)
- Optische Zwischenmessung, unmittelbar nach erfolgtem Seilzug vor dem Anbringen der Trag- und Abspannklemmen, mittels Reflektometer durch Spezialisten des Seilherstellers (Rückstrommessung bei

- einer Wellenlänge von 1550 nm, abschnittsweise in beiden Richtungen)
- Überwachung der bei der Montage zulässigen Druck- und Zugkräfte sowie Einhaltung der korrekten Montage der Armaturnen
- Weitere optische Zwischenmessung (wie oben) nach der definitiven Abspannung
- Schlussmessung nach Fertigstellung der Leitung auf der ganzen Länge der optischen Nachrichtenverbindung (Rückstrommessungen, durchgeführt von beiden Endpunkten der Leitung aus).

Die nach der Seilverlegung und der Armaturenmontage festgestellte, geringfügige Zu-

**Bild 7 LWL-Schlussprüfung vor Ort**

Das Bild zeigt die Rückstreu Kurve (Dämpfung in Funktion der Faserlänge) bei 1300 nm von Fasern der Strecke Mast 1 bis Mast 32. Aus der Messkurve sind nebst dem Faseranfang und dem Faserende die beiden Spleissstellen (bei 3,1 km und 4,7 km) in Form eines geringen Dämpfungssprunges sichtbar. Massstab: horizontal 1,0 km/Skaleneinheit; vertikal 1,0 dB/Skaleneinheit



nahme der Dämpfung gegenüber den im Werk anlässlich der Endkontrolle gemessenen Werten erklärt sich mit der mechanischen Beanspruchung der Esli bei der Seilmontage. Bild 6 zeigt am Beispiel des Leitungsabschnittes Mast 16 bis Mast 32 die ermittelten Dämpfungswerte im Vergleich. Die Esli befanden sich auch zu diesem Zeitpunkt in einwandfreiem Zustand, das heisst die ermittelten Rückstreuungen wiesen keinerlei Unregelmässigkeiten auf.

Auf der Freileitung Boniswil-Reinach wurden die folgenden Eckdaten der LWL-Übertragungsstrecke ermittelt:

Optische Leitungslänge	6696 m
Dämpfung bei 1300 nm (Mittelwert aus 2 Messungen)	0,34–0,37 dB/km
Spleissdämpfung (Mittelwert aus 2 Messungen)	0,01–0,06 dB

Bild 7 zeigt die Rückstreuungen der Faser 3. Aus der Messkurve sind neben dem Faseranfang und dem Faserende die beiden Spleissstellen in Form eines geringen Dämpfungssprunges sichtbar.

### Zusammenfassung

Für die Informationsübertragung zwischen Unterwerken werden wahrscheinlich in Zukunft fast ausschliesslich LWL eingesetzt. Es liegt nahe, die Koax-Seile durch Erdseile mit Lichtwellenleiter (Esli) abzulösen und ihre viel höheren Übertragungskapazitäten im Rahmen neuer Netzkonzepte zu nutzen.

Um eine einwandfreie Qualität der Esli bis zur Inbetriebnahme zu gewährleisten, genügen die Werkprüfungen alleine nicht. Vielmehr muss während der «rauh» Bauphase durch entsprechende Arbeits- und Prüfan-

weisungen für die Erhaltung der vom Hersteller garantierten Betriebsleistungen des LWL gesorgt werden. Die beschriebene

110/16-kV-Leitung Boniswil-Reinach konnte dem Betreiber unter Einhaltung sämtlicher Garantiewerte übergeben werden.

## Nouvelle conception de la télécommunication entre sous-stations

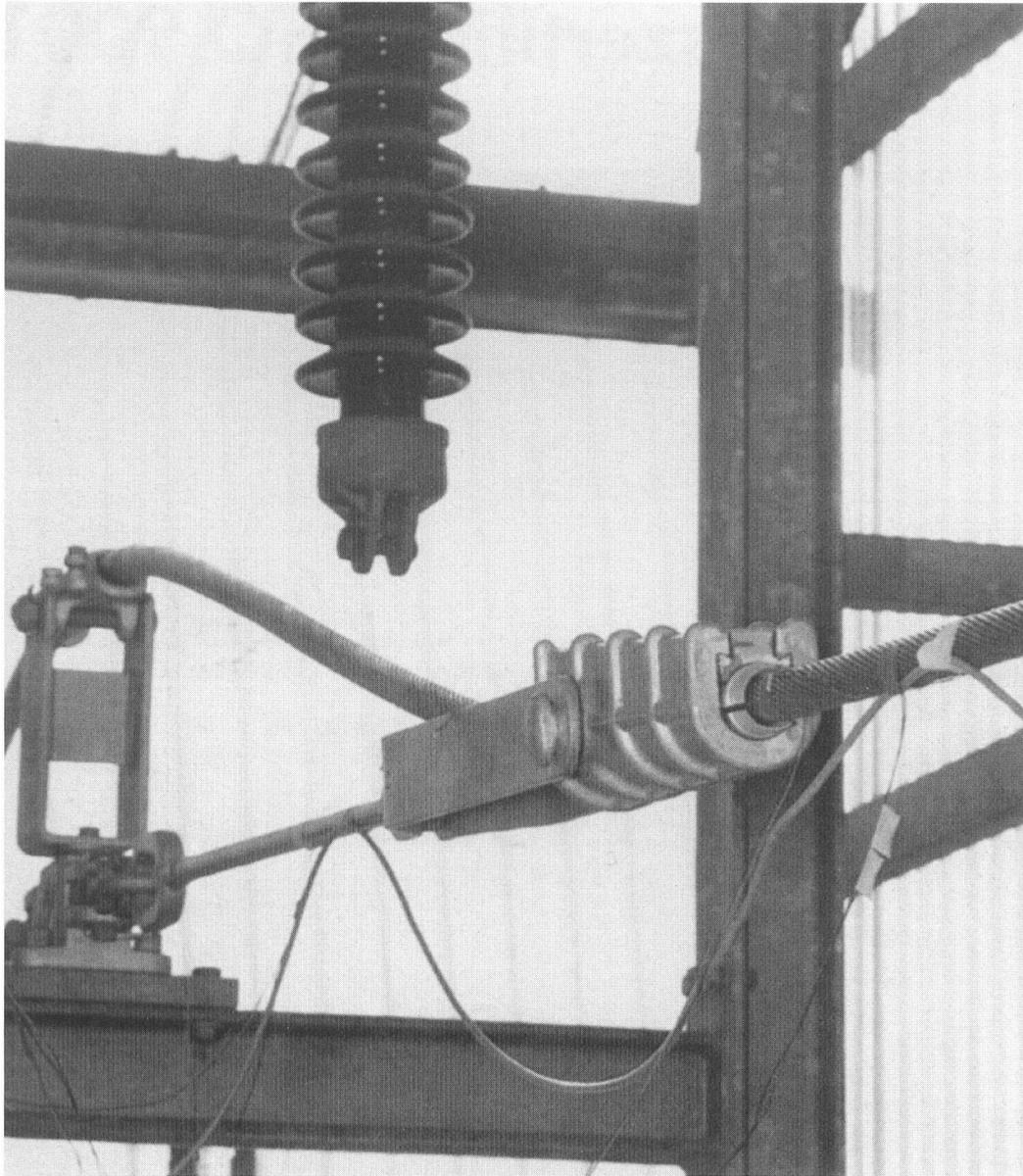
### Une assurance qualité intégrale est indispensable lors du montage d'une ligne de terre avec fibres optiques

Les lignes de terre à éléments de télécommunication intégrés, assurant la transmission des paramètres techniques et de la télécommande, sont désormais indissociables du réseau des lignes aériennes à haute tension. L'introduction des fibres optiques (FO) en remplacement des conducteurs coaxiaux et à paires symétriques a ouvert de nouvelles voies dans les possibilités de transmissions. Ainsi la réalisation de la ligne 110/16 kV Boniswil-Reinach (copropriété NOK et AEW) par la compagnie argovienne d'électricité (AEW), en étroite collaboration avec le fabricant de la corde, les Câbleries et Tréfileries de Cossonay, et le fournisseur des accessoires, Georg Fischer AG, constitue un exemple d'un premier pas vers cette nouvelle conception du réseau des transmissions.

La structure du réseau de l'AEW est représentée sur la figure 1, le tracé de la ligne Boniswil-Reinach de 6,4 km sur la figure 2. Les exigences liées aux aspects mécaniques, thermiques, électriques et aux nécessités de télécommunication ont conduit au choix d'une ligne de terre comportant 12 fibres optiques monomodales et une section d'Aldrey de 229 mm<sup>2</sup>. La construction et les caractéristiques techniques de la ligne de terre sont réunies dans la figure 3. La pose et le montage des lignes aériennes à FO doivent être réalisés par du personnel compétent, conformément aux directives des fabricants de la corde et des accessoires. L'article illustre les points essentiels. Une technique de soudure moderne (figure 4) garantit une liaison durable des FO avec des valeurs d'affaiblissement linéique très basses.

L'article traite ensuite les aspects d'une assurance de qualité optimale et des nombreux contrôles en cours de fabrication comme les essais de type (selon figure 5) et les essais de routine ainsi que les contrôles en cours de montage et les mesures finales. Aux figures 6 et 7 on trouvera les mesures optiques effectuées avec succès chez le fabricant et dans le terrain. L'assurance de qualité globale a donc permis aux exploitants (NOK et AEW) d'entreprendre cette réalisation de liaison télécom avec ligne de terre FO sur le tronçon Boniswil-Reinach avec la garantie que les valeurs prescrites seraient tenues.

# Auch bei Ihnen hängt einiges ab von der Qualität unserer Elektroarmaturen und unserem Know-How



## Elektroarmaturen mit Qualitätszertifikat ISO 9001

Weil bei Ihnen von unseren Elektroarmaturen sprichwörtlich einiges abhängt, können und dürfen wir unsere Kunden nicht hängen lassen. Unsere grosse und lange Erfahrung mit Elektroarmaturen für Hoch- und Mittelspannungsleitungen bildet die Basis für eine wirtschaftliche und sichere Energieübertragung und -verteilung.

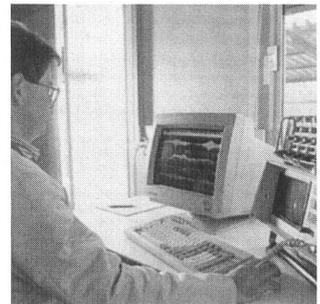
Eingehen auf Kundenwünsche, Lieferbereitschaft, Zuverlässigkeit und Qualität: Ihre klaren Anforderungen wollen wir tagtäglich aufs Neue erfüllen. Für die Qualität unseres Kundenservice können Sie auf das Wissen und Können unserer Mitarbeiter zählen.

**Georg Fischer Elektroarmaturen AG**  
**CH-8201 Schaffhausen/Schweiz**  
**Tel. 053/81 40 02, Fax 053/25 41 07**

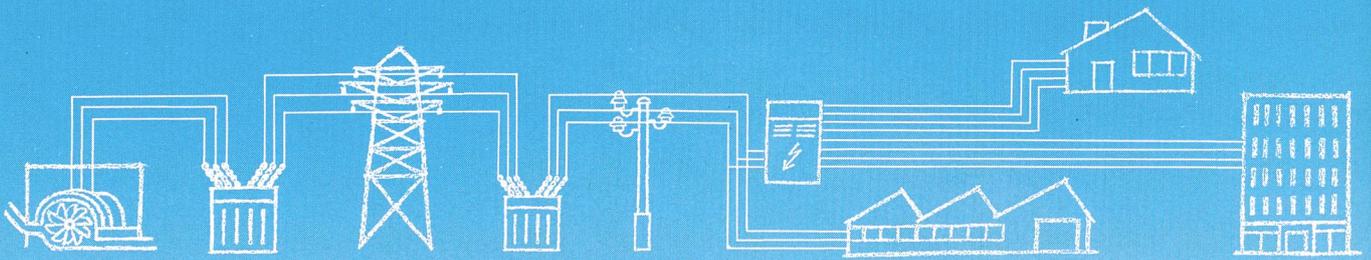


## Geprüfte Qualität

Das Qualitätszertifikat ISO 9001 ausgestellt von der Schweizerischen Vereinigung für Qualitätssicherungs-Zertifikate. Unsere Kunden haben somit die Sicherheit und den Beweis, dass Georg Fischer Elektroarmaturen nach strengen Qualitätsnormen entwickelt, gefertigt und geprüft werden.

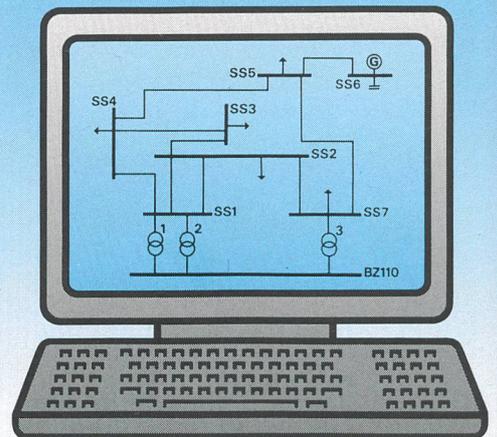


**ELMES-Messtechnik: Mit weniger Daten mehr wissen.**



## Wie berechnen Sie Lastfluss und Kurzschlussströme?

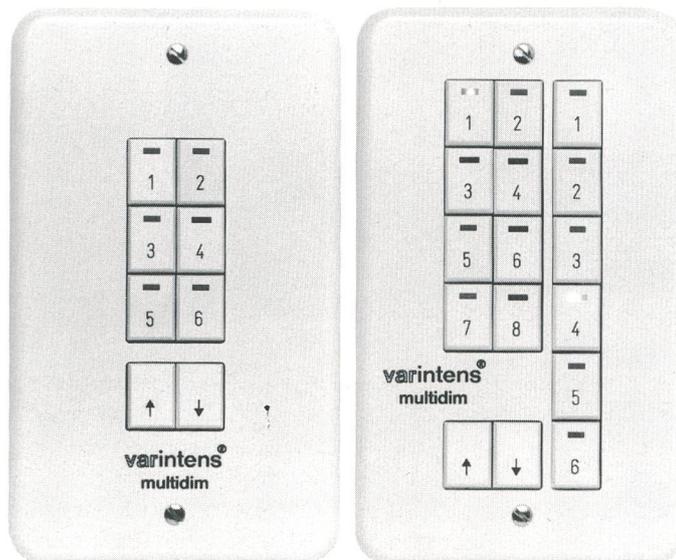
Die Software **ELMES NEPS** hilft Ihnen, beim Lastfluss, bei Kurzschlussberechnungen und bei **Staffelplänen für den Distanzschutz** die richtigen Entscheidungen zu treffen. Rufen Sie an, wir dokumentieren Sie gerne.



**ELMES STAUB + Co AG**  
Systeme für die Messtechnik  
8805 Richterswil  
Telefon 01-784 22 22  
Fax 01-784 64 07

# varintens® multidim

Die programmierbare Lichtleistungssteuerung für flexible Lichtarchitektur in: Hotels, Museen, Foyers, Versammlungsstätten, Ausstellungshallen, Galerien etc.



varintens® multidim bietet programmierbare Lichtsteuerungen und eine Vielzahl von Raumkonfigurationen bei maximaler Flexibilität und wirtschaftlichem Einsatz der Leuchtmittel: **Stromersparnis** und längere Lebensdauer der Leuchtmittel dank varintens®-Elektronik.

Verlangen Sie unsere Dokumentation.

**Praxiserprobte Konzepte und Anlagen für professionelle Anwender**

starkstrom-elektronik ag  
Schweiz/Suisse/Switzerland



Güterstrasse 11  
CH-8957 Spreitenbach  
Telefon 056/72 76 11  
Telefax 056/71 49 86