



vernetzt



swissgrid



Ein unvergleichliches Netzwerk

Interview mit Prof. Dr. Lutz Jäncke
von der Universität Zürich

→ Seite 10



Hier entsteht die Zukunft

Auf zum «Strategischen Netz 2025»

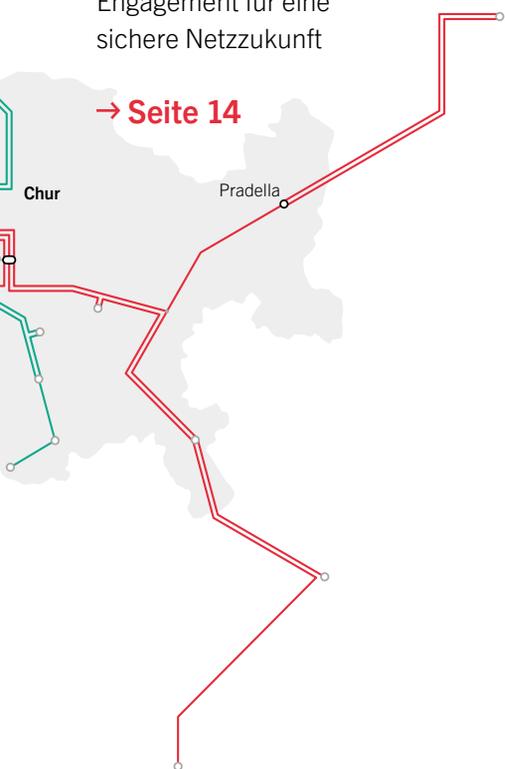
→ Seite 20



Sechs Menschen, sechs Rollen, ein Ziel

Engagement für eine
sichere Netzzukunft

→ Seite 14



Impressum

Herausgeber: Swissgrid AG, www.swissgrid.ch
Konzept und Gestaltung: SOURCE Associates AG, Zürich
Inhaltskonzept und Redaktion: open up, Zürich
Fotografie: Luxwerk, Tom Haller, diverse Quellen
Produktion: WOHLER Druck AG, Spreitenbach
Bildnachweise: KWO Grimselstrom (6), Luxwerk (Cover, 2, 3, 6, 8, 9, 10, 12, 14, 15, 16, 17, 23), Shutterstock (7), Renergia (7), Swissgrid (2, 9, 20, 22), Tom Haller (4, 5, Backcover)
Quellennachweise: Bundesamt für Energie (26, 27), Hirslanden (13), Swissgrid (9, 17, 21, 22, 23, 26, 27), Wings for life (13)
©2019

Liebe Leserinnen und Leser

Das gesamte Schweizer Stromnetz misst über 250 000 Kilometer. Davon gehören 6700 Kilometer zum Höchstspannungsnetz, dessen Eigentümerin Swissgrid ist. Die Gesamtlänge aller Nervenbahnen unseres Gehirns beträgt 5,8 Millionen Kilometer. Warum wir Ihnen dies erzählen? Neben «Leitungen» als wichtigen Infrastrukturelementen gibt es zwischen dem Gehirn und dem Übertragungsnetz weitere Parallelen.

Diese beginnen damit, dass sich das Übertragungsnetz, seine Infrastruktur und seine Mechanismen ähnlich dem Gehirn nicht immer leicht in Worte fassen lassen. Darum führt Sie unsere Bildreportage von der Netzleitstelle Swissgrid Control in Aarau bis auf einen Strommast. Einen ganz anderen Blick auf Stromflüsse wirft unser Interviewpartner Prof. Dr. Lutz Jäncke. Der Neuropsychologe erklärt, weshalb Gehirn und Stromnetz gar nicht so verschieden sind. Warum dies so ist, zeigen auch die Porträts unserer Mitarbeitenden und die enge Zusammenarbeit mit unseren europäischen Nachbarn. Abgerundet wird das diesjährige Magazin «vernetzt» mit den wichtigsten Netzprojekten und dem Ausblick, was Künstliche Intelligenz in der Strombranche bewirken könnte.

Wir wünschen Ihnen gute Unterhaltung bei der Lektüre.

Yves Zumwald
CEO Swissgrid





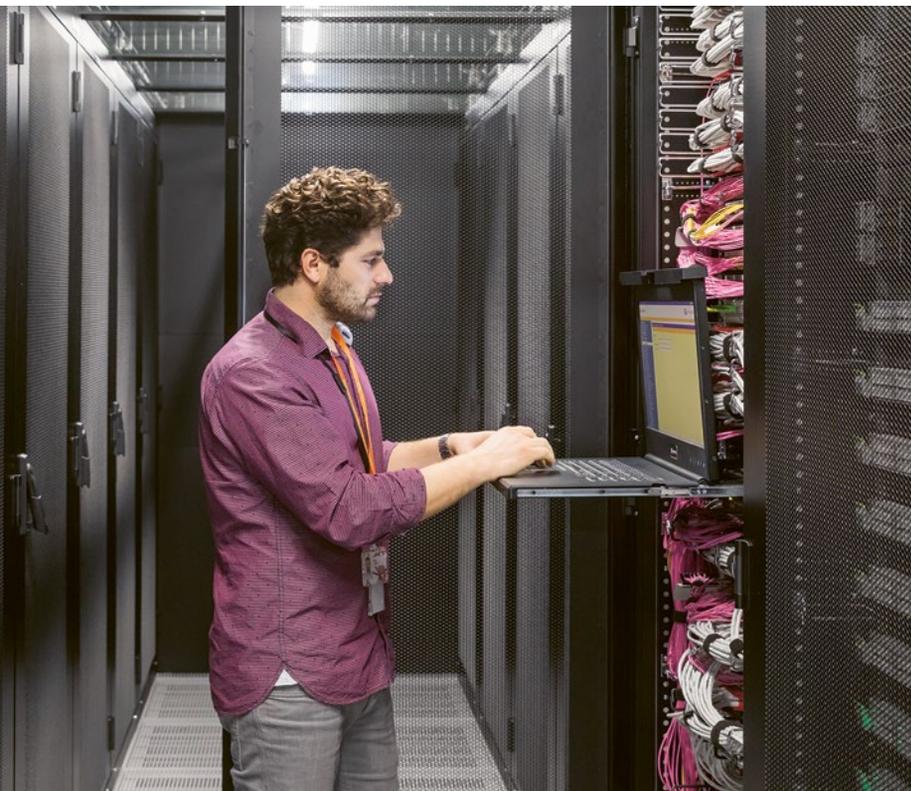
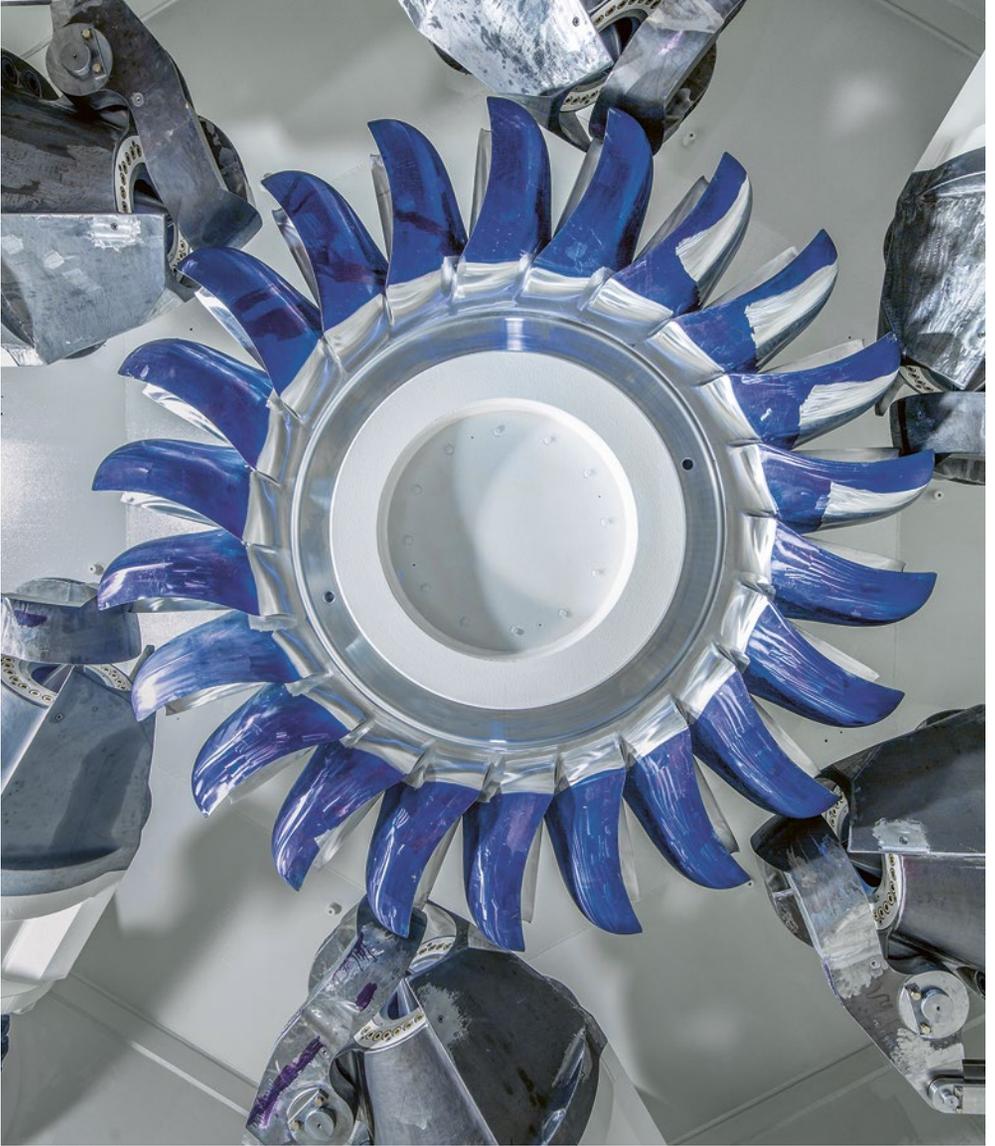
Im Gehirn von Swissgrid

Strom kommt wie selbstverständlich aus der Steckdose. Den Weg vom Kraftwerk bis zum Verbraucher sicherzustellen, ist eine Herausforderung. Zum Beispiel muss dafür das Übertragungsnetz reibungslos funktionieren. Das geht nur, wenn Swissgrid im In- und Ausland vernetzt mit ihren Partnern zusammenarbeitet. Von diversen Knotenpunkten herkommend, laufen alle Fäden dafür in der Netzleitstelle zusammen.

< Die Netzleitstelle Swissgrid Control in Aarau ist Gehirn und Herzstück des Schweizer Übertragungsnetzes.

📍 AARAU, AARGAU

> Eine von vielen:
Turbinen spielen bei der
Stromproduktion eine
entscheidende Rolle.
📍 **GRIMSEL, BERN**



< Die Swissgrid Rechenzentren
sind ein zentrales Element für
den Betrieb und die Steuerung
des Übertragungsnetzes.
📍 **SCHWEIZ**



^ Energie kennt keine Grenzen. Als Teil des europäischen Verbundnetzes trägt das Schweizer Übertragungsnetz zur Stromversorgung von über 530 Millionen Konsumenten bei.

◇ **EUROPA**



< Regelernergie für den Ausgleich: Eine Kehrichtverbrennungsanlage leistet einen Beitrag für ein stabiles Übertragungsnetz.

◇ **PERLEN, LUZERN**



▽ Mit ihrer Fähigkeit, elektrische Spannung zu verringern oder zu erhöhen, übernehmen Transformatoren eine bedeutende Funktion im Schweizer Stromnetz.

◇ **UNTERWERK BREITE, ZÜRICH**

▷ Jedes Element eines Strommasts ist ein notwendiger Teil für den sicheren Transport von Energie.

◇ **SALVAN, WALLIS**





∨ Die Schaltanlagen sind wichtige Knotenpunkte. Hier passieren entscheidende Schalthandlungen, um die Energieflüsse zu lenken.

📍 **UNTERWERK SILS, GRAUBÜNDEN**



Fakten zum Schweizer Übertragungsnetz

6700 km

Leitungen

12 000

Strommasten

41

Verbindungen ins Ausland

146

Schaltanlagen

62 100 GWh

Schweizer Elektrizitätsproduktion 2018



Das menschliche Gehirn – ein unvergleichliches Netzwerk

Zwischen den Stromflüssen in unserem Gehirn und dem hiesigen Stromnetz lassen sich spannende Parallelen ziehen. Trotzdem bleibt das Organ ein Mysterium, dessen Erforschung wohl nie ganz abgeschlossen sein wird.

Herr Jäncke, wie viel wissen wir über das menschliche Gehirn?

Das lässt sich schlecht quantifizieren. Wir wissen viel mehr als vor 30 oder 40 Jahren. Vor allem in den letzten 20 Jahren haben wir enorme Fortschritte gemacht und viel Neues erfahren. Ich vermute jedoch, dass wir nie alles darüber wissen werden.

Das Übertragungsnetz ist sehr unflexibel in Bezug auf kurzfristige Veränderungen. Wie steht es mit dem Gehirn?

Das menschliche Gehirn ist ein ausserordentlich flexibles Organ. Es verändert sich stetig aufgrund von Erfahrungen, der individuellen Umwelt und seiner Reifung. Die

Konsequenz aus dieser Veränderbarkeit ist die ausserordentliche Lernfähigkeit des Menschen. Wir sind mit einem Gehirn ausgestattet, das uns quasi zum Lernen und zur Weiterentwicklung zwingt. Instinkte, wie sie in der Tierwelt existieren, spielen beim Menschen eine sekundäre Rolle.

Gibt es eine Leitstelle im Gehirn wie Swissgrid Control in Aarau?

Nein, die gibt es nicht. Das Gehirn ist ein inhärent funktionierendes System ohne Chef oder Zentrale. Wir können das Gehirn nicht mit klassischen Kontrollsystemen, wie wir sie aus der Technik kennen, vergleichen. Es ist eher ein System, das sich selbst organisiert.

Können Hirnbereiche andere bei Ausfällen kompensieren?

Ja, das gibt es in vielfältiger Art und Weise. Wenn Sie zum Beispiel blind geworden sind, werden die

Hirnbereiche, die auf die visuelle Informationsversorgung spezialisiert waren, von anderen Funktionsbereichen übernommen. Überwacht man nach einigen Jahren die Gehirnströme des erblindeten Menschen beim Lesen von Brailleschrift, erkennt man sehr gut, wie die zuvor nicht mehr benutzten Bereiche durch die taktilen Bereiche im Gehirn übernommen wurden. Unser Gehirn ist also ein sich reorganisierendes System, wo auch Netzwerke, die nicht mehr gebraucht werden, bis zu einem gewissen Grad wieder eingebunden werden.

Unser Gehirn ist ein komplexes Netzwerk. Welcher Logik folgt es?

Es gibt Regeln im Gehirn, die wir aber nicht komplett verstehen. Die Sprache des Gehirns ist noch nicht entschlüsselt. Wir wissen, dass gewisse Hirngebiete andere beeinflussen, und dass elektrische →



Interview mit Prof. Dr. Lutz Jäncke,
Lehrstuhl für Neuropsychologie an der
Universität Zürich

Oszillationen ein wichtiges Kommunikationssignal innerhalb des Gehirns darstellen.

Elektrische Energie geht den Weg des geringsten Widerstands. Wie fließen die Ströme im Gehirn?

Es gibt verschiedene Stromflussarten im Gehirn. Einerseits gibt es Ausbreitungsprozesse über die Kabelsysteme im Gehirn, die sogenannten Axone, bei denen die Elektrizität über ebendiese Kabel verbreitet wird. Dann gibt es aber auch sprungartige Mechanismen. Dort springen die Erregungen von bestimmten Bereichen auf andere über, was die Geschwindigkeit der Flüsse steigert. Daran, wie viel Strom im Gehirn fließt, können wir heutzutage teilweise sogar erkennen, welche Tätigkeit ein Mensch gerade ausführt.

Die Energieversorgung ist eine Symbiose zwischen Energie- und Datenflüssen. Wie werden Informationen im Gehirn übertragen?

Im Gehirn ist es immer die gleiche Art der Informationsübertragung. Nur die Verteilung verändert sich. Das Netzwerk im Gehirn braucht immer ungefähr ein Fünftel der Körperenergie. Schwankungen befinden sich dabei im unteren einstelligen Prozentbereich.

Die Kapazitäten der Leitungen im Übertragungsnetz sind begrenzt. Ist dies beim Gehirn auch so?

Der Mensch hat eine begrenzte



«Der Mensch ist sehr unvernünftig und extrem manipulierbar.»

neurophysiologische Ressource, die nicht überschritten werden kann. Wir können unsere Ressourcen jedoch optimieren. Wir können uns zum Beispiel so trainieren, dass wir bestimmte Fertigkeiten so weit automatisieren, dass wir dafür immer weniger unserer vorhandenen Ressourcen benötigen. Diese Automatisierung bringt dann einige Vorteile mit sich. Einer davon ist, dass wir mehrere automatisierte Fertigkeiten gleichzeitig oder kurz nacheinander ablaufen lassen können, was dann zum Multitasking führt.

Was passiert bei einer «Überlastung»?

Es gibt verschiedene Levels von Überlastungen des Gehirns. Im Falle eines starken Traumas kann es sein, dass das Gehirn in andere Funktionsmodi umschaltet. Daraus resultieren Störungen des Gehirns. Zum Beispiel Dissoziationsstörungen, bei denen ein Mensch zu einer ganz anderen Person werden kann. Oder beim Fatigue-Syndrom, wo das Gehirn in

einen anderen Modus wechselt, was Erschöpfungszustände hervorruft. Wenn ein Gehirn überlastet ist, hängt jedoch stark vom einzelnen Individuum ab. Nicht für jeden Menschen bedeutet dieselbe Menge Reize die gleich hohe Belastung. Es geht also im Endeffekt um die subjektive Interpretation einer Situation, die eine Überlastung begünstigt oder eben nicht.

Im elektrischen Netz sorgen Schutzmechanismen dafür, dass nicht das gesamte System zusammenbricht. Wie vermeidet das Gehirn Totalausfälle?

Dafür sorgen Kompensationsmechanismen. Das geht aber nicht ohne grossen Einsatz des betroffenen Menschen. Umliegende Bereiche des Gehirns müssen dazu extrem stimuliert werden, damit ein abgestorbener Bereich des Gehirns so rasch wie möglich isoliert und eine Verbreitung des Absterbens verhindert wird. Wenn aber der Hirnstamm ausfällt, geht gar nichts mehr.

Behält das Gehirn immer die volle Kontrolle über den Körper?

Das Gehirn beobachtet nicht jede kleinste Aktivität in der Peripherie. Vieles läuft automatisch ab und wird direkt in den Organen oder vom Rückenmark aus gesteuert. Die Kontrolle behält es dabei aber immer. Alles, was gefühlt wird, wird auf einer Basis von Informationen generiert, die in der Peripherie entstehen und nach oben in den Kortex geschickt werden.

Wie viel läuft denn automatisch ab?

90 Prozent können wir und 10 Prozent wissen wir. Der Grossteil wird somit komplett automatisch ausgeführt. Vielleicht ist dieser Anteil sogar noch grösser. Wir kontrollieren viel weniger bewusst, als wir uns das gedacht hätten. Das ist bei allen Menschen gleich.

Was kann das Übertragungsnetz von der Funktionsweise des Gehirns lernen?

Im Moment lernen wir in der Hirnforschung eher von der Technik als umgekehrt. Wir ziehen zum Beispiel mathematische Algorithmen heran, um die Hirnfunktionen zu verstehen. Für die Zukunft interessant ist die Selbstorganisation des Gehirns. Diese auf technische Systeme zu übertragen, könnte zu einer spannenden Herausforderung werden.

Wie steuerbar sind der Mensch und sein Gehirn?

Der Mensch ist sehr unvernünftig und unfassbar anfällig für Manipulation. Wir werden mit Massen von Informationen überflutet und von allen Seiten, auch unbewusst, manipuliert. Für diese Informationsflut ist unser Gehirn von Natur aus nicht konstruiert worden. Das sprengt die Fähigkeiten, für die unser Gehirn gemacht ist. Unser Gehirn ist somit ständig extrem gefordert, um all diese Informationen zu verarbeiten. Ich bin nicht sicher, ob das für uns und unser Gehirn gut ist.

Was fasziniert Sie persönlich am Gehirn?

Wie kann dieses 1,2 bis 1,4 Kilogramm grosse Organ so einen unfassbaren Einfluss auf den Menschen und die Geschehnisse des Menschseins haben? Das ist ein Grund, weshalb ich in die Hirnforschung gegangen bin.

Und was überrascht Sie immer wieder daran?

Mich überrascht die Unvernunft des Menschen zusehends. Im alltäglichen Verhalten sind wir unverständliche Wesen. Dazu kommt, dass der Mensch nicht besser wird. Er ist im Laufe der Evolution nicht gescheitert geworden. Und das ist eigentlich schon sehr bemerkenswert, nicht?

Interview: Bernhard Kobel

Fakten zum Gehirn

432 km/h

Nervenimpulse vom und zum Gehirn können eine Geschwindigkeit bis zu 432 km/h haben.



Im wachen Zustand erzeugt unser Gehirn zwischen 10 und 23 Watt – genug, um eine Glühbirne zum Leuchten zu bringen.

20%

Obwohl das Gehirn nur 2 Prozent unseres Körpergewichts ausmacht, verbraucht es 20 Prozent unserer gesamten Energie.

600 km

Zusammengerechnet sind die Blutgefässe im Gehirn ca. 600 km lang.



Jedes Mal, wenn eine Erinnerung entsteht, werden neue Verknüpfungen im Gehirn gebildet.



Die durch den Duft von Schokolade ausgelösten Hirnströme haben eine entspannende und belohnende Wirkung.

Sechs Menschen, sechs Rollen, ein Ziel

Das Resultat ihres Engagements ist ein sicheres und zukunftsgerichtetes Übertragungsnetz.

Aufgaben planen und erledigen, auf interne und externe Veränderungen reagieren – der Tagesablauf bei den Mitarbeitenden von Swissgrid ist dem menschlichen Nervensystem nicht unähnlich. Wo nötig, nehmen beide Optimierungen vor, um auf wechselnde Umweltbedingungen zu reagieren.

Hier hat der Betrieb System

Die Netzleitstellen Swissgrid Control in Aarau und Prilly sind das Gehirn des Übertragungsnetzes. Als Leiterin System Operations führt Nell Reimann beide Netzleitstellen und verantwortet den sicheren Betrieb des Netzes. Dafür gewährleisten sie und ihr Team die Ausgeglichenheit zwischen Produktion und Verbrauch sowie den zuverlässigen Transport der Energie über das Übertragungsnetz. Immer im Blick hat sie auch das europäische Netz und koordiniert sich dafür mit Partnern im In- und Ausland.

Das grosse Ganze überblicken

Geht es um Zusammenarbeit, ist Marc Emery Experte. Der Senior Specialist Market & System Design ist seit der Gründung von Swissgrid

dabei und hat bereits verschiedene internationale Grossprojekte betreut. Diesen Erfahrungsschatz bringt er auch zukünftig ein, um den System- und den Marktbetrieb weiterzuentwickeln und dabei nationale und internationale Herausforderungen zu berücksichtigen.

Fortschritt dank Transformation

Projekte, die Veränderungen über mehrere Geschäftsbereiche bedingen, geniessen bei Swissgrid hohe Bedeutung. Solche Projekte werden geleitet durch Mitarbeitende wie Petra Stocker. Ist ein Auftrag erteilt, verantwortet sie als Projektleiterin von der Initialisierung bis zur Betriebsübergabe alle Projektphasen. Ihr aktuelles Ziel: den Geschäftsprozess «Geplante Ausserbetriebnahme eines Netzelementes» mit einer IT-gestützten Workflow-Lösung zu automatisieren und zu optimieren.

Synergien nutzbar machen

Während Ausserbetriebnahmen meist über lange Zeiträume geplant werden, bedingen andere Ereignisse rasches Handeln. Innerhalb kurzer Zeit kommen





«Für den sicheren Betrieb des Übertragungsnetzes arbeiten wir eng mit unseren europäischen Kollegen zusammen.»

NELL REIMANN
Head of System Operations



«Bei Projekten die Schweizer Interessen zu vertreten und doch eine gemeinsame Lösung zu finden, braucht sowohl Durchsetzungsvermögen als auch Kompromissbereitschaft.»

MARC EMERY
Senior Specialist Market & System Design



«Multitasking ist wichtig. Als Projektleiterin ist man gleichzeitig Planerin, Kontrolleurin, Krisenmanagerin, Kommunikationsverantwortliche und vieles mehr.»

PETRA STOCKER
Project Manager



«Der schweizerische und der europäische Strommarkt befinden sich im Umbruch. Darum muss Swissgrid die Produktpalette stetig weiterentwickeln.»

TOBIAS OTT
Head of Product Development



«Im Procurement laufen die Fäden zusammen, damit Anschaffungen für Netzbauprojekte transparent, wirtschaftlich und effizient ablaufen.»

KATIA SCHMIDLIN
Senior Key Commodity Manager



«Ausbauprojekte betreffen viele unterschiedliche Parteien. Als Mediator suche ich das Gespräch und fördere den Dialog.»

PHILIPPE MEULI
Grid Program Manager



Regel- oder Redispatch-Energie zum Einsatz, die in fragmentierten Märkten eingekauft werden. Um die Beschaffung zu optimieren, arbeitet Tobias Ott, Leiter Product Development, an der Zusammenführung dieser Teilmärkte. Mit seinem Team entwickelt er zudem weitere Lösungen, die die Netzsicherheit verbessern und Kosten senken.

Die Akteure vernetzen

Der Betrieb des Übertragungsnetzes bedingt nicht nur den Einsatz von Regelenergie, sondern auch die Modernisierung der Infrastruktur. Als Grid Program Manager betreut Philippe Meuli durch Interessengruppen initiierte Ausbaupläne. Als Fachexperte und Gesamtverantwortlicher hilft er, optimale Rahmenbedingungen zu schaffen, alle Beteiligten zu

vernetzen und Lösungen herbeizuführen. Für solche Netzbauprojekte braucht es Ausdauer, denn von der Idee über die Bewilligungsverfahren bis hin zur Inbetriebnahme können Jahre vergehen.

Ohne Einkauf geht nichts

Für die Netzbauprojekte wird unterschiedlichstes Material benötigt. Die Beschaffung von Materialien für den Bau der Masten und Leitungen liegt im Verantwortungsbereich von Katia Schmidlin. Als Senior Key Commodity Manager stellt sie sicher, dass diese Produkte wirtschaftlich und konform mit dem öffentlichen Vergabewesen beschafft werden. Ausserdem überprüft sie Spezifikationen auf deren Qualität und sorgt für die nachvollziehbare Dokumentation einer Beschaffung.

Mitarbeiterfakten



über
470

Wer Internationalität sucht, findet sie bei Swisgrid und den über 470 Mitarbeitenden aus 20 Nationen.



TOP 100

Beliebte Arbeitgeberin bei Studenten der Informatik- und Ingenieurwissenschaften.



7

Swisgrid ist schweizweit an 7 Standorten präsent.

Internationaler Knotenpunkt Netzleitstelle

Swissgrid Control ist das Gehirn des Schweizer Stromversorgungssystems. Hier wird das Schweizer Übertragungsnetz rund um die Uhr von Spezialisten überwacht und gesteuert. Es ist mit über 40 Leitungen eng mit dem europäischen Verbundnetz verknüpft. Darum ist ein steter Austausch zwischen der Netzleitstelle in der Schweiz und den Netzbetreibern im nahen Ausland notwendig, um so eine hohe Versorgungssicherheit in ganz Europa zu gewährleisten. Ein Blick zu den Spezialisten ennet der Grenzen.

Systembilanz

Die Produktion und der Verbrauch der Energie im Netz müssen stets ausgeglichen sein, um die Netzfrequenz von 50 Hertz stabil zu halten. Entsteht ein Leistungsungleichgewicht, setzen die Netzbetreiber Regelenergie ein, eine Art Reserve, um dem Netz Energie zu- oder abzuführen. In einem ersten Schritt wird die Regelenergie automatisch aktiviert. Die Turbinen der Kraftwerke reagieren bei Frequenzschwankungen und erhöhen oder reduzieren ihre Leistung. Nach einer gewissen Zeit kann der Operateur falls notwendig zudem manuell national und international Regelenergie einsetzen. Gemeinsam mit den Kollegen stellt der Operateur das Gleichgewicht so im Netz wieder her.

FRANKREICH

Lyderic Brouck, Leiter Operations, RTE

«Regelmässige Kontakte zwischen den Übertragungsnetzbetreibern sind notwendig, sei es bei alltäglichen oder auch bei komplexeren Situationen wie beispielsweise Frequenzabweichungen, die sich auf das gesamte europäische Stromnetz auswirken können.»

DEUTSCHLAND

Guntram Zeitler, Systemführungsingenieur, TransnetBW

«Für einen sicheren Betrieb des Übertragungsnetzes und eine zuverlässige Versorgung aller Kunden mit elektrischer Energie ist eine Abstimmung über Regelzonen und Landesgrenzen unabdingbar.»

ÖSTERREICH

Markus Ostovits, Leiter Operative Planung, APG

«Ein stabiler Netzbetrieb ist für uns das höchste Ziel. Nur dank der frühzeitigen Abstimmung mit Partnern wie Swissgrid können wir rechtzeitig die nötigen Massnahmen einleiten.»

ITALIEN

Silverio Casulli, Planning and Energy Operations, Terna

«Nur dank der kontinuierlichen Zusammenarbeit und Koordination mit allen unseren Partnern wie Swissgrid können wir den wachsenden Herausforderungen des europäischen Stromsystems bestmöglich begegnen.»

Führung und Steuerung des Netzbetriebs

Damit das Netz sicher betrieben werden kann, sind die Netzleitstellen im In- und Ausland in regelmässigen Kontakt. Sie tauschen sich bei Störungen oder drohenden Engpässen aus oder koordinieren Ausserbetriebnahmen von grenzüberschreitenden Leitungen. Dafür nimmt der zuständige Operator Netzberechnungen und Schaltanordnungen vor. In den Schaltanlagen verbindet er Leitungen oder trennt diese vom Netz. So nimmt er auch Einfluss auf die Lastflüsse und verhindert Überlastungen von Netzelementen. Ebenso kann er gemeinsam mit Kollegen im In- und Ausland einen Redispatch ausführen: Er weist Kraftwerke an, ihre Leistung hoch- oder runterzufahren.

Planung des Netzbetriebs

Die Planung ist auf den Netzleitstellen das A und O. Wird eine Leitung oder ein Kraftwerk ausser Betrieb genommen, beginnen die Vorbereitungen bereits Monate bis Jahre zuvor. Damit die geplanten Ausserbetriebnahmen keine Überlastungen bei anderen Netzelementen zur Folge haben, führt der Operator Prognoserechnungen an einem Modell des Übertragungsnetzes durch. Bei Bedarf definiert er entsprechende Massnahmen mit seinen Partnern im In- und Ausland.

Vor- und Nachbearbeitung der Fahrpläne und Fahrplanmanagement

Kraftwerke und Stromhändler liefern alle geplanten und bereits realisierten nationalen und internationalen Handelsgeschäfte auf sogenannten Fahrplänen an die entsprechenden Netzleitstellen. Der Operator kann sich dadurch eine Übersicht verschaffen und exakt abschätzen, wie stark das Netz im eigenen Land belastet sein wird. Er prüft die Handelsgeschäfte genau und stimmt diese mit den Kollegen im Ausland ab. Nur so kann die Ausgeglichenheit im gesamten europäischen Netz aufrechterhalten und können Schwankungen vermieden werden.

Hier entsteht die Zukunft



Das Übertragungsnetz besteht aus Schaltanlagen, Transformatoren und einem grossflächigen Netz von Leitungen. Eng miteinander verknüpft, ergänzt eine Komponente die andere. Damit die Energie heute und in Zukunft einwandfrei transportiert werden kann, muss die Infrastruktur funktionieren. Sie wird deshalb durch Swissgrid auf Basis des «Strategischen Netzes 2025» modernisiert. Der Bericht definiert Prioritäten für den Um- und Ausbau des zukünftigen Schweizer Übertragungsnetzes.

Unterirdische Höchstspannung

Der Umbau des Übertragungsnetzes zwischen Beznau und Mettlen ist mit einer Premiere für Swissgrid verbunden: Erstmals verlegt Swissgrid einen Abschnitt einer 380-Kilovolt-Leitung unter die Erde.

Um die Energieverteilung im Ballungsraum Zürich und Zentralschweiz langfristig zu sichern, erhöht Swissgrid die Spannung der Leitung zwischen Beznau und Mettlen von 220 auf 380 Kilovolt. Dieser Abschnitt ist Teil des «Strategischen Netzes 2025» und damit von Bedeutung für die Versorgungssicherheit der Schweiz.

Erste Teilverkabelung im 380-Kilovolt-Netz

Für den Umbau des Teilstücks zwischen Beznau und Birr fand im August 2018 der Spatenstich statt. Damit fiel der Startschuss für die Verlegung eines Leitungsabschnitts unter die Erde.

Die Teilverkabelung ist ein technisch herausforderndes Projekt, das wichtige Erkenntnisse für die Zukunft bringt. So zeigt es unter anderem die Auswirkungen auf das Landschaftsbild und die Umwelt. Ausserdem wird klarer, welche Kosten mit Teilverkabelungen verbunden sind und welche Herausforderungen Bau, Betrieb und Instandhaltung mit sich bringen.

Übergangsbauwerke schaffen Verbindung

Die Teilverkabelung umfasst 1,3 Kilometer des insgesamt 6,5 Kilometer langen Neubaus. Die Freileitung im Siedlungsgebiet von Neu-Riniken baut Swissgrid zurück und

erstellt zwei neue Freileitungsabschnitte weiter abseits der Siedlungen.

Um das verkabelte Teilstück mit den Freileitungen nördlich und südlich des «Gäbühübel» zu verbinden, werden zwei Übergangsbauwerke errichtet. Bei der Auswahl der Standorte wurde unter anderem darauf geachtet, das Landschaftsbild möglichst zu schonen.

Renaturierung der Landschaft

Im August 2018 hat Swissgrid mit den Aushub- und Bauarbeiten für die Verlegung der Erdkabel begonnen. Hierfür wird ein 25 Meter breites Trasse angelegt, in dessen Mitte ein 5 Meter breiter Kabelgraben ausgehoben wird.

In den Kabelgraben eingebettet werden zwei Rohrblöcke, durch die insgesamt 12 Erdkabel gezogen werden. Eine logistisch anspruchsvolle Arbeit, denn eine Rolle mit 1000 Metern Erdkabel wiegt rund 21 Tonnen.

Nach wenigen Jahren wird die beanspruchte Fläche wieder vollständig begrünt und kann wie zuvor landwirtschaftlich genutzt werden.

Sicherheit hat Priorität

Für Swissgrid steht die Sicherheit auf der gesamten Baustelle und entlang der Zufahrtsstrassen in dicht bewohnten Gebieten an erster Stelle. Diverse Massnahmen sorgen für den Schutz der Einwohner und der Verkehrsteilnehmenden. Zudem informiert Swissgrid die Gemeinden und die Anwohner regelmässig über den Baufortschritt.

Fakten zum Projekt



380 t

380 Tonnen Kabel werden bei der Teilverkabelung «Gäbühübel» verlegt.

➔ www.swissgrid.ch/beznau-birr



Erdreich im Volumen von knapp 15 Olympia-Schwimmbecken wird ausgehoben.



Netzausbau im Wallis schreitet voran

Das Wallis ist reich an Wasserkraft. Doch diese Energie lässt sich mit den bestehenden Leitungen nicht vollumfänglich abtransportieren, wenn unter anderem das Pumpspeicherkraftwerk Nant de Drance in Betrieb geht. Für die Verstärkung und den Ausbau des Höchstspannungsnetzes im Wallis ist daher auf verschiedenen Abschnitten eine Spannungserhöhung von 220 auf 380 Kilovolt geplant oder bereits im Bau.

Engpässe beseitigen

Einer der grössten Engpässe im Schweizer Übertragungsnetz wird mit dem Bau einer 380-Kilovolt-Freileitung zwischen Chamoson und Chippis bis 2021 beseitigt. Im August 2018 begann der Bau der Mastfundamente in den ersten zwei von insgesamt fünf Bauabschnitten. Nach Inbetriebnahme der Leitung im Jahr 2021 wird Swissgrid im Rhonetal 90 Kilometer bestehende Freileitungen mit 322 Masten zurückbauen.

Ebenfalls im Bau befindet sich eine 380-Kilovolt-Freileitung zwischen Ernen und Ulrichen. Deren Inbetriebnahme ist Ende 2019 vorgesehen. Neben

den bestehenden 220-Kilovolt- und 65-Kilovolt-Leitungen wird auch die Freiluftschaltanlage in Fiesch zurückgebaut. Dank dem Ersatzbau einer gasisolierten Schaltanlage in Ernen wird eine Querung der Rhone vermieden und die Landschaft entlastet.

Weitere Projekte im Wallis befinden sich noch im Bewilligungsverfahren: Zwischen dem Unterwerk Chippis und dem Unterwerk Bickigen wird die bestehende Leitung für den Betrieb mit 380 Kilovolt umgebaut und modernisiert. Das Bauvorhaben ist umfangreich: An 294 bestehenden Masten sind Massnahmen geplant. Die Inbetriebnahme der umgebauten Leitung ist bis 2021 vorgesehen.

Swissgrid plant zusätzlich eine 380-Kilovolt-Freileitung zwischen Chippis und Mörel. Diese ersetzt die bestehende 220-Kilovolt-Leitung, die vielerorts durch Siedlungsgebiete führt und nach Abschluss des Bauvorhabens demontiert wird. Die neue Leitung wird voraussichtlich 2025 erstmals Strom transportieren.

Fakten zum Projekt



Der Ausbau erlaubt, die mit Wasserkraft produzierte Energie vollumfänglich abzutransportieren.



Bestehende Leitungen durch Siedlungsgebiete werden zurückgebaut.



Ohne Transformatoren geht nichts

Auf der höchsten Netzebene, dem Übertragungsnetz, fliesst der Strom mit 380 oder 220 Kilovolt durch die Leitungen. Die hohe Spannung ist nötig, um Energie möglichst verlustarm über weite Strecken zu transportieren. Um diese Energie für den Endverbraucher nutzbar zu machen, verringern Transformatoren die Spannung.

Mit ihrer Fähigkeit, elektrische Spannung zu verringern oder auch zu erhöhen, übernehmen Transformatoren eine wichtige Funktion in der Stromversorgung. Als Knotenpunkte im Stromnetz verknüpfen sie die verschiedenen Netzebenen miteinander.

Ausbauvorhaben gehen voran

Durch die Stilllegung des Kernkraftwerks Mühleberg Ende 2019 fällt ein Teil der Schweizer Energieproduktion weg. Diese fehlende Einspeisung muss mittelfristig durch höhere Produktion von Schweizer Kraftwerken oder durch Energieimporte kompensiert werden. Um die zusätzlichen Importe zu ermöglichen, müssen die bestehenden Transformatorenkapazitäten erweitert

werden. Dies ist besonders in den Wintermonaten wichtig, wenn die Schweiz auf Energieimporte angewiesen ist. Deshalb sieht Swissgrid unter anderem den Neubau des Transformators im Unterwerk Mühleberg vor. In Kombination mit der Spannungserhöhung der Freileitung zwischen Bassecourt und Mühleberg von 220 auf 380 Kilovolt werden somit der Transport grosser Energiemengen und damit die langfristige Versorgung des Grossraums Bern und des zentralen Mittellands gewährleistet.

Das «Strategische Netz 2025» sieht zudem zusätzliche Transformatoren in den Unterwerken Beznau, Chippis, Mörel, Romanel und einen Ersatz in Laufenburg vor. Die Transformatoren in Beznau und Romanel sind bereits in Betrieb, in Laufenburg werden die Arbeiten 2019 abgeschlossen. Die Installation der neuen, leistungsfähigeren Anlagen erhöht die Einspeisemenge für importierten Strom und verstärkt die Transformationsleistung der Schweizer Netzinfrastruktur.

Fakten zum Projekt



21 Transformatoren betreibt Swissgrid auf der obersten Netzebene.



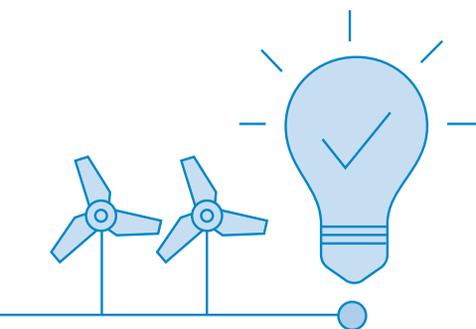
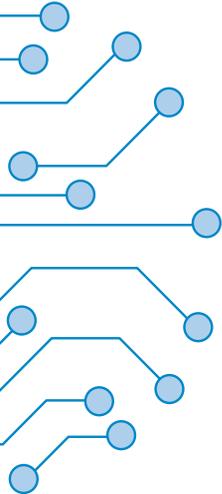
Bis 1400 Tonnen wiegen die grössten Transformatoren.

Künstliche Intelligenz im Stromnetz



Für den Transport von Energie braucht es mehr als nur physische Infrastruktur: Erst die kognitiven Fähigkeiten des Menschen sorgen für einen kontinuierlichen Stromfluss. Oder könnte zukünftig Künstliche Intelligenz das Zepter übernehmen?

Die Bedürfnisse an das Stromnetz haben sich aufgrund der Energiewende auf allen Netzebenen gewandelt. Eine wichtige Grundlage für eine nachhaltige Energiezukunft ist die Modernisierung des Übertragungsnetzes. Dabei geht es nicht nur um den Aus- oder Umbau der Infrastruktur. Die Digitalisierung bietet der Strombranche neue Möglichkeiten, zum Beispiel durch Künstliche Intelligenz (KI). Als Teilgebiet der Informatik simuliert sie intelligentes menschliches Verhalten in Form von Softwareanwendungen auf Computern. Gleichzeitig fließt maschinelles Lernen in KI ein: Die Anwendungen bauen durch Erfahrung Wissen auf



und wenden dieses an. Dadurch sind sie in der Lage, auf unbekannte Szenarien zu reagieren.

Der Algorithmus warnt vor Schwachstellen

Von diesen Möglichkeiten der KI kann die Strombranche profitieren. Unter anderem, um vorausschauend Schwachstellen in der Netzinfrastruktur zu erkennen. Predictive Maintenance wird diese Form der Wartungstechnik genannt. Dafür werden in Echtzeit Messdaten vom aktuellen Netzbetrieb, Stammdaten der Netzinfrastruktur, Geoinformationen oder Wetterdaten erfasst und an eine zentrale Datenbank übermittelt. Ein selbstlernender

Algorithmus wertet die gewonnenen Informationen aus und leitet Wartungsempfehlungen daraus ab. Im Optimalfall lassen sich Schwachpunkte in der Infrastruktur vorhersagen, bevor es zu Auswirkungen oder Ausfällen kommt. Als automatisierte Entscheidungshilfen unterstützt KI so den Stromnetzbetreiber dabei, die Zuverlässigkeit des Netzes zu erhöhen. Gleichzeitig können durch solche Softwareanwendungen Netzbaumaassnahmen zukünftig besser im Voraus geplant und gezielter und effektiver ausgeführt werden.

Erneuerbare Energien managen

Die Kombination von Infrastrukturdaten und externen Daten würde es KI auch erlauben, die Produktion von Energie besser vorzusagen. Dies ist bei den erneuerbaren Energien von Bedeutung, deren Produktionsleistung wetterbedingt schwankt. Die Vorhersage des potenziellen Outputs aufgrund aktueller und historischer Daten hilft den Verantwortlichen, den Einsatz ihrer Anlagen besser zu planen. Für das Stromnetz wirkt sich die Vorhersehbarkeit ebenfalls positiv aus. Die Daten wichtiger Energieproduzenten würden es erlauben, die Planung des Netzbetriebs zu verbessern.

Die Nachfrage steuern

KI könnte zukünftig aktiv in die Steuerung der Stromnachfrage eingreifen. Bei entsprechenden

Marktsignalen wird durch das gezielte Ab- und Zuschalten von Lasten auf zu niedrige oder zu hohe Nachfrage reagiert. Solche Eingriffe sind in Industrien möglich, wo sich Produktionsprozesse lenken lassen, für die sich der Stromeinsatz variieren lässt. Ein solches Lastmanagement kann auch helfen, die schwankende Stromerzeugung der erneuerbaren Energie auszugleichen. Mit KI lassen sich die dafür notwendigen Prozesse weiter automatisieren. Im Bereich der Nachfragesteuerung wird ausserdem an intelligenten Plattformen gearbeitet, die die Energieeffizienz der Endverbraucher über Anreize beeinflussen. KI könnte auch zu stabileren Stromnetzen beitragen, indem sie die durch Tausende Haushalte produzierte Energie automatisiert einspeist.

Künstliche Intelligenz bei Swissgrid

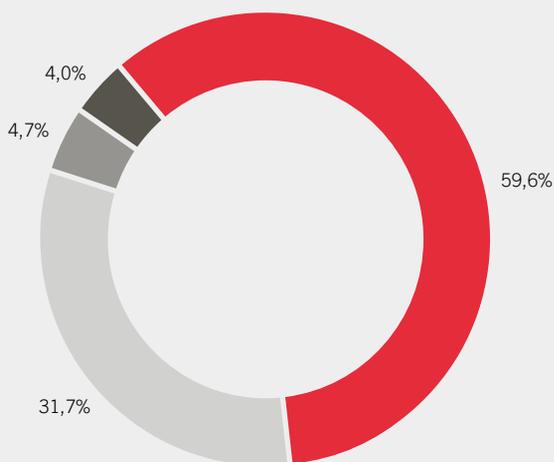
Mit der Schaffung der Organisationseinheit Research & Digitalisation trägt Swissgrid der Digitalisierung Rechnung. Diese verantwortet Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, um den Einsatz von Technologien wie der Künstlichen Intelligenz zu evaluieren und umzusetzen. Als Betreiber einer kritischen Infrastruktur legt Swissgrid Wert darauf, dass Innovationen im Bereich Automation und Digitalisierung die Kriterien für einen sicheren Netzbetrieb erfüllen.

Rund um den Strom



Knapp 60 Prozent

der Schweizer Energieproduktion stammen aus Wasserkraft.



- Laufwasserkraftwerke und Speicherkraftwerke
- Kernkraftwerke
- Konventionell-thermische Kraftwerke und Fernheizkraftwerke (erneuerbar und nicht erneuerbar)
- Diverse erneuerbare Energien

Über 85 Millionen Jahre

brennt eine 60-Watt-Glühbirne mit dem Strom, den Swissgrid jährlich zu den Verbrauchern in der Schweiz transportiert.

540 300

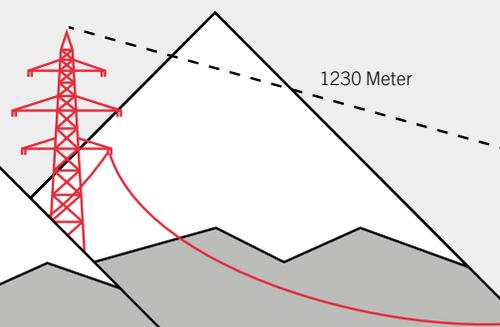
Checklisten-Punkte

mussten 2018 für die Instandhaltung des Übertragungsnetzes abgearbeitet werden.

Knapp 15 Minuten

bräuchte man zu Fuss, um die längste Luftlinien-distanz zwischen zwei Masten zu überwinden.

Gondoschlucht, Wallis





Pro Stunde

wächst auf den Leitungstrasses von Swissgrid das Holzvolumen eines Würfels mit 1,5 Meter Kantenlänge nach (3,375 m³).

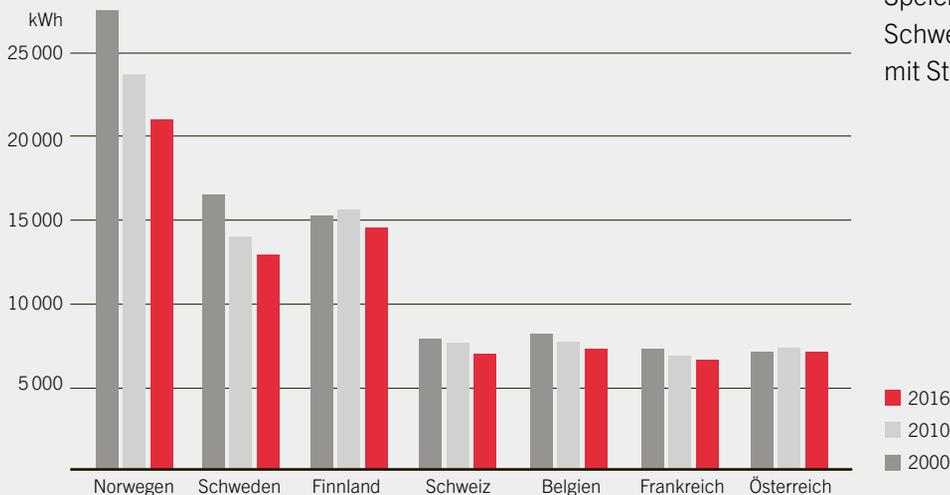
1 697 115

Einfamilienhäuser

können durch die jährliche Speicherkapazität der Schweizer Speicherseen mit Strom versorgt werden.

Dreimal weniger Strom

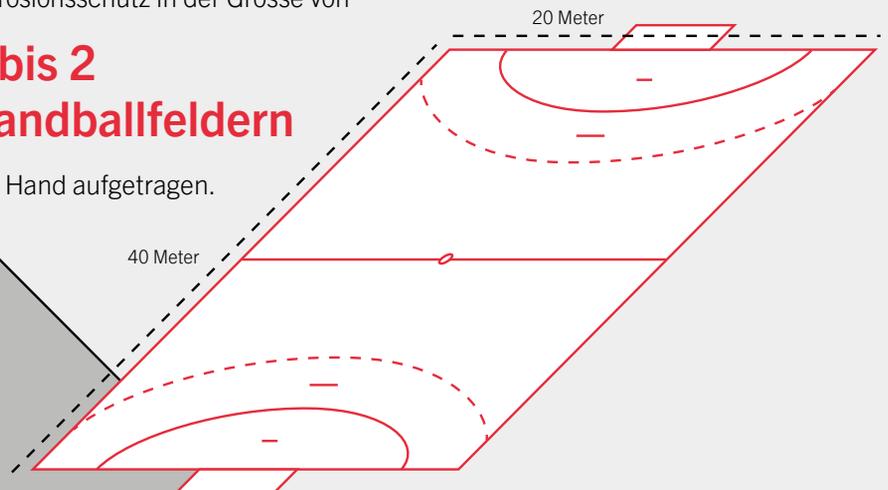
verbrauchen die Schweizer als die Norweger.



Je nach Mastgrösse wird Korrosionsschutz in der Grösse von

1 bis 2 Handballfeldern

von Hand aufgetragen.



Swissgrid AG
Bleichemattstrasse 31
Postfach
5001 Aarau
Schweiz

T +41 58 580 21 11
info@swissgrid.ch
www.swissgrid.ch

Route des Flumeaux 41
1008 Prilly
Schweiz

