

# Forschung und Innovation

Bericht 2016-2018



APC

# Inhalt

---

## Einführung

- S.03 Neue Energiezukunft
- S.04 Der Beitrag des Übertragungsnetzes für den Umbau des Energiesystems
- S.06 Forschungskoordination & internationale Zusammenarbeit

---

## Forschungscluster

- S.08 Definition der Forschungscluster

---

### 1 Cluster: Netzausbau und energiewirtschaftliche Szenarien

- S.10 Weiterentwicklung schalloptimierter Freileitungsseile
- S.14 Analyse von energiewirtschaftlichen Szenarien

---

### 2 Cluster: Wetter, Klima, Umwelt

- S.16 Sonnenwinde – Auswirkungen auf das österreichische Hochspannungsnetz
- S.20 Photovoltaik–Leistungsprognose auf der Grundlage der Weather Driven Demand and Supply Analysis (PVWeddas)
- S.22 Induzierte elektrische Feldstärken im Körper II

---

### 3 Cluster: Netzüberwachung und Systemführung

- S.24 Verbesserte Modellierungs- und Messverfahren im österreichischen Hochspannungsnetz
- S.28 Kurzschlussversuche Umspannwerke Hessenberg und Rosenau
- S.32 DC Fault Locator
- S.34 Drohnen im Einsatz für APG
- S.36 ABS fürs Stromnetz: ABS4TSO

---

### 4 Cluster: Digitalisierung

- S.38 TOHIVA – Big Data–Analysen komplexer Zusammenhänge



# Neue Energiezukunft

## Der Umbruch des Energiesystems in Europa

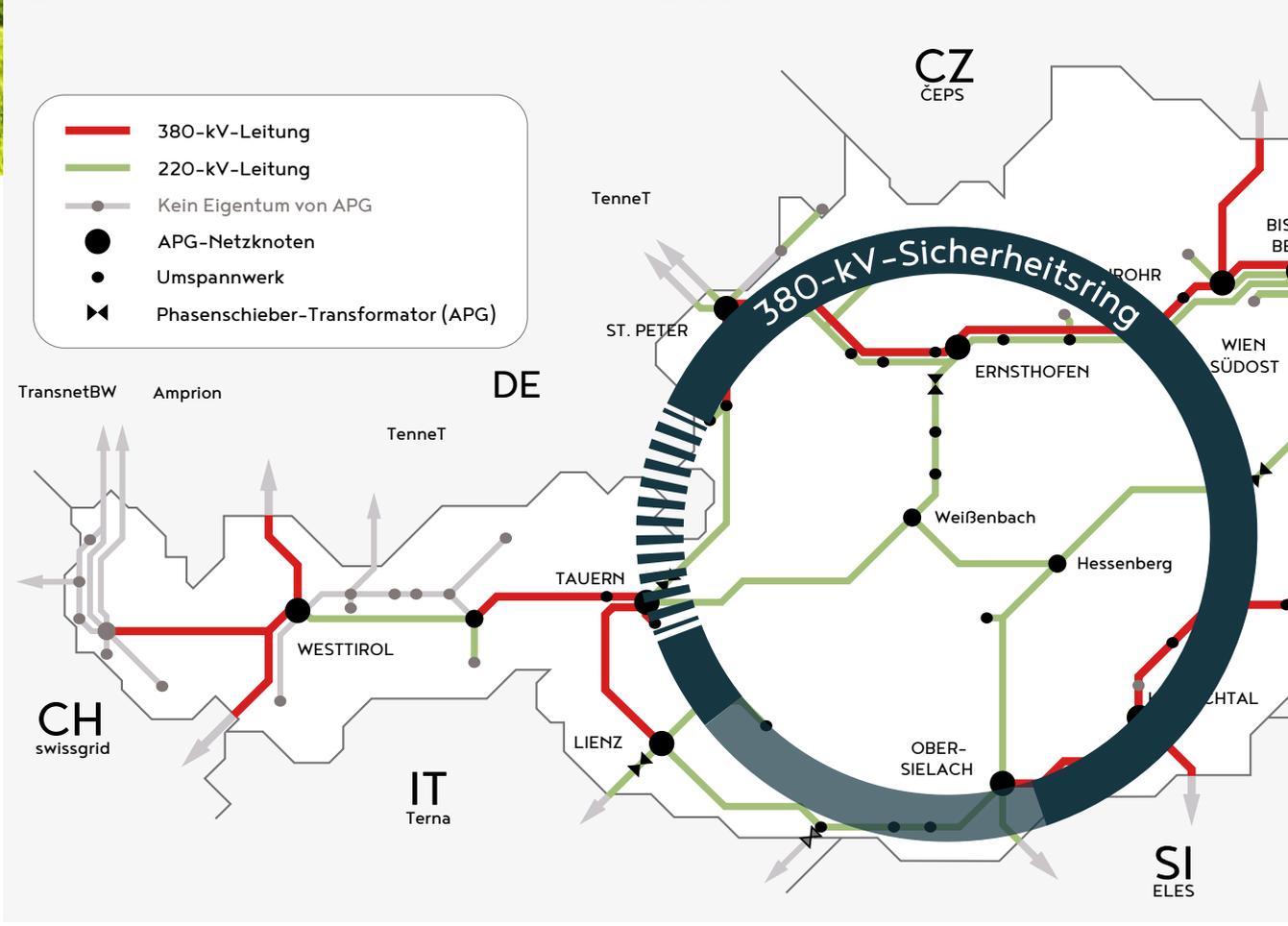
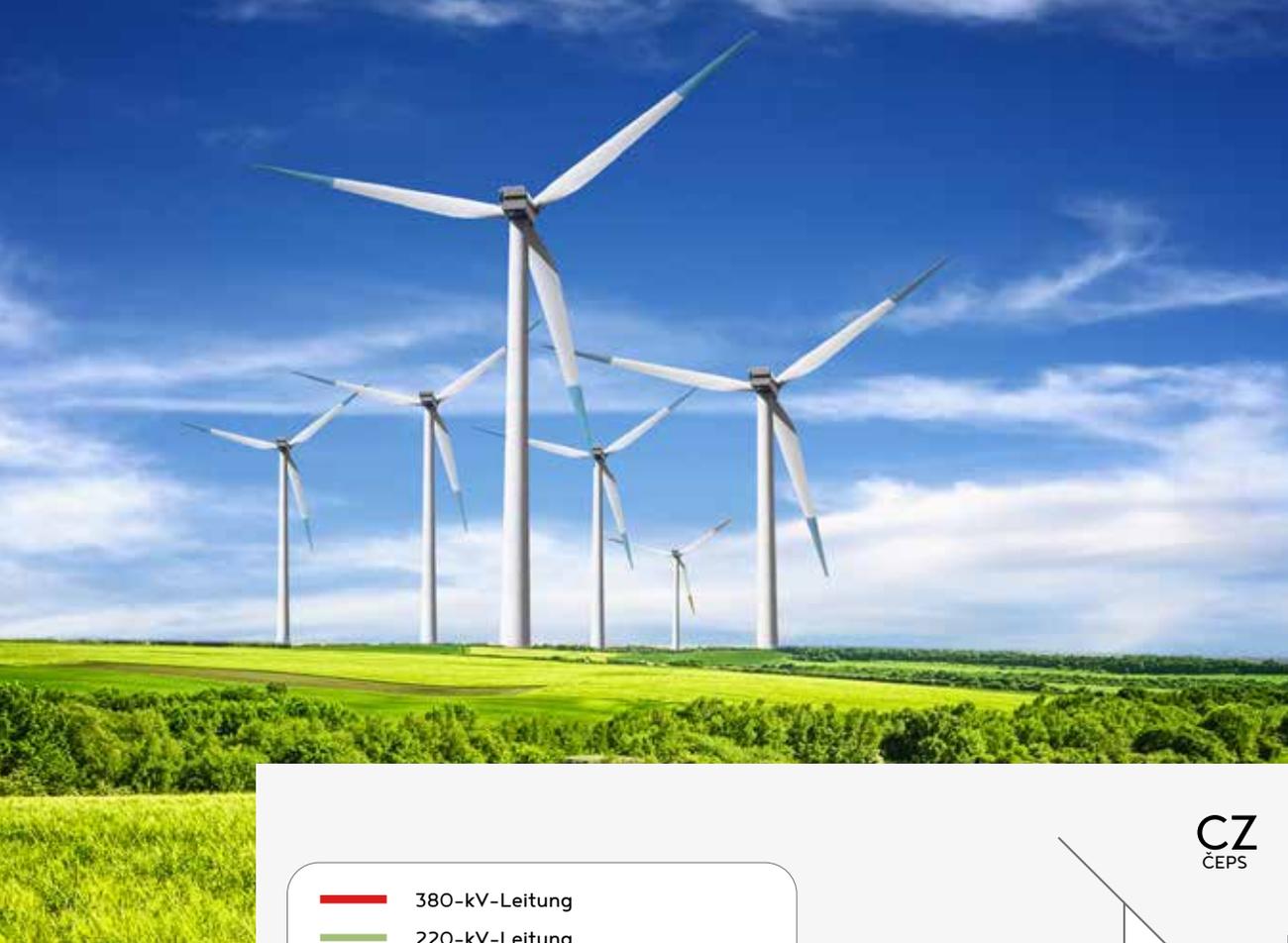
Das Energiesystem in ganz Europa befindet sich in einem deutlichen Umbruch: Die von der Europäischen Union definierten Klima- und Energieziele sehen eine signifikante Dekarbonisierung des Energiesystems für eine lebenswerte Zukunft aller Europäerinnen und Europäer vor. Bis 2050 sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen um 80 % gegenüber dem Stand von 1990 verringert werden. Alle Wirtschaftszweige müssen einen entsprechenden Beitrag leisten. Das dazu erstellte „Clean Energy Package“ der Europäischen Kommission soll sicherstellen, dass diese ambitionierten Energie- und Klimapläne erreicht werden.

Analog dazu wurde 2018 mit dem Beschluss der österreichischen Bundesregierung der zukünftige Rahmen für die österreichische Klima- und Energiepolitik klar definiert: Bis zum Jahr 2030 sollen die Treibhausgasemissionen gegenüber

2005 um 36 % reduziert werden. Im Stromsektor soll bis 2030 der nationale Gesamtstromverbrauch bilanziell zu 100 % aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt werden.

Das Energiesystem der Zukunft ist erneuerbar bzw. dekarbonisiert, in der Erzeugungsform noch stärker als bisher dezentralisiert (Energie aus Wind und Sonne wird nicht unmittelbar in der Nähe großer Verbrauchszentren produziert) und demokratisiert (viele Teilnehmer, die Energie nicht nur konsumieren, sondern auch erzeugen, speichern – z. B. als Bürgerenergie-Gemeinschaften – und mit Hilfe von Microgrids auch verkaufen/teilen).





# Der Beitrag des Übertragungsnetzes für den Umbau des Energiesystems

Diese fundamentalen Veränderungen im Gesamtsystem Strom erfordern ein perfektes Zusammenspiel aller Akteure, um die Stromversorgungssicherheit in Europa auch weiterhin sicherzustellen.

APG sorgt schon heute mit seinem leistungsfähigen Hoch- und Höchstspannungs-Übertragungsnetz für die Stromsicherheit Österreichs. Das Übertragungsnetz ist der Schlüssel für die Integration der erneuerbaren Energieträger: Der dabei produzierte, oft nicht zur Gänze in der Region verbrauchte Strom wird mit Hilfe des Übertragungsnetzes zu den Pumpspeicherkraftwerken in den Alpen Österreichs und von dort bei Bedarf wieder zu den Verbrauchszentren transportiert. Das ist laut Einschätzung von Experten auch in den kommenden Jahren die effizienteste Flexibilitätsoption. Mit der Basis des 380 kV-Sicherheitsrings hat APG die Voraussetzung geschaffen, die österreichische Stromversorgungssicherheit auch in Zukunft zu gewährleisten. In diesem Zusammenhang übernimmt das österreichische Stromnetz mit seiner

zentralen europäischen Lage eine wichtige Rolle in der Verbindung von Erzeuger- und Verbrauchszentren.

Das erfordert nicht nur den weiteren, umfangreichen Netzaus- und -umbau, sondern auch Innovationen im Bereich der Speichertechnologien oder Sektorkopplungslösungen, die wir bereits jetzt verstärkt vorantreiben. Die Digitalisierung ist auch für die Zukunft des Energiesystems wesentlich: Bereits heute sind alle unsere Hochspannungsleitungen mit Sensoren ausgestattet, sodass wir zu jeder Sekunde einen aktuellen Überblick über den Zustand unserer Infrastruktur haben und entsprechend agieren oder reagieren können. Auch die Wartung mithilfe von Drohnen und das digitale Umspannwerk sind keine bloßen Zukunftsprojekte: Wir arbeiten bereits daran.







## Forschungskoordination & internationale Zusammenarbeit

Zentrales Element der APG-Forschungskoordination sind die internen, halbjährlich stattfindenden Forschungsworkshops, an denen der APG-Vorstand und alle in der Forschungs- und Innovationsentwicklung aktiven Abteilungen teilnehmen. Sie dienen der besseren Koordinierung und Steuerung der Forschungs- und Innovationstätigkeiten innerhalb der APG. Projektergebnisse werden präsentiert und diskutiert sowie neue Vorhaben und Ideen vorgestellt. Der wissenschaftliche Diskurs mit externen Partnern wird durch die Bildung von Plattformen und Kooperationen mit Vertretern aus der E-Branche, der Industrie und der Wissenschaft in Österreich und in Europa geführt.

Die APG ist im „Research, Development and Innovation Committee“ (RDIC) der europäischen Interessensvertretung ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity) vertreten. Im RDIC werden anstehende Forschungsschwerpunkte diskutiert, abgestimmt und anschließend publiziert.

In der Research & Development Roadmap sind die Eckpfeiler der wichtigsten Forschungsfelder der Übertragungsnetzbetreiber für die nächsten zehn Jahre dargestellt. Davon abgeleitet werden im „Implementation Plan“ für die bevorstehenden Jahre konkrete Forschungsbereiche definiert. Diese beiden Publikationen geben der Europäischen Kommission einen Hinweis darauf, in welchen Bereichen europäische Forschungsgelder benötigt werden, um die anstehenden Herausforderungen meistern zu können. Das RDIC dient außerdem der Vernetzung der europäischen Übertragungsnetzbetreiber in Forschungsfragen sowie der Bildung von Forschungsk Kooperationen.

# Forschungscluster

## Die APG hat vier Forschungscluster für sich definiert:

- > Netzausbau und energiewirtschaftliche Szenarien
- > Wetter, Klima und Umwelt
- > Netzüberwachung und Systemführung
- > Digitalisierung

Diese vier Schwerpunkte sind die Basis für die Forschungsaktivitäten innerhalb

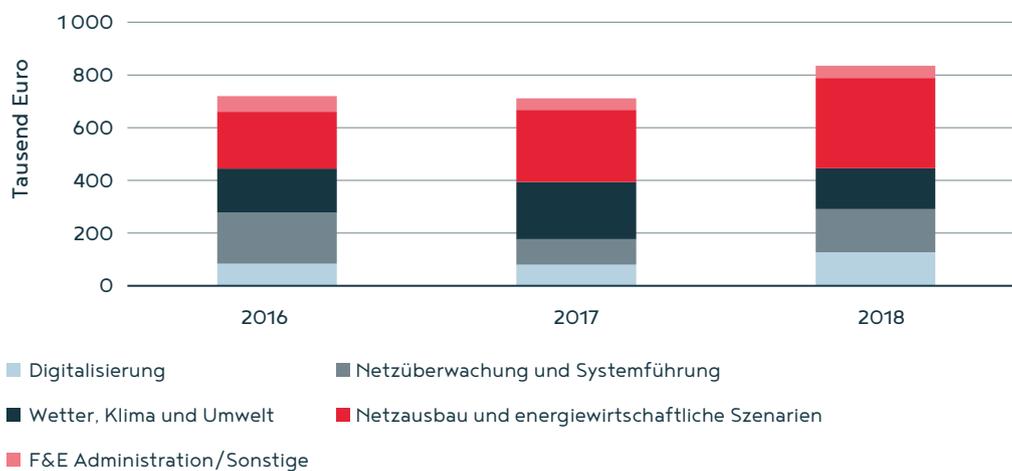
der APG und bieten einen übersichtlichen Rahmen für das Monitoring und die Dokumentation der einzelnen Forschungsprojekte. Die APG hat in den letzten drei Jahren durchschnittlich rund 750.000 Euro in Forschungsprojekte investiert. In der folgenden Tabelle sind Eckdaten der APG-Forschungsaktivitäten dargestellt.

### Forschungsausgaben 2016 - 2018

Jahr	2016	2017	2018
Anzahl Projekte insgesamt	26	24	21
Anzahl laufender Projekte	13	12	15
Anzahl abgeschlossener Projekte	13	12	6
Jährliche Aufwendungen in EUR	719.362	711.737	835.186

Die nachstehende Grafik zeigt die Entwicklung der Forschungsausgaben im Zeitraum von 2016 - 2018, aufgeschlüsselt nach den vier Forschungsclustern.

### Forschungsaufwendungen 2016 bis 2018



### Netzausbau und energiewirtschaftliche Szenarien

Die APG ist als Übertragungsnetzbetreiber und Regelzonenführer verpflichtet, das österreichische Übertragungsnetz sicher, zuverlässig, leistungsfähig und unter Rücksichtnahme auf den Umweltschutz zu betreiben, zu erhalten und auszubauen. Durch die Energiewende und den massiven Ausbau der erneuerbaren Energien (vor allem der Windkraft, Photovoltaik und Wasserkraft) entstehen neue Herausforderungen für die Netzintegration und Systemsicherheit. Ein europäisch abgestimmter Netzausbau erfordert sorgfältige Planung auf der Basis von wissenschaftlichen Erwägungen. Neben der Entwicklung neuer Methoden zur Analyse von Zukunftsszenarien ist eine europaweit koordinierte Bearbeitung relevanter Themen in den Bereichen Netzanalyse/Netzausbauplanung, der energiewirtschaftlichen Simulationen (Marktsimulationen) und regulatorischer Fragen von großer Bedeutung.

### Wetter, Klima und Umwelt

Infrastruktur bedeutet immer einen Eingriff in die Lebensumwelt von Menschen und in Ökosysteme. Daher arbeitet die APG laufend daran, die Habitate rund um ihre Anlagen zu optimieren und damit neuen Lebensraum für gefährdete Tier- und Pflanzenarten zu schaffen. Zahlreiche Projekte werden unter dieser Prämisse umgesetzt. Die APG-Anlagen können zudem extremen Wetterereignissen (Sturm, Wind, Unwetter) ausgesetzt sein, was hinsichtlich Netzbetrieb, Risikomanagement, Krisenmanagement und Störungsanalyse eine große Rolle spielt. Die APG beschäftigt sich daher auch mit der Erforschung von Extremwetterereignissen, um einerseits möglichen Anlagenschäden vorzubeugen und andererseits im Falle von Störungen noch schneller reagieren zu können. Das Wetter spielt auch im Zusammenhang mit den Prognosen der Erzeugungsmöglichkeiten von erneuerbaren Energiequellen eine große Rolle.

### Netzüberwachung und Systemführung

Aufgrund der Entwicklungen im Bereich erneuerbarer Energien sowie der Veränderungen des Marktumfelds werden Stromnetze zunehmend an ihrer Belastungsgrenze betrieben. Kritische Lastflusssituationen und Netzengpässe erfordern Eingriffe in die geplante Nutzung des Kraftwerksparks (Redispatch) sowie Unterbrechungen des kurzfristigen (Intraday-) Stromhandels. Für die Netzbetreiber wird das zeitliche und räumliche Zusammenführen von Erzeugungs- und Verbrauchsmustern zu einer immer größeren Herausforderung. Um das System gegenüber destabilisierenden Faktoren zu stärken, werden alle Optimierungspotenziale im Netzbetrieb genutzt. In Zusammenarbeit mit Universitäten, den europäischen Netzpartnern und Wirtschaftsunternehmen werden neue Verfahren erforscht und bestehende Prozesse optimiert.

### Digitalisierung

Die Digitalisierung ist einer der wichtigsten Megatrends unserer Gesellschaft und betrifft auch in hohem Maße die APG. Durch Innovationen in diesem Bereich ergeben sich neue Möglichkeiten, wie der Netzbetrieb sicher und gleichzeitig effizient gestaltet werden kann. Big Data-Analysen können helfen, in großen Datenmengen versteckte Muster, unbekannte Korrelationen und andere nützliche Informationen zu entdecken. Bereits heute sind alle Hochspannungsleitungen der APG mit Sensoren ausgestattet, sodass jederzeit ein aktueller Überblick über den Zustand der APG-Infrastruktur möglich ist. Die stetig wachsende Datenmenge eröffnet umfangreiche Möglichkeiten, erhöht aber auch die Anforderungen im Bereich der Informationssicherheit. IT-Systeme und Operational Technology-Systeme – zur direkten Ansteuerung physischer Komponenten – müssen gegen Cyberangriffe gerüstet sein.

# Weiterentwicklung schalloptimierter Freileitungsseile

## Cluster: energiewirtschaftliche Szenarien

- > Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Michael Leonhardsberger, Dipl.-Ing. Oskar Oberzaucher
- > Projektlaufzeit 2014 - 2017
- > Koordination: APG
- > Zielsetzung: Weiterentwicklung eines schalloptimierten Leiterseiles, das die Schallemissionen durch Koronaentladungen an den Freileitungsseilen reduziert
- > Projektpartner: Lumpi - Berndorf Draht- und Seilwerk GmbH; Technische Universität Graz - Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement; iC consulenten Ziviltechniker GmbH
- > Förderung: keine

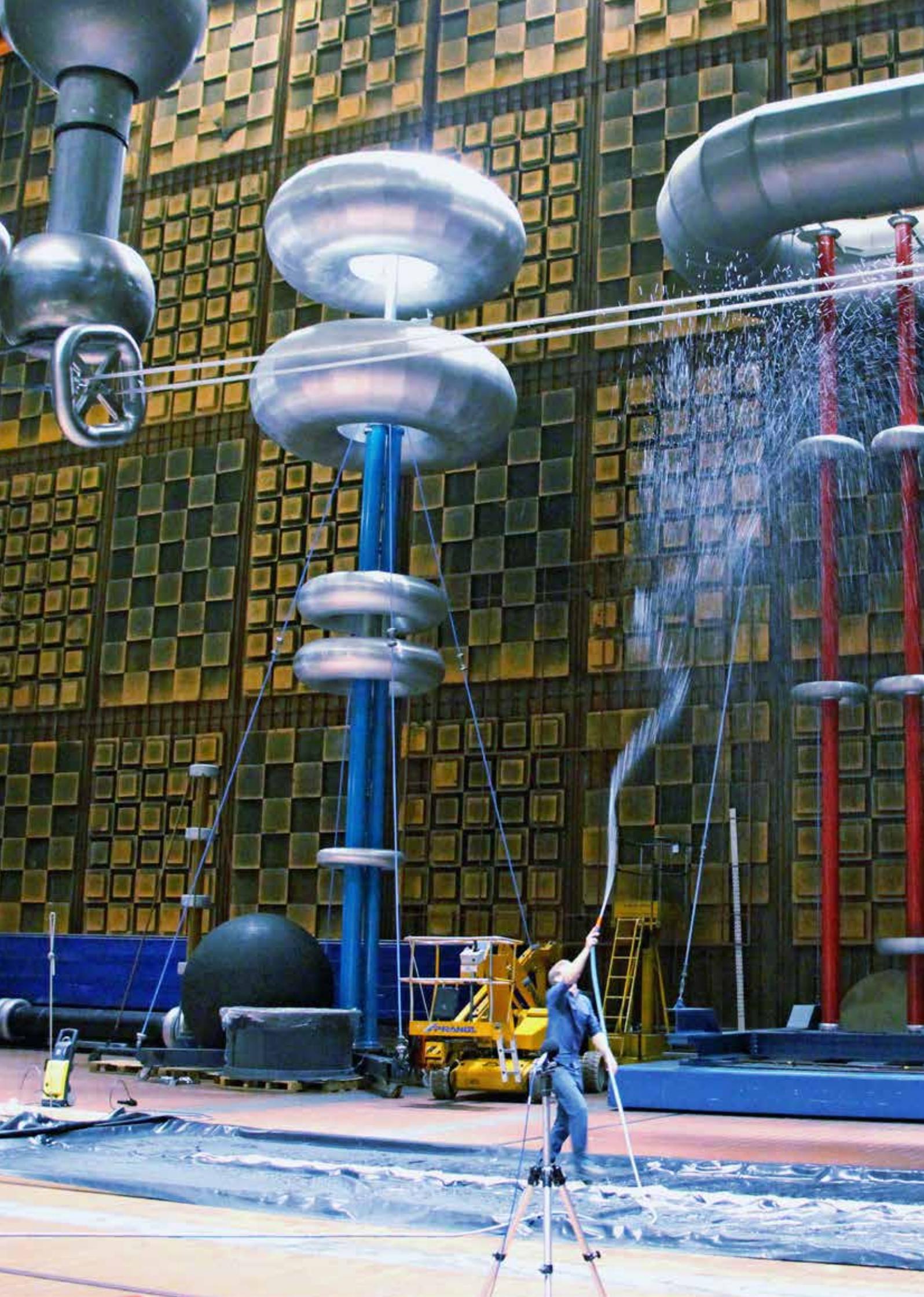
Freileitungsseile produzieren bei hoher Randfeldstärke und bei Regenwetter Koronageräusche. Bei Leiterseilen mit hydrophiler Oberfläche reduziert sich dieser Effekt. Bisher wurde zur Schallreduktion bei Freileitungsseilen eine Oberflächenbehandlung mit Glasperlenbestrahlung durchgeführt, um hydrophile Oberflächeneigenschaften zu erhalten. Projektbezogen kann jedoch eine Farbbeschichtung bei Freileitungen

aufgrund des Landschaftsbildes erforderlich sein. Bisher konnten Leiterseile entweder schallreduziert (glasperlenbehandelt) oder schonend für das Landschaftsbild (beschichtet) ausgeführt werden. Die hydrophile Beschichtung erlaubt die Kombination beider Vorteile.

Zusätzlich zur hydrophilen Beschichtung soll zur Schalloptimierung der Seildurchmesser mittels Kunststofffüllung vergrößert werden ohne das Eigengewicht des Leiterseiles wesentlich zu erhöhen.

Im Projekt schalloptimierte Freileitungsseile (Kombination aus hydrophiler Beschichtung und durchmesservergrößerten Seilaufbau) wurde im Zuge einer Forschungsk Kooperation mit der Fa. Lumpi-Berndorf Draht- und Seilwerk GmbH, Technische Universität Graz - Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement sowie der iC consulenten Ziviltechniker GmbH ein Leiterseil entwickelt, das die Schallemissionen durch Koronaentladungen reduzieren kann. Der Nachweis über die Schallreduktion der schalloptimierten Leiterseile wurde im elektrotechnischen







Mehr Info:



EnInnov2018



EnInnov2016



Hochspannungslabor der Technischen Universität Graz – Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement in Versuchen empirisch erbracht.

Darüber hinaus wurden die Leiterseile im Praxiseinsatz erprobt. Dafür wurde an einer 1,2 km langen Leitungssektion das bestehende Seil durch das schalloptimierte Seil eingetauscht. Die Ergebnisse des Projektes wurden in mehreren Publikationen und auf

einschlägigen Fachtagungen veröffentlicht (Publikation für CIGRE Session 2016 und 2018, CIGRE SEERC Conference 2016, 14. und 15. Symposium Energieinnovation).

Schalloptimierte Freileitungsseile können zukünftig in sensiblen Bereichen bei Neubauprojekten und Leitungssanierungen (Seiltausch) zur Anwendung kommen.

## Forschungsergebnisse

- > Nachweis und Quantifizierung der Reduktion der Koronaschallemissionen sowohl im Labor als auch im Feldversuch durch hydrophil beschichtete, durchmesserverstärkte Seile
- > Nachweis der Möglichkeit der industriellen Fertigung von durchmesservergrößerten Leiterseilen mit Kunststofffülldrähten sowie deren Einsatz mit Standardarmaturen des Freileitungsbaus
- > Definition von Qualitätskriterien für hydrophile Seilbeschichtung
- > Prüfung der Beständigkeit der Beschichtung und des Seilaufbaus (bei der Montage und beim Langzeitverhalten)
- > Publikation der Forschungsergebnisse
- > Erkenntnisse für die Anwendung hydrophil beschichteter Seile bei Neubauprojekten und bei Leitungssanierungen (Seiltausch)

# Analyse von energiewirtschaftlichen Szenarien

---

## Cluster: energiewirtschaftliche Szenarien

- > Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Klemens Reich, Dipl.-Ing. Stefan Führer
- > Projektlaufzeit 2010–2016
- > Koordination: APG
- > Zielsetzung: Entwicklung von energiewirtschaftlichen Langfristszenarien für Österreich
- > Projektpartner: TU Wien und TU Graz
- > Förderung: keine

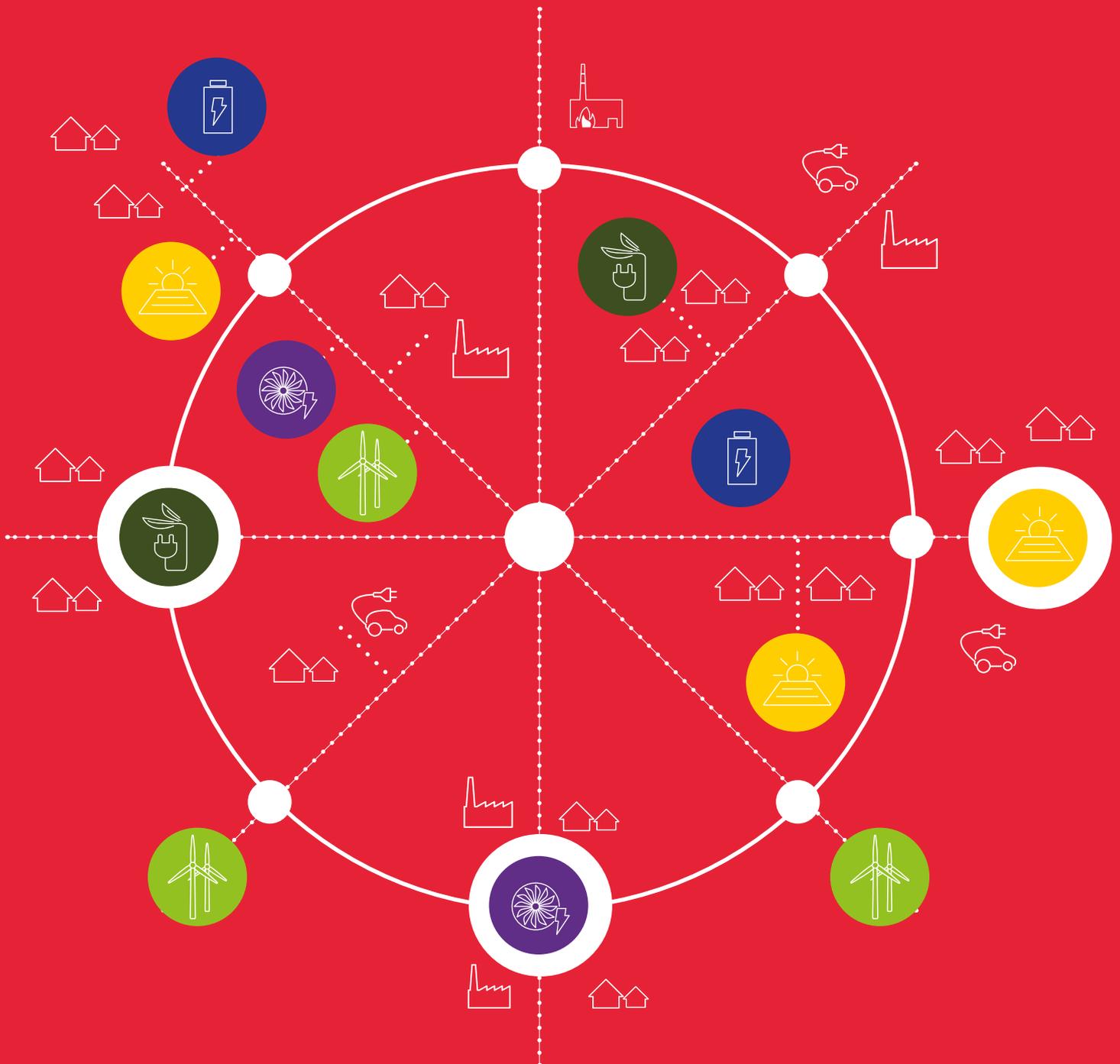
Die strategische Langfristplanung und der Netzausbau-Masterplan sowie der Netzentwicklungsplan der APG bauen auf detaillierten Analysen des energiewirtschaftlichen Umfeldes und darauf aufbauenden Szenarien mit einem Zeithorizont bis 2030 sowie einem Ausblick auf 2050 auf. Diese Analysen und Szenarien wurden von der APG in Kooperation mit den technischen Universitäten TU Wien und TU Graz entwickelt.

Die Ergebnisse liefern eine Gesamtbeurteilung der künftigen energiewirtschaftlichen Entwicklungen, abhängig von verschiedenen Parametern (Grad des Ausbaus von erneuerbaren Energien im Inland und im benachbarten Ausland, Primärenergiekosten und Netzkapazitäten auf europäischer Ebene etc.) Durch die Kooperation mit den o. g. Universitäten erfolgten diese Beurteilungen auf der Basis aktueller wissenschaftlicher und technologischer Entwicklungen. Seitens TU Wien wurden z. B. neueste Erkenntnisse im Bereich der Photovoltaik (Entwicklung Wirkungsgrad, Gebäudeintegration usw.) berücksichtigt. Die Simulationsrechnungen wurden auf dem Stand der Wissenschaft mit einem Simulationsmodul, das von der TU Graz entwickelt wurde und das Verhalten der einzelnen Marktteilnehmer umfassend modelliert, durchgeführt.

## Forschungsergebnisse

---

Die Forschungsergebnisse zeigen im Detail die künftige Netzauslastung und identifizieren erforderliche Netzausbauten, die ebenfalls in ihren Auswirkungen auf Versorgungssicherheit und Strommarkt analysiert wurden. Die Ergebnisse der Forschungskoooperation fließen gemeinsam mit dem Masterplan und den APG-Netzentwicklungsplänen 2013 – 2015 auch in die energiewirtschaftlichen Begründungen für Behördenverfahren zu Leitungsbauprojekten ein (z. B. UVP-Genehmigungsverfahren für die Salzburgleitung). Darüber hinaus sind die gewonnenen Erkenntnisse ein wesentlicher Know-how-Zugewinn, der in die laufende Optimierung und Verbesserung der Netzsimulationsprozesse auf österreichischer und europäischer Ebene (gemeinsame Arbeitsgruppen mit europäischen Netzpartnern über ENTSO-E, u. a. für den TYNDP der ENTSO-E) zur Anwendung gebracht wird. Eine profunde Einschätzung zukünftiger Entwicklungen ist die Basis zahlreicher Planungen im energiewirtschaftlichen Umfeld. Durch die langfristige Zusammenarbeit mit der TU Wien und TU Graz konnten die entwickelten Szenarien laufend verbessert und an aktuelle Entwicklungen angepasst werden.



WINDKRAFT-  
ERZEUGUNG



BRENNSTOFF-  
ZELLE



PV-  
ERZEUGUNG



BIOMASSE  
MIT KWK



MIKROGASTURBINE  
MIT KWK



PRIVAT-  
HAUSHALTE



INDUSTRIE



KONVENTIONELLE  
KW



E-MOBILITÄT

Mehr Info:



EnInnov2018



EnInnov2016

# Sonnenwinde – Auswirkungen auf das österreichische Hochspannungsnetz

## Cluster: Wetter, Klima, Umwelt

- > Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Dr. Georg Achleitner
- > Projektlaufzeit 2014 – 2017
- > Koordination: APG
- > Zielsetzung: Erforschung des Zusammenhangs zwischen dem Erdmagnetfeld und dem Auftreten von Gleichströmen im österreichischen Hochspannungsnetz, ausgelöst durch Sonnenwinde
- > Projektpartner: ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) Wien; TU Graz – Institut für elektrische Anlagen; VRVis – Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung, Geodetic and Geophysical Institute, Research Centre for Astronomy and Earth Sciences, Hungarian Academy of Sciences; Geologische Bundesanstalt Wien; British Geological Survey; Geological Survey of Norway
- > Förderung: FFG / Austrian Space Programm (Projekt: Geomagica)

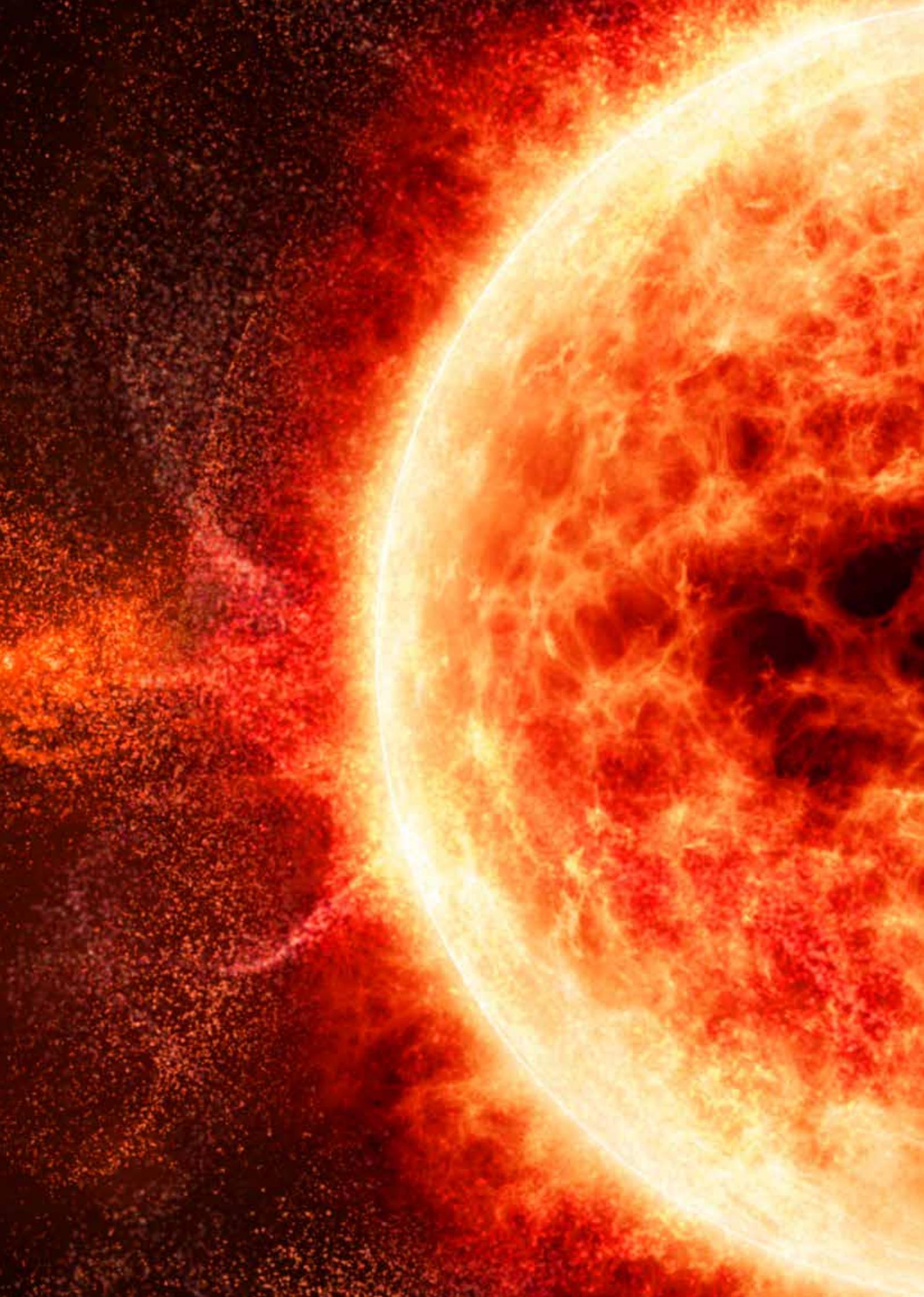
Die APG hat durch intensive Forschung in Kooperation mit diversen Forschungseinrichtungen (ZAMG, TU Graz usw.) festgestellt, dass im Hoch- und Höchstspannungsnetz der APG Gleichströme

auftreten. Diese können Störungen im Betriebsverhalten von Transformatoren verursachen. Als Ursache für das Auftreten dieser Gleichströme wurde das Erdmagnetfeld identifiziert. Eine große Änderung des Erdmagnetfeldes wird beispielsweise von Sonnenwinden verursacht. Bei Auftreten von Sonnenwinden wurden die größten Gleichströme festgestellt. Über mehrere Jahre wurden unterschiedliche Projekte gestartet, welche sich mit dem Zusammenhang zwischen dem Erdmagnetfeld und dem Auftreten von Gleichströmen (vorwiegend im Transformatorsternpunkt) beschäftigten. Output dieser Projekte waren unter anderem zwei Dissertationen.

### Vorprojekt: Untersuchung Trafogleichströme I & II

Sternpunktströme treten in Hoch- und Höchstspannungssystemen, speziell bei niederohmig geerdeten Netzen im Normalbetrieb auf. Die Gleichstromanteile bzw. sehr niederfrequenten Anteile im Sternpunktstrom können den Magnetkreis des Transformators bis zu einem gewissen Grade in Sättigung treiben und das Betriebsverhalten (Verluste, Schallemission usw.) negativ beeinträchtigen. In diesem Projekt wurden das Auftreten





und das Wesen von Sternpunktströmen wissenschaftlich untersucht und analysiert.

Basierend auf den Ergebnissen des Projekts Trafogleichströme I konzentrierte sich das Projekt Trafogleichströme II auf den Einbau eines Messsystems zur Analyse und Auswertung von Transformatorgleichströmen. Ziel war es, österreichweit ein System zur Messung von Gleichströmen zu installieren, das europaweit in dieser Dimension einzigartig ist. Die Messungen dienen als Input für das Projekt Geomagica, das den Zusammenhang zwischen Erdmagnetfeld und Gleichströmen im Hoch- und Höchstspannungsnetz analysierte. Das Messsystem wird laufend erweitert, um die Genauigkeit zu verbessern.

### **Berechnung der geomagnetisch induzierten Ströme: Geomagica (Geomagnetic induced currents in Austria)**

Bei diesem unter der Leitung der ZAMG geförderten FFG-Projekt wurden geomagnetisch induzierte Ströme im Hochspannungsnetz der APG berechnet. Es wurden die geologischen Verhältnisse in Österreich bis in große Tiefen, wo sich diese Ströme normalerweise ausbreiten, bestimmt. Darauf aufbauend wurde ein Modell des Erdreiches, in dem auch die bestehenden Leitungen integriert wurden, entwickelt und die Ströme berechnet. Ein wesentlicher Erfolgsfaktor dieses Projektes war, dass die durch das österreichweite Messsystem gewonnenen Messwerte im Projekt Trafogleichströme II als Referenzwerte und Grundlage für das Modell verwendet werden könnten.

### **Messung, Analyse und Auswertung von Erdmagnetströmen**

Die ZAMG hat im Umspannwerk Wien Südost magnetotellurische Messungen, die Erdmagnetströme erfassen können, durchgeführt. Diese Messungen wurden erstmals in Österreich aufgebaut und sollten in Zusammenhang mit dem Projekt Geomagica das Verständnis von Gleichströmen im Hochspannungsnetz verbessern und dabei helfen, das Auftreten von Erdmagnetströmen in Umspannwerken besser zu verstehen und daraus ableitend entsprechende Maßnahmen zur vorbeugenden Stabilisierung zu ergreifen.

Das Projekt hat gezeigt, dass das Erdmagnetfeld prinzipiell messbar ist, jedoch aufgrund der sensiblen Messanordnung solche Standorte zu bevorzugen sind, die nicht in der Nähe von besiedelten Gebieten sind.

### **Einführung eines Sonnenwindvorwarnsystems**

Auf der Grundlage der Ergebnisse des Projekts Geomagica, in dem die Ursache des Auftretens von Gleichströmen in Zusammenhang mit dem Auftreten von Sonnenwinden bestätigt werden konnte, wurde in diesem Projekt ein speziell für die APG abgestimmtes Sonnenwindvorwarnsystem entwickelt. Ausgehend von theoretischen Überlegungen wird anhand von Satelliten-Messdaten eine Vorwarnung erstellt. Solch ein System ist weltweit bis dato noch nicht verfügbar und für die APG wichtig, damit im Falle eines starken Sonnensturmes rechtzeitig Maßnahmen getroffen werden können.



## Forschungsergebnisse

- > Es konnte durch die Untersuchungen nachgewiesen werden, dass die Gleichströme im Höchstspannungsnetz durch das Erdmagnetfeld hervorgerufen werden.
- > Es wurde ein Sonnenwindvorwarnsystem von ZAMG implementiert, das sich bereits in der Testphase befindet.
- > Aufbauend auf diesen Forschungsergebnissen werden weitere Untersuchungen folgen, um daraus neue Erkenntnisse für den Betrieb von Übertragungsnetzen abzuleiten und gezielte Abhilfemaßnahmen im Falle sehr hoher Gleichströme zu entwickeln.
- > Die Erkenntnisse dieser Projekte werden in die Ausschreibungen neuer Transformatoren im Hochspannungsnetz einfließen und somit zur Erhöhung der Netzsicherheit dienen.

Die APG hat auf diesem Forschungsgebiet mit den kooperierenden Forschungseinrichtungen mehrere internationale Publikationen realisiert.

## Mehr Info:

- > Halbedl, T., Renner, H., & Achleitner, G. (2018). Geomagnetically induced currents modelling and monitoring transformer neutral currents in Austria. *e&i - Elektrotechnik und Informationstechnik*, 135(8), 602–608. <https://doi.org/10.1007/s00502-018-0665-9>
- > Bailey R., Leonhardt R. (2017). Predicting the root-mean-square of expected GIC from satellite data with recurrent neural networks
- > Bailey, R. L., Halbedl, T. S., Schattauer, I., Achleitner, G., Leonhardt, R. (2018). Validating GIC Models With Measurements in Austria: Evaluation of Accuracy and Sensitivity to Input Parameters.



Conrad Observatorium



Space weather

# Photovoltaik- Leistungsprognose auf der Grundlage der Weather Driven Demand and Supply Analysis (PVWeddas)

## Cluster: Wetter, Klima, Umwelt

- > Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Christoph Karner
- > Projektlaufzeit 2015-2017
- > Koordination: APG
- > Zielsetzung: Entwicklung eines Prognosetools für räumlich hochauflösende Leistungsprognose der Photovoltaikanlagen in der Regelzone der APG
- > Projektpartner: JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- > Förderung: keine

Im Rahmen des Forschungsprojektes „Weather Driven Demand and Supply Analysis-basierte PV-Leistungsprognose“ (PVWeddas) forschte die APG gemeinsam mit Joanneum Research an der Weiterentwicklung der Leistungsprognose von PV-Anlagen in Österreich. Ziel des Projektes war eine Bewertung des Steigerungspotenzials der Prognosequalität durch die Implementierung

einer räumlich hochauflösenden Leistungsprognose für Photovoltaikanlagen in Österreich, die sich auf Gemeinden oder Einzelanlagen statt auf Gebiete mit großer geographischer Ausdehnung (Cluster) bezieht.

### Methode und Vorgehensweise

Für die Kalibrierung der PV-Leistungsprognosemodelle wurden Satellitenmessdaten der Globalstrahlung und AROME -Temperaturvorhersagen herangezogen. Zur Validierung der PV-Leistungsprognosemodelle kamen AROME-Vorhersagedaten der Globalstrahlung und der Temperatur in hoher räumlicher Auflösung zur Anwendung (2,8 x 2,8 km). Zusätzlich wurde die räumliche Aggregation optimiert, was zu einer wesentlichen Verbesserung der Prognoseergebnisse geführt hat. Dabei hat sich die räumliche Auflösung von 170 x 170 km als die effizienteste erwiesen.



## Forschungsergebnisse

---

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass sich mittels der Implementierung der räumlich hochauflösenden Leistungsprognose ein Jahres-nRMSE-Wert von 5,84 % ergibt. Im Vergleich zum bisherigen Prognosefehler von 7,38 % entspricht dies einer Verbesserung um 1,54 %. Die angegebenen Werte gelten für den Zeitraum von 02/2015 bis 01/2016 und für alle mit Lastprofilzähler gemessenen PV-Anlagen sowie für einen Prognosehorizont von +24 bis +48 Stunden (Day-ahead). Dies entspricht der APG-eigenen Basis für die operative Prognoseberechnung.

Im Rahmen einer Projektergänzung im Jahr 2017 wurde noch untersucht, ob eine Aggregation der Globalstrahlungsdaten über die Zeit noch zu einer weiteren Verbesserung der Prognosegüte führt. Letztendlich hat sich gezeigt, dass sich damit keine signifikante Reduktion des Prognosefehlers erzielen lässt.

# Induzierte elektrische Feldstärken im Körper II

## Cluster: Wetter, Klima, Umwelt

- > Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Dr. Katrin Friedl, Dipl.-Ing. Klemens Reich
- > Projektlaufzeit 2017-2018
- > Koordination: APG
- > Zielsetzung: Simulation und Analyse der Überlagerung von elektrischer und magnetischer Feldwirkung bei der Expositionsbeurteilung auf Basis der Expositionsgrenzwerte bzw. Basisgrenzwerte.
- > Projektpartner: Seibersdorf Labor GmbH
- > Förderung: keine

Elektrische und magnetische Felder haben je nach ihrer Intensität Auswirkungen auf den menschlichen Körper und werden daher gemäß OVE Richtlinie R 23-1 für die Allgemeinbevölkerung limitiert. Im Bereich von Freileitungen kommt es oft zu einer gleichzeitigen Exposition durch beide Arten von Feldern.

In der Norm der OVE-Richtlinie R 23-1 ist vorgeschrieben, dass bei gleichzeitigem Auftreten beider Felder der Gesamtexpositionsquotient (GEQ; eine Summe der beiden

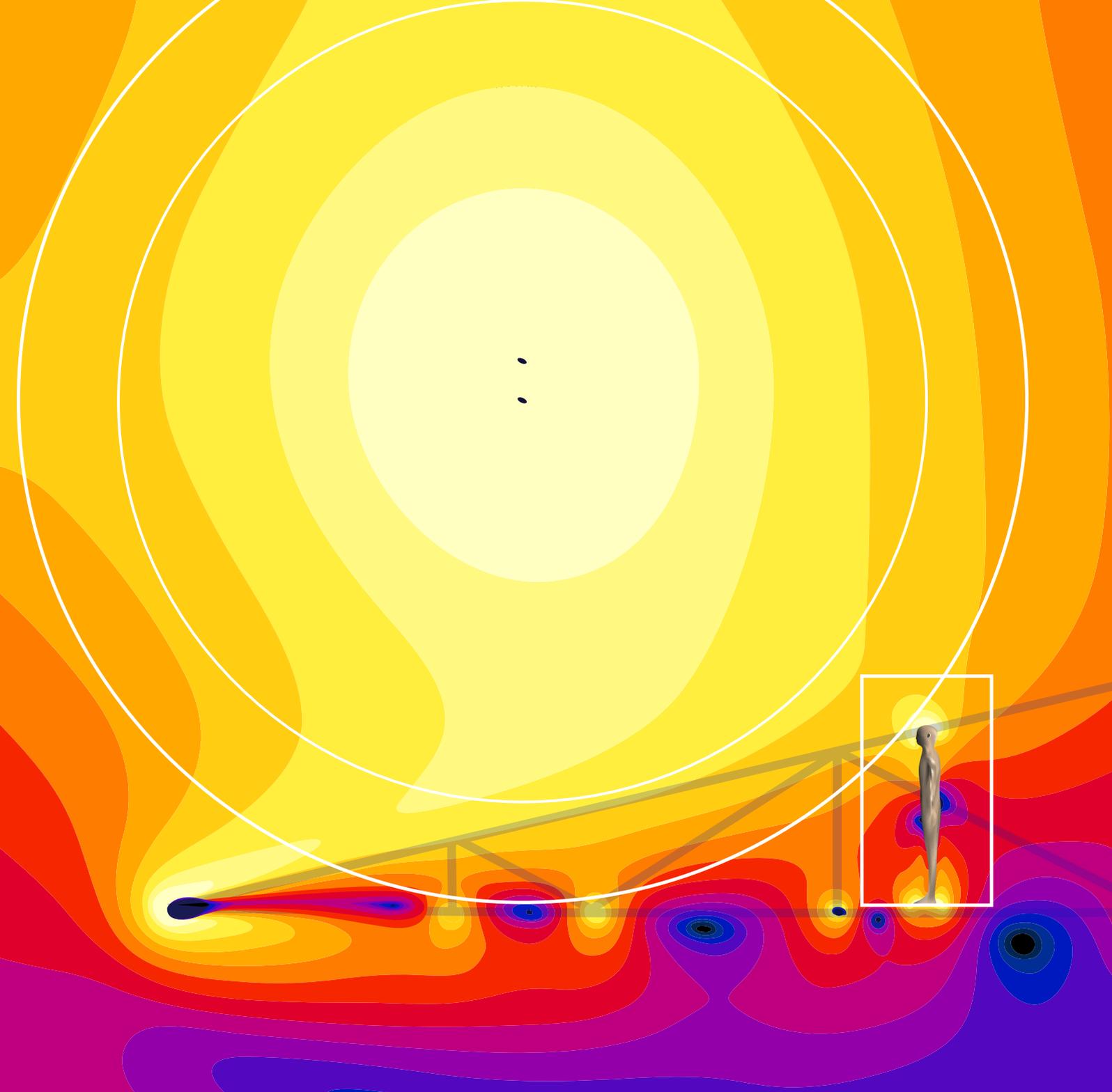
jeweiligen Grenzwertausschöpfungen für elektrisches und magnetisches Feld) berücksichtigt werden muss. Es ist alternativ durch Berechnung nachzuweisen, dass die Basisgrenzwerte, von denen sich die Referenzwerte der körperexternen Feldstärken ursprünglich ableiten, nicht überschritten werden. Das Forschungsprojekt beschäftigt sich mit den komplexen Berechnungen dieser Referenzwerte.

Als Basis für die numerischen Berechnungen diente ein komplexes medizinisches Körpermodell mit einer Auflösung von 1x1x1 mm, das sämtliche Organe und Gewebearten nachbildet. Bei den umfangreichen Simulationsrechnungen wurden die zwei Feldarten in den unterschiedlichen Regionen des Körpers überlagert und das Ergebnis hinsichtlich der körperinternen Grenzwerte, die ebenfalls in der R 23-1 vorgegeben werden, beurteilt. Bei den Simulationsrechnungen wurden zusätzlich verschiedene Ausrichtungen der Felder bzw. des Körpers im Feld berücksichtigt und somit mehrere reale Expositionsszenarien untersucht.

## Forschungsergebnisse

Mittels Simulationsrechnungen, die in der Norm der OVE-Richtlinie R 23-1 neben dem Gesamtexpositionsquotienten (GEQ) zum Nachweis von komplexen Expositionssituationen alternativ vorgesehen sind, wurde unter Anwendung aktueller Körpermodelle und Simulationsmethoden nachgewiesen, dass im Bereich von Freileitungen die Grenzwerte zur Begrenzung der Exposition der Allgemeinbevölkerung eingehalten werden, und zwar unter Berücksichtigung des gleichzeitigen Auftretens beider Feldarten.





## Mehr Info:

- > R. Hirtl, G. Schmid, K. Friedl:
- > „Expositionsbewertung in Hochspannungsanlagen #- Numerische Berechnungen der im Körper induzierten elektrischen Feldstärke für unterschiedliche praxisrelevante Expositionsszenarien“;
- > Vortrag: NIR 2018: Wellen - Strahlung - Felder, 50. Jahrestagung des Fachverbandes für Strahlenschutz e. V., Dresden; 03.09.2018 - 06.09.2018; in: „NIR 2018: Wellen - Strahlung - Felder“, (2018), ISSN: 1013-4506; S. 585 - 599.



FS Jahrestagung  
2018, Dresden

# Verbesserte Modellierungs- und Messverfahren im österreichischen Hochspannungsnetz

## Cluster: Netzüberwachung und Systemführung

- > Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Dr. Georg Achleitner
- > Projektlaufzeit 2012 - 2017
- > Koordination: APG
- > Zielsetzung: Entwicklung verbesserter Modellierungs- und Messverfahren zur Analyse des Verhaltens von Schaltanlagen im Bereich transients Ereignisse
- > Projektpartner: TU Graz - Institut für Hochspannungstechnik und Systemmanagement
- > Förderung: keine

Die Erfassung von transienten Ereignissen stellt in der Hochspannungstechnik eine herausfordernde Aufgabe dar. Durch vermehrte Zunahme von Schalt-handlungen im Übertragungsnetz spielt die Erfassung und Analyse von transienten Ereignissen in den letzten Jahren eine große Rolle. Moderne Messverfahren werden oft von theoretischen Analysen begleitet. Hierzu wurden einige Projekte in Zusammenarbeit mit der TU Graz gestartet, um verbesserte Modellierungs- und Auswerteverfahren zu entwickeln und diese durch Messungen zu validieren.

### Transiente Messungen mittels kapazitiver Spannungsteiler

Zur Erfassung von transienten Ereignissen sind spezielle Messeinrichtungen notwendig. Zur Erfassung der transienten Spannungen werden ohmschkapazitive Spannungsteiler eingesetzt. Bei Messungen mit diesen Teilern hat sich gezeigt, dass der Anschluss eines Messsystems an solche Spannungsteiler sehr heikel ist. Es müssen Störsignale bei diesen sensiblen Messungen vermieden werden, um diese sehr schnellen transienten Vorgänge erfassen zu können. Im Rahmen dieses Projektes wurde ein System entwickelt, das ermöglicht, Messgeräte unterschiedlicher Fabrikate sicher an die kapazitiven Teiler anzuschließen. Das System wurde auf Basis von theoretischen Überlegungen konzipiert und anhand von realen Messungen verifiziert. Ein derartiges Messsystem war in dieser Form zu diesem Zeitpunkt nicht am Markt erhältlich.

Das Projekt umfasst außerdem mehrere, bereits in der Praxis durchgeführte Messungen. Dabei beschäftigt man sich mit der Messung, Analyse und Auswertung





von transienten Ereignissen in Umspannwerken. Durch synchronisierte aber räumlich getrennte Messungen konnten einzigartige Aufzeichnungen von transienten Ereignissen wie Leitungsschaltungen, Ein- und Ausschaltvorgänge von Transformatoren, atmosphärische Entladungen über ganz Österreich und von Kurzschlüssen gewonnen werden.

Im Umspannwerk Kainachtal wurde die Messung mit speziellem Fokus auf atmosphärische Entladungen im Bereich der Koralm durchgeführt. Die Daten dieses Projekt haben in den Folgejahren im Projekt „Blitzforschung im Alpenraum“ einen einzigartigen Forschungsfortschritt ermöglicht. Im Umspannwerk Südost wurde das transiente Verhalten eines Transformators untersucht. In den Umspannwerken Tauern und Obersielach dienten die Messungen zur Überprüfung vermuteter Schaltüberspannungen.

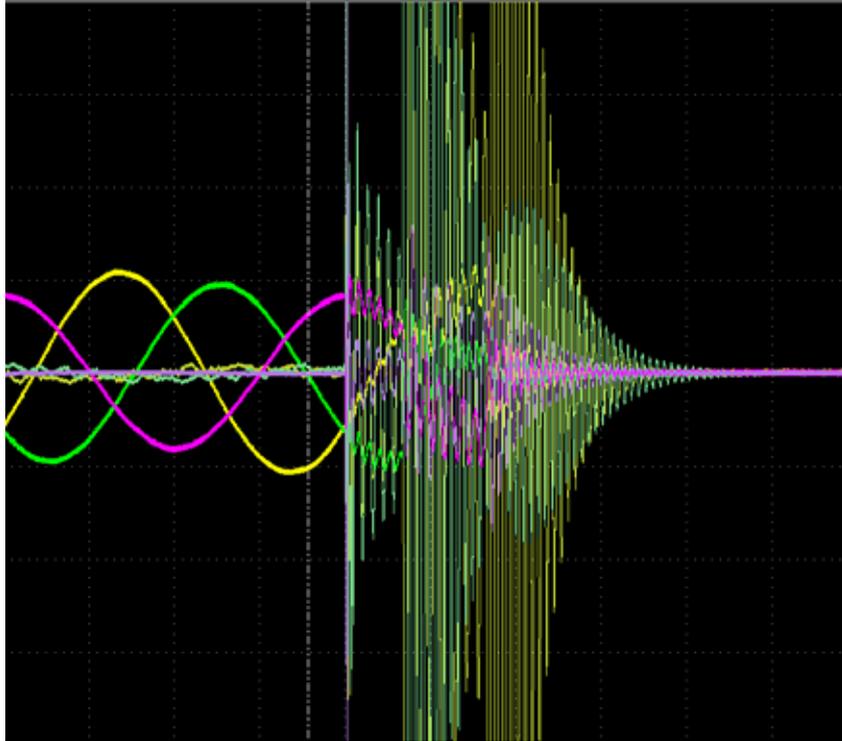
### **Kippschwingungen – Modelling and calculation of resonance in high voltage networks**

Durch Netzkonfigurationen und Schalthandlungen können in

Hochspannungsnetzen Resonanzerscheinungen auftreten, die zu einer spannungsmäßig transienten Überbeanspruchung der Komponenten führen kann. Speziell bei der Zuschaltung von Transformatoren zu leerlaufenden Sammelschienen treten Resonanzerscheinungen auf.

Mit Hilfe von modernen numerischen Berechnungswerkzeugen wurden Ursachen für das Auftreten von Resonanzerscheinungen untersucht. Das Projekt beschäftigte sich daher mit den Grundlagen von Resonanzerscheinungen in Übertragungsnetzen, mit deren Bestimmung und Berechnung sowie mit Vorschlägen für Abhilfemaßnahmen. Die Untersuchungen wurden auf Umspannwerke der Spannungsebene 110 und 220 kV begrenzt.

Es wurde festgestellt, dass die Resonanzerscheinungen primär auf Kippschwingungen zurückzuführen sind, und diese konnten mittels experimenteller Messungen hoch aufgelöst gemessen werden.



## Forschungsergebnisse

---

- > Es konnten wertvolle Erfahrungen mit dem transienten Verhalten von Schaltanlagen gewonnen werden, welche bereits in die Konzeption von neuen Anlagen einfließen.
- > Es wurden mehrere kapazitive Teiler angeschafft, um das transiente Verhalten insgesamt besser verstehen zu können.
- > Es konnten die Berechnungsmodelle durch die gewonnenen Ergebnisse validiert und verbessert werden.

## Mehr Info:



Hochspannungsinstitut TU Graz

# Kurzschlussversuche Umspannwerke Hessenberg und Rosenau

## Cluster: Netzüberwachung und Systemführung

- > Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Dr. Georg Achleitner
- > Projektlaufzeit 2010 - 2018
- > Koordination: APG
- > Zielsetzung: Ergebnisse hinsichtlich Erdschlussortung während eines Erdschlusses sowie während des Auftretens von Kurzschlüssen im Netz
- > Projektpartner: TU Graz, Energienetze Steiermark, Ennskraft, Artemes, Innovation Consult Dr. Hauer, Omicron, Energie AG
- > Förderung: keine

Im Hoch- und Höchstspannungsnetz kommt es häufig zu ein- oder mehrpoligen Fehlern. Die Ursachen dieser Fehler sind sehr vielfältig und können einfache kurze Erdfehler oder stromstarke Kurzschlüsse sein. Erdfehler in sogenannten kompensierten Netzen führen zu keiner Versorgungsunterbrechung während

Kurzschlüsse Abschaltungen zur Folge haben.

Im ersten Teil der Projektserie standen Versuche zur Erdschlussortung und damit verbunden diverse Messungen bei Erdschlussversuchen im Mittelpunkt.

Im Jahr 2018 standen - aufgrund von diversen Umbauarbeiten im Netz - Kurzschlussversuche im Forschungsfokus der APG. Hierbei dienten bereits stillgelegte Freiluftschaltanlagen als „reales“ Testlabor für die Versuchsanordnungen, welche in den Umspannwerken Hessenberg und Rosenau im Herbst / Winter 2018 durchgeführt wurden.

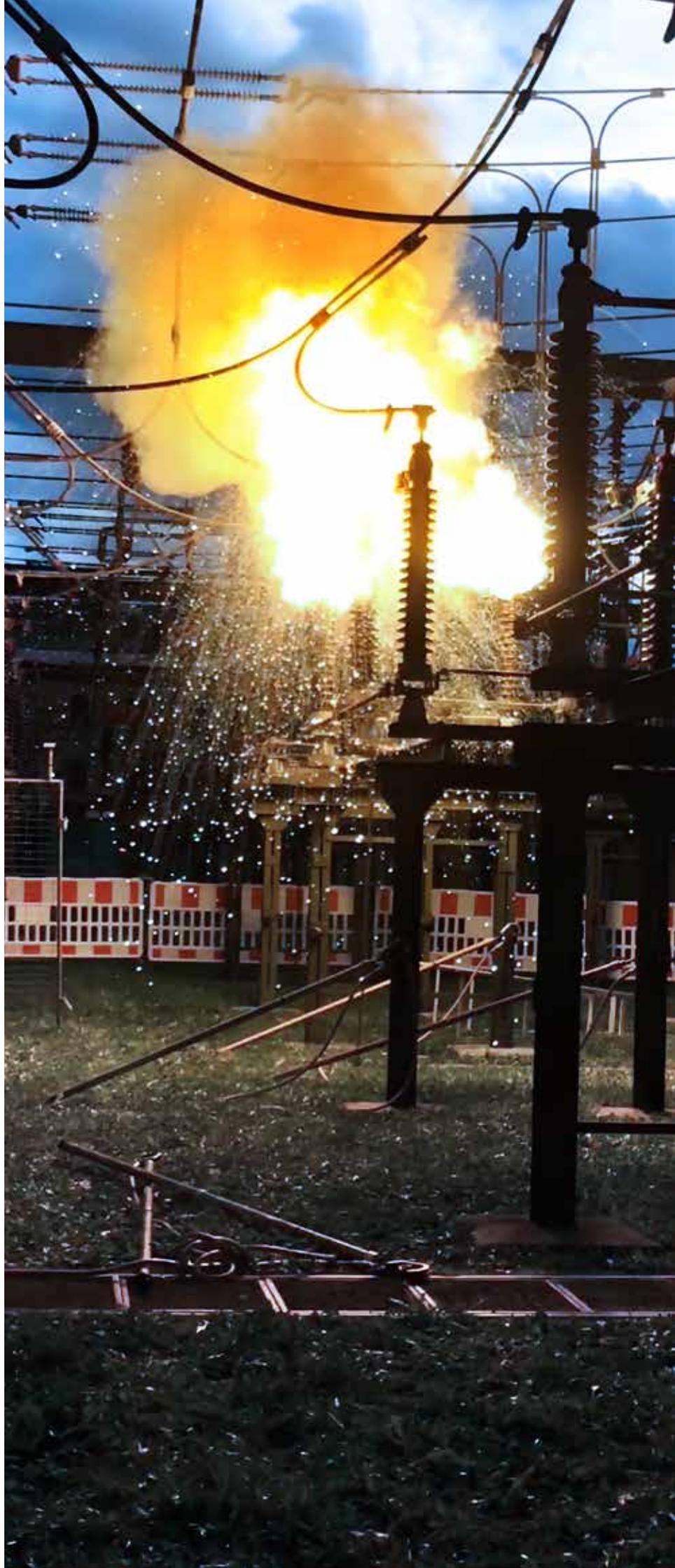
### Erdschlussortung, Erdschlussversuche und Messung bei Erdschlussversuchen

110-kV-Netze werden mit Erdschlusskompensation betrieben. Aufgrund der Betriebsweise dieser Netze ist es möglich, dass diese im einpoligen Fehlerfall weiter betrieben werden.

Normalerweise löschen sich ca. 90 % aller Fehler selbst, der Rest bleibt als stehender Erdschluss im Netz und muss durch Schalthandlungen eingegrenzt und gefunden werden.

Das Projekt „Erdschlussortung“ hatte das Ziel, die Fehlereingrenzung zu beschleunigen und damit dem Personal des operativen Betriebs sowie dem Leitungsteam wichtige Informationen zur rascheren Fehlerbehebung zu liefern. Dabei wird auf die Dissertation des APG-Mitarbeiters Dr. Georg Achleitner aufgebaut, die grundsätzlich gezeigt hat, dass durch eine Adaption bestehender Distanzschutzgeräte eine Bereichseingrenzung möglich ist.

Im Zuge dieses Forschungsprojektes wurden Prototypen von drei Herstellern zu Testzwecken in eine Leitung eingebaut. Die Praxistauglichkeit dieser Geräte wurde bei sämtlichen Versuchen bestätigt. Auf dieser Basis werden zukünftig von den Herstellern Seriengeräte entwickelt, die bei APG und voraussichtlich auch weltweit zum Einsatz kommen werden.





### Kurzschlussversuche Umspannwerke Hessenberg und Rosenau

Vom 1. bis zum 3. Oktober 2018 wurden in der 110 kV Anlage des Umspannwerks Hessenberg Kurzschlussuntersuchungen durchgeführt. Ziel der Untersuchungen war es, die Ergebnisse von Kurzschlussstrom- und Kurzschlusskraftberechnungen zu validieren und diese weiterzuentwickeln.

Erstmals wurden diese Untersuchungen nicht unter Laborbedingungen, sondern in einer realen Anlage durchgeführt, um die Kräfte und Wirkungen von Kurzschlussströmen zu zeigen und messtechnisch mit hoher Auflösung und Genauigkeit zu erfassen. Möglich wurde

dies dadurch, dass die Energienetze Steiermark (an welche die Anlage übergeben wurde) einen Ersatzneubau als gasisolierte Schaltanlage abgeschlossen hatte.

An den Untersuchungen haben sich namhafte Sammelschienenschutzhersteller (Andritz, Schneider Electric, Siemens) beteiligt und neue Schutzgeräte im realen Umfeld mit hohen Kurzschlussströmen getestet. Die Untersuchungen zeigten deutlich, wie wichtig eine rasche Fehlerklärungszeit durch die Schutzgeräte ist und welchen Vorteil Sammelschienenschutzgeräte in dieser Hinsicht bieten. Darüber hinaus konnte nachgewiesen werden, dass sich

die hohen Kurzschlussströme stark auf die Wandler sättigungen auswirken, was allerdings von allen Schutzgeräten erkannt wurde. Alle getesteten Schutzgeräte haben trotz der hohen Sättigung alle Fehler einwandfrei erkannt. Zusätzlich wurde von der TU Graz das interne Lichtbogenlösungsverhalten von Leistungsschaltern untersucht.

Bei den Versuchen in Rosenau wurden als Ergänzung zu den elektrischen Versuchen in Hessenberg mechanische Belastungstests an der Hochspannungsanlage durchgeführt. Dabei konnten interessante und aufschlussreiche Ergebnisse hinsichtlich der Auslegung von Umspannwerken erzielt werden.

## Forschungsergebnisse

Die Versuche liefern einen wichtigen Input für die Auslegung neuer Anlagen und Schutzkonzepte sowie temporärer Maßnahmen zur Steigerung der Kurzschlussfestigkeit. Außerdem werden die Ergebnisse in der Ausbildung neuer Mitarbeiter eingesetzt, da es nun möglich ist, aufgrund von realen Erfahrungen Wissen zu vermitteln.

Erkenntnisse mechanischer Versuche:

- > Die richtige Dimensionierung der Anlage ist essenziell
- > Verbesserungen auch bei alten Anlagen noch erzielbar (z. B.: Hauptleiterabstandshalter)

Erkenntnisse elektrischer Versuche:

- > Verdeutlichen die Wichtigkeit rascher Schutzabschaltung (zur Minimierung der Fehlerauswirkungen)
- > Fehlerströme betragen bei Versuchen nur 3 kA (In der Realität können sie weit höhere Werte erreichen) – die Umspannwerke der APG werden bereits auf Ströme bis zu 80 kA ausgelegt)
- > Untersuchungen realer Störfälle bestätigten die Berechnungen simulierter Ströme

## Mehr Info:



Video: Neues Messgerät erleichtert Suche nach Erdschluss-Fehlern



Video: Forschung unter Hochspannung

# DC Fault Locator

## Cluster: Netzüberwachung und Systemführung

- > Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Dr. Georg Achleitner
- > Projektlaufzeit 2015-2017
- > Koordination: APG
- > Zielsetzung: Entwicklung einer Schaltungsanordnung zur Ortung von Isolationsfehlern in Batteriesystemen
- > Projektpartner: TU Graz, Sprecher Automation
- > Förderung: keine

Umspannwerke haben als sichere Stromversorgung Batteriesysteme. Bei diesen Systemen kann es zu Erdfehlern, sogenannten Isolationsfehlern kommen.

Derzeit werden Isolationsfehler in Batteriesystemen hauptsächlich dadurch lokalisiert, in dem einzelne Abzweige nacheinander abgeschaltet werden. Diese Praxis stellt jedoch eine große Belastung für die Gleichstromschalter dar sowie eine potenzielle Gefährdung des Betriebspersonals der APG. Weiters kann es durch das Ab- und Zuschalten zu Ausfällen von Steuereinrichtungen kommen. Die Aufgabe des Forschungsprojektes bestand darin, eine Schaltungsanordnung zur Ortung von Isolationsfehlern zu schaffen, welche einfach, zuverlässig, genau, kostengünstig und möglichst unabhängig realisierbar ist.

## Forschungsergebnisse

Es wurde gemeinsam mit der TU Graz eine Schaltungsanordnung entwickelt, die durch eine Differenzmessung eine genaue Abzweigsortung ermöglicht. Dabei können sehr hochohmige Isolationsfehler festgestellt werden, was bisher nicht möglich war. Das Verfahren wurde als passives System entwickelt, sodass keine aktive Beeinflussung des Batteriesystems auftritt.

Diese Idee wurde gemeinsam mit der TU Graz entwickelt und inzwischen auch erfolgreich patentiert. Die in Linz beheimatete innovative Firma Sprecher Automation hat die Lizenzrechte erworben und daraus ein Produkt entwickelt, das weltweit vertrieben wird.

Dieses Projekt ist ein sehr erfolgreiches Beispiel für die Zusammenarbeit zwischen Übertragungsnetzbetreiber, Universitäten und Industrie.

Forschungsergebnisse: Patent EP2796886 (A1)

Ausblick: Neben der Fehlerortung mit einer stationären Anordnung ist auch eine mobile Variante des Messsystems geplant.



## Mehr Info:



Isolation monitoring &  
Earth fault detection



Circuit assembly for locating  
of insulation faults



# Drohnen im Einsatz für APG

## Cluster: Netzüberwachung und Systemführung

- > **Ansprechpartner:** Ing. Paul Zchoval, Ing., B.A. Rainer Wagenhofer
- > **Projektlaufzeit** 2012-2019
- > **Koordination:** APG
- > **Zielsetzung:** Einsatz und Evaluierung von unmanned aerial systems (UAS) für die Geschäftsprozesse von APG
- > **Projektpartner:** Smart Digital Concepts - SDC; Austro Control

Unmanned Aerial System, kurz UAS, kennzeichnet den Überbegriff von unbemannten Flugsystemen zur Sammlung und Auswertung von Daten. Bei APG werden diese Systeme seit 2012 für die Instandhaltung des Übertragungsnetzes eingesetzt und laufend evaluiert. Durch die permanente Weiterentwicklung der Fluggeräte und die eingeflossene Erfahrung der Mitarbeiter im Entwicklungsprozess konnten zwei konkrete Anwendungsfälle für den laufenden operativen Betrieb bei APG spezifiziert werden:

### 1) Punktuelle Inspektion von Bauteilen an Hochspannungsfreileitungen:

Die Hochspannungsleitungen der APG werden elektronisch kontinuierlich überwacht und zusätzlich werden die Trassen der APG-Hochspannungsleitungen zweimal pro Jahr von einem Team für laufende Kontrollen begangen. Durch die teilweise exponierte Lage der Masten ist es für die Spezialisten des APG-Leitungsteams oft mit erheblichem Aufwand verbunden, jedes Bauteil genau einzusehen. Aus diesem Grund wurden 2019 insgesamt 4 Quadrocopter

angeschafft, um die Mitarbeiter bei dieser Aufgabe zu unterstützen. Jeder Copter hat eine hochauflösende Kamera eingebaut, die das Live-Bild direkt an die Bodenstation zum Mitarbeiter überträgt. Damit kann der Mitarbeiter eine sofortige Zustandsbewertung der Bauteile am Mast vornehmen. Der Einsatz von Drohnen verbessert daher die Qualität und Effizienz der Zustandsbeurteilung und vor allem auch die Sicherheit der Mitarbeiter.

### 2) BVLOS (Beyond-Visual-Line-of-Sight) Flüge im Übertragungsnetz

Mit ca. 3800 km Trassenlänge bildet das Übertragungsnetz der APG das Rückgrat der österreichischen Stromversorgung. Im Zuge dieses Projektes sollen erstmals in Österreich automatisierte Flüge mit unbemannten Luftfahrzeugen außerhalb der Sicht erprobt werden. Um die Flugstrecken von bis zu 100 km ohne Landung durchzuführen, kommen hierbei propellerbetriebene Flächenflieger in Leitbauweise mit ca. 3-4 m der Fa. SDC zum Einsatz. Die Flugroute orientiert sich an den GPS-Koordinaten der Masten und wird einmalig vor Beginn des Fluges programmiert. Nach dem Start erfolgt die Verfolgung der Flugstrecke sowie die Lage- und Höhenkontrolle automatisch durch das Fluggerät selbst. Eine hochauflösende, auf den Boden gerichtete Kamera nimmt während des Fluges automatisch Fotos von den überflogenen Masten auf und sendet diese an die Bodenstation zur Auswertung. Insbesondere in Störungsfällen nach Unwettern soll die Entwicklung dieses Systems dabei helfen die Wiederzuschaltzeit zu verkürzen.

## Mehr Info:



Video: Game of Drones



Video: Fliegende Helfer

# ABS fürs Stromnetz: ABS4TSO

## Cluster: Netzüberwachung und Systemführung

- > **Ansprechpartner:**  
Michaela Leonhardt Ph.D.
- > **Projektlaufzeit:** 2018 - 2021
- > **Konsortialleitung:** APG
- > **Zielsetzung:** Es werden Möglichkeiten untersucht, wie mit Batteriespeichern und weiteren schnell regelbaren Systemen sehr kurzfristig auf Frequenzabweichungen reagiert und damit zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit beigetragen werden kann.
- > **Projektpartner:** AIT Austrian Institute of Technology, TU Wien, VERBUND
- > **Förderung:** 1,8 Mio. Euro wurden vom Klima- und Energiefonds im Rahmen seines Energieforschungsprogramms gefördert

Der europaweit steigende Anteil von erneuerbaren Energien an der Stromversorgung und gleichzeitig zunehmende Abschaltungen der thermischen Kraftwerke verändern das dynamische Verhalten des gesamten Stromsystems fundamental. Steigende Frequenzabweichungen werden durch die sinkende Systemträgheit, steigende Volatilität und geographische Konzentration der Erzeuger auch in der Zukunft weiter begünstigt. Durch eine geeignete Steuerung schneller Regelleistung ist es jedoch möglich, dem positiv entgegenzuwirken.

Genau da setzt das ABS4TSO-Projekt auf. Der Bedarf und die Anforderungen an neuen, hochdynamischen Systemdienstleistungen zur Sicherung der

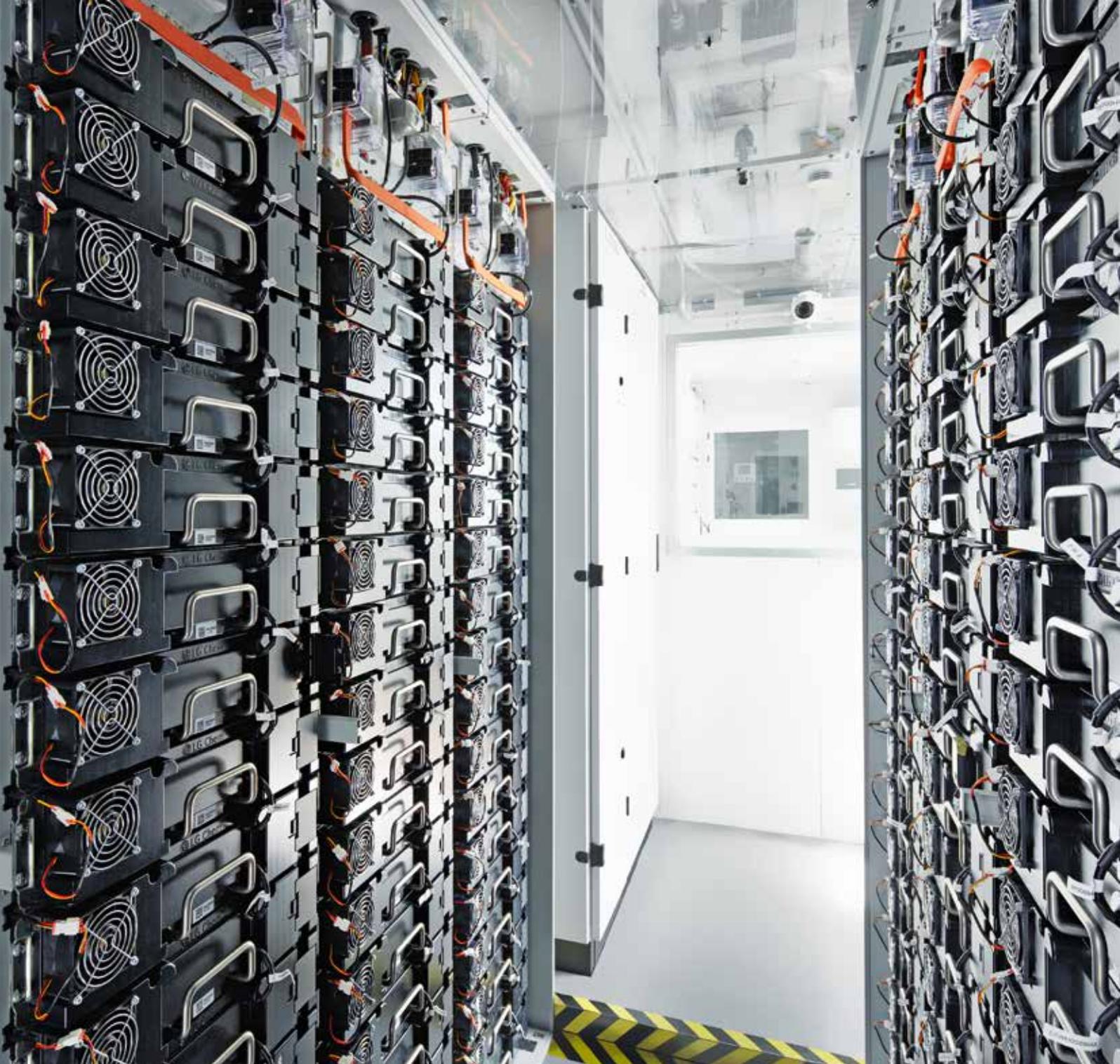
Frequenzstabilität stehen hier im Mittelpunkt der Forschung. Daher auch der Projekttitel ABS4TSO, der für Advanced Balancing Services for Transmission System Operators steht.

Schon jetzt ist klar: Schnell regelbare Systeme gewinnen zukünftig deutlich an Relevanz. In dem Forschungsprojekt ABS4TSO werden anhand eines innovativen Batteriespeichersystems in einer Versuchsanlage die Möglichkeiten untersucht, wie mit solchen Systemen sehr kurzfristig auf Frequenzabweichungen reagiert werden kann. Die Untersuchungen betreffen den hochdynamischen Bereich und erfordern Reaktionszeiten in wenigen Millisekunden! Ähnlich dem Anti-Blockier-Assistenzsystem ABS in modernen Kraftfahrzeugen wird ein „ABS fürs Stromnetz“ entwickelt.

Das Herzstück des Projektes ist ein 1MW/500kWh Batteriespeichersystem. Die Batteriezellentechnik ist mit Lithium-Ionen-Batterien ein erprobter Standard. Der Wechselrichter dagegen muss für die Untersuchungen im hochdynamischen Bereich ausreichend Flexibilität für die Forschung und eigene Parametrierungsmöglichkeiten bieten und ist daher eine Sonderanfertigung. Die Versuchsanlage wird noch 2019 im APG-Umspannwerk Wien Südost installiert.

Final werden die Forschungsergebnisse technologieneutral bewertet und im Übertragungsnetz hochskaliert. ABS4TSO ist ein nationales Projekt mit europäischer Bedeutung!





## Nutzen für die Gesellschaft

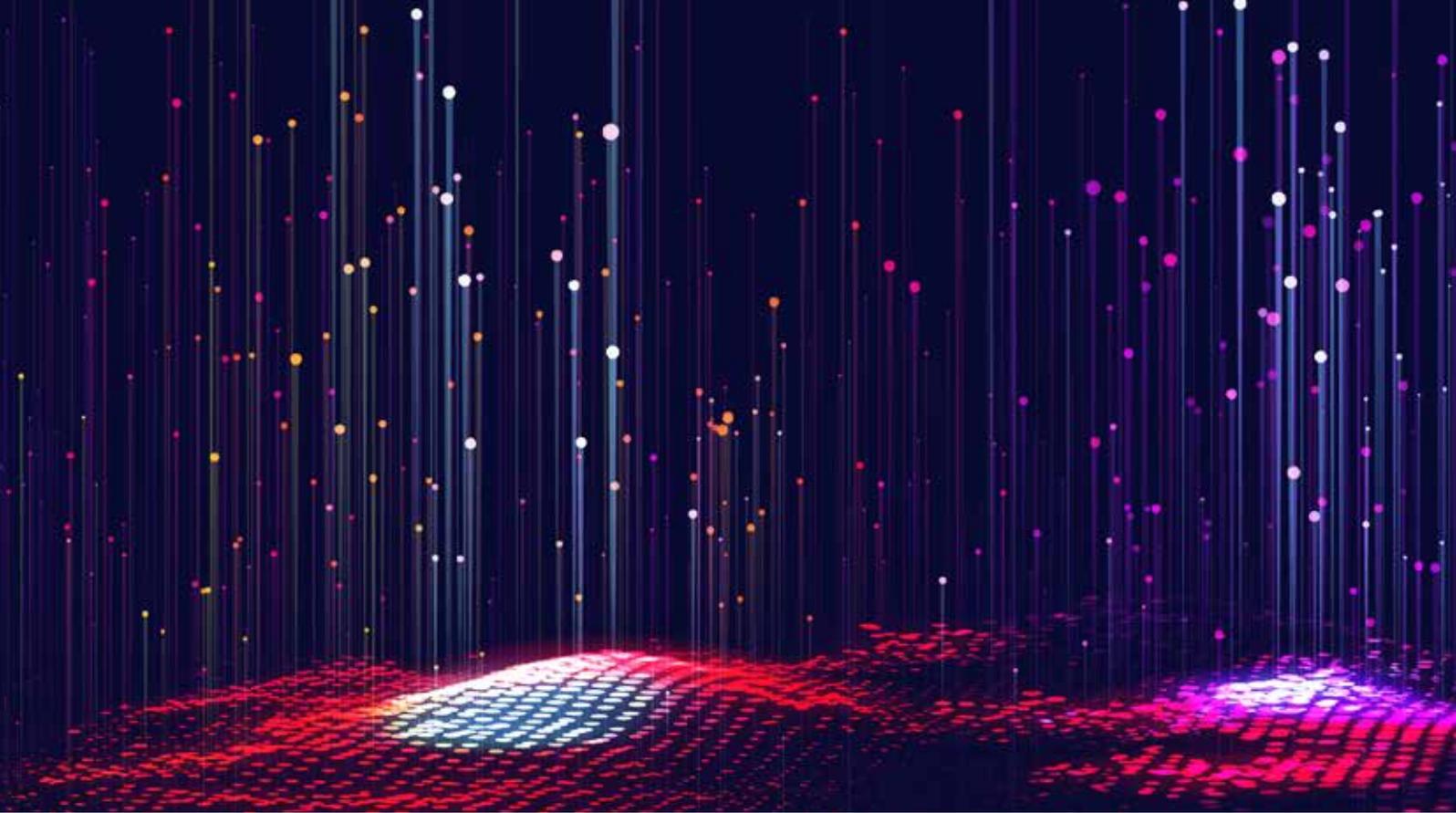
---

Das Projekt ABS4TSO basiert sehr stark auf den unmittelbaren und künftigen Erfordernissen eines stabilen und sicheren Übertragungsnetzes. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes setzt sich APG, zusammen mit Projektpartnern, mit innovativen Fragestellungen der Stabilisierung des Stromsystems, der Systemsicherheit und Integration von erneuerbaren Energieträgern auseinander. Dies sind Themen, welche die gesamte Gesellschaft betreffen, da eine sichere Stromversorgung die Voraussetzung für eine funktionierende Wirtschaft und Gesellschaft ist.

## Mehr Info:



ABS fürs Stromnetz



# TOHIVA – Big Data- Analysen komplexer Zusammenhänge

## Cluster: Digitalisierung

- > **Ansprechpartner: Hermann Mehl-Weiß**
- > **Projektlaufzeit 2014-2016**
- > **Koordination: VRVis Research Center**
- > **Zielsetzung: Visuelle Analyse von umfangreichen, energiewirtschaftlich relevanten Zeitreihen bzw. deren Korrelationen.**
- > **Projektpartner: VRVis Research Center, AVL List GmbH, Plasmog GmbH, HAKOM GmbH**
- > **Förderung: FFG-CMET K1-Zentrum Area 3 „Visual Analysis“**

Enorme Datenmengen bestimmen in unterschiedlichen Bereichen die APG. Durch Big Data-Analysen wurden im Projekt TOHIVA wichtige Erkenntnisse

in den Bereichen Regelleistungseinsatz, Wind- und Photovoltaikprognose erzielt. Weitere Anwendungsgebiete waren Korrelationsanalysen von Netzzuständen bei Betriebsmittelausfällen, automatische Wiedereinschaltungen von Leitungen aber auch Marktsimulationen für den Ten-Year Network Development Plan der ENTSO-E (TYNDP). TOHIVA steht für Task-Oriented Visual Analysis of High-Dimensional Data und basiert auf der Anwendung und der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Software Visplore.

Durch die Teilnahme an diesem Multi-firmen-Projekt werden anhand der Big Data-Anforderungen der APG neue IT-Lösungsmöglichkeiten erforscht und diese dann wieder der APG zur Erprobung zur Verfügung gestellt. Im Rahmen des



Projekt es wird die Software also laufend weiterentwickelt und an die Bedürfnisse der Partner angepasst. Durch diese interaktive Herangehensweise wird Know-how bei den beteiligten Firmen aufgebaut, die APG kann auf maßgeschneiderte Lösungen zurückgreifen und baut ebenfalls neues Know-how im Bereich Big Data-Analysen von Daten mit hohem Komplexitätsgrad auf.

Die APG kann in vielen Bereichen durch vermehrt eingesetzte Sensorik aber auch durch die gesteigerte Interaktion mit den Marktteilnehmern auf eine stetig wachsende Datenbasis zugreifen. Big Data-Analysen werden daher dringend benötigt, um aus diesen Daten in Zukunft die richtigen Schlüsse ziehen zu können.

## Forschungsergebnisse

---

Durch eine schnelle, interaktive und vor allem visuelle Analyse von umfangreichen Daten wird es möglich, die essenziellen Ergebnisse in erster Linie rasch zu verstehen und damit in neue Erkenntnisse zu verwandeln sowie diese verständlich präsentieren zu können. Es geht dabei z. B. um die Frage, welche Parameter die Leistungsprognose von erneuerbaren Energieformen am meisten beeinflussen. Ist dieser Einfluss saisonal unterschiedlich zu bewerten? Gibt es eventuell Strukturbrüche bei den Inputdaten (z. B. durch eine Änderung des Messverfahrens) die vor einer weiteren Verwendung behoben werden müssen? Der Aufbau von internem Expertenwissen im Bereich Big Data-Analysen ist eine wertvolle Investition in die Zukunft der APG.

Nach der Projektphase „TOHIVA“ wurde im Rahmen der FFG-Förderung eine weitere Periode der Zusammenarbeit namens En2VA (Visual Analytics for Energy and Engineering Applications) „eingeläutet“.

#### IMPRESSUM

Herausgeber: Austrian Power Grid AG

Wagramer Straße 19, IZD-Tower

1220 Wien

Tel. +43 (0) 50 320-0

Team System Adequacy & Forschung:

Dipl.-Ing. Marlene Petz

Dipl.-Ing. Kurt Misak

Dipl.-Ing. Stefan Höglinger

[www.apg.at](http://www.apg.at)

[apg@apg.at](mailto:apg@apg.at)

#### FOTOCREDITS

Rainer Wagenhofer, APG

TU Graz

APG Archiv

[shutterstock.com](http://shutterstock.com)

Redaktion: Austrian Power Grid AG

Wien, im August 2019

