

**Zeitschrift:** Bulletin Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik  
**Band:** 113 (2022)  
**Heft:** 3

**Rubrik:** Produkte = Produits

### **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:** 21.12.2024

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



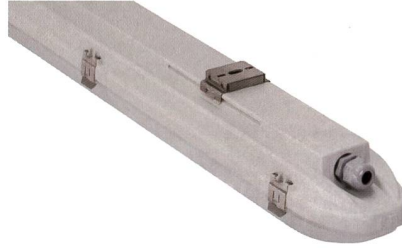
Mobile Netzanalysatoren von A. Eberle.

### Netz-, Frequenzanalysatoren und Transientenrekorder

Neue leistungselektronische Verbraucher und Energieerzeuger verursachen Netzurückwirkungen in immer höheren Frequenzbereichen. Ihre Taktfrequenz ist leistungsabhängig. Im Bereich über 30 kW liegt sie bei ca. 2,5 kHz bis 8 kHz. Bei kleinerer Leistung ist sie oft höher. Somit nehmen Netzstörungen im Bereich 2 kHz bis 150 kHz stetig zu.

Die PQ-Box-Familie besteht aus tragbaren Netz-, Frequenzanalysatoren, Leistungsmessern und Transientenrekordern. Die Bedienerfreundlichkeit stand bei der Entwicklung im Vordergrund.

E-Tec Systems AG, 5610 Wohlen  
Tel. 056 619 51 80, [www.etec-systems.ch](http://www.etec-systems.ch)



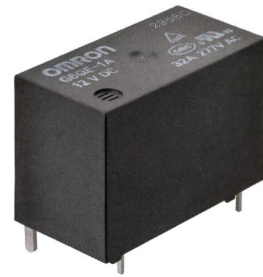
Sylvania Resisto GRP.

### Die Beleuchtungslösung mit Resistenz

Sylvania erweitert seine Resisto-Produktsérie um Spezialisten für viele Umgebungen, in denen Chemikalien zum Einsatz kommen. Die Industrieleuchten Resisto GRP überzeugen dabei durch ihr äusserst widerstandsfähiges Gehäuse, das gegen eine Vielzahl von Säuren, Laugen, Halogene und Mineralöle schützt. Zudem sind die Leuchten sehr energieeffizient sowie langlebig.

Daten: 3400 bis 7000 lm; 4000 K (Farbtemperatur Neutral White). Die Leuchten haben eine Energieeffizienz von bis zu 143 lm/W.

Felto Sylvania Germany GmbH, DE-91056 Erlangen  
Tel. +49-(0) 9131 793 0, [www.sylvania-lighting.com](http://www.sylvania-lighting.com)

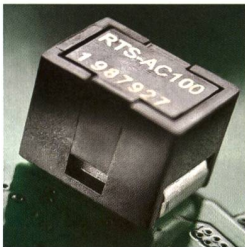


Die G6Q-Reihe von Omron.

### Einpolige Miniatur-Leistungsrelais

Flache Masse bei hohem Schaltstrom: Die G6Q-Relais überzeugen durch ihre Robustheit und Stabilität auf kleinstem Raum. Als Nachfolger des Omron G8P kommen sie mit geringerer Gesamtgrösse bei gleichem Footprint. Mit einem Schaltstrom von 36 A bei 250 V AC sind 10 000, bei 30 A bei 250 V AC sogar 100 000 Schaltungen möglich. Hauptanwendungsbereich ist die AC-Sicherheitsabschaltung in EV-Ladegeräten mit hoher Ausgangsleistung, die für kürzere Ladezeiten benötigt wird. Die G6Q-Reihe ist unter [www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com) erhältlich.

Rutronik GmbH, DE-75228 Ispringen  
[www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com)



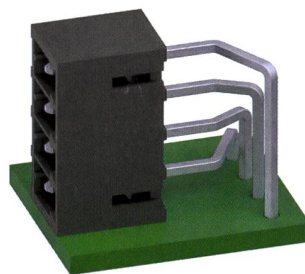
Übertemperaturschutz für Leistungshalbleiter.

### Thermosicherung mit tiefer Auslösetemperatur

Die 2018 lancierte Thermosicherung RTS erhält Verstärkung durch eine Variante mit einer Auslösetemperatur von >175 °C. Beim RTS handelt es sich um einen besonders kompakten Übertemperaturschutz für Leistungshalbleiter in SMD-Technologie für höchste Ansprüche.

RTS steht für «Reflowable Thermal Switch». Er wurde zum Schutz vor Überhitzung von hochintegrierten Leistungshalbleitern entwickelt. Vor der mechanischen Aktivierung lässt sich die neue Thermosicherung auf konventionellen Reflow-Lötanlagen mit Profilen bis 260 °C löten.

Schurter AG, 6002 Luzern  
Tel. 041 369 31 11, [schurter.com](http://schurter.com)



Für langlebige Verbindungen.

### Vielfältige Verbindungslösungen mit Lötstiften

Die Weco Contact GmbH stellt auf Kundenwunsch Leiterplattenklemmen mit überlangen, abgewinkelten oder doppelten Lötstiften her. Produziert am Hauptsitz in Hanau, können die Stifte auf einer geraden oder abgewinkelten Fläche aufgebracht werden. Somit wird ein optimales Vergiessen von Platinen mit Bauteilen ohne jegliche Einschränkungen garantiert. Die Produkte, die ihren Einsatz beispielsweise in der Heizungs-technik finden, zeichnen sich durch ihre Variantenvielfalt aus.

Ferratec AG, 8964 Rudolfstetten  
[www.ferratec.ch](http://www.ferratec.ch)



Die Baureihen RPA100E und RPA300E.

### Effiziente DC/DC-Wandler im Eighth-Brick-Format

Wirkungsgrad von über 90 % auch bei geringer Last: Mit den Baureihen RPA100E und RPA300E nimmt Recom zwei neue preisgünstige DC/DC-Produkte mit Leistungen von 100 W bzw. 300 W im Dosa-kompatiblen Eighth-Brick-Format (58,4 mm x 23 mm) ins Portfolio. Beide Produktreihen haben einen typischen Wirkungsgrad von 94,8 % (RPA300E) und 92 % (RPA100E). Der hohe Wirkungsgrad von mehr als 90 % wird auch bei geringer Last beibehalten und eignet sich somit für Anwendungen mit kleinen Standby-Verlusten.

Rutronik GmbH, DE-75228 Ispringen  
[www.rutronik24.com](http://www.rutronik24.com)



Wir suchen motivierte und kompetente Talente

Für ein **leistungsfähiges** und **zuverlässiges** Stromnetz der Schweiz.  
Verbinden Sie sich mit uns!

**swissgrid**

Jetzt verbinden.

**wieland**

**PLUG AND GO.**

Die Elektro-Infrastruktur für Ladestationen: **podis®**

[www.wieland-electric.ch](http://www.wieland-electric.ch)

# Eidgenössischer Abschluss

«Spezialistin/Spezialist öffentliche Beschaffung»

Wir gratulieren allen Absolvent\*innen!

Ein grosser Applaus geht an die Teilnehmenden unseres Lehrgangs:

Beat Thomas Aeschlimann	Nicole Ochsner
Andrea Verena Birchler	Ivan Radovanovic
Oliver Christoph Fierz	Annelies Mandy Reimer
Corinne Flückiger	Ivo Reinhard
Stefan Holliger	Katja Marisa Rossi
Andreas Keller	Volker Schindler
Denis Lizun	Sandra Wieschmann
Armin Otto Mächler	Heinz Zurkirchen

Nächster Lehrgangsstart im Blended-Learning-Konzept

📅 9. April 2022

🏠 Zürich

[www.procure.ch/spez-ueb](http://www.procure.ch/spez-ueb)

procure.ch | Fachverband für Einkauf und Supply Management | Laurenzenvorstadt 90 | 5000 Aarau | Schweiz

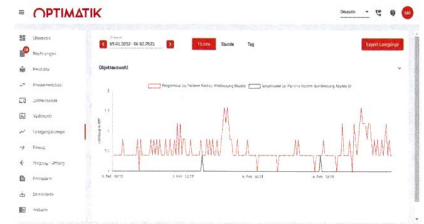


## 24-Stunden-Service für mehr Kundenbindung

Themen wie Kundenbindung, Digitalisierung und die Erschliessung neuer Geschäftsfelder bestimmen bereits heute den Alltag in der Energiebranche. Optimatik hat mit dem eigenen Kundenportal eine Lösung für Energieversorger geschaffen, die ihre Anliegen abdeckt. Das Beispiel der St. Gallisch-Appenzellischen Kraftwerke AG (SAK) zeigt es.

SAK suchte ein Kundenportal, das sich einfach und schnell einführen lässt, alle ihre Bedürfnisse abdeckt und trotzdem ohne zeit- und kostenintensive Konfigurationen auskommt. Das Energie Business Portal, das von Optimatik entwickelte Kundenportal für Energieversorger, ist die richtige Lösung dafür. «Das Energie Business Portal erfüllt bereits im Standard unsere Wünsche. Ausserdem ist es tief in unser Energieabrechnungssystem integriert und läuft in der Cloud, weshalb wir in der Einführung viel Zeit eingespart haben.» Die tiefe Integration in innosolenergy bietet dem Energieversorger den wesentlichen Vorteil, keine redundante Stammdatenhaltung

aufbauen zu müssen, weil für das Kundenportal sämtliche Stammdaten direkt aus dem Energieabrechnungssystem genutzt werden. Im Optimatik-Forum hat der Kunde zudem die Möglichkeit, direkt bei Weiterentwicklungen mitzuwirken. Neben der Einsicht in die letzten Energieabrechnungen sowie den genauen persönlichen Verbrauch ermöglicht das Energie Business Portal Umzugsmeldungen, eigenständige Zählerstandserfassungen oder einen direkten Produktewechsel im Energiemix. Das Energie Business Portal wird auf das Design des Energieversorgers zugeschnitten, um einen individuellen Auftritt gegenüber den Endkunden zu gewähren. Die



Lösung ist bei Optimatik als Software as a Service (SaaS) aus der Cloud oder als On-Premises-Lösung erhältlich.

Weitere Informationen:  
Optimatik AG, Andreas Huber, Tel. 071 791 91 26  
andreas.huber@optimatik.ch, www.optimatik.ch

Informationsveranstaltung für  
**Betriebselektriker**

Auch Online-Teilnahme möglich!

Nicht schalten,  
es wird gearbeitet!  
Ort: TS OST Datum: 15.02.21  
Entfernen des Schildes  
nur durch: B. Meier

electrosuisse.ch/be-tagung

electro  
suisse

Bilder: XYZ



# Energieversorgungsunternehmen als Treiber der E-Mobilität

Mit intelligenter Technologie in die Verkehrswende

**Die Elektromobilität in der Schweiz entwickelt sich rasant. Im dritten Quartal 2021 lag der Anteil der Elektrofahrzeuge bereits bei 20 % aller Neuzulassungen, Tendenz stark steigend. Die für 2030 angepeilte Marke von 50 % wird wahrscheinlich deutlich früher erreicht. Energieversorgungsunternehmen (EVU) können sich in diesem dynamischen Umfeld als Infrastrukturbetreiber und Service-Provider neu positionieren. Voraussetzung dafür sind eine intelligente, zukunftssichere Technologie und die Integration in ein modernes Netzmanagement.**

Bis 2050 soll die Schweiz klimaneutral sein. Die Verkehrswende ist ein zentraler Baustein der Netto-Null-Strategie. An der Schnittstelle zwischen Energiesystem und Verkehr sind EVUs prädestiniert, eine führende Rolle beim Auf- und Ausbau sowie dem Management der notwendigen Infrastruktur einzunehmen und so die Elektromobilität und Klimaneutralität voranzutreiben. Möglichkeiten eröffnen sich dabei in allen stark wachsenden Bereichen des Marktes: Ladelösungen für Eigenheime, für Mehrfamilienhäuser, für Geschäftsliegenschaften und Geschäftsflotten sowie Ladelösungen für den öffentlichen Raum.

EVUs können von zwei wichtigen Aspekten profitieren. Zum einen sind die Nutzer der Elektrofahrzeuge und Ladeinfrastruktur in den meisten Fällen auch Energiekunden. Mit flexiblen Tarifmodellen beispielsweise können sie die Kundenbindung stärken und ein netzdienliches Ladeverhalten incentivieren. Zum anderen verfügen sie über eine umfassende Netzkompetenz, sodass sie in der Lage sind, eine Infrastruktur aufzubauen, die mit dem Wachstum der Elektromobilität mithalten kann.



Etrell INCH Pro Ladegeräte ermöglichen netzdienliches Laden an jedem Standort.



Etrell INCH Duo mit einem kontaktlosen Zahlungsterminal ist eine robuste Lösung für anspruchsvolle Umgebungen an öffentlichen Orten.

Intelligente Ladetechnik in Kombination mit intelligenten Messsystemen ermöglicht es, potenzielle Schwachstellen im Netz zu erkennen, rechtzeitig Massnahmen zu ergreifen oder etwa die Ladeleistung und den Ladezeitpunkt automatisiert zu steuern. So kann die Spitzenlast verringert oder zeitlich verlagert werden, wenn viele Fahrzeughalter am Abend ans Netz gehen, aber erst am Morgen wieder fahren wollen. Eine Überlastung des lokalen Netzes ist so auszuschliessen, ohne die Verfügbarkeit der Fahrzeuge unnötig einzuschränken.

Angesichts der dynamischen Entwicklung der Elektromobilität ist eine effiziente Einbindung der Elektromobilität in die Netzinfrastruktur sehr wichtig, um langfristig eine sichere und störungsfreie Versorgung zu gewährleisten. Hinzu kommt, dass sich Elektromobilität und die fluktuierende Einspeisung von erneuerbaren Energien sehr gut ergänzen. Elektroautos können das Stromnetz auch entlasten.

Um die sich bietenden Möglichkeiten auch langfristig nutzen zu können, sollten EVUs von Anfang an auf fortschrittliche Hard- und Software setzen – und auf Technologiepartner, die langjährige Branchenkompetenz in der Energieversorgung mit der noch jungen Welt der E-Mobilität zusammenführen.

Smart Charging und Smart Metering sind eng miteinander verwandt und zentrale Elemente der Elektromobilitätsinfrastruktur. Beide zielen auf die Interaktion von Verbrauchern, Energieversorgern und Netzbetreibern, eine datenbasierte Transparenz und die perspektivische Automatisierung von Vorgängen im Netz, um Einspeisung und Verbrauch in Einklang zu bringen. Vor diesem Hintergrund hat Landis+Gyr mit der

Übernahme von Etrell und True Energy sein Portfolio um intelligente Ladelösungen erweitert. Das Portfolio beinhaltet interaktive Ladestationen für Home-, Business- und Public-Anwendungen, eine agnostische Softwareplattform für das Ladepunkt- und Energiemanagement sowie eine App, die Elektroautobesitzern kosteneffizientes und umweltschonendes Laden ermöglicht. Damit können EVUs mit einer zukunftsfähigen Technologie in einen neuen Markt einsteigen und mit ihm wachsen – an der Seite eines der profiliertesten Technologiepartners für Energiemanagement-Lösungen.

So faszinierend die Möglichkeiten der E-Mobilität für EVUs schon heute sind, ihr Potenzial ist noch nicht annähernd ausgeschöpft. Preisgetriebene Anreizsysteme und neue Angebote für Verbraucher, attraktive Tarifmodelle für unabhängige Ladestationen oder der Betrieb eigener Stationen sind Beispiele, wie Energieversorger ihre Geschäftsmodelle erweitern und neue Umsatzpotenziale erschliessen können. Die technischen Möglichkeiten dafür sind schon heute vorhanden. Die regulatorischen, marktwirtschaftlichen und gesellschaftlichen Anforderungen entwickeln sich rasant weiter und sind bei Weitem noch nicht klar. Was aber sicher ist: Ob laden, messen, Strom erzeugen, speichern oder verbrauchen – es wird gesteuert, optimiert und vernetzt sein müssen.



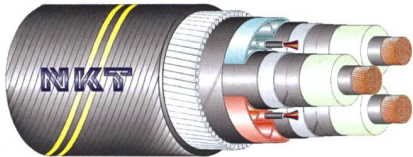
Erfahren Sie mehr in unserem Webinar «Elektroauto-Boom: Fluch oder Segen für Schweizer EVU» (on-demand)

Landis+Gyr AG, 6330 Cham, [www.landisgyr.ch](http://www.landisgyr.ch)  
Gunnar Fuhrmann, Tel. 041 935 6078  
[gunnar.fuhrmann@landisgyr.com](mailto:gunnar.fuhrmann@landisgyr.com), [www.etrrel.com](http://www.etrrel.com)

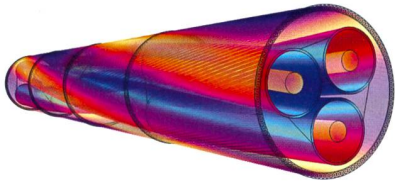


## Simulieren statt testen

NKT in Karlskrona, Schweden, setzt auf numerische Modelle, um elektromagnetische Felder zu untersuchen und Armierungsverluste in 3D-Kabeldesigns zu berechnen. Um Designanalysen mit Simulationen sicher durchführen zu können, wurden ihre Ergebnisse mit experimentellen Messungen validiert. Hier die Ergebnisse. »



**Bild 1** Hochspannungskabel wie dieses verbinden die Welt. Sie können aber auch teuer im Unterhalt und schwierig zu analysieren sein.



**Bild 2** Ein 3D-modelliertes Kabel in COMSOL Multiphysics®.



**Bild 3** Modell mit den grundlegenden Merkmalen eines armierten Unterseekabels: Hauptleiter, Abschirmungen und Armierung.

Die Kabelindustrie ist milliardenschwer: Infinium Global Research beispielsweise prognostiziert, dass der Kabelmarkt im Jahr 2025 ein Volumen von 220 Milliarden US-Dollar erreichen wird [1]. Allein die Installation des sogenannten Norned-Kabels, das die Stromnetze von Norwegen und den Niederlanden miteinander verbindet, kostete rund 600 Millionen Euro – und das bereits im Jahr 2008 [2]. Müssen solche Kabel repariert oder gar ersetzt werden, kann das ebenfalls sehr teuer werden. In einem Bericht der Unterseekabelkonferenz Suboptic 2010 wird geschätzt, dass die Reparatur von Unterseekabeln mehr als 12'000 US-Dollar pro Tag verschlingt, was sich auf über 1 Million US-Dollar pro Projekt summieren [3].

### Nicht trivial zu testen

Dabei sind experimentelle Tests solcher Kabel sehr anspruchsvoll. Darüber kann Ola Thyrvin, Senior Analysis Engineer bei NKT, einem weltweit tätigen Kabellieferanten, berichten: «Die Messung von Kabelverlusten ist eine komplexe Angelegenheit.» Zudem sind fast alle Hochspannungs-Offshore-Kabel massgefertigt und für Tests erst greifbar, wenn das Kabeldesign bereits verkauft und in der Fertigung ist.

Mit Einführung der numerischen Analyse wurde die Untersuchung von Kabeln und Armierungen zwar einfacher, liess aber immer noch viel zu wünschen übrig: Die ersten 3D-Modelle eines Kabels wurden erst vor weniger als einem Jahrzehnt erstellt und bis vor Kurzem dauerte es mehrere Tage bis Wochen, solche Modelle auf einem Supercomputer zu berechnen. Die heutigen Modellierungstechniken und die Computerhardware erlauben hingegen die schnelle sowie robuste Entwicklung und Analyse von Kabeln. Selbst ein Laptop kann die Simulation nun in Minuten ausführen. Diese Verbesserungen haben neue Möglichkeiten auch für die Forschung bei NKT eröffnet.

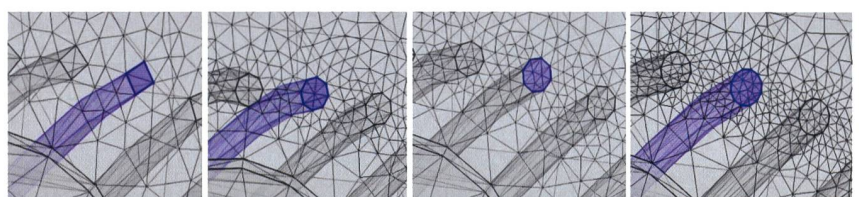
### Die Normen entsprechen nicht mehr den Möglichkeiten

Eine Herausforderung bei der Prüfung von Kabeldesigns ist zudem, dass die Normen wenig aktuell sind. Tatsächlich beruhen einige IEEE- und IEC-Normen für Kabel immer noch auf analytischen Ansätzen, die vor etwa 80 bis 100 Jahren abgeleitet und vereinfacht wurden, um Berechnungen von Hand zu ermöglichen. In den letzten zehn Jahren wurden in mehreren Veröffentlichungen Messungen

durchgeführt, die zeigen, dass die Formeln in den Normen die Verluste der Armierung überbewerten. In einigen Fällen sind die wirklichen Verluste nur etwa halb so gross wie die in der IEC-Norm angegebenen Werte. Doch basierend auf diesen Normen berechnen Ingenieure den möglichen Strom, den ein Kabel transportieren kann, der durch die maximal zulässige Leitertemperatur begrenzt ist. Daraus ergibt sich auch die Leitergrösse, die so in der Regel zu gross gewählt wird. Eine geringere Leitergrösse bedeutet jedoch weniger Kupfer oder Aluminium. Beides sind teure Metalle. Damit ist eine potenzielle Kosteneinsparung für das Kabelprojekt aufgedeckt. Mit den in den letzten Jahren entwickelten Methoden ist es heute möglich, die Verluste der Armierung genauer zu messen, aber dazu muss das Kabel bereits vorliegen – das ist wie eingangs erwähnt erst sehr spät im Projekt möglich.

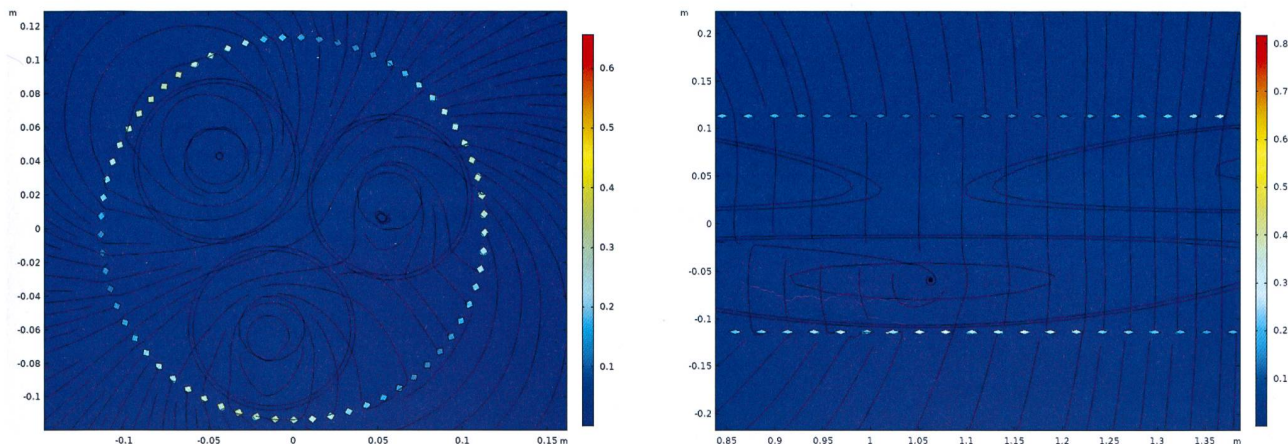
### Genauere Leiterquerschnitte dank Simulation

Ein Werkzeug, das an dieser Stelle grundsätzlich weiterhelfen kann, ist die Elektromagnetik-Modellierung. Sie ermöglicht es auch dem NKT-Team in Karlskrona, Kabeldesigns virtuell zu testen, zu visualisieren und zu untersuchen, wie sich verschiedene Kabelparameter auf die Armierungsverluste auswirken. Damit können sie zudem die Kabelleistung unter verschiedenen Installationsbedingungen vorhersagen. Mithilfe der Simulation können die Designer also die erforderliche Leitergrösse und damit die Kabelkosten reduzieren. Sie müssen jedoch absolut sicher sein, dass ihre Modellierungswerkzeuge die benötigten Analysen



**Bild 4** Verschiedene Vernetzungsgrade für das Kabelmodell, mit einer von links nach rechts zunehmenden Zahl an Netzelementen pro Drahtdurchmesser (links: 1, rechts: 4)





**Bild 5** Darstellung des Magnetflusses im Luftspalt zwischen den Leitern.

präzise durchführen können und ihnen die richtigen Ergebnisse liefern.

**Komplexe Modellierung**

Bei einem armierten Kabel ist es schwierig, die Verluste in der magnetischen Stahlummantelung zu berechnen. Dies liegt an der komplexen Wechselwirkung zwischen aktiven und passiven Leitern, kombiniert mit nichtlinearen Materialeigenschaften (Hysterese) und Temperaturabhängigkeit. Auch umfasst die Geometrie solcher Kabelmodelle (Bild 3) feine Merkmale, wie die kleinen Lücken zwischen den Armierungsdrähten, was zu einer grossen Anzahl von Netzelementen, langen Berechnungszeiten und einem erhöhten Speicherbedarf führt. Um dies zu umgehen, wollten die NKT-Forscher herausfinden, ob sie ein gröberes Netz für ihr Kabelmodell (Bild 4) verwenden können, während sie gleichzeitig das nichtlineare magnetische Verhalten des Stahlmaterials (stark magnetischer Weichstahl mit hoher Permeabilität und grossen Hystereseverlusten) genau beschreiben.

**Ein kleiner Kabelabschnitt genügt**

Die Forscher-Gruppe nutzte die Simulationssoftware COMSOL Multiphysics®

inklusive des Add-On AC/DC Module für die Kabelanalyse (Bild 5). Zum Rechenaufwand der Modellierung befindet NKT-Ingenieur Ola Thyrvin eine Funktion der Software als besonders hilfreich: die «periodische Randbedingung». Sie ermöglichte es, ein kleines Stück des Kabels zu modellieren und es so kurz wie möglich zu halten.

*Die reduzierte Grösse des Modells spart natürlich Rechenzeit und Speicherbedarf, wobei trotz allem alle relevanten physikalischen Aspekte im Modell erfasst werden.*

Zudem nutzten die Designer infinite Elemente zur äusseren Begrenzung des Modellierungsgebiets, wodurch Randeffekte verschwinden und gleichzeitig das erforderliche Netz und der Speicherplatz begrenzt werden. Der Modellierungsansatz des NKT-Teams umfasste drei Hauptschritte:

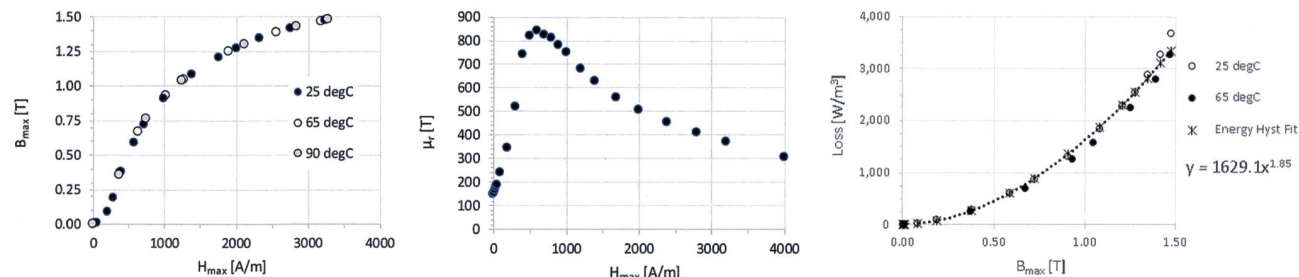
- Zunächst wurde ein stromgesteuertes Modell mit vordefinierten Temperaturen erstellt. Der Strom wird nicht durch die Kabelimpedanz oder Temperaturänderungen beeinflusst, sondern durch die Systemlast gesteuert.

- Dann berechnete das Team die Wirbelstromverluste, welche durch lokale Ströme in den Armierungsdrähten bei der vordefinierten Temperatur verursacht werden. Sie fanden heraus, dass die Verluste durch die Abschirmströme um die Armierungsdrähte in den Drahtabschnitten nahe den Phasenleitern dominiert werden.
- Nun berechneten sie die magnetischen Hystereseverluste durch Integration einer Funktion der magnetischen B-Felder (Flussdichten) über das Armierungsdrahtvolumen (Bild 6).

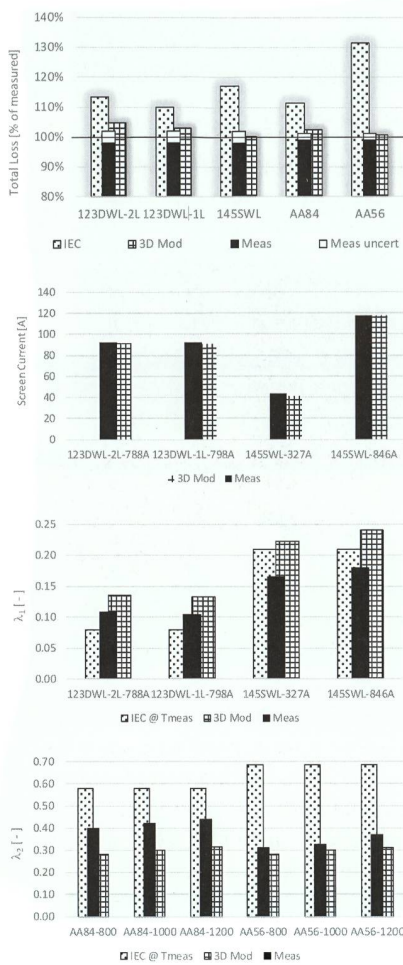
**Höhere Leistung, genauere Berechnungen**

In einem Konferenz-Beitrag aus dem Jahr 2019 [4] zeigt NKT weitere Möglichkeiten auf, die Leistung der Simulation zu erhöhen, ohne die Genauigkeit wesentlich zu beeinträchtigen.

Zum einen lassen sich auch ohne Auflösung der Eindringtiefe in die Armierung mit den richtigen geometrischen Korrekturfaktoren und angepassten Materialparametern realistische Verlustwerte berechnen. Zudem verwendeten sie bei der Ausführung des Modells mit einem groben Netz einen einheitlichen, realen Wert für die Permeabilität  $\mu$ , der



**Bild 6** Magnetische Eigenschaften des Kabels, berechnet aus den Hysteresekurven.



**Bild 7** Validierte Ergebnisse: (a) IEC, gemessene und modellierte Verluste in fünf Kabeldesigns; (b) gemessene und modellierte Ströme; (c) IEC, gemessene und modellierte Werte des Screen-Verlustfaktors  $\lambda_1$ ; und (d) IEC, gemessene und modellierte Werte des Armierungs-Verlustfaktors  $\lambda_2$ .

an experimentell ermittelte Materialdaten angepasst wurde, indem nur die mittlere magnetische Feldstärke H im Armierungsdraht, und nicht das lokale Feld berücksichtigt wurde. Daher ist die Permeabilität weder nichtlinear noch imaginär, was aus numerischer Sicht weitaus weniger aufwendig zu berechnen ist. Stattdessen wird die Permeabilität  $\mu$  auf den korrekten Wert für die mittlere magnetische Feldstärke

im Armierungsdraht gesetzt, der für den jeweiligen Betriebspunkt des Kabels gilt. Ist die Lösung einmal gefunden, können die Verluste in einem weiteren Schritt berechnet werden. Denn aus Messungen wissen die NKT-Ingenieure, welche Verluste sie für eine bestimmte Feldstärke erhalten. In ihren Modellen sind die Hystereseverluste also weder mit dem Spannungs- noch mit dem Stromverhalten des Kabels elektrisch gekoppelt. Um die richtige effektive Permeabilität zu erhalten, liess das Team das 3D-Modell für verschiedene Permeabilitäten für jeden modellierten Strom laufen. Sie berechneten und mittelten die Feldstärken aus jeder Lösung und berücksichtigten die Verringerung des Querschnitts der Armierungsdrähte bei der Verwendung von groben Netzen. Anschliessend wurden die  $\mu$ -Werte und die durchschnittlichen H-Werte auf die gemessene  $\mu(H)$ -Kurve aufgetragen. Das Team stellte fest, dass höhere  $\mu$ -Werte niedrigere durchschnittliche H-Werte in der Armierung bedeuten, und umgekehrt. Schliesslich ergab der Schnittpunkt der Kurven mit der gemessenen Kurve den korrekten Effektivwert am Betriebspunkt des Kabels (Bild 7).

**Validierung der Kabelmodellergebnisse**

Die Modellierung nützt jedoch nichts, wenn am Ende die Ergebnisse des Modells die Physik des Bauteils in der Realität nicht genau wiedergeben. Daher validierten Thyrvin und sein Team sie mit

den vorhandenen Kabeldaten. Bei den Armierungsverlusten stellten sie fest, dass die modellierten Ergebnisse nur maximal drei Prozent vom Experiment abweichen (Bild 8). Sie sind damit genauer als die IEC-Norm für den modellierten Kabeltyp, bei der der Gesamtverlust zwischen zehn und 30 Prozent von den Messungen abweicht.

**Mehr Vertrauen in die Kabelanalysen**

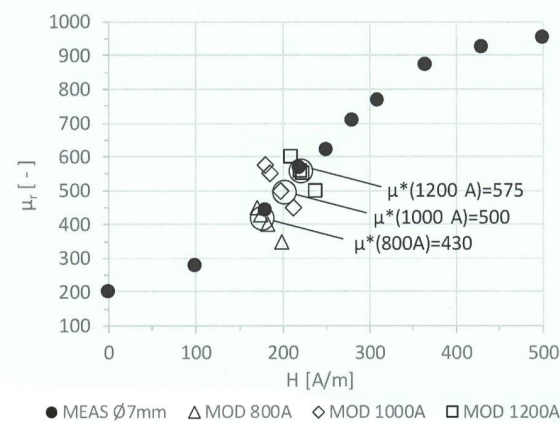
Die validierten Ergebnisse haben NKT gezeigt, dass die Simulation eine zuverlässige und vertrauenswürdige Methode zur Untersuchung von Kabeldesigns ist. Dies hat weitreichende Auswirkungen für das Unternehmen. Zum einen kann es nun Kabel untersuchen, ohne sie in jedem Fall real zu testen. «Wir können jetzt simulieren, anstatt zu messen», bestätigt Ola Thyrvin. Dank Simulationssoftware und -methoden weiss NKT nun, wie gross die Verluste in einem Kabel sind, bevor es hergestellt wird.

**Autor**

**Brianne Christopher** ist Senior Content Manager bei COMSOL.

**Referenzen**

- [1] «Wire and Cable Market: Global Industry Analysis, Trends, Size, Share and Forecasts to 2024», Infinium Global Research, 2020.
- [2] M. Ardelean and P. Minnebo: «HVDC submarine power cables in the world», Institute for Energy and Transport, pp. 50-51, 2017.
- [3] G. White: «Insurance and Risks in the Underground Cable World», SubOptic, 2013.
- [4] D. Willen, C. Thidemann, et al.: «Fast Modelling of Armour Losses in 3D Validated by Measurements», 10th International Conference on Insulated Power Cables, C7-4, 2019.



**Bild 8** Modellierte Permeabilität in Abhängigkeit der mittleren magnetischen Feldstärke  $\mu(H)$  für drei verschiedene Ströme in einer Kabelkonstruktion sowie die gemessene  $\mu$ -H-Kurve für den Armierungsdraht.



# Der revolutionäre emost Butler S: Mobile USV - oder mobile Batterie?

...egal, wie Sie es nennen, das System erfüllt Ihren Wunsch nach sicherer, umwelt-schonender, zuverlässiger und wirtschaftlicher Stromversorgung am Verbrauchsort.

Die Elektrifizierung in vielen Bereichen unseres Alltags ist einer der dynamischsten Trends unserer Zeit. Sie gestattet uns, Umweltschutzgedanken, Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit signifikant voranzutreiben. Die Anwendung von Wärmepumpen oder die Marktdurchdringung der Elektromobilität sind hierbei nur zwei aktuell zu erwähnende Beispiele. Doch was geschieht dort, wo wir heute noch keinen zuverlässigen Zugang zu grüner Energie haben?

Diese Frage beantwortet eine bahnbrechende Innovation. Mit dem praxiserprobten Butler S wird die breite Verfügbarkeit sauberer und hochqualitativer elektrischer Energie Realität. Lärmende, Schadstoff-emittierende Dieselgeneratoren oder teure Zwischenstromlösungen über temporäre Netzanbindungen gehören nunmehr der Vergangenheit an.

## Die herausragenden Vorteile des Butler S:

### Ökonomisch:

- Geringere Lebenszykluskosten als bei zeitlich limitierten Netzanbindungen oder Dieselgeneratoren
- Eliminiert die bei Dieselgeneratoren erforderlichen 20% Mindestlast und/oder die Leistungs-Überdimensionierung

### Ökologisch:

- Keine CO<sub>2</sub>-Emissionen vor Ort, Erfüllung aller Normen des Regulators
- Als abgasfreies System auch für den Einsatz in geschlossenen Räumen geeignet



Einsatz des Butler S auf einem PW-Anhänger im schwer zugänglichen Gelände.

### Einfache Nutzung:

- Genehmigungsfreie und einfache Aufstellung für eine zügige Baustellenmobilisierung
- Problemloser Transport und einfache Bedienung
- Robustes Design für den industriellen und gewerblichen Einsatz
- CE-zertifiziert

### Hohe Stromqualität:

- Erzeugt hohe Stromqualität sowohl unter min. Lasten als auch unter Volllast
- Erlaubt die Nutzung auch sensibler elektrischer Geräte

### Leise:

- Kaum Geräuschemissionen, erhöht Komfort und Arbeitssicherheit
- Ermöglicht den Einsatz in lärmsensiblen Bereichen, wie bei klassischen Freiluftkonzerten, Gartenpartys etc.
- Gerät kann in geschlossenen Räumen und im Tunnelbau eingesetzt werden

### Technische Daten des emost Butler S:

- Li-Ionen-Batterietechnologie
- Nennleistung 50 kVA;
- Peakleistung: 75 kVA
- Nennkapazität: 25 kWh
- Laden: 3-ph, 400 V AC, 16- oder 32-A-Stecker;
- optional 1-ph, 230 V, Typ 13 Stecker
- Entladen:
  - CEE 400 V AC 32-A-Stecker
  - CEE 400 V AC 16-A-Stecker
  - Typ 25 1-ph, 230 V AC
  - Optional CEE 400 V AC 63-A-Stecker
  - Dimensionen: 0,8 x 1,5 x 1,1 m
  - Gewicht: ca. 650 kg



Einsatz des Butler S auf einer Bahnbaustelle.



Der Butler S.

Die Grundidee zum Butler S sowie die Prototypentests wurden während eines Zeitraums von drei Jahren von emost - einem Team von Innovatoren aus dem Bereich Renewables der Axpo Solutions AG - in enger Zusammenarbeit mit Firmen aus der Bau- und Eventindustrie getrieben. Die vierte Generation wurde gemeinsam mit Statron - einem bekannten Hersteller von USV-Anlagen - weiterentwickelt und zur Produktreife gebracht. Das Resultat ist ein langlebiges und robustes Heavy-Duty-Produkt, das den höchsten Ansprüchen aus Industrie und Gewerbe entspricht.

Vertrieben werden die Geräte über verschiedene Partner, neuerdings auch durch die Statron AG. Die Einsatzbereiche sind vielfältig. Neben den genannten Bereichen in der Bauindustrie sind Einsätze im Freizeitbereich (Open-Air-Konzerte, Festivals, Gartenpartys oder ähnliche Veranstaltungen) oder Einsätze als mobile USV-Anlage denkbar. Bei Fragen und weitergehendem Interesse wenden Sie sich bitte an emost oder Statron.

Ruben Vogelsang (CEO Statron),

Patricia Künzle (Produktmanager und Verkauf Statron),

Benedikt Domke (Head emost),

Kris Drabik (Verkauf emost)

STATRON AG, Almuesenacherstrasse 1, 5506 Mägenwil  
Tel. 062 887 48 72, [www.statron.com](http://www.statron.com), [sales@statron.ch](mailto:sales@statron.ch)

emost c/o Axpo Solutions AG, Parkstrasse 27, 5400 Baden  
Tel. 056 200 43 20, [www.emost.com](http://www.emost.com), [sales@emost.ch](mailto:sales@emost.ch)



## Solare E-Mobilität: PV- und Ladeleistung sind entscheidend

Mit dem Einstieg in die E-Mobilität ist für viele der Wunsch verbunden, eigenen Solarstrom zum Laden des Fahrzeugs verwenden zu können – möglichst regelmässig und effizient. Eine weitgehend solare E-Mobilität ist mit heute verfügbarer Technologie möglich, es müssen zum Erreichen des Ziels jedoch verschiedene Weichen in passender Weise gestellt werden: So bedarf es einer hinreichend grossen PV-Erzeugungsleistung und eines für nächtliches Laden geeigneten Speichersystems wie dem E3/DC-Hauskraftwerk der PRO-Serie. Dessen intelligentes Energiemanagement und die darauf abgestimmte Wallbox easy connect machen solares Laden selbstverständlich.

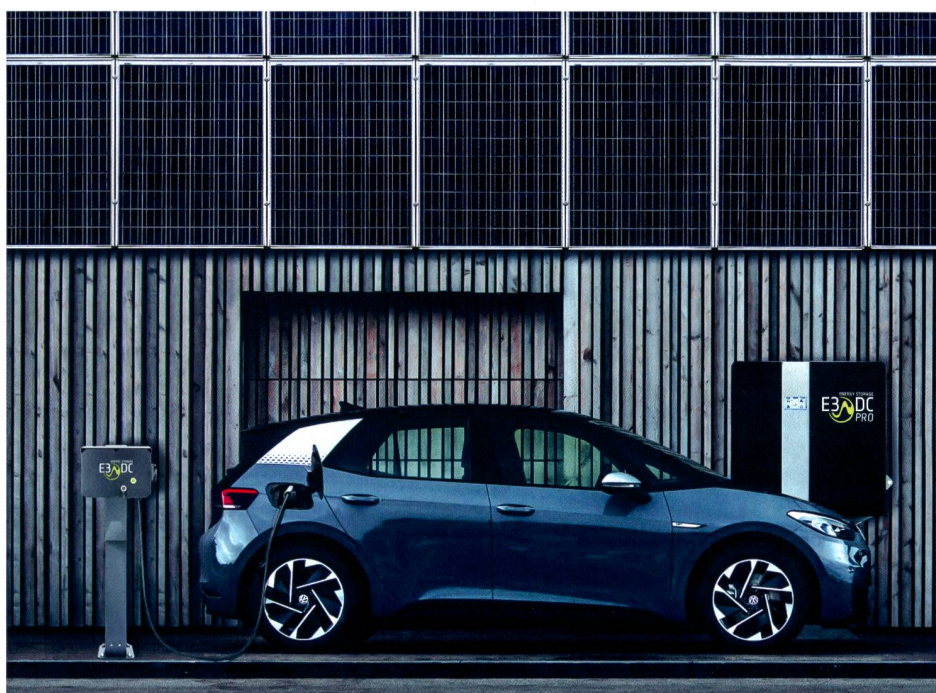
Solarstrom für Elektrofahrzeuge zu nutzen, gilt schon lange als der richtige Weg, um das ohnehin abgasfreie Fahren auch in der indirekten Emission praktisch auf null zu bringen. Der Speicher- und Ladetechnik-Spezialist HagerEnergy verfolgt mit der Marke E3/DC seit Langem dieses Konzept und liefert inzwischen mehr als die Hälfte der Hauskraftwerke gemeinsam mit einer intelligenten Wallbox aus.

Grundsätzlich ist solares Laden mit allen Speichersystemen von E3/DC möglich, denn das Energiemanagement steuert die Wallbox intelligent an und reduziert die Ladung auf die jeweils verfügbare PV-Leistung. Der Solarmodus wird über die Software des Hauskraftwerks aktiviert und sorgt dafür, dass nur Sonnenstrom in die Fahrzeugbatterie geladen wird, solange der Anwender dies wünscht. Anderenfalls ist ein Modus wählbar, bei dem auch Leistung aus dem Netz abgerufen wird, um das Fahrzeug möglichst zügig zu laden.

### Zeitversetztes Laden braucht Leistung und Kapazität

Mit der Einführung der «PRO-Serie», des leistungsstärksten Hauskraftwerks mit nutzbaren Speicherkapazitäten bis 35 kWh und einer dauerhaften Lade- und Entladeleistung bis 9 kW, hat E3/DC vor allem im Bereich der E-Mobilität einen Paradigmenwechsel vollzogen. Denn dieses System bringt die Voraussetzungen mit, um das Fahrzeug regelmässig nach Sonnenuntergang aus dem Batteriespeicher laden zu können.

Nach den Betriebserfahrungen vieler Kunden sind je nach PV- und Speicherkonfiguration rein solare Jahresfahrleistungen von 15 000 bis 20 000 km



Solarstrom und E-Mobilität – eine sinnvolle Kombination.

möglich, in Einzelfällen mit sehr grosser PV-Anlage und günstigem Nutzungsprofil kommen E3/DC-Kunden sogar auf solare Lademengen, die für mehr als 30 000 km pro Jahr ausreichen. Die Erfahrung zeigt, dass PV-Anlagen um 20 kW installierter Leistung sehr gut geeignet sind, um auch in den Monaten November bis Februar genug Solarstrom für die Elektromobilität zu liefern. Zusammen mit der grossen Speicherkapazität der PRO-Serie werden nahezu täglich rein solare Fahrleistungen von 80 km und mehr möglich.

Erreicht die Lade- und Entladeleistung wie bei den Hauskraftwerken der PRO-Serie im Dauerbetrieb 9 kW, so beschleunigt dies nicht nur das Laden

des Fahrzeugs. Wenn die grosse PV-Anlage in den relativ kurzen Sonnenphasen wechselhafter Tage viel Energie erzeugt, geht diese nicht mangels Ladeleistung ins Netz, sondern zielsicher über den Speicher ins Elektroauto.

Hager AG, Sedelstrasse 2, 6020 Emmenbrücke  
www.hager.ch



## Électromobilité solaire: les puissances photovoltaïque et de recharge sont décisives

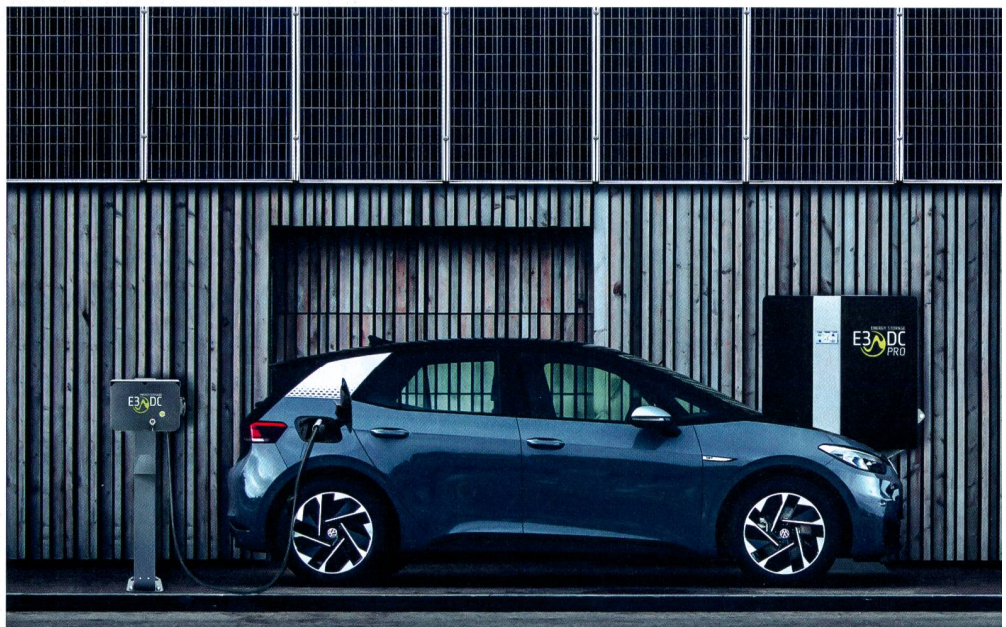
Avec la transition à l'électromobilité, nombreux sont celles et ceux qui souhaitent pouvoir recharger leur véhicule avec leur propre énergie solaire, de façon aussi régulière et efficace que possible. Si une électromobilité principalement solaire est possible avec la technologie actuelle, il reste cependant quelques jalons à poser de façon adéquate pour atteindre ce but: une puissance de production photovoltaïque suffisante est nécessaire, ainsi qu'un accumulateur adéquat pour la recharge nocturne, comme la centrale domestique E3/DC de la série PRO. Grâce à sa gestion intelligente de l'énergie et à la Wallbox easy connect assortie, la recharge solaire devient une évidence.

Utiliser l'énergie solaire pour les véhicules électriques est depuis longtemps considéré comme la voie à suivre pour réduire à pratiquement zéro les émissions indirectes d'un mode de déplacement en soi déjà sans émissions. Le spécialiste en technologie de stockage et de recharge HagerEnergy poursuit depuis longtemps ce concept avec la marque E3/DC, et livre désormais plus de la moitié de ses centrales domestiques avec une Wallbox intelligente.

Une recharge solaire est en principe possible avec tous les systèmes de stockage E3/DC, car le système de gestion de l'énergie commande la Wallbox de manière intelligente et réduit la recharge pour s'adapter à la puissance photovoltaïque disponible à cet instant. Le mode solaire est activé via le logiciel de la centrale domestique et assure que seule de l'énergie solaire alimente la batterie du véhicule tant que l'utilisateur le souhaite. Sinon, il est possible de sélectionner un mode dans lequel il est également fait appel à la puissance du réseau si l'on souhaite recharger le véhicule le plus rapidement possible.

### Une recharge différée nécessite de la puissance et de la capacité

Avec le lancement de la « série PRO », la plus puissante centrale domestique avec une capacité de stockage utile de jusqu'à 35 kWh et une puissance de recharge et de décharge de jusqu'à 9 kW en continu, E3/DC a tout particulièrement révolutionné le domaine de l'électromobilité. En effet, ce système rassemble les conditions indispensables pour recharger régulièrement le véhicule après le coucher du soleil à partir de la batterie.



Électricité solaire et mobilité électrique: une combinaison judicieuse.

De nombreux clients rapportent que, selon la configuration de l'installation photovoltaïque et de l'accumulateur, ils ont pu parcourir entre 15 000 et 20 000 km par an uniquement à l'énergie solaire. Dans certains cas, avec de très grandes installations photovoltaïques et des profils d'utilisation favorables, les clients d'E3/DC atteignent même des volumes de recharge solaire suffisants pour atteindre plus de 30 000 km par an.

L'expérience montre que les installations photovoltaïques d'une puissance installée d'environ 20 kW sont tout à fait aptes à fournir suffisamment d'énergie solaire pour l'électromobilité, même au cours des mois de novembre à février. En combinaison avec la

grande capacité de stockage de la série PRO, des kilométrages journaliers de 80 km et plus peuvent être couverts uniquement à l'énergie solaire. Si, comme pour les centrales domestiques de la série PRO, la puissance de charge et de décharge atteint 9 kW en fonctionnement continu, une recharge accélérée du véhicule n'en sera pas le seul avantage. Si la grande installation photovoltaïque produit beaucoup d'énergie au cours des relativement courtes phases ensoleillées des jours de temps variable, celle-ci ne sera pas envoyée dans le réseau par manque de puissance de charge, mais grâce à la batterie, c'est immanquablement le véhicule électrique qui en bénéficiera.

Hager AG, Sedelstrasse 2, 6020 Emmenbrücke  
www.hager.ch



Die EA Elektroarmaturen AG mit Sitz in Schaffhausen sucht per 01.05.2022 oder nach Vereinbarung ein motiviertes Teammitglied.

### **Ingenieur:in / Technischer Einkauf (m/w/d) – 80%–100%**

#### **Anforderungen:**

- Ausbildung in Elektrotechnik oder Maschinenbau mit kaufmännischem Interesse
- Erfahrung mit Hochspannungs-Freileitungen und/oder Schaltanlagen

#### **Das Arbeitsgebiet umfasst:**

- Technische Ausarbeitung von Angeboten mit dem Kunden
- Erstellung von Zeichnungen und Dokumentation
- Entwicklung der Produktpalette für den Schweizer Markt
- Zusammenarbeit mit den Schwesterfirmen
- Beschaffungsaufträge ausführen, Bestellungen verhandeln, auslösen und verfolgen
- Termin, Qualitäts- und Kostenüberwachung von vergebenen Aufträgen
- Betreuen und Aufbauen von Lieferanten

#### **Unser Angebot:**

- Hohe Einflussnahme in einem jungen dynamischen Team
- Flexible Arbeitszeitgestaltung
- Entwicklungsperspektiven sowie Unterstützung bei Weiterbildungen

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann freuen wir uns auf Ihr komplettes Bewerbungsdossier per E-Mail.

#### **EA Elektroarmaturen AG**

Herr Marco Knöpfel  
Ebnatstrasse 150  
8201 Schaffhausen  
marco.knoepfel@ea-sh.ch



### **Ihr Schritt in die Selbstständigkeit?**

Wir suchen im Raum Ostschweiz / Liechtenstein für eine sehr gut etablierte Elektroinstallationsfirma im Zuge einer Nachfolgelösung eine/n

### **Geschäftsführer/in**

mit Interesse an der Firmenübernahme.

Das eigentümergeführte Unternehmen besteht seit mehr als 25 Jahren und beschäftigt heute 20-25 Mitarbeiter. Der heutige Eigentümer möchte das Geschäft altershalber in neue Hände übergeben, steht aber für eine geordnete Übergabe und Einführung weiterhin zur Verfügung.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Dann zögern Sie nicht, uns zu kontaktieren:

Axalo Unternehmensberatung AG, Robert Sutter  
robert.sutter@axalo.com, Tel. +423 388 29 23

Am Institut Innovation und Technologiemanagement forschen wir an innovativen Fragen der Energiezukunft. Im Rahmen Europäischer und nationaler Forschungsprogramme unterstützen wir den Markteintritt technischer Innovationen im Energiesektor. Im Bereich angewandte Forschung verstärken wir unser Institut per sofort oder nach Vereinbarung mit einer/einem

**HSLU** Hochschule  
Luzern

### **Teamleiter/in und Senior Wissenschaftliche/r Mitarbeiter/in Energieforschung (80-100%)**

#### **Ihre Aufgaben**

- Sie sind zuständig für die personelle und administrative Führung einer Gruppe von aktuell vier Forschenden.
- Sie betreiben anwendungsorientierte Forschung sowie Dienstleistung für Praxispartner aus der Energiebranche. Ihr Fokus liegt auf techniknahen, betriebswirtschaftlichen Fragestellungen.
- Sie akquirieren Forschungsaufträge und leiten Projekte. Sie publizieren in anerkannten Fachzeitschriften (D/E).
- Sie unterstützen Studierende bei Studienarbeiten.

#### **Ihr Profil**

- Sie verfügen über einen universitären Abschluss als Master, sowie ein ausgewiesenes Rüstzeug zu wissenschaftlicher Arbeit im Energiesektor. Idealerweise verfügen Sie über ein PhD.
- Sie verfügen über gute technische und betriebswirtschaftliche Kenntnisse.
- Idealerweise verfügen Sie über ein einschlägiges Netzwerk.
- Sie haben ein Flair für den Umgang mit Mitarbeitenden, Kunden und Partnern. Ihre Ideen und Resultate können sie überzeugend einbringen.
- Sie können sich schriftlich und mündlich sicher in englischer und deutscher Sprache ausdrücken.

#### **Unser Angebot**

Wir bieten Ihnen ein verantwortungsvolles sowie abwechslungsreiches Aufgabengebiet in einem stark innovativen Forschungsbereich mit guter Infrastruktur. Sie haben die Möglichkeit, eigene Ideen und Vorstellungen einzubringen und umzusetzen. Der Arbeitsort befindet sich an attraktiver Lage in Horw LU. Weitere Informationen erhalten Sie von Prof. Dr. Christoph Imboden, Tel. +41 41 349 37 52.

Wir freuen uns auf die Zusendung Ihrer vollständigen Bewerbungsunterlagen an: caroline.metzger@hslu.ch



**BULLETIN SEV/VSE | BULLETIN SEV/AES**113. Jahrgang | 113<sup>e</sup> année

ISSN 1660-6728

Erscheint 10-mal pro Jahr | Parait 10 fois par an

**Herausgeber | Éditeurs**

Electrosuisse und Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE)

Electrosuisse et Association des entreprises électriques suisses (AES)

**Verlag | Éditions**

Marcel Stöckli, Leitung/Direction, Tel. 058 595 12 50, marcel.stoekli@electrosuisse.ch

Electrosuisse, Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf, www.bulletin.ch

**Redaktion Electrosuisse | Rédaction Electrosuisse**

Informations-, Kommunikations- und Energietechnik

Techniques de l'information, de la communication et de l'énergie

Radomír Novotný (No), El.-Ing. HTL, BA, MA, Chefredaktor/Rédacteur en chef,

Tel. 058 595 12 66

Cynthia Hengsberger (Che), D<sup>r</sup> ès sc./dipl. en électronique-physique,

Redaktorin/Rédactrice, Tel. 058 595 12 59

Schweizerisches Elektrotechnisches Komitee / Comité Electrotechnique Suisse (CES),

Tel. 058 595 12 69

Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf, bulletin@electrosuisse.ch

**Redaktion VSE/AES | Rédaction VSE/AES**

Elektrizitätswirtschaft, Energiepolitik/Économie électrique, politique énergétique

Ralph Möll (Mr), lic. phil., Chefredaktor/Rédacteur en chef, Tel. 062 825 25 21

Valérie Bourdin (VB), lic. phil., Redaktorin/Rédactrice, Tel. 021 310 30 23

Hintere Bahnhofstrasse 10, 5000 Aarau, bulletin@strom.ch

**Titelbild | Couverture**

Radomír Novotný

**Anzeigenverkauf | Vente des annonces**

Zürichsee Werbe AG, Marc Schättin, Laubisrütistrasse 44, 8712 Stäfa

Tel. 044 928 56 17, bulletin@fachmedien.ch

**Auflagen (WEMF 2022) | Tirages (REMP 2022)**

WEMF-SW-Auflagenbeglaubigung/Certification des tirages par la REMP/FRP 7144

Total verkaufte Auflage/Total tirage vendu 7144

Total Gratisauflage/Total tirage gratuit 0

**Adressänderungen und Bestellungen | Changements d'adresse et commandes**

Therese Girschweiler, Electrosuisse, Luppenstrasse 1, 8320 Fehraltorf

Tel. 058 595 12 60, verband@electrosuisse.ch

**Preise | Prix**

Abonnement CHF 225.- (Ausland: zuzüglich Porto/Etranger: plus frais de port)

Einzelnummer CHF 25.- zuzüglich Porto/Prix au numéro CHF 25.- plus frais de port

Das Abonnement ist in den Mitgliedschaften von Electrosuisse und VSE enthalten.

L'abonnement est compris dans les affiliations à Electrosuisse et à l'AES.

**Produktion | Production**

Layout, Korrekturen/Mise en page, correction: Somedia Production AG,

Obere Allmeind 2, 8755 Ennenda, www.somedia-production.ch

Druck/Impression: AVD Goldach, Sulzstrasse 10-12, 9403 Goldach, www.avd.ch

Nachdruck: Nur mit Zustimmung der Redaktion

Reproduction: Interdite sans accord préalable de la rédaction

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier/Impression sur papier blanchi sans chlore

Die Fremdbeiträge im Fachteil geben die Meinung des jeweiligen Autors wieder.

Sie muss sich nicht mit derjenigen der Redaktionen oder der Verbände VSE und

Electrosuisse decken. Die Verbandsteile VSE und Electrosuisse geben die Meinung

des jeweiligen Verbands wieder, welche nicht mit derjenigen des anderen

Verbandes übereinstimmen muss.

Les articles dans la partie spécialisée reflètent l'avis de l'auteur et ne correspondent

pas forcément à ceux des rédactions ou des associations AES et Electrosuisse.

L'AES et Electrosuisse représentent l'avis de leur association qui n'est pas forcément

celui de l'autre association.

Die in dieser Ausgabe des Bulletins SEV/VSE aufgeführten Adressdaten dürfen nicht

für Werbezwecke verwendet werden.

Les adresses mentionnées dans cette édition du Bulletin SEV/AES ne peuvent être

utilisées à des fins publicitaires.

I dati relativi ad indirizzi elencati in questo numero del Bulletin SEV/AES

non possono essere utilizzati per scopi pubblicitari.

Offizielles Publikationsorgan von Electrosuisse und VSE

Organe officiel de publication d'Electrosuisse et de l'AES

**Inserenten | Annonceurs**

Arnold Engineering und, 8152 Opfikon/Glattbrugg	73
Brother (Schweiz) AG, 5405 Dättwil	51
CFW EMV-Consulting AG, 9411 Reute AR	91
COMSOL Multiphysics GmbH, 8005 Zürich	82
Demelectric AG, 8954 Geroldswil	29
EA Elektroarmaturen AG, 8201 Schaffhausen	88
Elektro-Material AG, 8048 Zürich	15
Ender Elektrik AG, 9491 Ruggell	88
E-Tec Systems AG, 5610 Wohlen AG	55
F. Borner AG, 6260 Reiden	2
Hager AG, 6021 Emmenbrücke	42, 65, 86, 87
Hochschule Luzern, 6048 Horw	88
Landis+Gyr AG, 6330 Cham	81
NeoVac ATA AG, 9463 Oberriet SG	29
Optimatik AG, 9053 Teufen AR	80
Pfiffner Messwandler AG, 5042 Hirschthal	75
procure.ch, 5001 Aarau	79
Robert Fuchs AG, 8834 Schindellegi	92
Siemens Schweiz AG, 8047 Zürich	60
Statron AG, 5506 Mägenwil	85
sun2wheel AG, 4410 Liestal	33
SUVA, 6002 Luzern	22
Swissgrid AG, 5001 Aarau	79
Traco Electronic AG, 6340 Baar	45
Wieland Electric AG, 8404 Winterthur	79

## Adhérez à l'AES

**Nous vous soutenons!**

EAE ou prestataire de services,  
l'adhésion à l'AES vous fera bénéficier  
de nombreux avantages.

[electricite.ch/adhesion](http://electricite.ch/adhesion)

Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen  
Association des entreprises électriques suisses  
Associazione delle aziende elettriche svizzere