

SMART PLANNING FÜR VERTEILNETZE**

Christoph ENGELS¹, Lars JENDERNALIK², Marc OSTHUES³, Sebastian SCHIMMEYER^{4*}, Heiko SPITZER⁵

Inhalt

Die Planung von elektrischen Verteilnetzen ist durch vielschichtige Herausforderungen geprägt, die den folgenden Bereichen zuzuordnen sind:

Betriebsmittelkapazität:

- Der Anteil dezentraler erneuerbarer Energieerzeuger innerhalb des Versorgungsgebiets nimmt weiter zu, was zu einer teilweisen Umkehr der Leistungsflüsse führt.
- Die mittel- bis langfristigen Vorhersagen bezüglich des Zubaus von erneuerbaren Energieerzeugern streuen insbesondere aufgrund unsicherer Rahmenbedingungen stark.

Betriebsmittelzustand:

- Große Teile des Betriebsmittelbestandes erreichen das Ende ihrer technischen Nutzungsdauer.

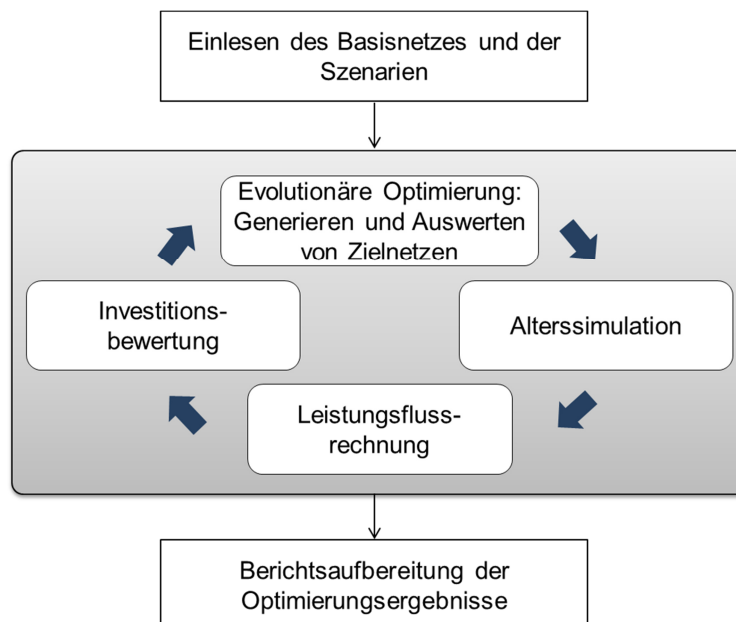
Betriebswirtschaft:

- Die Investitionsbudgets der Netzbetreiber sinken.

Eine isolierte Betrachtung der einzelnen Anforderungen führt zu Lösungen, die im Widerspruch mit den verbleibenden Herausforderungen stehen können. In diesem Beitrag wird daher detailliert ein integrierter Ansatz beschrieben, der alle Aspekte gleichzeitig optimiert und bestehende Synergien nutzt. Die prinzipielle Methodik wurde bereits in [1] skizziert und in [2,3] weiterentwickelt.

Methodik

Die einzelnen Anforderungen werden durch die Zielfunktion eines Evolutionären Optimierungsverfahrens in Form eines regelgestützten Genetischen Algorithmus [4] integriert. Aufgrund der kombinatorischen Problemkomplexität, die durch die Anzahl der Betriebsmittel, die Anzahl der Betrachtungsjahre und die Anzahl der Szenarien aufgespannt wird, greift der Ansatz auf das netzplanerische Fachwissen in Form von Planungsregeln zurück. **Abbildung 1** zeigt den



prinzipiellen

Abbildung 1

Ablauf der Berechnung. Zum einen werden aus Langfristprognosen über die erwartete regionale Einspeisung und Last und einer angenommenen Wahrscheinlichkeitsverteilung Szenarien generiert. Zum anderen wird der Status quo durch ein bestehendes Basisnetz repräsentiert. Beide Beschreibungen fließen als Eingabe in das Berechnungsmodell ein. Der Genetische Algorithmus

variiert aufgrund des netzplanerischen Regelwerks und der stochastischen Mutation und Rekombination das Basisnetz und leitet hieraus einen Zielnetz Kandidaten ab. Die Teilmodule Alterssimulation und Leistungsflussrechnung überprüfen diesen Zielnetzvorschlag auf gültige Alterszustände und ausreichende Kapazität bezüglich der gegebenen Szenarien. Valide Zielnetz Kandidaten werden einer kosten- oder ergebnisbasierten Investitionsrechnung bewertet. Die Kennzahlen und Maßnahmen des Zielnetz Kandidaten mit den minimierten Kosten (bzw. maximierten Erlösen) finden eine berichtsmäßige Aufbereitung für den Planer.

Ergebnisse

Ein Prototyp des Ansatzes ist implementiert und liefert erste Ergebnisse bezüglich eines exemplarischen Testfalls, bei dem im Jahr $t_0 = 2013$ ein Betriebsmittel (Leitung Waltrup-Roxel) aufgrund seines kritischen Zustands ersetzt werden muss (Zustandstrigger) während im Jahr $t_1 = t_0 + \Delta t$ die Kapazität des ersetzenden Betriebsmittels überschritten wird (Funktionstrigger). Statt im Jahr t_1 ein neues Betriebsmittel hinzuzufügen, sollte durch den Optimierer ein ausreichend dimensioniertes Betriebsmittel bereits im Jahr t_0 vorgeschlagen werden.

Die **Tabelle 1** zeigt eine Lösung für den beschriebenen Testfall mit 190 Betriebsmitteln über einen Planungszeitraum von 20 Jahren und einen Berechnungszeitraum von 40 Jahren. Der genetische Algorithmus erzeugt 750.000 Individuen mit der Populationsgröße 100. Die unoptimierte „naive“ Strategie zeigt das Leitungssegment Waltrup - Roxel, welches in 2007 seinen kritischen Zustand erreicht und in 2013 ersetzt wird. Hierbei fällt ein diskontierter TOTEX in Höhe von 2.271 TEUR an. In 2013 wird ein neues Leitungssegment mit identischer Kapazität errichtet und bis 2015 abgeschrieben. In 2015 findet aufgrund der kapazitiven Erweiterung eine Sonderabschreibung statt. Im Gegensatz dazu liefert die optimierte Strategie in 2013 bereits eine Ersetzung des Leitungssegments, die der erforderlichen Kapazität in 2015 genügt. Der Vergleich zwischen beiden Strategien zeigt eine Differenz von 803 TEUR.

Tabelle 1

Betriebsmittel / TOTEX	Gesamt (diskontiert) TEUR	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Naive Strategie											
segment/Waltrup-Roxel	2.271	52									
segment/Waltrup-Roxel/agebased	1.138							69	65	1.003	
segment/Waltrup-Roxel/capacitybased	2.041									59	58
Optimale Strategie											
segment/Waltrup-Roxel	2.271	52									
segment/Waltrup-Roxel/opt-replace	2.376							71	68	67	66

Differenz Naive / Optimale Strategie	803
--------------------------------------	-----

Referenzen

- [1] Jendernalik, L., Rehtanz, Ch.: „Integration dezentraler Energien: mehr als eine Frage der Technik“, 12. Symposium Energieinnovation, 15.-17. Februar 2012, Graz
- [2] Engels, C., Jendernalik, L., Osthues, M., Spitzer, H.: “Smart Planning – An integrated Approach for Distribution System Planning to cope with its Future Requirements”, CIRED, Stockholm, 2013.
- [3] Jendernalik, L., Mensmann, C., Wohlfarth, C.: “Target planning of electrical distribution grids as a fundamental module for a successful asset management”, CIRED Workshop 2009, Prague, 2009.
- [4] Weicker, K. “Evolutionäre Algorithmen“, Leitfäden der Informatik, 2nd ed., Teubner, 2007.

Christoph Engels, Projektleitung, FB Informatik, FH Dortmund, Emil-Figge-Str. 42, 44227 Dortmund, +49.231.755.6777, christoph.engels@fh-dortmund.de, www.fh-dortmund.de/engels

²Lars, Jendernalik, Operatives Asset Management, Westnetz GmbH, Florianstr. 15-21, 44139 Dortmund, +49.231.438.2848, lars.jendernalik@westnetz.de, www.westnetz.de

³Marc Osthues, wiss. Mitarbeiter, ie3, TU Dortmund, Emil-Figge-Str. 70, 44227 Dortmund, +49.231.755.3022, marc.osthues@tu-dortmund.de, www.ie3.tu-dortmund.de

⁴Sebastian Schimmeyer, Consultant, Intulion Solutions GmbH, Joseph-von-Fraunhofer-Str. 20, 44227 Dortmund, +49.231.9700.360, sebastian.schimmeyer@intulion.de, www.intulion.de, www.io-netz.net

⁵Heiko Spitzer, Geschäftsführer, Entellgenio GmbH, Lamontstr. 8, 81679 München, +49.89.414243980, heiko.spitzer@entellgenio.com, www.entellgenio.com

() Diese Arbeit wird unterstützt durch das F&E Projekt "IO.Netz" gefördert durch das BMWi,
Projektnummer: 03ET1071**