

Kurzfassung des Gutachtens  
**„Plausibilitätsprüfung des APG-Masterplans 2030“**  
im Auftrag der Austrian Power Grid AG

durchgeführt von

**Univ.-Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther**

unter Mitarbeit von

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Gaby Seifert

M.Sc. Kishan Veerashekar

Erlangen, 2. Februar 2015

## **Einleitung und Hintergrund**

Österreichs unabhängiger Übertragungsnetzbetreiber Austrian Power Grid AG (APG) hat im November 2013 den Masterplan 2030 veröffentlicht. Der Masterplan der APG dokumentiert die geplanten Entwicklungen des elektrischen Übertragungsnetzes in Österreich für den Planungszeitraum von 2013 bis 2030 und definiert die hierfür erforderliche Zielnetzstruktur. Darüber hinaus wird in einem Ausblick auf die mögliche weitere Entwicklung der elektrischen Energiesysteme bis 2050 eingegangen. Neben der Entwicklung der Elektrizitätswirtschaft in Österreich betrachten die Untersuchungen die europäische Markt- und Netzentwicklung und beleuchten mögliche Risiken für den Fall, dass die identifizierten Maßnahmen nicht zeitgerecht umgesetzt werden können.

Im Mai 2014 beauftragte APG den Lehrstuhl für Elektrische Energiesysteme (LEES) der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg mit der Erstellung eines Gutachtens zur Plausibilitätsprüfung des Masterplans 2030. Ziel der durchgeführten Begutachtung ist, die zugrunde gelegten Randbedingungen, das Untersuchungskonzept und die daraus abgeleiteten Ergebnisse des Masterplans zu analysieren und zu prüfen. Eine explizite Überprüfung der identifizierten Netzausbaumaßnahmen durch eigene Netzberechnungen des LEES ist nicht Gegenstand des Gutachtens. Die für die Durchführung der Begutachtung notwendigen Daten, Studien und weitere umfangreiche Unterlagen wurden von APG zur Verfügung gestellt.

Bei den durchgeführten Plausibilitätsprüfungen wurden die Aspekte einer möglichst sicheren, nachhaltigen und umweltverträglichen Entwicklung des österreichischen 220- und 380-kV-Netzes sowohl auf nationaler Ebene, als auch im europäischen Systemverbund begutachtet und bewertet. Die Untersuchungen und Ergebnisse des Gutachtens werden nachfolgend dargestellt.

## **Allgemeine Grundsätze der Netzentwicklung in Österreich und Europa**

Der in Österreich und Europa voranschreitende Umbau der elektrischen Energieversorgungssysteme im deregulierten Ordnungsrahmen bedingt die Einführung erweiterter Maßnahmen zum Erhalt der System- und Versorgungssicherheit durch die verantwortlichen Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB). Die wesentlichen Treiber einer nachhaltigen Netzentwicklung sind neben der Gewährleistung der Versorgungssicherheit die zunehmende Integration volatiler und ortsgebundener regenerativer Energieanlagen sowie die zukünftige Entwicklung des europäischen Energiemarkts in punkto Stromerzeugung und -handel.

In den europäischen Übertragungsnetzen zeigen sich vermehrt zunehmend kritische Netzsituationen durch strukturelle Engpässe und ein signifikant steigender Bedarf an Engpassmanagement-Maßnahmen. Um dem erhöhten Kapazitäts- und Transportbedarf Rechnung zu tragen, veröffentlichen die europäischen ÜNB ihre nationalen Netzentwicklungspläne und koordinieren ihre Ausbauprojekte im Ten-Year Network

Development Plan (TYNDP) des European Network of Transmission System Operators for Electricity (ENTSO-E).

Durch seine zentrale Lage im europäischen Übertragungsnetz ist das Netz der APG in besonderem Maße von den genannten Entwicklungen betroffen. Bei den Analysen des APG-Masterplans wurde daher besonderer Wert auf die Beurteilung der Robustheit des Zielnetzes in Hinsicht auf die den Netzberechnungen zugrunde gelegten energiewirtschaftlichen Szenarien gelegt.

### **Methodik des Masterplans**

Die Methodik des APG-Masterplans orientiert sich an der für langfristige europäische Netzentwicklungen üblicherweise praktizierten Vorgehensweise: auf der Basis von nationalen und internationalen energiewirtschaftlichen Entwicklungen werden zunächst verschiedene europäische Szenarien definiert. Darauf aufbauend werden mittels Marktsimulationen die Einspeisebedingungen der Kraftwerke für detaillierte Netzplanungsuntersuchungen bestimmt. Bei den sich daran anschließenden Leistungsflussberechnungen unter Zugrundelegung des n-1-Kriteriums werden die verschiedenen energiewirtschaftlichen Entwicklungen netzplanerisch analysiert und die erforderlichen netztechnischen Maßnahmen für den Planungszeitraum 2013 – 2030 ermittelt.

Aus Sicht des Gutachters ist festzuhalten, dass die im APG-Masterplan angewandte Methodik den allgemeinen Grundsätzen der nationalen und europäischen Netzentwicklung für Übertragungsnetze Rechnung trägt. Dabei ist hervorzuheben, dass das Vorgehen sowohl die regionalen Entwicklungen als auch die Vorgehensweise und Zielstellungen im TYNDP der ENTSO-E gleichermaßen berücksichtigt bzw. beinhaltet.

### **Energiewirtschaftliche Untersuchungen**

Die wesentlichen energiewirtschaftlichen Eingangsparameter (Lastentwicklung, Erzeugungsportfolio, regenerative Energieträger bzw. -systeme der europäischen Länder) wurden von der Technischen Universität Wien (Prof. R. Haas und H. Auer) unter Zugrundlegung zahlreicher öffentlicher Daten erarbeitet. Auf der Basis dieser Eingangsgrößen wurden umfangreiche Marktanalysen und Marktsimulationen durch die Technische Universität Graz (Prof. H. Stigler) durchgeführt. Das an der TU Graz entwickelte und in der Fachwelt anerkannte Simulationsmodell „ATLANTIS“ beinhaltet sowohl eine langfristige regionale als auch eine innereuropäische Markt- und Systemmodellierung. Im Rahmen des Masterplans der APG wurden insgesamt 72 Marktszenarien entwickelt und in weiterer Folge mit „ATLANTIS“ simuliert und analysiert.

Die aus den Simulationen für Österreich bis 2030 resultierenden wesentlichen Veränderungen im Übertragungsnetz werden insbesondere durch das zukünftige

Erzeugungs-Portfolio beeinflusst. Unter Berücksichtigung optionaler Marktentwicklungen z. B. infolge veränderlicher energiepolitischer Vorgaben wurden drei Master-Szenarien (LEIT/GREEN/RED) entwickelt und analysiert. Innerhalb Österreichs liegen vor allem größere Potentiale für einen signifikanten Zubau von erneuerbaren Energieträgern (vorrangig Windkraft und Photovoltaik) sowie von Pumpspeicherkraftwerken vor. Resultierend kann in Österreich die installierte Kraftwerksleistung bis 2030 um bis zu 12 GW steigen. Dies entspräche einem Zubau von rund 55 % bei Annahme eines gegenüber der Situation in 2011 unveränderten Kraftwerksparks.

In Hinblick auf die Entwicklung des europäischen Strommarktes ist Österreich aufgrund seiner geographischen Lage insbesondere von den Entwicklungen der Nachbarländer betroffen. Hierbei sind exemplarisch der beschlossene Kernenergieausstieg und die ambitionierten Ausbauziele der erneuerbaren Energien (Wind, Photovoltaik und Biomasse) in Deutschland und die nationalen Umsetzungspläne der EU-Länder zur Umsetzung der 20-20-20-Ziele zu nennen.

### **Netzentwicklungskonzept und Ausbaumaßnahmen**

Der Masterplan der APG liefert ein transparentes und in sich schlüssiges Konzept zur Entwicklung des österreichischen 380- und 220-kV-Netzes bis 2030. Die identifizierten Netzausbaumaßnahmen dienen nachhaltig der Sicherstellung der österreichischen und überregionalen Versorgungssicherheit, der Integration von Windenergie- und Photovoltaik-Anlagen und zukünftiger Pumpspeicherpotentiale. Zusätzlich werden durch die geplanten Netzverstärkungsmaßnahmen die Übertragungskapazitäten in Nord-Süd- sowie in Ost-West-Richtung erhöht. Dies führt zu einer langfristig notwendigen stabileren Einbindung des österreichischen Übertragungsnetzes in den kontinentaleuropäischen Systemverbund der ENTSO-E.

Der APG-Masterplan 2030 definiert aus Sicht des Gutachters ein substantielles Fundament für einen kontinuierlichen Netzentwicklungsprozess des österreichischen Übertragungsnetzes. Die Kombination der im Masterplan explizit empfohlenen 10 Einzelprojekte mündet in einem robusten Gesamtkonzept und verbindet im Ergebnis die nachfolgend genannten Eigenschaften und Systemoptimierungen:

- Der 380-kV-Ringschluss innerhalb Österreichs als übergeordnetes Ziel und zentrale Maßnahme für die Entwicklung des Übertragungsnetzes zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit und Netzstabilität,
- Die Schaffung von leistungsstärkeren Verbindungen zwischen den unterschiedlichen Netzregionen Österreichs – insbesondere zur nachhaltigen Verbindung der Erzeugungs- und Lastzentren,
- Eine leistungsstärkere Anbindung von West-Österreich – vorrangig für die zusätzliche Integration erneuerbarer Energien und durch zukünftige

Marktentwicklungen getrieben (Interaktion mit den Pumpspeicherkraftwerken),

- Ein koordinierter Ausbau der Kuppelleitungen mit den benachbarten ÜNB zur Erhöhung der Übertragungskapazitäten innerhalb der ENTSO-E.

Ein Schwerpunkt der gutachterlichen Untersuchungen liegt auf der Bewertung der im Zentrum des APG-Zielnetzes 2030 stehenden Maßnahmen zur Realisierung des innerösterreichischen 380-kV-Rings („380-kV-Sicherheitsring“). Die Fertigstellung des 380-kV-Rings erfordert den 380-kV-Ersatzneubau vom Umspannwerk Salzburg zum Netzknoten Tauern („380-kV-Salzburgleitung“) und den 380-kV-Ringschluss im Süden Österreichs („Netzraum Kärnten“).

Der geplante 380-kV-Ring verbindet systemoptimiert die österreichische und europäische Netzentwicklung bezüglich der Versorgungssicherheit, der Integration von erneuerbaren Energieanlagen und eines nachhaltig funktionierenden Strommarktes. Hierzu gehören insbesondere:

- Die Verbindung der großen Pumpspeicherkraftwerke in den Alpen mit der steigenden Erzeugung aus erneuerbaren Energieträgern (z.B. Windenergieanlagen) im Osten Österreichs sowie der europäischen Nachbarländer,
- Eine netztechnisch „kürzere“ und somit verbesserte Anbindungen zwischen den Erzeugungs- und Lastzentren innerhalb Österreichs einhergehend mit Vorteilen beim Netzwiederaufbau nach Störungen,
- Die Schaffung neuer Anbindungen für Verteilnetze aus dem 380-kV-Ring für die weitere regionale Netzentwicklung und der nachhaltigen Integration von erneuerbaren Energieträgern,
- Die Schaffung sicherer netztechnischer Voraussetzungen für die altersbedingt notwendigen Generalerneuerungen bzw. Ersatzneubauten der für die regionale Versorgung nötigen 220-kV-Leitungen,
- Die Erschließung zusätzlicher Übertragungskapazitäten im europäischen Systemverbund sowie die Verbesserung der Systemsicherheit und -stabilität für zukünftige Übertragungsaufgaben.

Im Ergebnis ist festzuhalten, dass mit den zugrunde gelegten energiewirtschaftlichen Entwicklungen bis 2030 die Realisierung des 380-kV-Rings eine wesentliche Grundlage für APG zur Erfüllung ihrer gesetzlichen Verpflichtungen gemäß dem Österreichischen Elektrizitätswirtschafts- und -organisationsgesetz (EIWOG) darstellt.

Die Verstärkung der Übertragungskapazitäten in Nord-Süd- und Ost-West-Richtung zu den benachbarten Übertragungsnetzen sind konform mit den im TYNDP der ENTSO-E dokumentierten und geplanten kontinentaleuropäischen Netzentwicklungen. Aus

europäischer Sicht unterstützt das Zielnetz des APG-Masterplans 2030 die Erschließung neuer Pumpspeicherpotentiale in Österreich und ermöglicht die Erweiterung des grenzüberschreitenden Strom- und Regelenergiemarkts.

Für die Umsetzung der Netzverstärkungen wendet APG das Prinzip „Netzoptimierung vor Ausbau“ (NOVA) an. Die Realisierung der Maßnahmen nach dem NOVA-Prinzip und weitere Überlegungen zur Umstellung von bestimmten 220-kV-Leitungen für den Betrieb mit 380 kV (sog. „Spannungs-Upgrade“) sollen einen möglichst umweltschonenden Netzausbau ermöglichen. Damit soll die zur Umsetzung der Maßnahmen notwendige politische und gesellschaftliche Akzeptanz erzielt werden. Dies ist die wesentliche Grundlage für den Erhalt der notwendigen behördlichen Genehmigungen und eine möglichst realistische Umsetzung der erforderlichen Netzverstärkungen in den geplanten Zeiträumen.

Die Auswertung von im Rahmen der Plausibilitätsprüfung durch den Gutachter gegenüber APG angeregten zusätzlichen Netzberechnungen bisheriger kritischer Netzsituationen für den Planungshorizont 2030 belegen eindeutig und objektiv die Notwendigkeit der geplanten Masterplan-Projekte. Das definierte Zielnetz der APG kann die absehbaren Herausforderungen sicher und zuverlässig erfüllen und ist robust gegenüber den Varianten der im Rahmen zukünftiger energiewirtschaftlicher Entwicklungen betrachteten Szenarien. Die Notwendigkeit eines darüber hinaus führenden 380-kV-Netzausbaus mit der Erschließung von neuen Leitungstrassen für das Übertragungsnetz oder HGÜ-Verbindungen (wie z.B. in Deutschland geplant) innerhalb Österreichs ist im Zeitrahmen des Masterplans 2030 aus heutiger Sicht nicht erkennbar. Insofern stellt der 380-kV-Ring in seiner geplanten Struktur ein optimales und langfristig ausgerichtetes Netzkonzept dar.

### **Zusammenfassung und Empfehlungen**

Das im Masterplan 2030 der APG dargestellte Netzentwicklungskonzept des österreichischen Übertragungsnetzes basiert auf umfangreichen energiewirtschaftlichen und netzplanerischen Untersuchungen. Der Masterplan der APG identifiziert im Ergebnis ein netztechnisch plausibles und nachhaltiges Zielnetz zur weiteren Entwicklung des österreichischen Übertragungsnetzes bis 2030. Für die den Planungsrechnungen zugrunde gelegten energiewirtschaftlichen nationalen und europäischen Entwicklungen der nächsten 15 Jahre – und darüber hinaus – mit einschneidenden Veränderungen im Erzeugungsbereich wird das definierte APG-Zielnetz vom Gutachter als energiewirtschaftlich und netztechnisch notwendig erachtet.

Im Zentrum der Entwicklungen des österreichischen Übertragungsnetzes bis 2030 stehen die Netzverstärkungsmaßnahmen zur Realisierung eines innerösterreichischen 380-kV-Rings. Für eine realistische Umsetzung der Netzerweiterungen wird bereits in der Planungsphase auf eine möglichst umweltverträgliche Umsetzung der Maßnahmen

abgezielt. Das im Masterplan der APG entwickelte Zielnetz ist zudem integraler Bestandteil der langfristigen europäischen Netzentwicklung innerhalb der ENTSO-E.

Die Entwicklung der europäischen Übertragungsnetze wird zukünftig wesentlich durch einen sich verändernden konventionellen Erzeugungspark, die Integration volatiler und ortsgebundener erneuerbarer Energien sowie durch einen ausgeprägten Stromhandel beeinflusst. Für den Masterplan der APG ergibt sich daraus die Empfehlung, die Zielnetzstruktur des österreichischen Übertragungsnetzes bis 2030 auch weiterhin mittel- bis langfristig an den sich verändernden Rahmenbedingungen auf seine Robustheit zu überprüfen.

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Matthias Luther  
Lehrstuhl für Elektrische Energiesysteme