

Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 97 (2006)
Heft: 9

Artikel: Erdungsmassnahmen und Erdungsmessungen
Autor: Koller, Hanspeter / Rieger, Roman
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-857675>

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: 17.03.2025

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

Erdungsmassnahmen und Erdungsmessungen

Neuerschliessung bestehender Berggasthäuser unter ungünstigen geologischen Gegebenheiten

Bei der Erstellung neuer elektrischer Anlagen werden wenn immer möglich die Armierungen der Fundamente bzw. die Fundamentanker als wirksame dauerhafte Erder eingesetzt. Bei der Neuerschliessung bestehender Berggasthäuser im Alpstein fehlten diese Armierungen weit gehend. Da zusätzlich wegen geologischer Gegebenheiten schlechte Erdungsverhältnisse zu erwarten waren, wurde für die Erdung daher Kupferdraht in sämtlichen Kabelgräben verlegt. Das so entstandene weit verzweigte Erdungssystem dient als Erder einerseits für die Anlageerdungen in den Transformatorenstationen und andererseits zur Anbindung des PEN-Leiters des Niederspannungssystems in den Kabelverteilkabinen und bei den Hausanschlüssen. Bestehende Blitzschutzanlagen der Berggasthäuser wurden ebenfalls sorgfältig mit diesem Erdungsnetz verbunden.

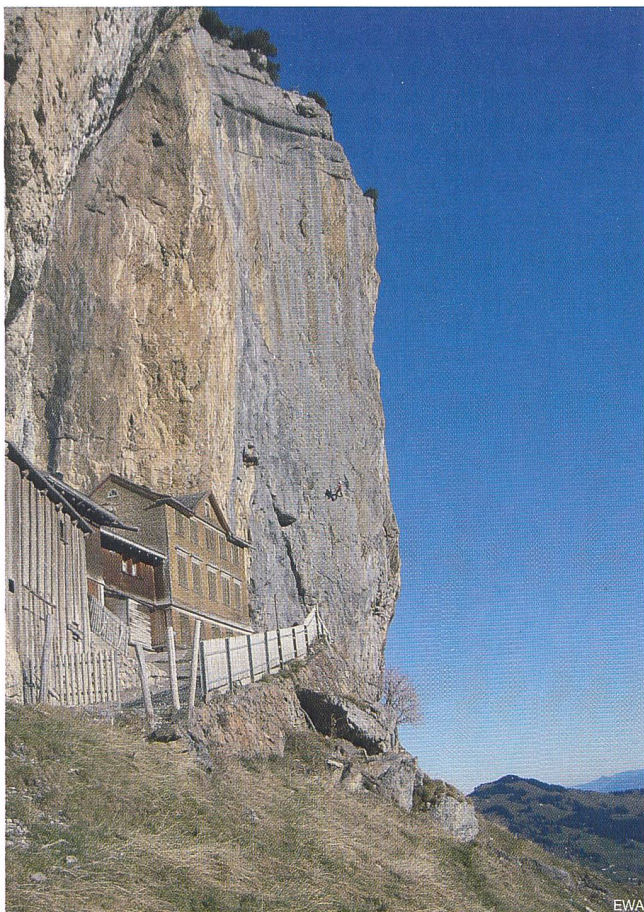


Bild 1 Das an die Aescherwand angebaute Berggasthaus Aescher ist eines der acht mit elektrischer Energie versorgten Gasthäuser im Alpsteingebiet.

Die Feuerschaugemeinde Appenzell, als Eigentümerin der Energie- und Wasserversorgung Appenzell (EWA), versorgt den grössten Teil des Kantons Appenzell Innerrhoden mit elektrischer Energie und betreibt seit 1905 ein eigenes Kleinwasserkraftwerk, welches das Gefälle zwischen

Hanspeter Koller, Roman Rieger

dem Seealpsee und Wasserauen nutzt. Im Hinblick auf den Ablauf der Konzession im Jahre 2004 wurden in einer Variantenstudie verschiedene Lösungen für die Zukunft untersucht. Im April 2002 wurde das Konzessionsprojekt bei der Standeskommission (Regierungsrat des Kantons Appenzell Innerrhoden) eingereicht und ein Jahr später erfolgte die Erteilung der Konzession. Am 27. August 2003 wurde der definitive Bauentscheid für die Realisierung des Kraftwerkes gefällt. Nach Vorarbeiten im Herbst 2003 erfolgten die Hauptarbeiten im Jahre 2004 und die Inbetriebnahme im Frühjahr 2005.

Sieben der 105 Transformatorenstationen der EWA stehen im Alpstein und versorgen acht Berggasthäuser mit elektrischer Energie (Bild1).

Stromproduktion aus dem Seealpsee

Seit 1905 macht sich die EWA das Gefälle von 250 m zwischen dem Seealpsee und Wasserauen zur Stromerzeugung zunutze. In knapp 100 Jahren hat das einfache Wasserkraftwerk rund 300 GWh Strom erzeugt und damit einen wesentlichen Beitrag zur Stromversorgung in Appenzell Innerrhoden geleistet. Selbst nach dem Anschluss an das Stromnetz der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG (SAK) wurde die Maschinenleistung des Wasserkraftwerks noch zweimal erhöht. Für die modernen Maschinen war die Druckleitung zu knapp bemessen, was zu hohen Energieverlusten von bis zu 25% führte. Zusätzlich erschwerte das Fehlen einer in ein Leitsystem eingebundenen Pegelerfassung die optimale Bewirtschaftung des Seealpsees.

Ein Problem, das in konstruktiver und sachlicher Zusammenarbeit zwischen Pro-



Bild 2 Teuerstes Projektelement: die neue Druckleitung

jektverantwortlichen und Einsprechern gelöst wurde, betrifft den durch intermittierenden Kraftwerksbetrieb erzeugten Schwall und Sunk im Schwendebach. Um den durch das An- und Abschwelen des Baches bei den Wasserlebewesen verursachten Stress zu reduzieren, wurde vereinbart, die Turbinen in Abhängigkeit der natürlichen Abflussmenge nur in gewissen Grenzen und relativ langsam anzufahren und zu drosseln. Dadurch bleibt der Schwendebach unterhalb des Kraftwerks weiterhin ein attraktiver Lebensraum für Fische.

Erneuerung und Ausbau des Kraftwerkes Seetalpsee-Wasserauen

Die bisherige Energiegewinnung des Kraftwerks wurde durch den Einsatz einer zweidüsigen Pelton turbine von 3,1 GWh auf 7,7 GWh mehr als verdoppelt. Nach langen Abklärungen hat sich eine neue Druckleitung als die beste Lösung ergeben (Bild 2). Sie wurde an die Stelle der hundertjährigen Leitung unter die Flurstrasse Wasserauen–Seetalp verlegt, wobei die schwierige Topographie eine grosse Herausforderung für die beteiligten Bauunternehmen darstellte. Für die 2,25 km lange Leitung musste auch in steilem und felsigem Gelände gearbeitet werden (Bild 3). Der schmale Wanderweg bei der Felspartie Kobel machte zudem eine Durchfahrt für Lastwagen unmöglich und erschwerte dadurch den Rohrtransport erheblich. Auf Grund der engen Platzverhältnisse wurde die Druckleitung Rohr für Rohr «vor Kopf» gebaut. Ein langer offener Graben oder das gleichzeitige Arbeiten an verschiedenen Stellen war über den gesamten mittleren Bereich nicht möglich, was eine relativ lange Bauzeit zur Folge hatte.

Die Baustelle von 1905 hatte im Vergleich zu heute völlig andere Dimensi-

onen. Allein für den Aushub des Rohrkanales wurden rund 200 Arbeitskräfte eingesetzt. In nur zehn Wochen war die ganze Druckleitung verlegt. Bei der Modernisierung 2004 waren lediglich vier bis sechs Personen im Einsatz. Diese allerdings mit Baggern und Transportmaschinen. Die Bauzeit dauerte mit zwanzig Wochen genau doppelt so lange. Tatsächlich haben die Ingenieure und Bauarbeiter von damals ein Jahrhundertwerk geschaffen, welchem auch heute noch von Seiten der Bauleitung höchster Respekt gezollt wird.

Die neue Druckleitung stellte das teuerste Projektelement der 7,5 Mio. Franken Baukosten dar, aber sie brachte auch den grössten Nutzen. Die alte Druckleitung hatte mit 35 cm Durchmesser einen

zu geringen Durchmesser für die modernen und leistungsfähigeren Turbinen. Um die neue, bedeutend grössere Turbine zu speisen, weist die neue Leitung einen Durchmesser von 70 cm auf. In einer ersten Phase musste dazu der Felsriegel unter dem Berggasthaus Forelle auf einer Länge von rund 100 m durchbohrt werden, um den See am steilen östlichen Seezipfel anzapfen zu können. Aus diesem Grund wurde der Seetalpsee künstlich um 4,5 m abgesenkt und das spezielle Fassungsrohr platziert. Allerdings bereitete die Felsbohrung den Ingenieuren schon bald erste Probleme: Zwischen dem ausgetrockneten Bachbett und der Felswand wurde die mit Felsankern gesicherte Pressgrube erstellt, in der die Bohrgeräte ausgerichtet und fixiert werden konnten. Mit einer Felsbohrung sollte die künftige Seewasserfassung mit der neuen Druckleitung verbunden werden. Nachdem die Bohrarbeiten immer wieder ins Stocken geraten waren und der Fortschritt weit hinter den Erwartungen blieb, wurde die Bohrung Anfang Dezember 2003 ganz eingestellt. Man entschied sich für die bereits vor hundert Jahren gewählte Lösung und erstellte im Tagbau eine Leitung durch die Seebucht. Am Ende der mit einem erweiterten Durchmesser von 80 cm in der Seebucht verlegten Leitung wurde im See ein Seiher montiert.

Am 8. Juli 2005 wurde das revidierte Kraftwerk wieder in Betrieb genommen. Durch die neue, leistungsstarke Turbine strömen nun 1000 Liter Wasser pro Sekunde, wobei sie 2 MW Leistung abgibt. Bei besonders hohem Wasserstand kann



Bild 3 Verlegte Rohrleitungen in der Felswand vor der Meglisalp

Kraftwerksdaten	vor 2004	ab 2005
Maschinen und Ausbauwassermengen	1-düsige Peltonturbine (300 l/s)	2-düsige Peltonturbine (1000 l/s)*
Anlagewirkungsgrad und Leistung bei Vollast	60%, 490 kW	Neue Gruppe allein: 82%, 2 MW Parallelbetrieb: 80%, 2,43 MW
Jahresenergieproduktion davon im Sommerhalbjahr davon im Winterhalbjahr	3,1 GWh 1,9 GWh 1,2 GWh	7,7 GWh 6,2 GWh 1,5 GWh
Staukoten Seealpsee		
max. Stauziel	1143,74 m ü.M.	1142,85 m ü.M.
min. Pegel Sommer	1140,44 m ü.M.	1141,50 m ü.M.
min. Pegel Winter	1138,44 m ü.M.	1139,50 m ü.M.
Normalpegel Sommer	1142,85 m ü.M.	1142,85 m ü.M.
normale Winterabsenkung	etwa 1140,00 m ü.M.	etwa 1140,00 m ü.M.
Fassung	Seiherfassung NW 400	Zusätzliche Seiherfassung mit Lochblechzylinder NW 800
Druckleitung Art	Grauguss	Duktilguss mit Faserzement, Aussenschutz und Steckmuffen
Nennweite	400 mm/350 mm	800 mm/700 mm
Gesamtlänge	2,25 km	0,20 km/2,05 km
Standort Zentrale	Rässenauei, 891 m ü.M.	Rässenauei, 891 m ü.M.
Fallhöhe/Druck	252 m (25 bar)	252 m (25 bar)
Gesamtkosten des Projekts		CHF 7,5 Mio.
Gestehungskosten		6,8 Rp./kWh

* bisherige Maschinengruppe mit 300 l/s bei Wehrüberlauf

Kenndaten des Projekts

zusätzlich die alte Turbine zugeschaltet werden. Mit einer gesamten Betriebswassermenge von 1,3 m³/s lässt sich so eine Leistung von 2,5 MW erzeugen. Mit der jährlich produzierten Strommenge von 7,7 GWh können 1700 Haushalte mit Strom versorgt werden. Damit deckt das Wasserkraftwerk 12% des gesamten Strombedarfs der EWA.

Diese Modernisierung mit gleichzeitiger massiver Leistungserhöhung ist typisch für alpine Kleinwasserkraftwerke, die ursprünglich auf die ganzjährige Versorgung eines Inselnetzes und somit entsprechend den geringen Zuflussmengen im Winter angelegt wurden. Mit dem Ausbau des Seealpsee-Kraftwerks setzt die EWA auf erneuerbare Energie und wird damit sowohl dem Wunsch vieler naturbewusster Kunden als auch wirtschaftlichen Interessen gerecht.

Stromversorgung für die Berggasthäuser im Alpstein

Mit dem Aufschwung des Fremdenverkehrs wurde seit dem 19. Jahrhundert der Alpstein systematisch für den Tourismus erschlossen. Für die Besucher der Bade- und Molkenkurorte Weissbad, Gais, Gontenbad und Jakobsbad gehörte der Ausflug in die Bergwelt dazu. Erste Pioniere errichteten Ende des 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts verschiedene Berggasthäuser im Alpstein. So z.B. die

Berggasthäuser Hoher Kasten (1847), Aescher (1850), Ruhsitz (1857), Meglisalp (1861), Ebenalp (1861), Seealpsee (1868), Bollenwees (1903), Plattenbödeli (1911) und Forelle (1935).

Die Gästebewirtung begann oftmals improvisiert und auf einfachste Weise in kleinen Hütten. Innert kurzer Zeit aber entstanden Gaststätten, die nach und nach erweitert und ausgebaut wurden. Heute stehen den Gästen moderne Infrastrukturen mit Küchen, Duschen und WC-Anlagen zur Verfügung.

Im Alpstein fliesst das Wasser auf Grund der geologischen Verhältnisse sehr schnell ab. Gewässerverschmutzungen (z.B. durch Abwässer aus Berggasthäusern) und Transporte wassergefährdender Flüssigkeiten (Treibstoff für Dieselgeneratoren) stellen deshalb ein erhöhtes Risiko dar. Durch die Entsorgung der Abwässer der Berggasthäuser über Abwasserleitungen und durch die Nutzung von alternativen Energiequellen bzw. den Anschluss ans öffentliche Stromnetz konnten diese Risiken in den letzten Jahren eliminiert oder zumindest reduziert werden.

Die EWA, welche neben der Stromversorgung auch für die Trinkwasserversorgung des Hauptortes Appenzell zuständig ist, hat die öffentliche Stromversorgung in den letzten Jahren parallel zur Abwasserentsorgung stetig ausgebaut. So sind

heute alle oben erwähnten Berggasthäuser an die Stromversorgung angeschlossen.

Finanzierungsmodell

Die für die Stromversorgung benötigten Kabelschutzrohre, in welche die Mittelspannungskabel eingezogen wurden, konnten mit der Abwasserleitung kostengünstig verlegt werden. Der Kanton Appenzell Innerrhoden kennt für die Finanzierung der Abwasserentsorgung im Berggebiet ein spezielles Finanzierungsmodell. Für die Eigentümer der Berggasthäuser, welche vom Amt für Umweltschutz zum Bau einer Abwasserleitung verpflichtet werden, gilt eine finanzielle Zumutbarkeitsgrenze von 3000 Franken pro Einwohnerwert¹⁾. Die Restkosten für die Aufwendungen der Abwasserentsorgung werden von der Öffentlichkeit getragen. Die Kosten für den Bau und die Reparatur bzw. den Ersatz der elektrischen Anlagen (Mittelspannungskabel und Transformerstation) haben die Eigentümer der Berggasthäuser zu finanzieren (Bild 4). Die EWA übernimmt die Kosten für den Betrieb und den ordentlichen Unterhalt der Stromversorgungsanlagen bis und mit Hausanschlusskastens, einschliesslich der allgemeinen Wartungskosten für Reinigung und Kontrollen der elektrischen Anlagen. Die EWA liefert die Energie zu den im übrigen Versorgungsnetz üblichen Strompreisen für Niederspannungskunden auf der Netzebene 7. Im Alpstein wurden in den letzten Jahren rund 4,1 Mio. Franken für den Bau von Abwasserleitungen im Berggebiet ausgegeben. Davon wurden 2,3 Mio. Franken von den Gastwirten und 1,8 Mio.



Bild 4 Die Kosten für das Verlegen der Kabel wurden von den Berggasthäusern getragen.

Erdung

Franken von der Öffentlichkeit finanziert. Für die Stromversorgung im Berggebiet wurden rund 2,0 Mio. Franken investiert.

Die Eigentümer der Berggasthäuser, welche diese an die Stromversorgung angeschlossen haben, verpflichteten sich gegenüber der EWA, Diesel-Strom-Aggregate, wie sie bisher für die Stromerzeugung verwendet wurden, ausser Betrieb zu setzen bzw. nur noch in Notfällen zu betreiben. Im Rahmen künftiger Umbauten der Wärmeerzeugungsanlagen darf zudem für die Heizung und Warmwasseraufbereitung kein Heizöl mehr verwendet werden. Die EWA möchte damit insbesondere das Risiko einer allfälligen Gewässerverschmutzung durch Lagerung und Transport von wassergefährdenden Flüssigkeiten reduzieren.

Die Ausführung des Erdungssystems

Die Wahl von 8 mm dickem, halbhartem Kupferdraht aus ehemaligen Freileitungsbeständen erfolgte auf Grund der langjährigen guten Erfahrungen. Bei den im Säntisgebiet zu erschliessenden Berggasthäusern wurden solche Erder konsequent bei sämtlichen Kabelgräben in die Grabensohle eingelegt. Dadurch entstanden ausgedehnte, weit verzweigte und dauerhafte Erdungssysteme. Diese dienen einerseits als Erder für die Anlageerdungen in den Transformatorenstationen und andererseits zur Anbindung des PEN-Leiters des Niederspannungssystems 3×400/230 Volt in den Kabelverteilkabinen und bei den Hausanschlüssen (Nullungserdleitung²⁾). Bestehende Blitzschutzanlagen der Berggasthäuser wurden ebenfalls sorgfältig mit diesem Erdungsnetz verbunden. Ein guter Hauptpotenzialausgleich in den gespeisten Objekten gewährleistet die zusätzlich notwendige

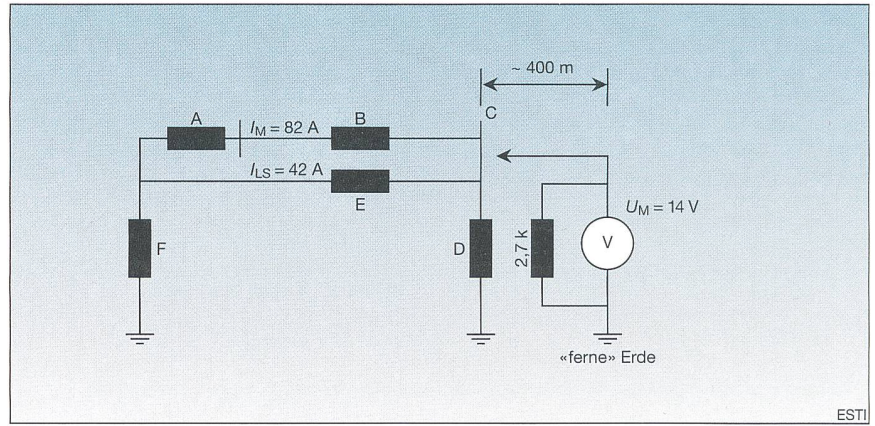


Bild 5 Vereinfachtes Ersatzschaltbild für die Erdungsmessungen bei der Transformatorenstation Meglisalp

I_M : Messstrom; I_{LS} : Rückstrom Leiterschirme; U_M : Messspannung; A: Transformatorenstation Sealpsee 230 V (Impedanz des 250-kVA-Trafos: $<0,1 \Omega$; vernachlässigbar); B: 20-kV-Leitung Sealpsee–Meglisalp, 2,9 km, 25 mm² Kupfer $\approx 2,0 \Omega$; C: Transformatorenstation Meglisalp; D: Erderimpedanz Z_{AE} inkl. Leiterschirme Hochspannungszuleitung; E: Impedanz der Leiterschirme 3×17 mm² Aluminium der Hochspannungszuleitung Sealpsee–Meglisalp, etwa 1,7 Ω ; F: Impedanz der Anlageerdung Sealpsee gemäss der früher durchgeführten Messung etwa 3,7 Ω ; Impedanz Anlageerdung $Z_{AE} = 14 \text{ V}/82 \text{ A} = 0,17 \Omega$; erwarteter Messstrom $I_{M\text{erwartet}} = 230 \text{ V}/(2,0 + 1,7) \Omega = 62 \text{ A}$, Gesamtimpedanz $Z_{\text{Gesamt}} = 230 \text{ V}/62 \text{ A} = 2,8 \Omega$

Personensicherheit und den Schutz gegen Brandschäden infolge atmosphärischer Ereignisse. In Viehställen wurde je nach Alter und Bauart der zusätzliche Potenzialausgleich oder die elektrische Isolation von Tränkeleitungen und dergleichen gemäss Niederspannungsinstallationsnormen NIN 2005 realisiert.

Erdungsmessungen

Die Einhaltung der gemäss Starkstromverordnung³⁾ maximal zulässigen Berührungs- und Schrittspannungen ist bei Neuanlagen sowie anschliessend periodisch messtechnisch zu überprüfen⁴⁾.

Erdfehlerstrom I_F

Ursprünglich wurden die Mittelspannungsnetze in den Kantonen St. Gallen und den beiden Appenzell mit isoliertem

Sternpunkt betrieben. Bei der Umstellung der Nennspannung von 10 auf 20 kV in den neunziger Jahren wurde der Einbau von Löschdrosseln notwendig, sodass die SAK und die EWA seither mit einem maximalen Erdfehlerstrom von 30 A rechnen können. Die Zeit bis zur Abschaltung eines Fehlerstromes kann einige Minuten bis einige 10 Minuten dauern.

Messungen

In der Regel können zur Überprüfung von Erdungsanlagen vom «Typ TS» handelsübliche Erdungsmessgeräte mit Wechselstromgenerator und Kompensationschaltung eingesetzt werden⁵⁾. Damit ein ausreichender Messstrom erreicht wird, darf der Hilfserder eine nicht allzu hohe Impedanz aufweisen. Da diese Voraussetzung im Gebirge oft nicht gegeben

- hoher Funktionserhalt im Brandfall
- Ausgezeichneter Kabelschutz beim Einzug
- Mehr als 125 Formteile mit kabelgerechten Radien

- Schwerentflammbar, selbstverlöschend und halogenfrei
- kleiner Wärmeleitwert, elektrisch nichtleitend, keine Erdungsprobleme
- Verstärkungsrippen für hohe Stabilität und kleinen Gleitwiderstand
- Auf Wunsch mit Ordnungstrennbolzen oder Trennwand

- kein Entgraten bei Schnittstellen
- Geprüft nach DIN 4102 Teil 12, Funktionserhalt E30
- Bei Ihrem Elektrogrossisten ab Lager lieferbar

Beispielhaft für



ist, drängt sich die Strom-Spannungs-Methode gemäss SEV 3755.1999 Pos. 12.5.1 auf.

Erdungsanlage der Transformatorstation Meglisalp

Im Folgenden soll die Überprüfung der Erdungsanlage der Transformatorstation Meglisalp kurz umschrieben werden: Die Anspiegung dieser Stichstation erfolgt ab Transformatorstation Seealp mittels einer 2,9 km langen 20-kV-Kabelleitung⁶⁾. Zur Einspeisung eines Messfehlerstromes in die Anlage Meglisalp wurde ein Polleiter der 20-kV-Leitung in der Transformatorstation Seealp mit einem Pol der US-Wicklung des dort eingebauten Verteiltrafos (20/0,4 kV, 250 kVA) verbunden (via Niederspannungs-Hochleistungssicherung, NH, 150 A). In der Transformatorstation Meglisalp wurde derselbe Polleiter mit der Anlageerdung starr verbunden. Eine vorgängige überschlägige Rechnung hatte einen mutmasslichen Messstrom von etwa 62 A ergeben (Bild 5). Um die massgebenden Werte ermitteln zu können, wurde auf der Meglisalp eine «ferne Erde» in rund 400 m Entfernung von der Besiedelung in Form eines Erdspießes erstellt. Ein hochohmiges Voltmeter mit parallel geschaltetem Widerstand von 2,7 k Ω diente der Ermittlung der resultierenden Spannungsdifferenz U_M zwischen Anlageerdung und der «fernen Erde». Weil die Höhe dieser Spannung noch unbekannt war, wurden Personen aus möglichen Beeinflussungsbereichen (Transformatorstation, «ferne Erde», Hausanschlüsse) ferngehalten.

Mittels Zangenamperemeter wurde nun der Messstrom $I_M = 82$ A ermittelt; die Messspannung U_M betrug lediglich 14 V. Somit resultiert eine sehr günstige Erdungsspannung $U_E = U_M \times I_F / I_M = 14$ V

$\times 30/82 = 5,1$ V (maximal zugelassen sind 50 V; I_F : maximaler Erdfehlerstrom).

Dieser sehr tiefe Wert erlaubt es, auch den Sternpunkt des Niederspannungsnetzes Meglisalp in der Trafostation mit der Anlageerdung zu verbinden. Somit konnte auf eine – sehr hohe Anforderungen stellende – Sondererdung verzichtet werden.

Ergänzend wurde mit dem Zangenamperemeter der auf den drei Leiterschirmen zur Transformatorstation Seealp zurückfliessende Fehlerstromanteil ermittelt. Es resultierte ein Wert von 42 A, sodass bezüglich Erdfehlerstrom ein beachtlicher Reduktionsfaktor von 40 A/82 A = 0,49 resultiert.

Folgerung

Die mit mässigem Aufwand verbundene Strom-Spannungs-Messung hat belegt, dass das gesamte Erdungssystem auf der Meglisalp einwandfrei erstellt wurde und mit keinerlei Personengefährdung durch zu hohe Erdungs- bzw. Berührungs- und Schrittspannungen (verursacht durch Fehler im 20-kV-Netz) zu rechnen ist. Ebenso dienen diese guten Erdungsanlagen der optimalen Einhaltung der Schutzbedingungen (Nullungsbedingungen) im Niederspannungsnetz sowie zur Verbesserung der vorhandenen Blitzschutzanlagen.

Angaben zu den Autoren

Hanspeter Koller, Elektro- und Energieingenieur FH, ist seit 1990 Betriebsleiter der Energie- und Wasserversorgung Appenzell (EWA).
Energie- und Wasserversorgung Appenzell, 9050 Appenzell, hanspeter.koller@ewa.ai.ch

El.-Ing. HTL **Roman Rieger** war als Projektingenieur und Abteilungsleiter in einem Stromversorgungsunternehmen sowie in einer Elektroingenieurunternehmung tätig. Seit 1980 ist er Gebietsinspektor

für die Ostschweiz beim Eidgenössischen Starkstrominspektorat (ESTI).

Eidgenössisches Starkstrominspektorat, 8320 Fehraltorf, roman.rieger@esti.ch

¹ Der Verschmutzungsgrad von Abwasser wird durch das Äquivalent Einwohnerwert angegeben. Ein Einwohnerwert entspricht der täglich von einem Einwohner in das Abwasser abgegebenen Menge an organischen Verbindungen.

² Siehe auch Dokument SEV 4118.1987 (Bild 6.4a)

³ SR 734.2 Art. 54

⁴ Detaillierte Hinweise zu diesen Kontrollen finden sich im Dokument «Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen» SEV 3755.1999 Pos. 12.

⁵ So genannte 3-Leiter-Schaltung gemäss SEV 3755.1999 Pos. 12.4.2

⁶ 3×25 mm² / Leiterschirme 3×17 mm² AL (Bild M 1/8333)

Résumé

Prises de terre et mesures de terre

Remise en exploitation d'hôtels de montagne dans des conditions géologiques défavorables. Lors de l'établissement de nouvelles installations électriques, on utilise dans toute la mesure du possible l'armature de la fondation ou les prises de terre de fondation comme prises de terre efficaces et durables. Dans la remise en exploitation d'hôtels de montagne existants de l'Alpstein, ces armatures faisaient défaut dans la majorité des cas. Etant donné qu'en outre la situation géologique ne permettait pas de s'attendre à de bonnes conditions de prise de terre, du fil de cuivre a été posé dans tous les caniveaux à câbles. Ce système de terre étendu et ramifié sert d'une part de prise de terre aux installations des stations de transformation et d'autre part de raccordement du conducteur PEN du système à basse tension dans les cabines de distribution et les raccordements domestiques. Les installations existantes de parafoudres des hôtels ont également été soigneusement reliées à ce réseau de terre.

sicheren «Kabelverkehr»



Ebo Systems AG
Tambourstrasse 8
CH-8833 Samstagern

Tel. 044 787 87 87
Fax 044 787 87 99
info.ch@ebo-systems.com
www.ebo-systems.com

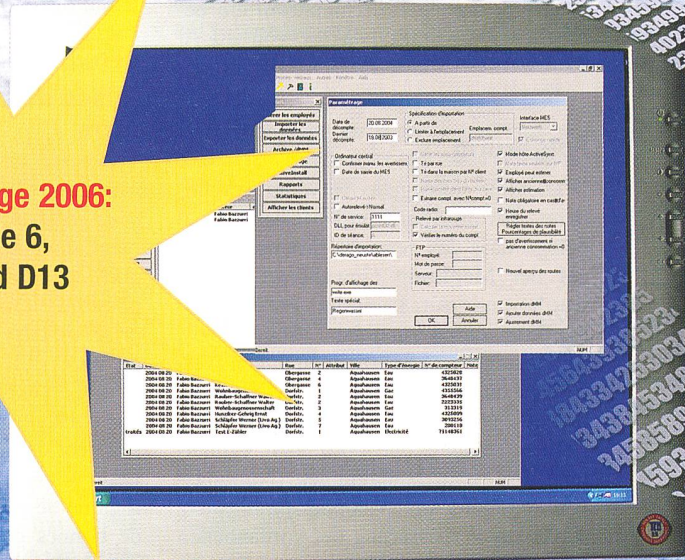


**Nutzen Sie die kompetente Beratung
aus über 40 Jahren Erfahrung.**

Luxus muss nicht teuer sein.

Intelligentes Datenmanagement

Powertage 2006:
Halle 6,
Stand D13



Massgeschneiderte Datenmanagementsysteme, damit Sie Ihre Verbrauchsdaten zuverlässig und sicher erfassen, übertragen und verarbeiten können.

**Für Gross und Klein.
 Für Wasser-, Strom-, Gas- und Wärmezähler.**

Zusammen mit unseren Partnern bieten wir Ihnen die Kompetenz und Erfahrung für eine umfassende Beratung bis zur Installation des Systems und der Erstellung der nötigen Schnittstellen.

Rufen Sie uns an, und überzeugen Sie sich selbst!

Aquametro AG
 Ringstrasse 75
 4106 Therwil
 Tel. 061 725 11 22
 Fax 061 725 15 95
 info@aquametro.com
www.aquametro.com