

Nur mit einem robusten Stromnetz gelingt die Energiewende

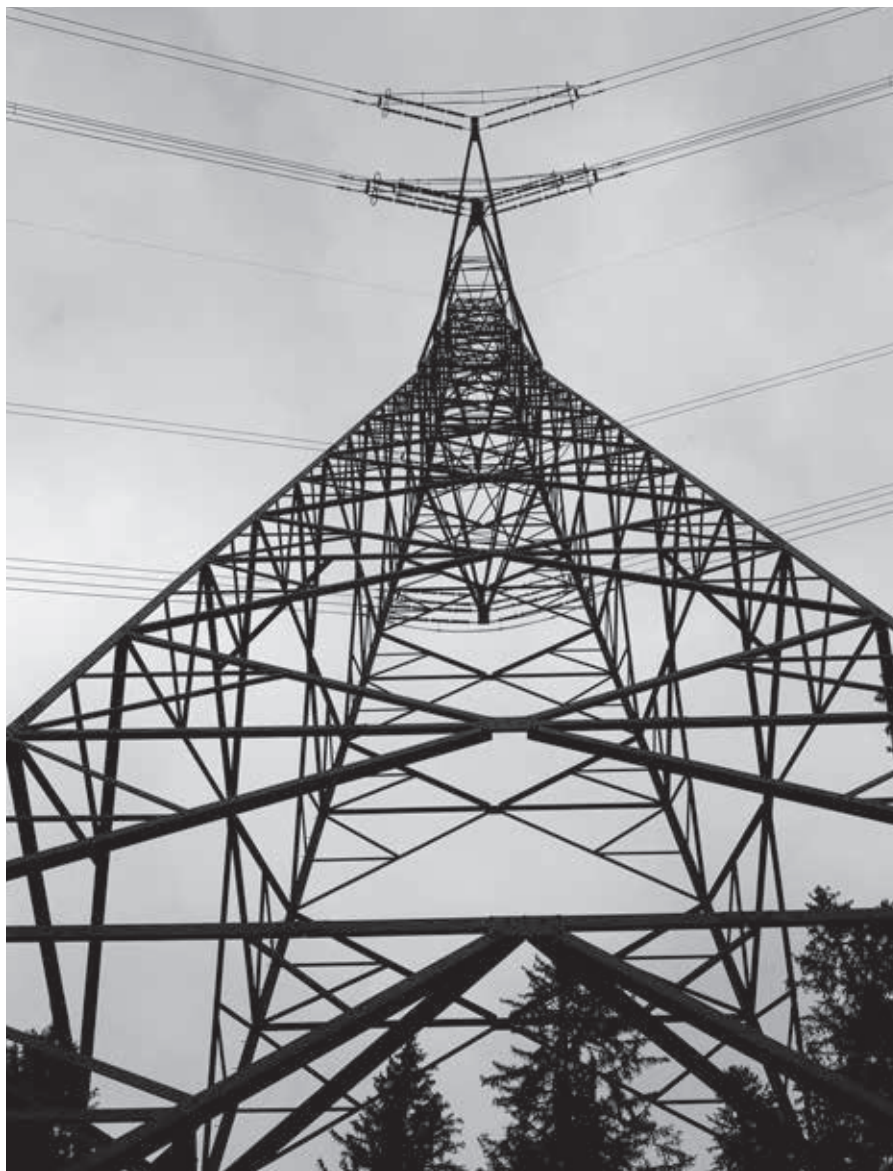
Marc Vogel
marc.vogel@swissgrid.ch

Soll die Energiestrategie 2050+ erfolgreich sein, braucht es ein entsprechendes Übertragungsnetz. Mit dem sogenannten Szenariorahmen Schweiz, den der Bundesrat Ende November beschlossen hat, erhalten die Stromnetzbetreiber eine verbindliche Planungsgrundlage. Das von Swissgrid angestrebte Schweizer Höchstspannungsnetz der Zukunft muss sich laufend den geänderten Anforderungen anpassen. Eine grosse Herausforderung ist dabei der Wandel der Energieproduktion.

Strom ist der Puls unserer Gesellschaft. Fast alles, was wir tun, hängt direkt oder indirekt mit Strom zusammen. Eine jederzeit verlässliche Stromversorgung ist daher essenziell. Angesichts dieser Abhängigkeit ist die Energiewende eine enorme Herausforderung. Atom- und Kohlekraftwerke werden in ganz Europa schrittweise stillgelegt. An ihre Stelle treten eine Vielzahl von erneuerbaren Stromquellen, insbesondere Solar- und Windkraftanlagen, deren Produktion abhängig von der Tageszeit und der Witterung ist. Doch nur, wenn in jeder Sekunde genau gleich viel Strom erzeugt wie verbraucht wird, bleibt das Stromnetz stabil.

Verhalten ändern und neue Technologien clever nutzen

Somit sollten wir den Strom dann verbrauchen, wenn er produziert wird. Und in Zu-



Masten einer Hochspannungsleitung zwischen Latsch und Stugl bei Bergün.

kunft ist das dann, wenn die Sonne scheint und der Wind weht. Wäschewaschen in der Nacht, um die Bandenergie aus Atomkraft zu verbrauchen, ist eine Angewohnheit, die bald nicht mehr zeitgemäss ist. Wann der

Strom zum Heizen, Kühlen und Laden eingesetzt wird, ist uns Konsumentinnen und Konsumenten egal. Hauptsache, unser Zuhause ist wohlig warm, unsere Kühlgeräte haben die passende Temperatur und die

Batterie unseres Autos ist rechtzeitig geladen. In Zukunft werden uns technische Hilfsmittel die Verbrauchssteuerung abnehmen und sicherstellen, dass unser Solarstrom optimal genutzt wird. Durch den Verbrauch am Erzeugungsort werden Spitzen bei der Rückspeisung vermieden. Das entlastet das Stromnetz und minimiert dessen Ausbau.

Stromüberschüsse werden wir verwenden, um Wasser in die Speicherseen zu pumpen, Wasser in Wärmespeichern zu erhitzen und Elektroautos zu laden. So speichern wir Energie. Wenn die Sonne nicht scheint oder der Wind ausbleibt, dann entnehmen wir die

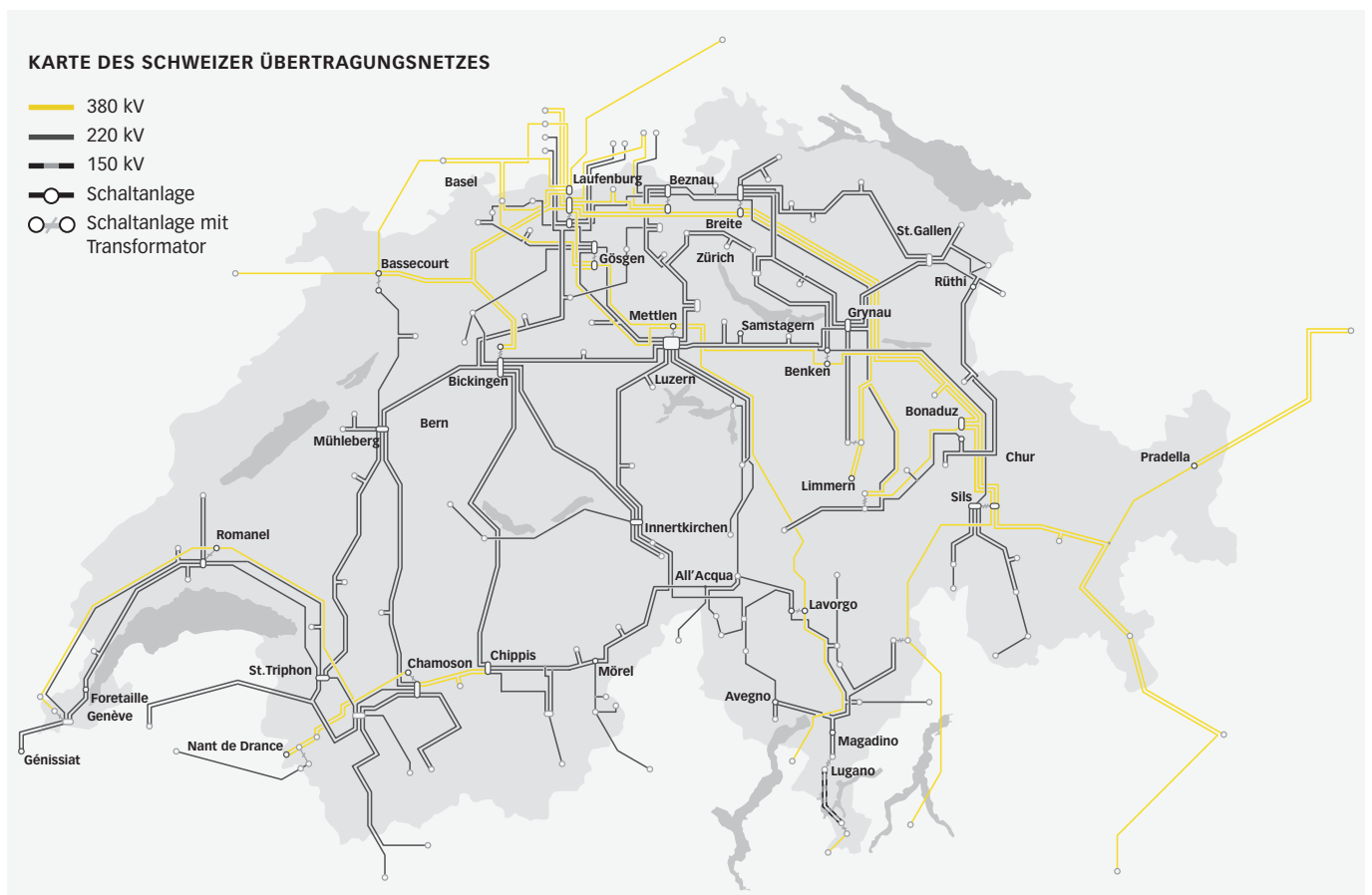
Energie wieder diesen Speichern. Eine besondere Herausforderung liegt darin, Strom im Sommer, der aus dem vielen Schmelzwasser und dem langen Sonnenschein gewonnen wird, für den Winter zu speichern. Ein Lösungsansatz dafür ist die sogenannte Sektorkopplung: Im Sommer wird aus Strom zum Beispiel Wasserstoff erzeugt, der im Winter wieder rückverstromt werden kann.

Internationaler Stromaustausch

Angesichts dieser fundamentalen Umstellung kommt es darauf an, das bestehende Stromnetz so zu optimieren und gegebenenfalls

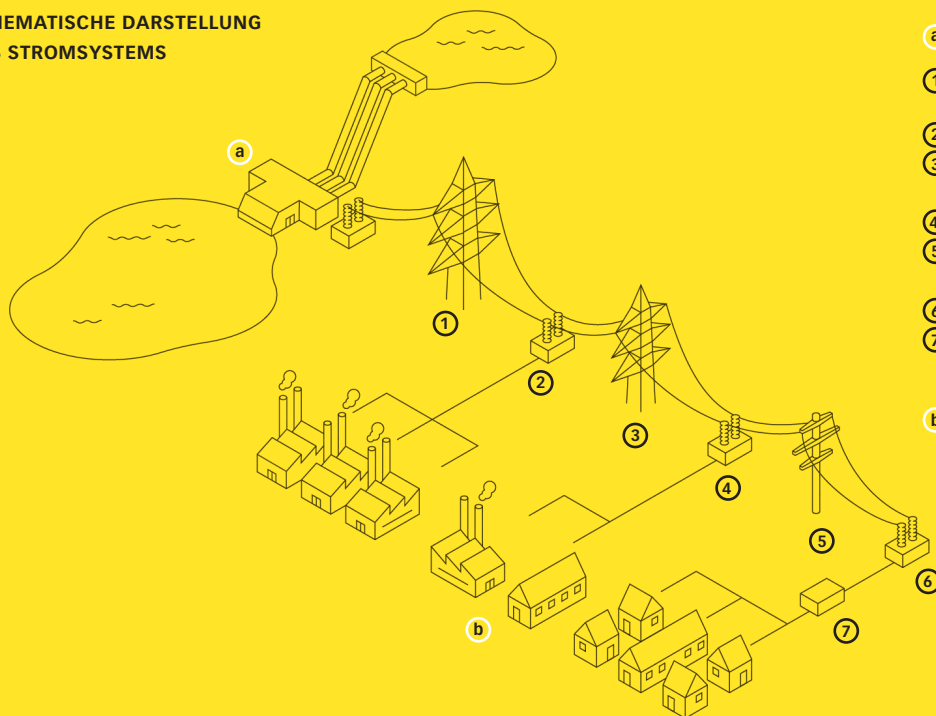
punktuell auszubauen, dass es mit den sich wandelnden Produktions- und Verbrauchsmustern zurechtkommt. Das ist die Aufgabe der Netzbetreiber.

Als nationale Netzgesellschaft plant, baut und betreibt Swissgrid das 6700 Kilometer lange Höchstspannungsnetz der Schweiz. Unser Land ist mit 41 Grenzleitungen mit dem Ausland verbunden. Stromüberschüsse werden exportiert und Importe decken Stromdefizite, insbesondere im Winter. An das Höchstspannungsnetz sind die leistungsstarken Schweizer Wasser- und Atomkraftwerke sowie die grossen Verteilnetzbetreiber



Das heutige Übertragungsnetz stellt sicher, dass alle Regionen stabil mit Strom versorgt werden und der Austausch mit dem Ausland gewährleistet ist.

**SCHEMATISCHE DARSTELLUNG
DES STROMSYSTEMS**



- a** ERZEUGER
- ① Netzebene 1: Höchstspannung im Übertragungsnetz 220/380 Kilovolt (kV)
- ② Netzebene 2: Transformator
- ③ Netzebene 3: Hochspannung im überregionalen Verteilnetz 50–150 kV
- ④ Netzebene 4: Transformator
- ⑤ Netzebene 5: Mittelspannung im regionalen Verteilnetz 10–35 kV
- ⑥ Netzebene 6: Transformator
- ⑦ Netzebene 7: Niederspannung im regionalen Netz 400/230 Volt (V)
- b** KONSUMENTINNEN UND KONSUMENTEN



Von Energie geprägte Landschaft in der Nähe des Kernkraftwerks Mühleberg.

treiber, also die Kantons- und Stadtwerke, direkt angeschlossen. Diese beliefern ihrerseits die Endverbraucherinnen und Endverbraucher.

Auch im Stromnetz kommt es zu Staus

Das Stromnetz verbindet alle elektrischen Anlagen – von der Produktion bis zum Endverbraucher. Es besteht aus verschiedenen Spannungsebenen, die von Niederspannung mit 400 Volt im Gebäudeinnern über Mittelspannung bis zu Hochspannung und Höchstspannung reichen. Das Stromnetz kann deshalb mit dem Strassennetz und den Hierarchien Quartierstrasse, Hauptstrasse, Autobahn verglichen werden.

Wie es im Strassennetz Staus gibt, so kann es im Stromnetz zu Engpässen kommen. Mög-



Übertragungsleitungen auf der Tessiner Seite des Nufenenpasses.

liche Ursachen sind einerseits Instandhaltungsarbeiten oder die Ausserbetriebnahme von Leitungen, andererseits grosse Schwankungen bei der Erzeugung oder dem Verbrauch. Engpässe bedeuten, dass der Bedarf von einzelnen Konsumentinnen und Konsumenten nicht vollständig gedeckt werden kann.

Der Ausbau von Solaranlagen und Windparks einerseits und die Zunahme der Elektromobilität und von Wärmepumpen andererseits beanspruchen zuerst die Verteilnetze mit niedrigerer Spannung, letztlich aber auch das inländische und grenzüberschreitende Übertragungsnetz. Der Bau von grossen Windparks vor den Küsten Europas, wie sie die EU plant, die in ihrer Summe die Leistung von 300 Atomkraftwerken haben werden, führt zu wachsenden, europaweiten Strom-

flüssen. Die Schweiz, mitten in Europa, wird dadurch vermehrt von Engpässen betroffen sein. Denn aufgrund des fehlenden Stromabkommens mit der EU wird sie bei den Entwicklungen im europäischen Strommarkt nur noch beschränkt mitwirken können. So wird die Schweiz zunehmend aus EU-Netz- und Marktprozessen sowie aus den entsprechenden Gremien ausgeschlossen. Unter anderem kann sie nicht an den sogenannten gekoppelten Strommärkten teilnehmen, was bereits heute zu ungeplanten Lastflüssen im Schweizer Übertragungsnetz führt. Diese müssen auch bei der Netzplanung berücksichtigt werden.

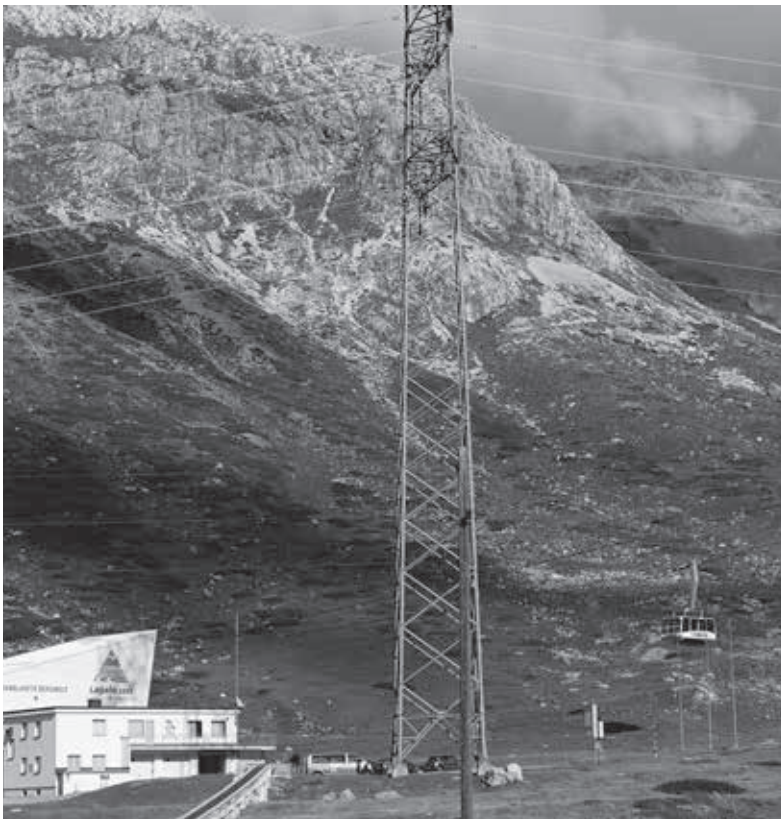
Wie schnell die Energiewende voranschreitet und welche Technologien bei der Energieproduktion zum Einsatz kommen, darü-

ber gibt der sogenannte Szenariorahmen Schweiz Auskunft.

Drei Szenarien für die Zukunft

Der Szenariorahmen Schweiz (SZR CH) wurde vom Bundesamt für Energie mit Unterstützung einer Begleitgruppe erarbeitet. Nach der öffentlichen Vernehmlassung wurde der SZR CH Ende November 2022 vom Bundesrat beschlossen. Er umfasst drei Szenarien, die zeigen, wie sich die Entwicklung der installierten Leistung pro Erzeugungstechnologie beziehungsweise der Konsum pro Verbrauchergruppe wie etwa Gewerbe oder Industrie bis ins Jahr 2040 entwickeln könnte.

Es wird davon ausgegangen, dass die tatsächliche Entwicklung, die heute noch nicht



Talstation der Lagalp-Bahn am Berninapass.

absehbar ist, innerhalb des Szenariorahmens erfolgen wird. Das Stromnetz der Zukunft wird für den SZR CH ausgelegt, damit es ausreichend robust für verschiedene denkbare Zukunftsentwicklungen ist.

Strategische Netzplanung von Swissgrid

Das «Strategische Netz 2040» umfasst die zusätzlichen Netzprojekte, die bis zum Zieljahr 2040 realisiert werden sollen. Swissgrid entwickelt dieses Netz in enger Abstimmung mit den angeschlossenen Verteilnetzbetreibern, Kraftwerken und den SBB. Gemeinsam wurde im sogenannten Regionalisierungsprozess eruiert, wo in der Schweiz welche Energietechnologie wie stark ausgebaut und

wie sich der Verbrauch lokal entwickeln wird. Damit wurden die nationalen Zielwerte aus dem SZR CH regional heruntergebrochen.

Mit einem europäischen Netzmodell können die Lastflüsse in den Stromleitungen für das Jahr 2040 für die verschiedenen Szenarien simuliert und Engpässe im bestehenden Netz identifiziert werden.

Bevor es zum Bau von neuen Leitungen kommt, wird geprüft, ob ein effizienterer Betrieb des bestehenden Netzes genügt. Indem beispielsweise Sensoren verschiedene Parameter wie Temperatur, Sonneneinstrahlung, Windstärke oder den witterungsabhängigen Leitungsdurchhang messen, kann die Lei-

tung zu jedem Zeitpunkt sicher bis zu deren Limit betrieben werden. Mit neuen technischen Lösungen können ausserdem die Lastflüsse gleichmässiger auf die bestehenden Leitungen verteilt und die Gesamtübertragungsfähigkeit gesteigert werden. Genügen solche Massnahmen nicht, dann werden die bestehenden Leitungen verstärkt oder letztlich ein neues Trasse geplant. Dabei wird geprüft, ob die Bündelung mit anderen Infrastrukturen möglich ist.

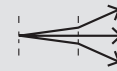
Den Netzausbau beschleunigen

Swissgrid ist für die Projektierung und die Realisierung von Übertragungsleitungen zuständig. Das Bewilligungsverfahren des Bun-

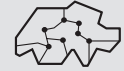
GESETZLICH DEFINIERTER NETZENTWICKLUNGSPROZESS DAS PROJEKT «STRATEGISCHES NETZ 2040» STELLT SICHER, DASS EIN ROBUSTES

Planung

Szenariorahmen



Bedarfsermittlung



Szenarien / Regionalisierung

Mehrjahresplan / Strategisches Netz

Alle 4 Jahre

Alle 4 Jahre

Projekt Strategisches Netz

Netzentwicklungsprozess

NETZ GEBAUT WIRD, DAS EINE SICHERE STROMVERSORGUNG AUCH IM JAHR 2040 GEWÄHRLEISTET

Projektierung

Realisierung

Räumliche Koordination



Genehmigungsverfahren



Ausführung Projekte



Überprüfung Projekte



Nationales Sachplanverfahren (Sachplan Übertragungsleitungen SÜL) / Kantonale Richtplanung

Plangenehmigungsverfahren
Bundesverwaltungs- / Bundesgericht

Bau und Inbetriebnahme

Kosten und Nutzen

Projektbezogen auf Antrag beim Bundesamt für Energie (BFE)

Projektbezogen auf Antrag beim Eidgenössischen Starkstrominspektorat (ESTI)

Nach Genehmigung

Nach Inbetriebnahme

des umfasst sechs Phasen. Dabei spielen Anliegen der verschiedenen Anspruchsgruppen eine zentrale Rolle. Eine vom BFE eingesetzte Begleitgruppe mit Vertreterinnen und Vertretern von Bund, Kantonen, Umweltorganisationen und Swissgrid diskutiert die vorgeschlagenen Varianten und gibt eine Empfehlung ab. Entscheidend dafür ist das Bewertungsschema für Übertragungsleitungen des Bundes. Dabei werden neben technischen Aspekten die Faktoren Raumentwicklung, Umwelt und Wirtschaftlichkeit berücksichtigt. Im Rahmen

einer öffentlichen Anhörung können Betroffene Stellung nehmen. Am Ende entscheidet der Bundesrat. Er legt das Planungsgebiet, den Korridor und die Technologie – Erdkabel oder Freileitung – für die zukünftige Leitung fest. Aktuell beträgt die Dauer vom Projektstart bis zur Inbetriebnahme einer neuen Leitung rund 15 Jahre. Diese Zeitdauer soll in Zukunft möglichst gesenkt werden, damit die Entwicklung des Stromnetzes mit dem Wandel des Energiesystems Schritt halten kann. —

WEITERFÜHRENDE LINKS

Broschüre Netzplanung bei Swissgrid

➔ <https://tinyurl.com/grid-broschuere>

Projekt Strategisches Netz

➔ <https://tinyurl.com/grid-sn>

Bewilligungsverfahren von Netzprojekten

➔ <https://tinyurl.com/grid-verfahren>

Aktuelle Netzprojekte

➔ <https://tinyurl.com/grid-projekte>

Broschüre zu Technologien im Höchstspannungsnetz: Freileitung und Erdverkabelung

➔ <https://tinyurl.com/grid-technologien>



MARC VOGEL, *1970, studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität Karlsruhe. Er baute bis 2002 bei der MVV Energie AG in Mannheim den Energiehandel mit auf und gestaltete so den liberalisierten deutschen Strommarkt mit. In der Schweiz arbeitete er zuerst für die Atel und ab 2005 in verschiedenen Funktionen für Swissgrid. Aktuell leitet er das Projekt «Strategisches Netz 2040».