

Mit digitalen Ameisen effizient zu besseren Stromnetzen

Komplexe Planungsaufgaben von morgen optimiert meistern

Die Umstellung der Energieversorgung in Deutschland zu einem nachhaltigen, zuverlässigen und klimafreundlichen System ist in vollem Gange. Doch im Zuge der Energiewende nimmt die Komplexität in der Planung elektrischer Verteilnetze zu. Dies stellt die Planungsingenieure vor immer größere Herausforderungen – und gefährdet die ambitionierten Klimaziele, die wir uns gesteckt haben.

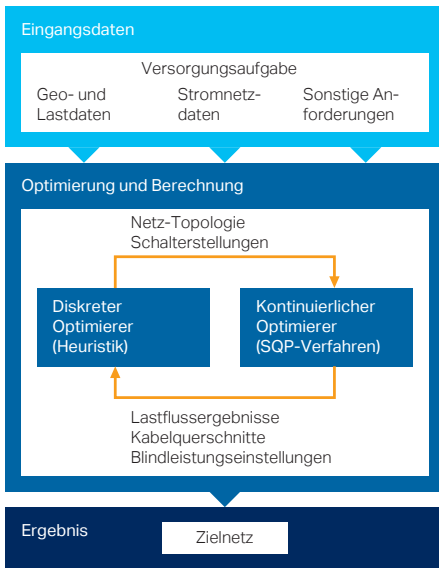
Deshalb hat IAV eine Methode entwickelt, mit der Mittelspannungsnetze automatisiert geplant und unterschiedliche Ausbauszenarien verglichen werden können. Damit kann der Nutzen von alternativen Betriebsmitteln aufgezeigt und eine Strategie für den konventionellen Netzausbau entwickelt werden. Der hohe Automatisierungsgrad des sogenannten Ameisen-Algorithmus ermöglicht eine effiziente Suche in einem großen Lösungsraum – so können tausende mögliche Netzausbauplanvarianten simuliert und anhand ihrer elektrotechnischen Eignung und ihrer Betriebskosten bewertet werden.

Zusätzlich können wir den Nutzen innovativer Maßnahmen zur Netzverstärkung in der optimierten Netzstruktur untersuchen. So kann beispielsweise durch den Einsatz von Leistungselektronik und intelligenten Regelungsstrategien ein sicherer Netzbetrieb gewährleistet und ein kostspieliger Netzausbau reduziert oder sogar vermieden werden – ein hohes Kosteneinsparpotenzial für die Netzbetreiber!

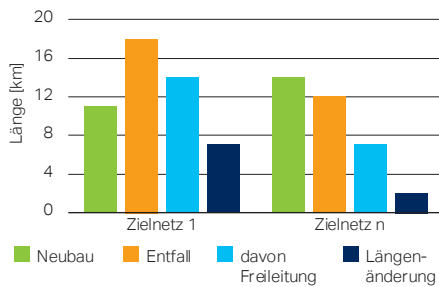
Ameisen sind faszinierende Tiere! Von Weitem betrachtet wirken sie planlos und unkoordiniert, doch als Kollektiv leisten sie Herausragendes in der Organisation ihrer Kolonien.

Genau wie die digitalen Ameisen von IAV – sie sind das Herz unseres Algorithmus zur Planung von Stromnetzen. Mit ihrer Hilfe sind wir in der Lage, Verteilnetze zu entwerfen, die alle Anforderungen an ein modernes Energieversorgungssystem erfüllen – und das zu geringeren Investitions- und Betriebskosten als bei konventioneller Planung.

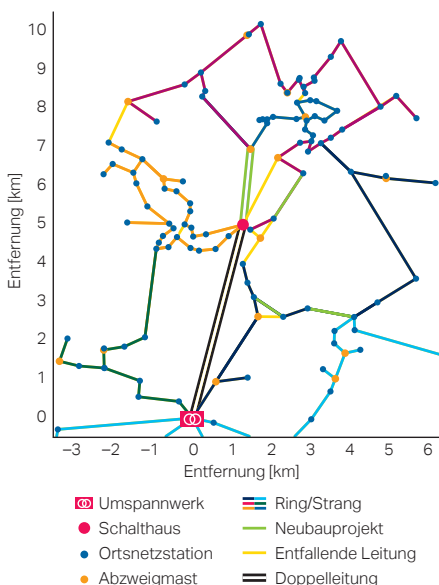




Blockschaltbild von Inputs und Outputs des Optimierungsverfahrens



Vergleich der Längenänderungen von zwei unterschiedlichen Zielnetzvarianten



Neue Netzstruktur im Pilotprojekt nach der Optimierung

Funktionsweise des Algorithmus

Die Planungsmethodik von IAV basiert auf einem Ameisen-Algorithmus, der allerdings funktional erheblich erweitert wurde, um der Komplexität von Stromverteilnetzen gerecht zu werden. Die Methode erlaubt die Nachbildung typischer Strukturen von Mittelspannungsnetzen unter Einhaltung kundenindividueller Planungskriterien und -prinzipien. Sie ist in der Lage, Umspannwerke, Schalthäuser und Trennstellen nachzubilden. Zusätzlich können auch innovative Netzverstärkungsmaßnahmen in die Zielnetze integriert werden, z. B. ein Blindleistungsmanagement, der Einsatz von regelbaren Ortsnetztransformatoren sowie eine optimierte Regelung des Spannungswertes am Umspannwerk.

Für jeden von der Heuristik erstellten Vorschlag erfolgt eine Lastflussrechnung und eine Kurzschlussrechnung. So können die (n-1)-Sicherheit der Netze und die Fehlererkennung abgesichert werden. Für jedes Netz werden die Kosten der Netze und deren Lastflussergebnisse verglichen und optimiert. Bei der Bewertung können aber auch weitere Zielgrößen wie Versorgungszuverlässigkeit, Strukturvereinfachungen oder andere kundenindividuelle Kriterien berücksichtigt werden.

Pilotprojekt: mit weniger Kosten zu besseren Netzen

In Kooperation mit einem Verteilnetzbetreiber wurde der Algorithmus in einem Pilotprojekt eingesetzt. Zielsetzung war ein Rückbau von Freileitungen sowie die Integration zweier zukünftiger Industriegebiete. Das zentrale Ziel dieser Studie, die Betriebskosten zu verringern, wurde durch einen Rückbau von wartungsintensiven Freileitungen erreicht. Dadurch konnten die Stromkreislänge um mehrere Kilometer reduziert und die Betriebskosten um ca. 33.000 € pro Jahr gesenkt werden.

Die Industriegebiete können in der Zielstruktur in allen relevanten Planungszuständen ohne Spannungsbandverletzungen und ohne unzulässige Betriebsmittelbelastungen (n-1)-sicher integriert werden. Die Integration dieser Lastschwerpunkte ist in der Zielnetzstruktur zu 15 % geringeren Investitionskosten möglich als in einer konventionell verstärkten Bestandsstruktur. Zusätzlich wurde eine Kapazitätsreserve für eine steigende Netzbelastung durch Elektrofahrzeuge eingeplant.

Gleichzeitig erfüllt die Zielstruktur alle Planungsgrundsätze und weist eine klare Struktur mit weniger Quermaschen und deutlich voneinander unterscheidbaren Ringen auf – eine weitere Anforderung des Projektpartners. Mit mehreren fernwirkbaren Stationen sorgt dies im Fehlerfall für eindeutige und schnell realisierbare Schaltvorgänge. Mit der optimierten Struktur kann auch ein Ausfall des dargestellten Schalthauses vom umliegenden Netz kompensiert werden – zusammen mit dem Rückbau schadensanfälliger Freileitungen erhöht dies die Versorgungssicherheit.

Vorteile einer strategischen Zielnetzplanung mit IAV

Die Pilotstudie zeigt: Eine strategische Zielnetzplanung als innovative Dienstleistung ermöglicht es Verteilnetzbetreibern, zusammen mit IAV die steigende Komplexität und Unsicherheit in der Planung zu beherrschen und Investitions- und Betriebskosten zu reduzieren. Gleichzeitig können verborgene Potenziale und strukturelle Vorteile in den Netzen identifiziert und somit kostenoptimale, leistungsfähige und zuverlässige Netze entworfen werden.