Zeitschrift: Bulletin Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik
Band: 112 (2021)
Heft: 12

Artikel: Digitale Trassierung von Stromleitungen
Autor: Oostlander, Adrian
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-977641

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bild: Axpo Grid AG

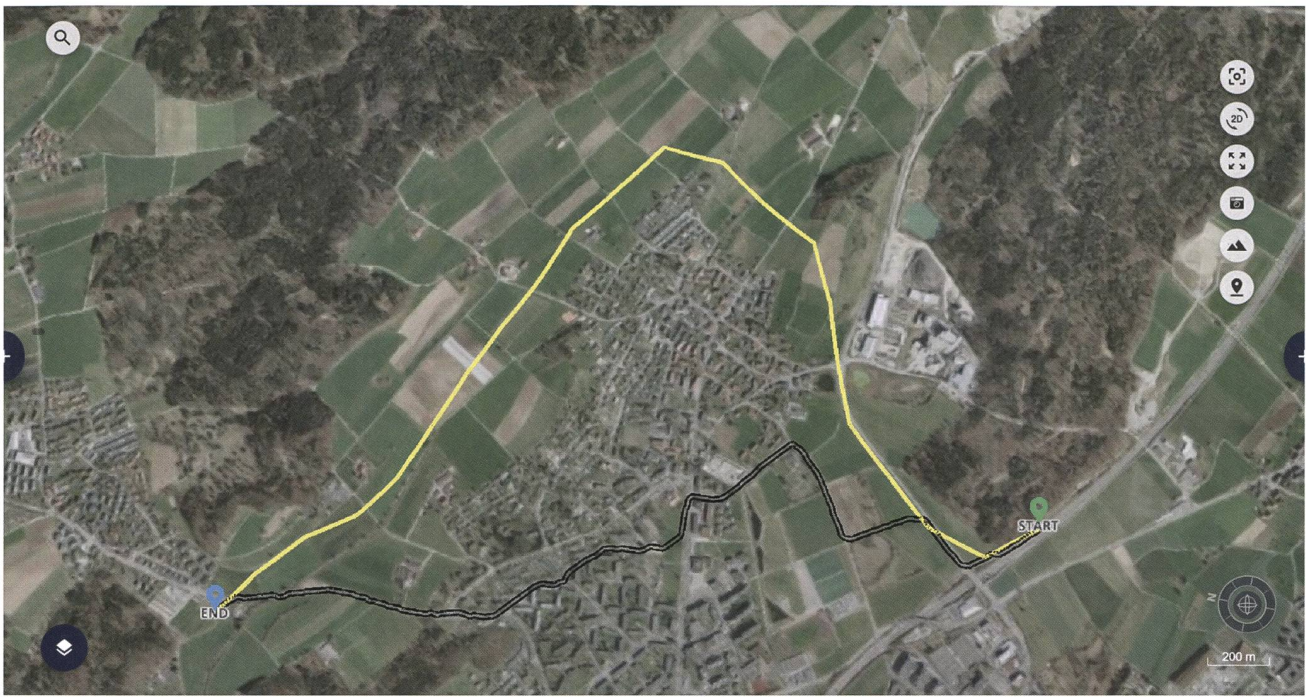
Digitale Trassierung von Stromleitungen

Freileitungen und Erdkabel automatisiert planen | Axpo Grid arbeitet an der Umsetzung ihrer Vision, die Planung und das Engineering von Projekten im Leitungsbau zu digitalisieren. Dabei gewinnt die softwaregestützte Planung von Hochspannungsleitungen schnell an Bedeutung.

ADRIAN OOSTLANDER ET AL.

Um den Strombedarf zu decken, werden Netzanschlüsse, Stromleitungstrassees und höhere Übertragungskapazitäten benötigt. Insbesondere in dicht besiedelten Orten oder in Schutzgebieten ist die optimale Planung des Trassees einer Hochspannungsleitung anspruchsvoll. Neben den technischen Kriterien und den Kosten für Planung und Bau beeinflussen raumplanerische Aspekte und gesetzliche Vorschriften die Auslegung des Trassees. Mindestabstände und Regelungen zu Landschafts- und Umweltschutz müssen eingehalten, Topografie und Raumplanung berücksichtigt und Investitionskosten niedrig gehalten werden. Diese umfassende Interessensabwägung birgt Konfliktpotenzial und stellt die Netzbetreiber vor grosse Herausforderungen. Die bisherigen Planungsmethoden sind arbeitsaufwendig und zeitintensiv, da integrale und effiziente Hilfsmittel bislang limitiert sind, um optimale Leitungsführungen zu orten.

Die Digitalisierung bietet neue Möglichkeiten, den Planungsprozess zu beschleunigen und den Ansprüchen



Vergleich zweier 110-kV-Leitungen (gelb = Freileitung; schwarz = Erdkabel).

zwischen Wirtschaftlichkeit und optimaler Trasseeführung gerecht zu werden. Im Rahmen der Digitalisierungsinitiative Grid 4.0 baut Axpo in Zusammenarbeit mit dem Software-Entwickler Gilytics, einem ETH-Spin-off, die Kompetenzen für eine Software-gestützte Planung ihrer Hochspannungsleitungen auf. Die Software Pathfinder modelliert mittels Einbindung digitaler Karten die besten Routing-Lösungen unter Berücksichtigung aller relevanter Aspekte und stellt sie visuell dar. Die Digitalisierung der Leitungsplanung ist ein Bestandteil der digitalen Transformation der Axpo und eine wichtige Basis für eine moderne Energieversorgung. Damit bieten sich neue Möglichkeiten, um den hohen Anforderungen der Energiezukunft intelligent zu begegnen.

Funktionen der Planungs-Software

Die von Gilytics entwickelte Cloud-Plattform dient der Evaluation der strategischen Netzplanung, der Variantenplanung von Leitungsprojekten sowie der öffentlichen Kommunikation. Die Software kann besonders in grösseren Leitungsprojekten Planungszeit einsparen und kürzere Leitungsführungen identifizieren. Sie vereinfacht Entscheidungsfindung und Variantenplanung bei Freileitungen und Erdkabeln auf den unterschiedlichen Spannungsebenen. Die Leitungsplanung wird in Richtung Building Information Modeling (BIM) Prozessen weiter digitalisiert.

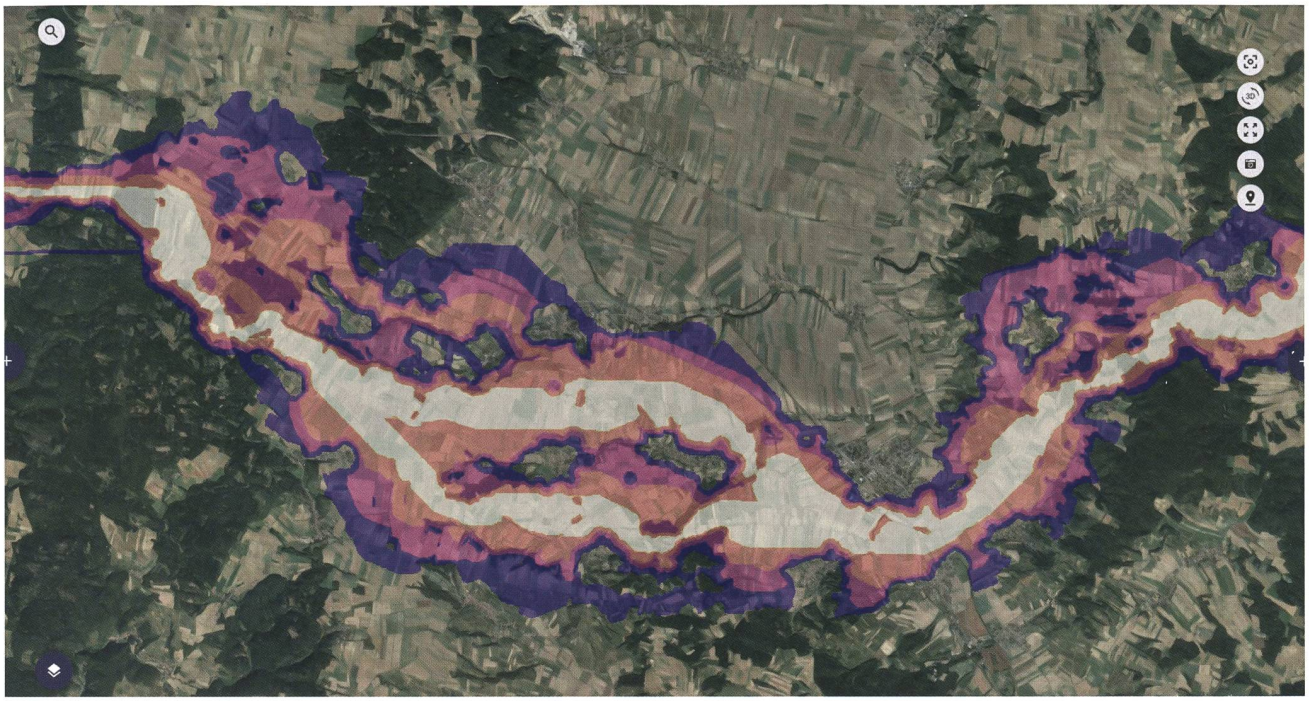
Die Software verfügt über vielfältige Algorithmen, die verschiedene Szenarien der Korridor- und Streckenführung in Echtzeit berechnen und visuell darzustellen. Kombinierte Planung von Freileitungen und Erdkabeln, detaillierte Investitionskostenabschätzungen oder Leitungsvisualisierungen mit Augmented Reality auf Mobilgeräten sind in der Entwicklung.

Digitale Leitungsplanung eines Unterwerksanschlusses

Für den Anschluss eines neuen Unterwerks wurde die Trassierung mittels der Software von einem Expertenteam der Axpo ausgearbeitet. Axpo baut den Netzanschluss für die Netzebene 3. Das Ziel war dabei, die besten Linienführungsvarianten für Freileitungen und Kabelleitungen auszuarbeiten. Das Projekt eignete sich insbesondere zur Untersuchung des gesamten Spektrums an Prozessabläufen und zur Nutzung des Software-Umfangs. Da bereits im Vorfeld mögliche Leitungstrassees mit der bisher angewandten

Automatische Klassifizierung von Gebäuden zur Einhaltung der gesetzlichen Mindestabstände.

Bilder: Gilytics



Die hellen Bereiche der Korridorkarte stellen das am besten geeignete Gebiet für die Leitungsführung dar.

Methode erarbeitet wurden, konnten die Lösungen mit jenen der digitalen Methode verglichen werden.

Zum Start modellierte das Projektteam das Gebiet und die Rasterauflösung und definierte die Layer-Kategorien in der Software, um die technischen, gesetzlichen und raumplanerischen Aspekte in Form einer Widerstandsmatrix zu modellieren. Dabei wurden die unterschiedlichen Zonen (Wald, Wiesen, Siedlungen, Schutzgebiete etc.) auf granularer Ebene parametrisiert. Die notwendigen Geodaten wurden beschafft und der entsprechende Raumwiderstand je Zone in der Widerstandsmatrix definiert. Die resultierenden Matrizen wurden als Ausgangspunkt verwendet und dienen in zukünftigen Projekten als Ausgangsmatrix. Anschliessend wurden mit Hilfe der Software mehrere Varianten für Freileitungstrassees generiert.

RÉSUMÉ

Tracement numérique de lignes électriques

Planifier les lignes électriques et les câbles souterrains de manière automatisée

Afin de couvrir les besoins en électricité, des raccordements au réseau, des tracés de lignes électriques et des capacités de transport plus élevées sont nécessaires. La planification optimale du tracé d'une ligne à haute tension est particulièrement exigeante dans les lieux à forte densité de population ou dans les zones protégées. Outre les critères techniques et les coûts pour la planification et la construction, des aspects d'aménagement du territoire et des prescriptions légales influencent la définition du tracé. Il faut respecter des distances minimales et des réglementations sur la protection du paysage et de l'environnement, tenir compte de la topographie et de l'aménagement du territoire, et maintenir les coûts d'investissement à un bas niveau. Cette pesée globale des intérêts recèle un potentiel de conflit et place les gestionnaires de réseau devant de grands défis. Les méthodes de planification utilisées jusqu'à présent demandent beaucoup de travail et de temps, car actuellement, les outils de travail intégraux et efficaces pour localiser des tracés de ligne optimaux sont limités.

La digitalisation offre de nouvelles possibilités d'accélérer le processus de planification et de satisfaire à la fois aux exigences que pose la rentabilité et à celles d'un tracé optimal. Dans le cadre de l'initiative de digitalisation Grid 4.0, Axpo met sur pied, en collaboration avec le développeur de logiciels Gilytics – une spin-off de l'ETH –, les compétences nécessaires à une planification de ses lignes à haute tension basée sur un logiciel. En intégrant des cartes numériques, le logiciel Pathfinder modélise les meilleures solutions de routage en tenant compte de tous les aspects pertinents, et les représente visuellement. La digitalisation de la planification des lignes fait partie intégrante de la transformation numérique d'Axpo et constitue une base importante pour un approvisionnement moderne en énergie. De la sorte, de nouvelles possibilités s'offrent pour faire face intelligemment aux exigences élevées de l'avenir énergétique. **MR**

Die Gegenüberstellung der so erarbeiteten Linienführung mit den im Vorprojekt nach der bisherigen Methode ausgearbeiteten Varianten zeigte einen ähnlichen Verlauf zwischen Wald und Siedlungsgebiet. Die digitale Variante bietet jedoch Vorteile, wie sich nachfolgend zeigt. Sie bildet eine ideale Basis für schnelle Anpassungen und zur Verwendung für zukünftige Projektschritte wie Kommunikation und Bau.

Zusätzlich wurden drei Varianten von Kabelleitungstrassen digital erstellt. Die erste Variante führt quer durch das Siedlungsgebiet. Die weiteren Varianten folgen zuerst der Autobahn und verlaufen dann in einem Fall durch und im anderen Fall entlang des Siedlungsgebiets.

Die Linienführung der digital erstellten Kabelleitung durch das Dorf führt durch keine Parzelleninnenflächen und weist die kürzeste Länge auf. Sie verläuft jedoch über eine längere Strecke in einer vor Kurzem neu asphaltierten Strasse. Ein Aspekt, der bei der traditionellen Trassierung nicht angemerkt wurde. Die Variante vom Vorprojekt führt in diesem Bereich im naheliegenden Gehweg. Ein Vorteil der Software zeigt sich in Bezug auf die archäologischen Gebiete, die beim Vorprojekt nicht berücksichtigt wurden. So sind hier alle relevanten Gebiete im selben Tool verfügbar. Die Empfehlung des Tools zur Umfahrung des Naturschutz- und Erholungsgebiets war ebenfalls sinnvoll.

Herausforderungen führen zu Kompetenzaufbau

Die Digitalisierung der Trasseeplanung weist viele Vorteile auf. Es konnten entweder optimale Strecken für alle Anspruchsgruppen gemäss Parametrisierung oder kürzere Strecken gefunden werden, wodurch weniger Material verbaut wird, weniger Energieverluste entstehen und dabei indirekt CO_2 eingespart wird. Herausforderungen bestanden in der Datenbasis, der Etablierung eines Engineering-Standards und in der Weiterentwicklung der Software an spezifische Anforderungen der Experten, wie nachfolgend erläutert. Dies erforderte den Aufbau von Kompetenzen und einer guten Zusammenarbeit zwischen Axpo und Gilytics.

Die Beschaffung aktueller Geodaten auf eidgenössischer, kantonaler und kommunaler Ebene bildet eine wichtige Grundlage zu Beginn eines Projektes. Nach anfänglicher manueller Datenbeschaffung kann seit März 2021 direkt auf die Datenbank von Swisstopo zugegriffen und der Aufwand reduziert werden. Aktuell werden kantonale und kommunale Daten manuell beschafft und eingelesen.

Um die digitalen Planungsarbeiten mit der Software effizient durchzuführen, hat Axpo begonnen, einen Engineering-Standard zu definieren und die relevanten Arbeitsabläufe aufzubauen. Dabei werden die verschiedenen Gebiete (zum Beispiel Siedlungen, Strassen, Schutzzonen) in der Software mittels einer Bewertung parametrisiert. Der umfassende Initialaufwand dieses Standards bildet die Basis für weitere Projekte und erhöht deren Effizienz bis zur zukünftigen Automatisierung.

Zusammen mit dem Software-Entwickler hat Axpo die Funktionen für die Anforderung von Expertinnen und Experten im Leitungsbau weiterentwickelt. Dabei wurden Kompetenzen für eine effiziente Zusammenarbeit aufgebaut, um die Software möglichst entsprechend der Branchenbedürfnisse einzusetzen und auch Anpassungen für spezifische Projekte vornehmen zu können.

Zusammenarbeit mit Infrastrukturbetreibern

Mit den durchgeführten Projekten zur Automatisierung der Trasseeplanung hat Axpo einen wichtigen Schritt zur durchgängigen Digitalisierung der Planung und des Engineerings von Leitungsbauprojekten gemacht. Viele der Vorteile der Software liessen sich schrittweise über mehrere Projekte realisieren und bieten Potenzial für zukünftige Projekte und Weiterentwicklungen.

Link
axpo.com/digitalsolutions

Autoren
Adrian Oostlander ist Leiter Geschäftsentwicklung bei Axpo Grid AG.
→ Axpo Grid AG, 5400 Baden
→ adrian.oostlander@axpo.com

Thomas Frey ist Leiter Projekte & Angebote bei Axpo Grid AG.
→ thomas.frey@axpo.com

Johannes Manser ist Leiter Geschäfts- und Datenanalytik bei Axpo Grid AG.
→ johannes.manser@axpo.com

Philippe Bieri ist Customer Happiness Manager bei Gilytics.
→ Gilytics, 8006 Zürich
→ philippe.bieri@gilytics.com