

# „Smart Planning“ durch Integrierte Optimierung, Analyse und Visualisierung

Die Verteilnetze stehen unter einem hohen Anpassungsdruck: Die Betriebsmittel erreichen zunehmend kritische altersbedingte Zustände und der Zubau dezentraler erneuerbarer Energie erfordert Kapazitätsanpassungen in der Netzstruktur. Smart Planning verbindet die zustandsbasierte Sicht des Asset Managements mit der kapazitätsorientierten Sicht der Netzplanung und hebt Synergien zwischen erforderlichen Netzmaßnahmen in beiden Bereichen. Die Unsicherheiten zukünftiger Entwicklungen werden durch Szenarien abgebildet, Kapazitäts- und Zustandsverletzungen werden durch Simulationen erkannt und optimale Handlungsempfehlungen im Sinne einer Risikoabwägung ermittelt.

## 1 Einleitung

Die Energiewende erweitert die Stromtransportaufgabe ausgehend von den Transportnetzen in die Verteilnetze hinein [BDEW14, ClemensOhrem14, Stromsather14]: Im Verteilnetz erfolgt eine Einspeisung von erneuerbarer Energie, die u.U. bis in das Transportnetz weitergegeben wird. Auf dieser Grundlage nähern sich die Planungsprozesse zwischen Transport- und Verteilnetz methodisch an und erfordern eine erweiterte Betrachtungsweise an den Schnittstellen zwischen Transport- und Verteilnetz. Darüber hinaus liegen die Schlüssel-Herausforderungen zu einem optimalen Verteilnetz der Zukunft in der konsistenten Verzahnung von struktureller Netzanpassung und Verteilnetzbetrieb [ELECTRIC13], die den folgenden Bereichen zuzuordnen ist (vgl. Abbildung 1):

- Betriebsmittelkapazität (Netzentwicklung)
- Betriebsmittelzustand (Asset-Strategie)
- Betriebswirtschaft (Controlling)

Neben der Sicherstellung des einwandfreien Betriebs innerhalb des Verteilnetzes durch die Einbindung von innovativen Netztechniken und Konzepten [HarnischEtAl14], erfordert der Übergang in neue Netzstrukturen neue Planungsansätze [JendernalikRehtanz12, JendernalikEtAl09].

Die Methodik zur integrierten Optimierung und Priorisierung von zeitlich gestaffelten Maßnah-

men in der Zielnetzplanung unter Einbeziehung von Asset-Zustand und Netz-Kapazität wurde bereits in [EngelsEtAl13] skizziert und in [EngelsEtAl14, EngelsEtAl14b] weiterentwickelt.

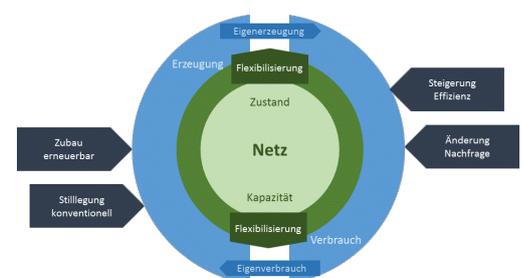


Abbildung 1: Globale Beziehung Netz / Umfeld

## 2 Bausteine eines „Smart Planning“

Die zukünftige Entwicklung der Energieversorgung ist durch die experimentelle Wechselwirkung zwischen Markt und Regulierung geprägt und damit nicht deterministisch vorhersagbar [BNetzA13]. Bei einer hohen Divergenz in der Vorhersage des Zubaus erneuerbarer Energieerzeuger, der Steigerung der Energieeffizienz und der Flexibilisierung des Einspeise- und Lastmanagements bietet sich die Beschreibung in Szenarien auf Basis möglicher Potenziale und Annahmen in Form von Langfristprognosen an.

### Projektleitung

Prof. Dr.  
Christoph Engels

### Wiss. Mitarbeit

Andreas Meier  
Ivan Weber

Prof. Dr. Andrea Kienle  
Christian Schlösser

### Zeitraum

2011-2015

### Förderung

Bundesministerium für  
Wirtschaft und  
Technologie (BMWi)

Schließlich liefert die Anwendung stochastischer Optimierungsverfahren eine Priorisierung möglicher Handlungsmaßnahmen für das Netz. Die Abfolge der einzelnen Schritte ist in Abbildung 2 dargestellt.

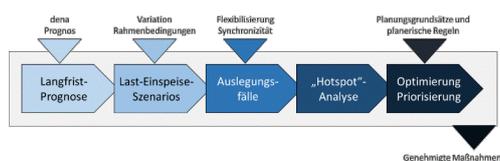


Abbildung 2: Prozesskette

### 2.1 Teilschritt Szenariobeschreibung

Pro Energieträger und Verbrauch wird eine unterdurchschnittliche, eine durchschnittliche und eine überdurchschnittliche Entwicklung angenommen, was insgesamt zu 81 verschiedenen Szenarien mit Stützjahren im Fünfjahreszeitraum führt, siehe Abbildung 3.

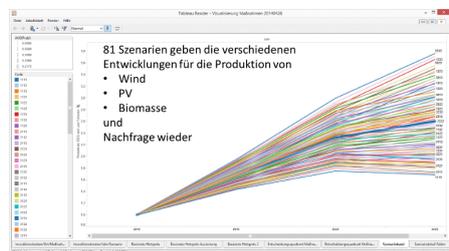


Abbildung 3: Zeitliche Projektion der Szenarien

### 2.2 Teilschritt Hotspot Analyse

Bei gegebener Last-/Einspeisesituation und vorliegendem Basisnetz liefert die „Hotspot“-Analyse diejenigen Betriebsmittel, die im Grundfall oder (n-1) Fall überlastet sind oder altersbedingt in einen kritischen Zustand wandern.

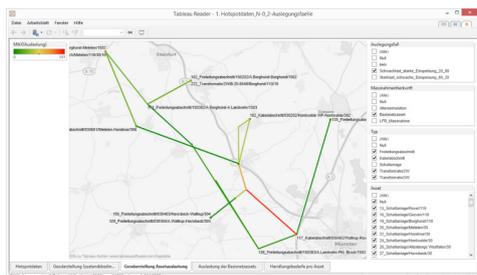


Abbildung 4: Geografische Sicht

Zusätzlich liefert die „Hotspot“-Analyse eine Ortsangabe der Engpässe oder veralteten Betriebsmittel in geografischer Form, siehe Abbildung 4.

### 2.3 Teilschritt Optimierung

Die Komplexität der Entscheidungsaufgabe kann nur durch die Einbeziehung von Expertenwissen der Netzplaner bewältigt werden. Der „Smart Planning“ Ansatz beinhaltet die Berücksichtigung planerischen Wissens von Planungsexperten in Form von formalisierten Planungsregeln bzw. Planungsgrundsätzen (vgl. [EngelsEtAl13]) und ermöglicht somit die effiziente Anwendung von computergestützten Optimierungsverfahren.

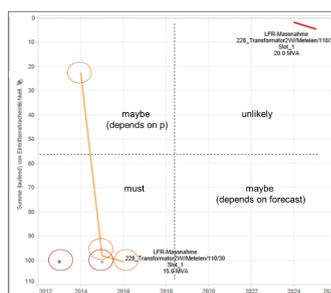


Abbildung 5: Risikomatrix

Die Optimierung hebt die Synergien zwischen zustandsbedingten und kapazitätsgetriebenen Maßnahmen. Die zur Bestimmung der Priorisierung verwendeten Größen bestehen aus der Fristigkeit (x-Achse) und der kumulierten Eintrittswahrscheinlichkeit der Szenarien (y-Achse mit 100% Wahrscheinlichkeit im Koordinatenursprung), die einen Engpass erzeugen, siehe Abbildung 5. Über diese Betrachtung wird eine risikobasierte Entscheidung für Netzmaßnahmen möglich. In einem nächsten Schritt ist die Risikobewertung bei der Maßnahmenpriorisierung durch Wechselwirkung der Betriebsmittelzustände mit der (n-1) Betrachtung der Leistungsflussanalyse möglich.

### 3 Zusammenfassung & Ausblick

Die Identifikation der Synergien zwischen den anstehenden Investitionen wurde bereits in [EngelsEtAl13, EngelsEtAl14b, EngelsEtAl14] nachgewiesen und umgesetzt.

**Kontakt**  
 Prof. Dr. Christoph Engels  
 Fachbereich Informatik-  
 Fachhochschule  
 Dortmund  
 Emil-Figge-Str. 42  
 44227 Dortmund  
 Tel.: 0231 755 -6777  
 Mail: christoph.engels  
 @fh-dortmund.de

Gefördert durch:  

 Bundesministerium  
 für Wirtschaft  
 und Technologie

aufgrund eines Beschlusses  
 des Deutschen Bundestages

Es verbleiben damit die Herausforderungen für die Weiterentwicklung des Smart Planning:

- eine realistischere Szenariogenerierung umzusetzen,
- eine Erweiterung des Ansatzes auf die weitere Spannungsebenen vorzunehmen und
- eine weitere Steigerung der Performance zur Berechnung des Leistungsflusses zur Optimierung größerer Netzbereiche zu erzielen.

#### 4 Literatur

[BDEW13] BDEW-Roadmap Realistische Schritte zur Umsetzung von Smart Grids in Deutschland, Berlin, 11. Feb. 2013.

[BDEW14] Müller, H., „Die Energiewende findet im Verteilnetz statt.“, BIZZ energy today, 2014.

[BNetzA13] [http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Presse/Reden/2013/Homann130516ZweiterThueringerEnergiegipfelWeimar.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=4](http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Allgemeines/Presse/Reden/2013/Homann130516ZweiterThueringerEnergiegipfelWeimar.pdf?__blob=publicationFile&v=4)

[ClemensOhrem14] Clemens, G., Ohrem, S., „Die Energiewende findet im Verteilnetz statt“, Energiewirtschaftliche Tagesfragen, <http://www.et-energie-online.de/AktuellesHeft/Topthema/tabid/70/NewsId/1022/Die-Energiewende-findet-im-Verteilnetz-statt.aspx>, 2014.

[EngelsEtAl13] Engels, C., Jendernalik, L., Osthues, M., Spitzer, H.: „Smart Planning – An integrated Approach for Distribution System Planning to cope with its Future Requirements“, in: Proc. 22nd International Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIRED), Paper 0500, Stockholm, 2013.

[EngelsEtAl14] Engels, C., Jendernalik, L., von Haebler, J., Spitzer, H.: „Smart Planning“ – First practical results of the integrated approach for grid development and strategic asset management. Proceedings of the CIRED Workshop 2014, Rome.

[EngelsEtAl14b] Engels, C., Jendernalik, L., Osthues, M., Schimmeyer, S., Spitzer, H., „Smart Planning“ für Verteilnetze, EnInnov 2014, Graz.

[EURELECTRIC13] Active Distribution System Management – A key tool for the smooth integration of distributed generation, Full Discussion Paper, Brussels, 2013.

[Stromsather14] Stromsather, J.: EVOLVDSO: NEW AND EVOLVING DSO ROLE FOR EFFICIENT

DRES INTEGRATION IN DISTRIBUTION NETWORKS, Proceedings of the CIRED Workshop 2014, Rome.

[HarnischEtAl14] Harnisch, S., Steffens, P., Thies, H., Zdrallek, M., Martin L., Böse, C., Lehde, B., Noske, T., Hache, J., Methodology for developing innovative planning principles, paper 0152, CIRED Workshop 2014, Rom.

[JendernalikRehtanz12] Jendernalik, L., Rehtanz, C.: „Integration dezentraler Energien: Mehr als eine Frage der Technik“, 12. Symposium Energieinnovation, 15.-17. Februar 2012, Graz.

[JendernalikEtAl09] Jendernalik, L., Mensmann, C., Wohlfarth, C.: „Target planning of electrical distribution grids as a fundamental module for a successful asset management“, in: Proc. 20 International Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIRED), Prague, 2009.