

Branche

Objektyp: **Group**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **98 (2007)**

Heft 15

PDF erstellt am: **26.06.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

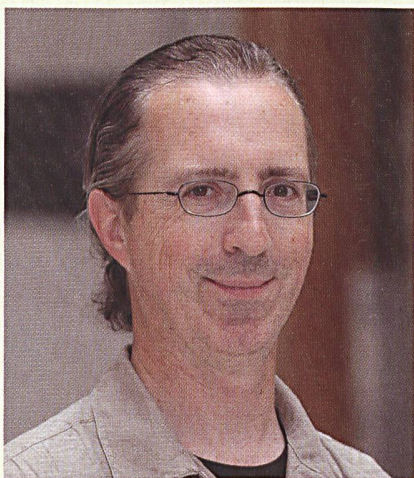
Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.



Interview

Wärme und Kälte aus der Tiefe

Während die Preise von Erdöl, Gas und auch Holzpellets von der Konjunktur abhängen, steht die Erdwärme – einmal erschlossen – fast kostenlos bereit. Kein Wunder also, dass die Nachfrage nach Erdwärmesonden und Wärmepumpen in der Schweiz stetig steigt. Markus Geissmann, der Bereichsleiter Geothermie des Bundesamtes für Energie (BFE), gibt Auskunft.



Der 47-jährige El.-Ing. FH/ND Markus Geissmann ist seit 6 Jahren als BFE-Bereichsleiter Geothermie und Windenergie tätig.

Marion Schild, Oerlikon Journalisten: Im Jahr 2006 verzeichnete Deutschland eine Verdoppelung der Geothermieanlagen. Mit 24 000 neuen Erdwärmesystemen in Privathäusern, Gewerbebauten und öffentlichen Einrichtungen wurde die Schwelle zum Gigawatt Erdwärmeleistung überschritten. Wieso geht das in der Schweiz nicht?

Markus Geissmann, BFE: Die Wärmepumpenverkäufe sind in der Schweiz von 2005 auf 2006 um 31% gestiegen. Knapp die Hälfte davon waren Erdwärmesondenanlagen. Dafür wurden knapp 1000 km Erdwärmesonden verlegt. In der Schweiz sind damit rund 108 000 Wärmepumpenanlagen in Betrieb. In der Schweiz ist eine Steigerung von über 100% jährlich wie in Deutschland 2006 weder zu erwarten noch erwünscht.

Können Sie das genauer ausführen?

Der Anteil der Wärmepumpenanlagen an der Gesamtheit der Heizanlagen liegt in Deutschland deutlich tiefer als in der Schweiz. Auf tiefem Niveau sind derart

hohe Steigerungsraten noch möglich. Zudem war die Nachfrage nach Wärmepumpen mit Erdwärmesonden in den vergangenen 18 Monaten derart hoch, dass zahlreiche neue Erdwärmesonden-Bohrfirmen auf dem Markt erschienen sind. Wir legen sehr viel Wert darauf, dass die Qualität der Anlagen – energetisch und in Sachen Grundwasserschutz – trotz dieses Booms hoch bleibt. Wir vom BFE favorisieren daher ein stetiges Wachstum des Erdwärmemarktes über die Jahre hinweg, keine kurzfristigen Wachstumsschübe.

Wo sehen Sie Potenziale, wo die Grenzen der Geothermie?

Bei der untiefen Geothermie, also bis 400 m, sehe ich kurz- und mittelfristig ein grosses Potenzial beim kombinierten Heizen und Kühlen mit Erdwärmesonden, dem sogenannten «Geocooling». Die Gebäudekühlung erhält einen immer grösseren Stellenwert. Wird das Gebäude mit «Erdkälte» gekühlt, spart man nicht nur eine teure Kältemaschine, sondern wärmt damit auch den Untergrund für den Heizbetrieb im Winter vor und spart damit noch einmal Kosten ein. Die Grenzen der Technologie liegen vor allem beim Untergrund: Nicht jeder Boden ist – aus Gründen des Grundwasserschutzes oder der Geologie – für die Erdwärmenutzung geeignet.

Wie ist die Situation bei tieferen Bohrungen?

Mit der tiefen Geothermie – ab 1000 m und tiefer – liegt das enorme Energiepotenzial heute noch brach. Vor allem die Stromproduktion aus geothermischer Energie böte den Vorteil, dass die Energie bedarfs-

For good solutions.





energieschweiz

EnergieSchweiz – Das partnerschaftliche Programm für Energieeffizienz und Erneuerbare Energien

Infoline 031 323 22 44 / 0848 444 444

www.energie-schweiz.ch/www.suisse-energie.ch

gerecht zur Verfügung stünde. Leider ist die Technologie zur Erschliessung dieser Energie noch nicht bereit. Bestehende und geplante Forschungsarbeiten sollen uns in diesem Bereich weiterbringen. Aus heutiger Sicht wird die sogenannte EGS-Technologie – EGS steht hier für Enhanced Geothermal Systems – erst in 15 bis 20 Jahren einsatzbereit sein.

.....
«Wird das Gebäude mit «Erdkälte» gekühlt, spart man nicht nur eine teure Kältemaschine, sondern wärmt damit auch den Untergrund für den Heizbetrieb im Winter vor.»

Soll die Entwicklung hin zu einer grossen Zahl kleiner oder einer kleinen Zahl grosser Projekte gehen?

In beide Richtungen. Die traditionelle Bauweise von Ein- und Mehrfamilienhäusern in der Schweiz favorisiert individuelle Heizsysteme vor Wärmenetzen. Die Wärmepumpe mit Erdwärmesonde ist sehr gut dafür geeignet. Hier wird es also in Zukunft eine steigende Zahl von kleinen und mittelgrossen Anlagen geben. Projekte zur Nutzung der tiefen Geothermie sind Grossprojekte mit hohen Investitionen. Hier wird es

keinen Massenmarkt geben, sondern – so hoffe ich – eine namhafte Anzahl grosser, leistungsstarker Anlagen. Es ist aber heute schwierig, die Entwicklung auf diesem Gebiet abzuschätzen.

Beim Stichwort Geothermie prägen die Beben in Basel die öffentliche Wahrnehmung. Hat das Auswirkungen auf die Akzeptanz neuer Anlagen – auch kleiner Bohrungen?

Was in Basel geschehen ist, hat mit Erdwärmesonden absolut nichts zu tun. Die grosse Mehrheit der Bevölkerung hat dies verstanden, was auch der ungebrochene Boom der Erdwärmesondenanlagen zeigt. Information und Aufklärung über die Unterschiede zwischen tiefer und untiefer Geothermie und über die Vorgänge in Basel ist trotzdem eine wichtige Aufgabe für Fachverband, Behörden und Medien.

Erdbebensicherheit versus Energieversorgungssicherheit: Wie funktioniert die Triage?

Wir glauben weiterhin, dass die tiefe Geothermie in 20 bis 30 Jahren einen einen substanzialen Anteil unserer Energieversorgung übernehmen kann. Die Vorgänge in Basel haben aber gezeigt, dass wir die Mechanismen im Untergrund noch zu wenig

Geothermie beim Bundesamt für Energie (BFE)

Im Rahmen des Programms EnergieSchweiz hat die Fachorganisation Geothermie.CH seit 2001 einen Leistungsauftrag vom BFE zur Förderung der Geothermie in der Schweiz. Geothermie.CH arbeitet vor allem in den Bereichen Information (Webseite, regionale Infostellen, Vorträge, Ausstellungen), Aus- und Weiterbildung (Kurse an Universitäten und Fachhochschulen, Exkursionen) und Qualitätssicherung (SIA-Norm Erdwärmesonde, Gütesiegel für Bohrfirmen). Das Forschungsprogramm Geothermie des BFE unterstützt zudem ausgewählte Forschungsprojekte auf dem Gebiet der untiefen und tiefen Geothermie. Die Schwerpunkte sind:

- Auslegungs- und Messverfahren für komplexe Erdwärmesondenanlagen (z.B. kombiniertes Heizen/Kühlen).
- Erforschung der Grundlagen für die EGS-Technologie, wie sie in Basel zur Anwendung kommt.
- Optimierung der Umwandlung von Niedertemperaturwärme in Strom.
- Potenzialkarten und Standortabklärungen.

Info: www.geothermie.ch

verstehen. Hier wird noch viel international koordinierte Forschungsarbeit notwendig sein. Die vom Projekt DHM ausgelösten «Beben» müssen in Relation zu anderen Immissionen gesetzt werden: Auch der Bau von Staumauern und Tunneln, der Abbau von Kohle, sogar der Schwerverkehr lösen spürbare «Beben» aus. Die Erforschung der künstlich ausgelösten Beben wird sicher ein Schlüsselfaktor für die Zukunft der tiefen Geothermie sein.

Ein Schwergewicht für die Grossstadt

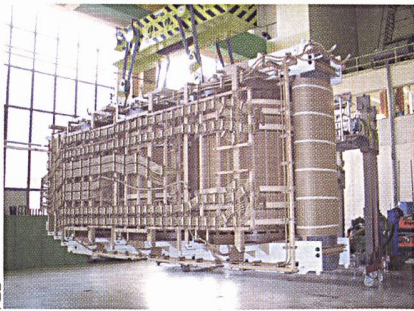
Das EWZ in Zürich rüstet seine Kuppelunterwerke mit einer neuen Generation von Transformatoren aus. Der erste davon wird derzeit in Betrieb genommen.

Es war ein beeindruckendes Szenario, das sich im Morgengrauen des 16. Mai beim Messegelände in Zürich-Oerlikon abspielte: Eskortiert von zahlreichen Begleitfahrzeugen, wand sich ein über 70 m langer und 450 t schwerer Transportzug durch die Kreuzungen in der Stadt bis zum Kuppelunterwerk Auwiesen. Heute wird das Ver-

teilnetz über 4 Kuppelunterwerke (220/150 kV) versorgt, die über ein eng vermaschtes 150-kV-Transportnetz 15 Quartierunterwerke speisen. Die 4 Kuppelunterwerke verfügen über insgesamt 8 Leistungstransformatoren, von denen im Normalfall deren 6 parallel in Betrieb sind. Die Spitzenlast beträgt heute 500 MW. Um dem prognostizierten Lastanstieg von jährlich 1% gerecht zu werden, ist ein neues Einspeisungskonzept geplant. Dieses sieht langfristig vor, die Anzahl der Kuppelunter-

werke von 4 auf 3 zu reduzieren und diese mit je 2 leistungsstarken Transformatoren zu betreiben.

Beim neuen Dreiphasen-Reguliertransformator mit einer Leistung von 250 MVA, Längs- und Querregulierung und einem Aufstellungsgewicht von 376 t handelt es sich um den grössten je im Verteilnetz Zürich eingesetzten Transformator. Fertig montiert ist er stolze 14,3 m lang und 7,8 m breit. Dieser erste Transformator einer neuen Generation muss mindestens für die nächsten 40 Jahre möglichst wartungsfrei in Betrieb sein und ersetzt den bisherigen



Eindrückliche Ausmasse: Der 250-MVA-Transformator (Aktivteil), hier noch ohne Kessel im ABB-Werk in Bad Honnef, wiegt über 350 Tonnen.

Transformator, der eine Leistung von 146 MVA aufweist. Dieser wird im Kuppelunterwerk Obfelden weiter verwendet. Der dortige Transformator hat das hohe Lebensalter von 50 Jahren erreicht und wird deshalb demontiert und entsorgt. Bis 2011 sollen maximal 3 weitere Transformatoren mit einer Leistung von je 250 MVA folgen. (ABB/gus)

L'ouverture du marché de l'électricité est définitive

Le 12 juillet 2007, le délai de référendum pour la loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI) qui avait été adoptée par le Parlement au printemps a expiré sans avoir été exercé. La situation est donc définitive: le marché de l'électricité suisse sera libéralisé en deux étapes à partir de 2008.

Actuellement, le marché de l'électricité est ouvert selon le droit des cartels, mais sans réglementations spécifiques claires. La LApEI crée le cadre légal pour un approvisionnement en électricité fiable et un marché de l'électricité concurrentiel. Pour la branche, il est décisif de savoir comment l'application concrète de la LApEI sera réglée dans l'ordonnance. Il faut un cadre incitatif pour que la sécurité d'approvisionnement continue à être garantie et que la concurrence fonctionne sur le marché de l'électricité. Par exemple en déterminant les coûts de capital imputables, on garantit les investissements nécessaires à l'infrastructure du réseau. Des interventions démesurées, comme la proposition du «plafonnement des prix», sont à éviter. Au cours des dernières années, l'AES a élaboré une réglementation détaillée avec ses propres recommandations qui complète la loi et l'ordonnance dans leur application pratique. (AES/gus)

Coopération entre Swisspower et FMB

Swisspower, entreprise de prestations énergétiques regroupant 20 régions urbaines et communales, s'est forgé une forte

position sur le marché de la distribution d'énergie et de services. Pour pouvoir garder ce leadership, la question de l'approvisionnement gagnera, dans un marché d'énergie libéralisé, fortement en importance. Le Conseil d'administration de Swisspower SA poursuit son objectif stratégique de se forger aussi dans le marché de l'approvisionnement une position forte. Après examen des différents modèles de coopération avec des partenaires potentiels, il décide de poursuivre et d'approfondir des négociations avec BKW FMB Energie SA.

L'approvisionnement en énergie gagnera, dans un marché libéralisé, une grande importance, mais comportera également plus de complexité, de diversité et de risque. Pour se forger une forte position aussi dans le marché de l'approvisionnement, le Conseil d'administration de Swisspower SA a décidé de bâtir, avec un partenaire de coopération, une plate-forme d'approvisionnement flexible qui répondra aux besoins individuels des sociétés partenaires de Swisspower. Cette plate-forme aura pour objectif de garantir aux partenaires de Swisspower à long terme un approvisionnement en énergie sécurisé et compétitif.

Après une évaluation de potentiels partenaires de coopération en Suisse et à

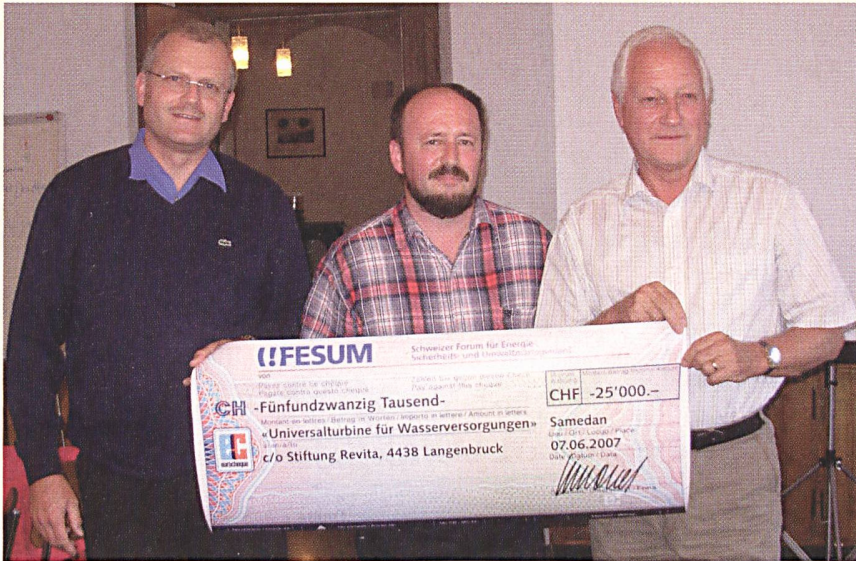
Entreprises partenaires de Swisspower

IBAAarau AG
IWB Basel
Energie Wasser Bern
Energie Service Biel/Bienne
Swiss Mountain Power Chur
Services industriels de Genève SIG
Industrielle Betriebe Interlaken
EWL, Luzern
Sinergy Commerce S.A., Martigny
Städtische Werke Schaffhausen
Energie Thun AG
Interessengemeinschaft Thurgau
Stadtwerk Winterthur
WWZ Energie AG, Zug
EWZ, Zürich

l'étranger, le Conseil d'administration de Swisspower a entamé des négociations avec quatre entreprises potentielles. Après concertation et examens approfondis des différents modèles de coopération proposés, le Conseil d'administration a décidé de poursuivre les négociations avec BKW FMB SA. Le modèle de coopération sera finalisé

For your success.

Entwicklungsprämie für CO₂-neutrales Kleinstkraftwerk



Vom Präsidenten des FESUM, Fritz Lehre (rechts), und dem Leiter der FESUM-Geschäftsstelle, Roland Simonet (links), kann Bruno Schindelholz, Projektleiter der Stiftung Revita in Langenbruck (Mitte), einen Check über 25 000 CHF in Empfang nehmen.

Das Schweizer Forum für Energie-, Sicherheits- und Umweltmanagement FESUM musste sich mangels Nachwuchs auflösen. Der Lauf der Zeit und die organisatorische Entwicklung in den Unternehmen haben dazu geführt, dass es die klas-

sischen Energiebeauftragten in den Betrieben in der Form nicht mehr gibt, wie das bei der Verbandsgründung vor über 20 Jahren der Fall war.

Das nach der Auflösung vorhandene Restvermögen von 25 000 CHF wollten die

FESUM-Mitglieder einem Energieprojekt als Beitrag zur schnelleren Erreichung der Marktfähigkeit zukommen lassen. Aus den Bewerbungen zum Thema «Neue Konzepte für CO₂-neutrale Klein- oder Kleinstkraftwerke» ging die Bewerbung «Universal-turbine für Wasserversorgungen» der Stiftung Revita aus Langenbruck hervor.

Mit einer Peltonen-Turbine soll die Höhendifferenz in Wasserversorgungen energetisch genutzt werden. Das Neue am Konzept ist der Einsatz im höheren Gegen-druckbereich. Die Turbine wirkt zusätzlich auch zur Druckreduzierung. Mit einem Luftpolster, das mit Druckluft erzeugt wird, werden Druckdifferenzen ausgeglichen, und es wirkt auch als Dämpfer gegen Druckstösse.

Die Initianten erwarten wirtschaftliche Leistungsbereiche von 5 bis 50 kW. Ein Prototyp läuft im Versuchslabor. Erste Verbesserungen, die u.a. auch durch die Mitwirkung der Fachhochschulen Nordwestschweiz und Bern erzielt wurden, finden Eingang in einem zweiten Prototyp, der demnächst in einer Wasserversorgung zur praxisnahen Erprobung zum Einsatz kommen wird. Der finanzielle Beitrag von FESUM dient vor allem der Optimierung der Wellendichtung und der kostengünstigen Anordnung eines handelsüblichen Generators. (FESUM/Sz)

dans le détail et ensuite soumis à l'approbation du Conseil d'administration et des partenaires de Swisspower intéressés. (Swisspower/gus)

Code of Conduct für Data Centers

Am 2. Juli 2007 fand in Paris ein Workshop zum Thema Energieverbrauch von Datenzentren (Data Centers) statt, zu welchem die EU-Kommission geladen hatte. Darin wurde beschlossen, einen Code of Conduct (CoC) für Data Centers auszuarbeiten. Das Hauptthema war, welche Messwerte diesem CoC zugrunde zu legen sind. Es ist beabsichtigt, in einer ersten Phase Unterzeichner des CoC auf qualitative Commitments zu verpflichten und in einer zweiten Phase quantitative, messbare Grössen als verbindliche Grössen einzuführen. (BFE/Sz)

Halbierter CO₂-Ausstoss

Die ETH Zürich reduziert den CO₂-Ausstoss am Standort Höngrgerberg (Science City) in den nächsten 10 Jahren um 50%.

«Hochschulen tragen in Fragen der Nachhaltigkeit eine ganz besondere Verantwortung. Dies gilt nicht nur für Forschung und Lehre. Hochschulen sind auch gefordert, ihren Campus und dessen Betrieb nach Prinzipien der Nachhaltigkeit zu planen und zu führen und den CO₂-Ausstoss zu reduzieren», erklärte Gerhard Schmitt, Vizepräsident der ETH Zürich für Planung und Logistik.

Am Standort Höngrgerberg muss die zentrale Heizanlage ersetzt werden – eine Chance, die Energieversorgung exemplarisch anzugehen. Das Energiekonzept der Science City ging von verschiedenen Szenarien aus. Dabei zeigte sich, dass ein dynamisches Erdspeichersystem mittel- und langfristig das effizienteste und flexibelste Konzept darstellt, um den CO₂-Ausstoss zu halbieren. Damit werden die Ziele des Kyoto-Protokolls weit übertroffen. Die CO₂-Emissionen liegen unterhalb der Forderungen der 2000-Watt-Gesellschaft. Der Bau eines Erdspeichersystems kostet rund 11,5 Mio. CHF. Das jährliche Einsparungspotenzial gegenüber den heutigen Energiekosten wird auf 1,5 Mio. CHF geschätzt. – Info: <http://www.sciencecity.ethz.ch>. (Sz)

Group for Energy Efficient Appliances (GEEA) aufgelöst

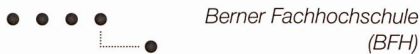
Die Arbeitsgruppe GEEA des European Energy Networks (www.enr-network.org) wird aufgelöst. Bereits am 9. Juli 2007 wurde sie in Paris in ein neu gegründetes Implementing Agreement (Efficient Electrical End-Use Equipment and Appliances) der International Energy Agency (IEA) übergeführt. Das Bundesamt für Energie wird an diesem Implementing Agreement aktiv mitwirken. In welchen Annexes (z.B. Elektromotoren) die Schweiz besonders investieren wird, ist noch offen. (BFE/Sz)

Bombardier fördert Masterstudium an der BFH-TI

Im Zuge der Bologna-Reform bieten die Fachhochschulen ab Herbst 2008 überdurchschnittlich qualifizierten Bachelor-Ab-solventen Masterstudiengänge an.

Bombardier Transportation ist mit der Berner Fachhochschule, Technik und Informatik BFH-TI, eine Vereinbarung eingegangen, nach der das weltweit führende Bahn- und Schienentechnikunternehmen zwei

herausragenden Studierenden in der Master-Vertiefung Transportation das Masterstudium finanziert.



Berner Fachhochschule
(BFH)

Die BFH-TI hatte sich für Bombardier Transportation entschieden, da dieses Unternehmen auf weltweite Kooperationen zurückgreifen und den Zugang zu internationalen Trends in der Verkehrstechnik bieten kann.

Für Dr. Andrea Vezzini, Sprecher des Forschungsschwerpunkts, entstand mit dem Schwerpunkt Energie – Verkehr – Mobilität ein auf Fachhochschulebene schweizweit einzigartiges Kompetenzzentrum. Das geplante Masterstudium mit Vertiefungsrichtung Transportation wird diese Kompetenz massgeblich stärken. Die Vorteile liegen für beide Seiten auf der Hand: Die Studierenden gewinnen Einblick in die Berufswelt, können Theorie in die Praxis umsetzen und arbeiten am Puls industrieller Entwicklung. Bombardier Transportation ist durch die Zusammenarbeit an neueste Entwicklungen der Hochschulforschung angebunden und kann eine aktive Nachwuchsförderung umsetzen. (BFH/Sz)

Bombardier soutient le master à la HESB-TI

Dans le cadre de la réforme Bologna, les hautes écoles vont offrir, à partir de l'automne 2008, des cursus de Master pour les diplômé(e)s de Bachelor hautement qualifié(e)s.

Bombardier Transportation a conclu un accord de sponsoring avec la Haute école spécialisée bernoise, Technique et informatique (HESB-TI), selon lequel l'entreprise leader en technologie ferroviaire s'engage à financer les études de Master d'approfondissement en transport de deux étudiants excellents.

L'HESB-TI a porté son choix sur Bombardier Transportation parce que cette entreprise fait appel à des coopérations dans le monde entier et peut offrir l'accès aux toutes dernières évolutions dans la technologie des transports.

Dr Andrea Vezzini, porte-parole du pôle de recherche, est d'avis qu'avec le pôle énergie – transport – mobilité est né un centre de compétence unique en Suisse au niveau des hautes écoles. Le cursus de Master prévu, qui s'oriente sur un approfondissement des transports, va renforcer cette compétence de manière déterminante.

Le bénéfice est évident des deux côtés: Les étudiants gagnent une connaissance

du monde du travail, peuvent mettre la théorie en pratique et sont au centre du développement industriel. Bombardier Transportation, de son côté, bénéficie grâce au contrat de sponsoring d'un accès aux toutes nouvelles connaissances de la recherche des hautes écoles et peut développer un recrutement actif de jeunes talents. (HESB/Sz)

Fortschritte in der Bioanalytik

Als spektakulär sind jüngste Arbeiten zu plasmonischen Effekten von Nanopartikeln zu bezeichnen. Plasmonen sind elektromagnetische Wellen, die sich an metallischen Oberflächen entlang ausbreiten und an die Grenzfläche zwischen einer dünnen Metall- und einer Polymerschicht gebunden sind. Mit den entsprechenden Nanostrukturen ist es möglich, optische Signale zu leiten und zu verarbeiten.

Am Institut für Photonische Technologien der Friedrich-Schiller-Universität Jena ist es einem Wissenschaftlerteam jetzt gelungen, Nanopartikel aus Gold in Form von Markierungen für die Bioanalytik zu nutzen. Diese Partikel erlauben eine technisch deutlich einfachere optische Detektion im Vergleich zu Fluoreszenz-

verfahren und verbessern gravimetrische Nachweise signifikant in ihrer Sensitivität. Nähere Informationen zur GMM unter www.vde.com/gmm. (Sz)

Avancées spectaculaires en bioanalyse

Les tout derniers travaux sur les effets plasmoniques de nanoparticules font sensation. Les plasmons sont des ondes électromagnétiques qui se propagent le long des surfaces métalliques et sont liées à l'interface entre une couche mince de métal et de polymère. En faisant appel à des nanostructures adaptées, il est possible de conduire et de traiter des signaux optiques.

À l'Institut des technologies photoniques de l'Université Friedrich Schiller de Jena, une équipe de scientifiques est récemment parvenue à exploiter des nanoparticules d'or sous forme de marqueurs pour la bioanalyse. Comparé au procédé par fluorescence, ces particules permettent une détection optique nettement plus simple sur le plan technique tout en améliorant significativement la sensibilité des analyses gravimétriques. Pour plus d'informations sur GMM, visiter le site www.vde.com/gmm. (Sz)

For top quality.

**BESUCHEN SIE UNS AN DER
INELTEC IN BASEL.
HALLE 1.0, STAND B29**

CELLPACK

Cellpack steht für weltweit gute Verbindungen. Diese zeichnen sich durch hohen funktionalen Wert, erste Qualität und aussergewöhnliche Langlebigkeit aus. Mehr zu den Produkten unter www.cellpack.com

CELLPACK
Electrical Products

Thèses à l'EPFL – Dissertationen an der EPFL

Durant les mois de janvier à juillet 2007, les dissertations suivantes ont été amenées à conclusion. – Zwischen Januar und Juli 2007 wurden die folgenden Dissertationen abgeschlossen.

Groupe de robotique bio-inspirée

Prof. Auke Ijspeert

- Jonas Buchli: Engineering Limit Cycle Systems: Adaptive Frequency Oscillators and Applications to Adaptive Locomotion Control of Compliant Robots
- Alessandro Crespi: Design and Control of Amphibious Robots with Multiple Degrees of Freedom

Section de systèmes de communication

Prof. Christian Bonnet

- Jérôme Härrli: Modeling and Predicting Mobility in Wireless Ad Hoc Networks

Laboratoire d'actionneurs intégrés

Prof. Yves Perriard

- John Murphy: Analytical Design and Optimization of Ultrasonic Vibrational Transducers for Spinal Surgery

Laboratoire d'automatique

Prof. Dominique Bonvin

- Carsten Welz: Measurement-based Optimization of Batch Processes with Terminal Constraints

MER Denis Gillet

- Karim Zeramdini: Modèle, architecture et outils pour la modélisation et le déploiement des environnements d'apprentissage multimédias actifs

Laboratoire pour les communications informatiques et leurs applications

Prof. Jean-Pierre Hubaux

- Naouel Ben Salem: Secure Incentives to Cooperate for Wireless Networks
- Mark Felegyhazi: Non-cooperative Behavior in Wireless Networks

Laboratoire de communications audiovisuelles

Prof. Sabine Süsstrunk

- Roberto Costantini: Compact Representations for Static and Dynamic Texture Synthesis

Laboratoire de communications mobiles

Prof. Bixio Rimoldi

- Tarik Tabet: Schemes and Architectures for Wireless Ad Hoc Networks and Cooperative Communication

Laboratoire de conception de systèmes mécaniques

Prof. Jacques Giovanola

- Thomas Alexandre: Solid Freeform Fabrication of Porous Ceramic Parts from Ceramic Powders and Pre-ceramic Polymers

Laboratoire de gestion et procédés de production

Prof. Rémy Glardon

- Cédric André: Modélisation quantitative du procédé de frittage sélectif par laser: relation paramètres/microstructure

Laboratoire de l'IDIAP

Prof. Hervé Bourlard

- Florent Monay Michaud: Learning the Structure of Image Collections with Latent Aspect Models

Laboratoire de machines électriques

Prof. Jean-Jacques Simond

- Stefan Keller: Large Low Speed Hydrogenerators – UMP and Additional Damper Losses in Eccentricity Conditions

Laboratoire de machines hydrauliques

Prof. François Avellan

- Elena Berca: Instrumentation Development for Wall Shear-Stress Applications in 3D Complex Flows
- Monica Iliescu: Analysis of Large Scale Hydrodynamic Phenomena in Turbine Draft Tubes
- Christophe Nicolet: Hydroacoustic Modelling and Numerical Simulation of the Unsteady Operation of Hydroelectric Systems
- Alexandre Perrig: Hydrodynamics of the Free Surface Flow in Pelton Turbine Buckets

Laboratoire de microsystèmes

Prof. Jürgen Brugger

- Schahrazede Mouaziz: Micro and Nano Tools for Magnetic Field Imaging

Laboratoire de production microtechnique

Prof. Jacques Jacot

- Fabien Bourgeois: Vers la maîtrise de la qualité des assemblages de précision

Prof. Peter Ryser

- Hansu Birol: Fabrication of Low Temperature Co-Fired Ceramic (LTCC)-Based Sensor and Micro-Fluidic Structures

Laboratoire de systèmes robotiques

Prof. Hannes Bleuler

- Ashwin Lal: Synthesis of Metal Nanoparticles by Electrolytical STM and Electrochemical Discharges

Prof. Reymond Clavel

- Héléne Frayssinet Mazerolle: Méthode d'étalement d'une machine-outil à cinématique parallèle à cinq axes à grands angles d'inclinaison
- Thierry Conus: Conception et optimisation multicritère des échappements libres pour montres-bracelets mécaniques
- Carl Schmitt: Orthèses fonctionnelles à cinématique parallèle et sérielle pour la rééducation des membres inférieurs

Laboratoire de réseaux électriques

MER Farhad Rachidi-Haeri

- Davide Pavanello: Electromagnetic Radiation from Lightning Return Strokes to Tall Structures

Laboratoire de simulation des matériaux

Prof. Michel Rappaz

- Stéphane Vernède: A Granular Model of Solidification as Applied to Hot Tearing

Laboratoire de systèmes autonomes

Prof. Roland Siegwart

- Masoud Asadpour: Behaviour Design in Microrobots: Hierarchical Reinforcement Learning under Resource Constraints
- Samir Bouabdallah: Design and Control of Quadrotors with Application to Autonomous Flying
- Sébastien Grange: M/ORIS – Medical/Operating Room Interaction System (au LSRO 2)

Laboratoire de théorie de l'information

Prof. Emre Telatar

- Sibi Raj Bhaskaran Pillai: Broadcast, Relay and Feedback in Gaussian Channels

Laboratoire de thermique appliquée et de turbomachines

Prof. Albin Bölcs

- Guillaume Wagner: Experimental Investigations of Showerhead Film Cooling on the Leading Edge of a Turbine Blade

Laboratoire de traitement des signaux

Prof. Murat Kunt

- Patricia Besson: A Multimodal Pattern Recognition Framework for Speaker Detection

Prof. Touradj Ebrahimi

- Yannick Maret: Efficient Image Duplicate Detection Based on Image Analysis

Prof. Pierre Vandergheynst

- Gianluca Monaci: On the Modelling of Multimodal Data Using Redundant Dictionaries

Prof. Daniel Mlynek

- Sylvain Aguirre: Deep-Submicron Embedded Processor Architectures for High-Performance, Low-Cost and Low-Power

Prof. Jean-Philippe Thiran

- Francisco Sanchez Castro: Nonrigid Medical Image Registration: Algorithms, Validation and Applications

Laboratoire d'électromagnétisme et acoustique

Prof. Juan Ramon Mosig

- Pedro Crespo Valero: Electromagnetic Modelling of Planar Circuits in Bounded Layered Media

Laboratoire d'électronique générale

Prof. Christian Enz

- Nicola Scolari: Low-Power and Low-Voltage Delta-Sigma Analog-to-Digital Converters for Digital Radio in Standard CMOS Technology

Prof. Mihai Adrian Ionescu

- Nicolas Abelé: Design and Fabrication of Suspended-Gate MOSFETs for MEMS Resonator, Switch and Memory Applications
- Serge Ecoffey: Ultra-Thin Nanograin Polysilicon Devices for Hybrid CMOS-NANO Integrated Circuits
- Raphaël Fritschi: Above-IC RF MEMS Devices for Communication Applications
- Alexander Mehdaoui: Capacités variables et inductances MEMS RF pour une intégration «Above-IC»
- Marcelo Bento Pisani: Copper/Low-k Technological Platform for the Fabrication of High Quality Factor Above-IC Passive Devices

Laboratoire d'électronique industrielle

Prof. Alfred Rufer

- Aziza Benaboud: Convertisseur de fréquence indirect à rapport de tension fixe: Interface entre turbo-alternateurs à haute vitesse et réseau électrique

Laboratoire d'énergie industrielle

MER François Maréchal

- Damien Muller: Web-Based Tools for Energy Management in Large Companies Applied to Food Industry

Willkommen bei Electrosuisse

Stiftung Revita: Damit ökologische Energie nicht bachab geht

Die Stiftung Revita wurde im Jahr 2000 gegründet und bezweckt den Erhalt und die Revitalisierung von Kleinwasserkraftwerken. Im Vordergrund stehen dabei die Produktion von dezentraler und nachhaltiger Energie sowie die Sicherung der Werksanlagen als kulturhistorische Zeitzeugen. Die Revitalisierungen werden unter umfassender Beachtung der Gewässerökologie und des Landschaftsschutzes ausgeführt.

Revitalisieren und optimieren

Die Kerngeschäfte der Stiftung sind die Revitalisierung von Kleinwasserkraftwerken, die energetische Energie- und Verbrauchsoptimierungen in Wasserversorgungen sowie Forschung und Entwicklung im Bereich der Trinkwasserturbinierung. Die Dienstleistungen der mit drei festen Mit-



Generator und Steuerung der revitalisierten Wasserkraftanlage der Altbachmühle Wittnau (AG).

arbeitern dotierten Organisation umfassen Machbarkeitsstudien, Projektierung und Ausführung von Revitalisierungen im Bereich der Kleinwasserkraftwerke, energetische Fein- und Grobanalysen sowie Machbarkeitsstudien zur Trinkwasserturbinierung in Wasserversorgungen. Zurzeit wird an der Entwicklung einer Universalturbine für den Einsatz in Wasserversorgungen mit geschlossenen Versorgungssystemen und Gegendruck gearbeitet (siehe auch Beitrag im Kasten auf Seite 50). Diese modular aufgebaute Turbine soll die wirtschaftliche Erschliessung auch kleinerer Potenziale ermöglichen.

Die Arbeiten der Stiftung Revita sind eng mit der Energieversorgung verbunden. Für Geschäftsführer Peter Spescha ist die Vernetzung und Förderung der gemeinsamen Interessen heute von ganz zentraler Bedeutung. Der Beitritt zur Electrosuisse soll diese Bemühungen unterstützen.

Kontakt: Stiftung Revita, 4438 Langenbruck, 062 387 31 23, www.revita.ch. (hm)

XP Power AG, Windisch

Die Firma XP Power AG wurde im November 2000 gegründet und beschäftigt heute 9 Personen, davon einen Lehrling. Als Kerngeschäft betreiben wir Entwicklung, Fertigung und Handel von getakteten AC/DC- und DC/DC-Wandlern für Industrie, Medizin, Telekom, Militär, Luftfahrt, Bahn und Haushalt. XP Power AG bietet auch kundenspezifische Stromversorgungen und Spezialausführungen bereits ab 1 Stück an.

Unsere Dienstleistung umfasst die Empfehlung einer passenden Stromversorgung in das Kundenendsystem sowie die tech-

nische Beratung und Hilfe bei der Integration der Stromversorgung. Dies nach erfolgter technischer und mechanischer Istzustand-Aufnahme sowie Besprechung der relevanten Normenvorgaben. Nach der Festlegung des benötigten Produkts stellen wir mit unserer weltweiten Logistik sicher, dass der Kunde termingemäss am gewünschten Ort produzieren kann.



Unsere Beitrittsgründe: Einerseits interessiert und das vielseitige Kursangebot; andererseits bietet Electrosuisse eine Plattform für Gleichgesinnte an, mit welchen wir uns auszutauschen gedenken. Viele unserer Kunden und Lieferanten sind zudem bereits Verbandsmitglied. Auch vom ständig wachsenden Wissensstand betreffend Normen bei Electrosuisse möchten wir gerne profitieren. Dieser letzte Punkt ist für uns besonders wichtig in der sich schnell verändernden Welt der EMV-Normen für Stromversorgungen.

Kontakt: XP Power AG, 5210 Windisch, Tel. 056 448 90 80, www.xppower.com (XP Power/hm)

Neu eingetretenen Branchenmitgliedern geben wir die Gelegenheit, sich unseren Leserinnen und Lesern mit einem Firmenporträt vorzustellen.

Nous donnons aux nouveaux membres du domaine l'occasion de présenter le profil de leur entreprise à nos lectrices et lecteurs.



Besuchen Sie uns
4. - 7. September 2007
an der Ineltec in Basel
Stand B 84, Halle 1.1



Vogt AG Verbindungstechnik
CH-4654 Lostorf Switzerland
Tel 062 285 75 75
Fax 062 285 74 74



www.vogt.ch

Ein Jahrhundertwerk wird kontrolliert

Als Element des europäischen Hochgeschwindigkeitsnetzes und Teil der NEAT (Neue Eisenbahn-Alpentransversale) wird der Lötschberg-Basistunnel am 9. Dezember dieses Jahres für den Vollbetrieb freigegeben. Dann werden die Züge mit bis zu 250 km/h durch den 34,6 km langen Tunnel donnern, was bedeutet, dass sich die Reisezeit auf dieser Nord-Süd-Achse zwischen dem Oberwallis und Bern halbieren wird. Die Vorbereitungen für die offizielle Inbetriebnahme laufen seit längerer Zeit auf Hochtouren. Der «jüngere Bruder» des alten Lötschbergtunnels ist vollgepackt mit modernster Technik. Alle Einrichtungen müssen vor der offiziellen Betriebsaufnahme auf Herz und Nieren getestet und für den Betrieb freigegeben werden, so auch die Stromversorgung. René Hirt und Werner Siegenthaler, Gebietsinspektoren von Electrosuisse, sind seit Juni 2006 mit Prüfungen beschäftigt mit einem klaren Ziel: Gewährleistung der Personen- und Sachicherheit bezüglich Stromversorgung.

Die elektrische Energie- und Leistungsversorgung im Tunnel lässt sich grob in zwei Kategorien einteilen: Bahn- und Infrastrukturversorgung. Das Mandat von Electrosuisse umfasste die Kontrollen der Infrastrukturversorgung auf der Hoch- und Niederspannungsebene mit einer Betriebsfrequenz von 50 Hz. Diese umfassen zum Beispiel Lüftungsanlagen, Feuerschutz, Notbeleuchtung und Kommunikation – alles wichtige Elemente für einen sicheren Betrieb.

Ungewöhnliche Aufgabe für ein Jahrhundertwerk

Über 1000 Inspektionsberichte haben René Hirt und Werner Siegenthaler bis jetzt erstellt. Die Rahmenbedingungen für diese Kontrollen unterscheiden sich in vielem vom üblichen Inspektorenalltag. «Es ist halt ein

Jahrhundertwerk, da gibt es viele technische Probleme, für die es keine Vergleiche in der täglichen Praxis gibt. Einen grossen Teil der Zeit meiner Inspektionstätigkeit benötige ich für Organisations- und Administrationsarbeiten. Nicht unwesentlich ist der Zeitaufwand, um mich im Tunnel von einem Ort zum anderen zu bewegen. Es ist eben alles ein paar Nummern grösser als eine Industrieanlage», stellt René Hirt fest.

Im Bahntunnel unterwegs – mit dem Auto

Der Lötschberg-Basistunnel wird übrigens in der ersten Etappe nur zu einem Drittel zweiröhrig befahrbar sein. Dieser etappierte Ausbau beruht auf dem Entschluss des Bundesrates vom 24. April 1996, die NEAT aus Kostengründen nur redimensioniert zu bauen. Deshalb kann

Wo Electrosuisse kontrollierte

In den vielen Querschlägen und -verbindungen des Lötschbergtunnels befinden sich zahlreiche klimatisierte Schränke und Container, in welchen sich die Anlagen für die Stromversorgung, die Lüftung, die Arbeits- und Notbeleuchtung, die Datenübertragung, die Türsteuerung, die Sicherheit und jene für das elektronische Zugsicherungssystem befinden. Viel zu kontrollieren gibt es in den Betriebs- und Lüftungszentralen, wobei die Betriebszentralen aus Sicherheitsgründen jeweils paarweise erstellt wurden, je eine für den West- und eine für den Osttunnel, damit die beiden Röhren unabhängig voneinander gesteuert werden können. Acht der Betriebszentralen sind im Tunnel bei Mitholz, Ferden, in den Relaisräumen und in Lötschen untergebracht. Die restlichen vier stehen vor den Portalen in Frutigen und Raron.



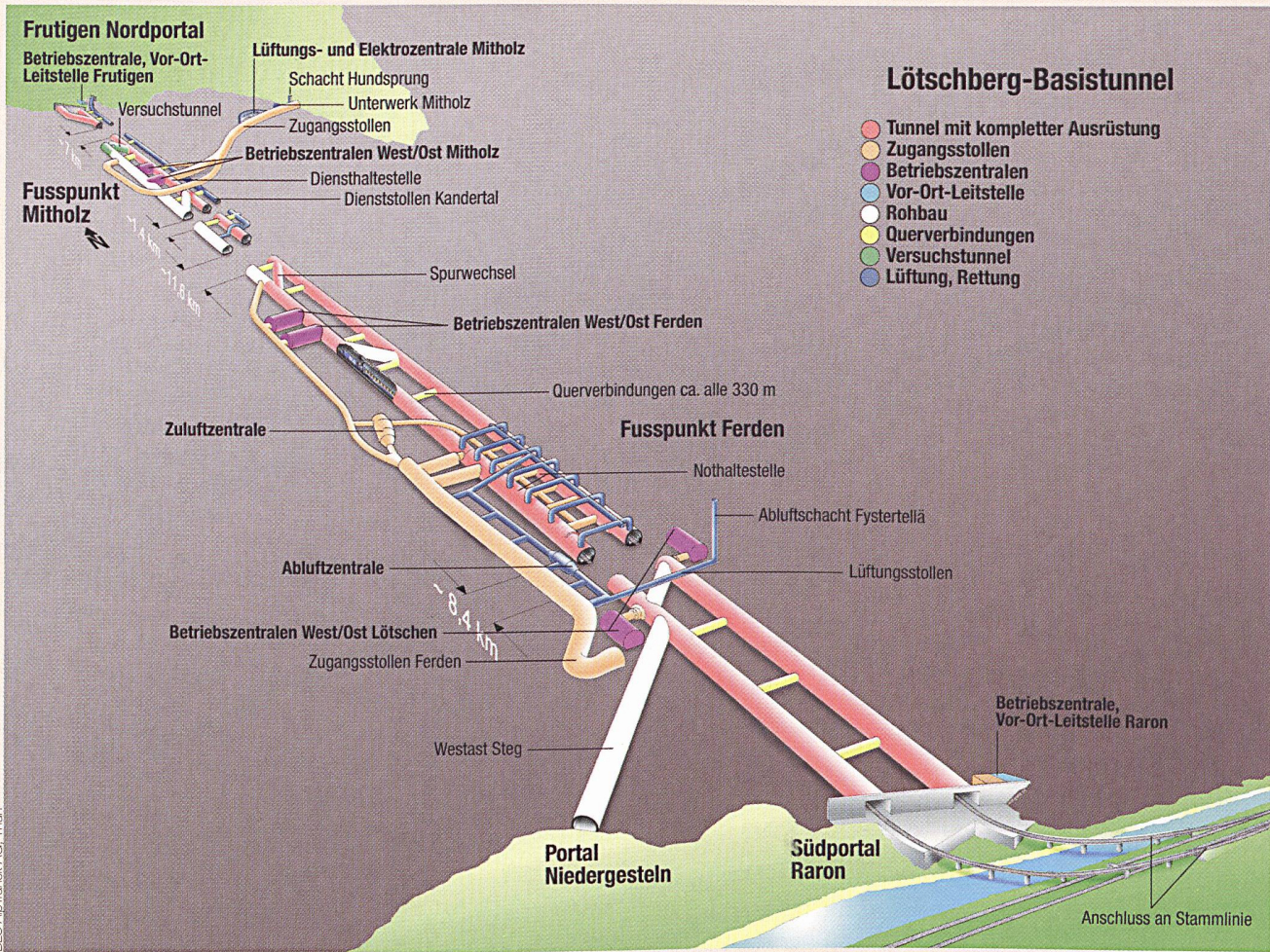
René Hirt ist dipl. Elektroingenieur HTL und absolvierte ein Wirtschaftsstudium (MBA), seit 2001 arbeitet er als Gebietsinspektor bei Electrosuisse für den Kanton Bern.

René Hirt für seine Kontrollgänge im Westtunnel bis Ferden mit dem Auto verkehren (nur Dieselfahrzeuge erlaubt). Bei einem späteren Vollausbau wäre auch die Weströhre durchgehend für den Zugsverkehr offen. Dannzumal würde auch der Autoverlad von Heustrich nach Steg durch den neuen Lötschbergtunnel in Betrieb genommen. Aber das ist noch Zukunftsmusik.

Wie kommt man hinein ... und wieder hinaus?

Der Lötschberg-Basistunnel besteht aus zwei Röhren – ganz einfach, oder? Nun ja: In Tat und Wahrheit ist das schon eher ein Tunnellabyrinth. Verschiedene Zugangsstollen und Abzweigungen erschweren auch René Hirt anfänglich die Orientierung. Ich konnte das gut nachvollziehen, als ich vor ein paar Wochen mit ihm im Tunnel unterwegs war.

Am obligatorischen Kurs «Arbeiten im Tunnel» wurde unter anderem vermittelt, was zur obligatorischen Ausrüstung im Tunnel gehört: ein Erste-Hilfe-Set, ein Lebensretter (Sauerstoffmaske), Sicherheitsschuhe, Helm, Taschenlampe, Leuchtweste, Erkennungsmarke/Batch und Funk/Telefon. Jetzt, wo das Werk weitgehend fertiggestellt ist und René Hirt nicht mehr täglich vor Ort ist, darf er nicht vergessen,



Die ganze bahntechnische Ausrüstung beansprucht im engen Tunnel viel Platz. Aus Betriebs- und Sicherheitsgründen werden nur die absolut notwendigsten Anlagen in den Tunnelröhren selbst eingebaut. Alle anderen Systeme sind in klimatisierten technischen Räumen und in den Querschlägen untergebracht.

frühzeitig anzukündigen, wann er im Tunnel arbeiten möchte. Nach der Anmeldung bei der operativen Leitstelle in Frutigen geht es zur Eingangskontrolle vor dem Zugangsstollen in Mitholz. Damit ist gewährleistet, dass niemand im Tunnel vergessen wird.

Tunnelkoller

Anfänglich, als René Hirt im Südteil des Tunnels arbeitete und in Raron übernachtete, arbeitete er bis zu 14 Stunden pro Tag im Tunnel: Am Abend Ausfahrt, dann essen, ein paar Stunden schlafen und wieder ab in den Berg. Heute erträgt er wie viele andere solch lange Arbeitstage unter Tag nicht mehr.

Unvorhergesehenes, Pannen

Klar, dass in einem Bauwerk mit diesen Dimensionen der Alltag nicht immer nach Plan verläuft. Mehr als einmal traten unvorhersehbare Ereignisse ein. Einmal verhinderte ein Wassereintrich den Zugang, ein anderes Mal versperrte ein defekter Lkw die Durchfahrt; oder man sass für Stunden fest, weil sich ein Schleusensor partout



Kontrolle am Netzkupplungstrafo der Netze von BKW FMB Energie AG und der Energiedienste Visp – westlich Raron AG (EVWR).

nicht mehr öffnen liess. Im Tunnel war René Hirt zwischendurch auch mit dem Velo unterwegs. Einmal fiel plötzlich das Licht aus; in der völligen Finsternis führte dies zu einem Sturz, der jedoch glücklicherweise glimpflich ablief. Wer mit dem Velo im Tunnel unterwegs ist, muss obligatorisch einen Velohelm tragen. Wie der erwähnte Zwischenfall zeigt, eine berechtigte Vorsichtsmassnahme.

Unvergessliches Highlight

Für die beiden Inspektoren ist klar: Sie können auf ein unvergessliches Highlight in der bisherigen Berufskarriere zurückblicken. René Hirt formuliert es so: «Es war eine intensive Zeit mit wertvollen Erfahrungen. Aber ich bin andererseits froh, dass ich mich jetzt wieder vermehrt meinen Kunden ausserhalb des Tunnels widmen kann.»

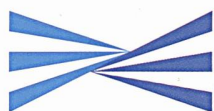
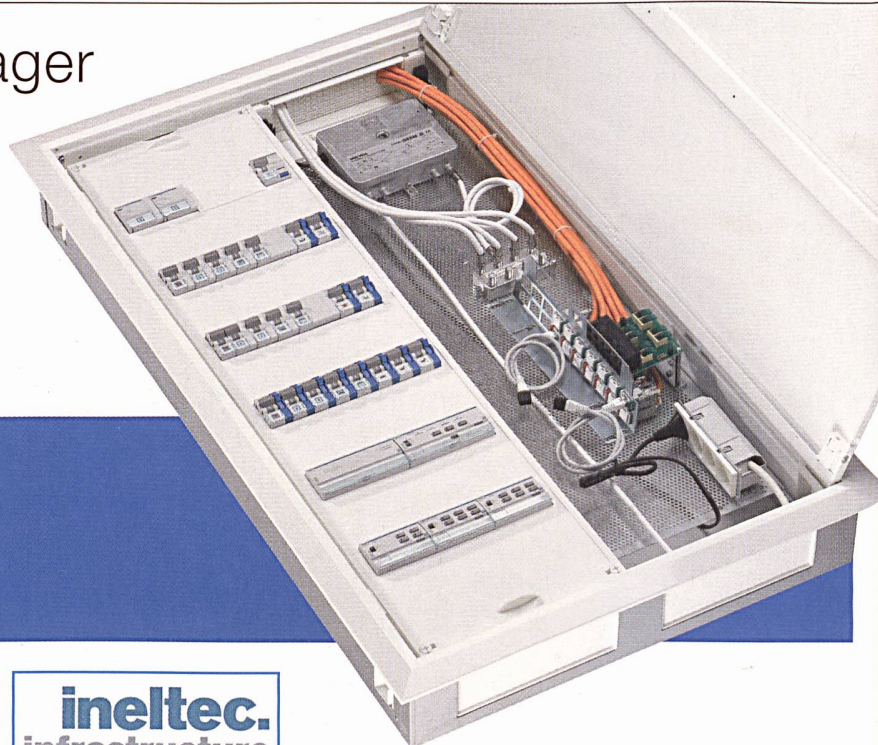
Mehr zum Thema Lötschberg-Basistunnel: www.blsalptransit.ch. *Heinz Mostosi*



Erdschlaufenmessung an einer Löschanlage.

Nachwuchs in der Hager Feldverteiler-Familie: der neue **UP Feldverteiler Media**

- + komplett
- + kompatibel
- + kompakt



ineltec.
infrastructure
technology
Halle 1.1 - Stand B60

hager

Hager Tehalit AG
Ey 25
3063 Ittigen-Bern
Tel. 031 925 30 00
Fax 031 925 30 05

Hager Tehalit AG
Glattalstrasse 521
8153 Rümlang
Tel. 044 817 71 71
Fax 044 817 71 75

Hager Tehalit SA
Chemin du Petit-Flon 31
1052 Le Mont-sur-Lausanne
Tél. 021 644 37 00
Fax 021 644 37 05

**Innovationen
für Profis**

www.hager-tehalit.ch
infoch@hager.com

IngCH erhält ein neues Erscheinungsbild

Anlässlich des 20-Jahr-Jubiläums erneuert IngCH sein Erscheinungsbild. Mit dem neuen Logo und den neu gestalteten Drucksachen möchte man insbesondere die Bekanntheit des Brands «IngCH» erhöhen und es als kurzen und prägnanten Vereinsnamen etablieren. Der Leitsatz «Engineers Shape our Future» bleibt erhalten, tritt aber etwas in den Hintergrund.

Jubiläumsveranstaltung vom 19. September 2007

Am 19. September 2007 findet von 17 bis 20 Uhr im Technopark Zürich die Veranstaltung zum 20-Jahr-Jubiläum von IngCH statt. Referenten sind Prof. Dr. Walther Zimmerli, Präsident der Brandenburgischen Technischen Universität in Cottbus, Gerold Bühler, Präsident Economiesuisse, und Stefan Arn, Managing Director UBS sowie Vorstandsmitglied von IngCH. Musikalisch umrahmt wird das Programm vom Sextett der ETH-Big-Band, abgeschlossen wird das Jubiläum mit einem Cocktail rüch. Anmeldung auf www.ingch.ch.

Nationaler Tochtertag

IngCH unterstützt das Pilotprojekt «Schwerpunkt Technik» des diesjährigen Tochtertags, der am 8. November 2007 stattfinden wird. Ziel ist, technikbegeisterte Mädchen, die keinen Elternteil in einem technischen Beruf haben, in Industriebetriebe, an Universitäten und Fachhochschulen einzuladen, damit sie dort Einblick in die Welt der Technik und der technischen Berufe erhalten. Gleichzeitig sollen Vorurteile abgebaut werden. Den Mädchen soll aufgezeigt werden, dass ein technischer Beruf durchaus eine sehr attraktive Perspektive für eine Frau ist. Weitere Informationen sowie den aktuellen Stand des Projekts finden Sie auf www.tochtertag.ch.

IngCH begrüsst zwei neue Mitglieder

IngCH begrüsst im Jubiläumsjahr zwei neue Mitglieder – Losinger Construction AG sowie Pom+ Consulting AG. Losinger Construction AG ist ein Global Player in der Baubranche. Pom+ Consulting AG ist ein international tätiges Beratungsunternehmen in den Bereichen Immobilienmanagement und Organisationsentwicklung.



Besuch bei der Heli Sitterdorf.

14. Technikwoche an der Kantonsschule Romanshorn

Im Mai 2007 fand die 14. Technikwoche an der Kantonsschule Romanshorn statt. «Unternehmen Thurgau» hiess das diesjährige Thema. 99 Schülerinnen und Schüler zwischen 16 und 18 Jahren wurden für eine Schulwoche Teil eines regionalen Unternehmens und arbeiteten vor Ort an realen technischen Miniprojekten. 18 lokale Unternehmen boten insgesamt 32 Miniprojekte an. Den Schülerinnen und Schülern standen ausserdem Fachlehrkräfte im eigens eingerichteten Ingenieurbüro tatkräftig zur Seite, auch die lokale Studien- und Berufsberatung war vor Ort und wurde von den Gymnasiasten intensiv besucht.

Nach den spannenden und lehrreichen Referaten am Montagmorgen starteten die Schüler direkt in die Projektarbeit. Am Don-

nerstagabend und am Freitagmorgen wurden die Ergebnisse der Miniprojekte an der Schule präsentiert und die Besten prämiert. Am Freitagnachmittag ging es dann zur Heli Sitterdorf, wo die Prämierten einen Helikopterrundflug machten. Alles in allem wurde das Projekt von Schüler- sowie von Unternehmerseite positiv bewertet. Voten wie «Ich habe selten in einer Woche so viele neue Erfahrungen gesammelt» oder «Ich fand die Technikwoche super, und es wäre schön, wenn diese Projektwoche auch in Zukunft stattfinden würde» bestätigen den Erfolg des Projekts.

Finanziell und organisatorisch unterstützt wurde die Technikwoche durch die Arbeitgebervereinigung Romanshorn und Umgebung (AVR), IngCH und die Swissmem.



Technik ist eben doch interessant!