

EIN 3D DECISION SUPPORT SYSTEM ZUR REALISTISCHEN PLANUNG VON HOCHSPANNUNGSLEITUNGEN

Joram SCHITO¹, Ulrike Wissen HAYEK², Martin RAUBAL³

Inhalt

Im Zuge der Energiewende ist es nötig, das europäische Stromnetz auszubauen, da erwartungsgemäß mehr Strom durch das Netz fließen wird und die Stromspitzen zeitlich unvorhersehbarer verteilt sein werden. Dennoch werden Hochspannungsleitungen und insbesondere Freileitungen von weiten Teilen der Bevölkerung häufig negativ wahrgenommen: Die Masten stören das Landschaftsbild und das unheimliche Knistern des unsichtbaren Stroms kann bei betroffenen Personen Unbehagen auslösen. Dennoch ist der Wille, auf Strom zu verzichten vergleichsweise gering – nicht zuletzt, da Elektrizität volkswirtschaftlich wichtig ist und zum gesellschaftlichen Wohlstand beiträgt.

Um den Widerstand gegenüber neuen Hochspannungsprojekten zu mindern, forschen zwei Gruppen an der ETH Zürich an einem **3D Decision Support System (3D DSS)**, siehe Abb. 1), das aufgrund eines Szenarios den optimalen Leitungskorridor berechnet und in 3D darstellt. Während sich das Projekt 2014–2017 der Bestimmung optimaler Freileitungspfade widmete, wird seit 2018 an der Bestimmung optimaler Pfade für Erdkabel geforscht. Das entwickelte System erfüllt hierbei drei Funktionen: Die **Planungsfunktion** unterstützt Planer bei der Findung optimaler Alternativen für Korridore und Trassen auf einer objektiven Entscheidungsgrundlage, indem es diese schnell, einfach und zuverlässig berechnet. Die **Analysefunktion** unterstützt Entscheidungsträger beim Vergleich unterschiedlicher Alternativen zur Findung einer besten Alternative. Die **Kommunikationsfunktion** fördert die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Interessensvertretern und gestaltet den Planungsprozess transparent, was zu mehr Akzeptanz führen soll. Insgesamt soll mit dem 3D DSS der Planungsprozess vereinfacht werden, was die Kosten senkt und zur schnelleren Umsetzung der Energiewende führt.

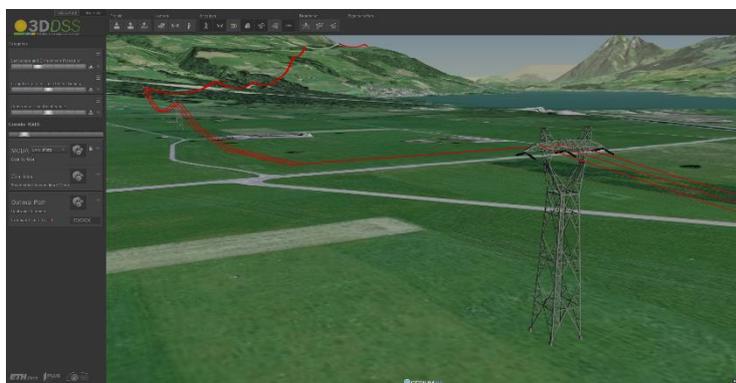


Abbildung 1: Die 3D DSS-Schnittstelle mit der Visualisierung eines Teils des Studiengebiets in der Zentralschweiz. Die visualisierte Freileitung wurde mit zufälligen Werten generiert und bildet ein fiktives Szenario ab.

Methodik

Das 3D DSS wendet die mathematischen Ansätze der Multikriteriellen Entscheidungsanalyse (MCDA) auf Konzepte an, mit denen Geografische Informationssysteme (GIS) räumliche Probleme lösen. Konkret wurde in Zusammenarbeit mit unseren Forschungspartnern ein Entscheidungsmodell mit rund 60 Faktoren aus den Bereichen *menschlicher Lebensraum*, *natürlicher Lebensraum* und *technische Umsetzbarkeit* erstellt, die allesamt eine räumliche Ausdehnung haben (z.B. Naturdenkmäler, Kulturgüter,

¹ ETH Zürich, Institut für Kartografie und Geoinformation, Stefano-Franscini-Platz 5, 8093 Zürich, +41446338114, jschito@ethz.ch, www.joramschito.ch

² ETH Zürich, Planung von Landschaft und Urbanen Systemen, Stefano-Franscini-Platz 5, 8093 Zürich, +41446333007, wissen@nsl.ethz.ch, <https://plus.ethz.ch/chair/people/person-detail.html?personid=109719>

³ ETH Zürich, Institut für Kartografie und Geoinformation, Stefano-Franscini-Platz 5, 8093 Zürich, +41446333026, mraubal@ethz.ch, www.raubal.ethz.ch

Wasserschutzgebiete, etc.). Den Faktoren werden Schutzziele zugewiesen, welche die Benutzer des 3D DSS bewerten (z.B. Bündelung fördern, Risiken minimieren, die belebte Natur schützen, etc.). Aus diesem Interessensszenario berechnet das 3D DSS über *Weighted Linear Combination* eine Kostenoberfläche, welche den Widerstand zum Bau einer neuen Hochspannungsleitung darstellt. Von dieser werden dann mit dem *Dijkstra-Algorithmus* der optimale Korridor und die optimale Trasse abgeleitet. Im Gegensatz zu ähnlichen Projekten erforscht die ETH Zürich hauptsächlich Ansätze, welche die **realistische Modellierung der Korridore und Trassen** beabsichtigt. Folgend werden einige aktuelle Erkenntnisse beschrieben, welche für eine realistische Modellierung besonders wichtig sind. Für die genaue Beschreibung der Funktionsweise des 3D DSS wird auf [1], [2] und [3] verwiesen.

Ergebnisse

Das 3D DSS schützt wertvolle Schutzgebiete über die gesetzlichen Grenzen hinaus

Angenommen, ein Schloss mitsamt dem umliegenden Schlosspark steht bis zu seiner Grenze unter Schutz. Aus psychologischer Sicht wird in der Nähe dieser abgegrenzten Schutzzone auch dann eine Schutzwirkung wahrgenommen, wenn diese von Gesetzes wegen nicht gegeben ist. Dieses Konzept wurde erstmals in [4] vorgestellt und in [3] als ausschlaggebendste Komponente bestätigt. Die Möglichkeit, Schutzgebiete über ihre eigentlichen Grenzen hinaus zu schützen, führt zu mehr Korridorvarianten, zu einem nachsichtigeren Umgang mit Schutzgebieten und zu mehr Kompromissbereitschaft.

Das 3D DSS fördert die Selbstkritik von Experten und regt zu Diskussionen an

Angenommen, Planungsexperten entwickeln ein Szenario, welche Faktoren wie stark vor dem Bau einer Hochspannungsleitung geschützt werden sollen, so stellt sich auch jeder Experte vor, welche Trassenführung diesem Szenario am ehesten entsprechen würde. Eine im Frühjahr 2019 durchgeführte Studie mit 10 Experten [5] verglich diese eigene Idealvorstellung mit der Lösung, die das 3D DSS berechnete und zeigte die Unterschiede mit 3D-Visualisierungen und Diagrammen. Die Resultate zeigen, dass das 3D DSS in der Lage ist, die Vorstellung über die genaue Linienführung zu revidieren, sollte sie in Widerspruch zum festgelegten Szenario und zu den definierten Schutzziele liegen.

Das 3D DSS fördert eine realistische Modellierung durch ein cleveres Entscheidungsmodell

Angenommen, das gleiche Moorschutzgebiet wurde sowohl auf Landes- als auch auf Bundesebene definiert, so würde ein Entscheidungsmodell, welches das gleiche Gebiet doppelt berücksichtigt, dieses überbewerten. Beim 3D DDSS sind alle Faktoren thematisch so aufgeschlüsselt, dass Gebiete mit einem höheren Schutz derselben Kategorie (z.B. Moorschutz) in niedrigeren Schutzstufen nicht mehr vorkommen. Dies vereinfacht die Diskussionen über die optimale Trassenführung, da die Stakeholder gezielt entscheiden können, welche Verwaltungsgliederungsstufe welche Schutzstufe erhalten soll. Zudem identifiziert eine Analysefunktion Gebiete, die zwar geschützt sind, aber überspannt werden können. Dies ermöglicht den Stakeholdern, die Diskussionen auch auf solche Schutzgebiete zu erweitern.

Referenzen

- [1] M. Raubal, J. Schito, A. Grêt-Regamey, und U. Wissen Hayek, «Einsatz von 3D GIS zur transparenten und nachhaltigen Planung von elektrischen Versorgungsnetzen», Bundesamt für Energie BFE, Ittigen (Switzerland), Schlussbericht SI/507073-01, 2017.
- [2] J. Schito, «Hochspannungsleitungen planen und deren Akzeptanz erhöhen – mit dem 3D Decision Support System der ETH Zürich», in Tagungsband Wissenschaftsdialog 2018, Bonn (Germany), 2018, S. 30–37.
- [3] J. Schito, U. Wissen Hayek, und M. Raubal, «Enhanced multi criteria decision analysis for planning power transmission lines», in Proceedings 10th International Conference on Geographic Information Science (GIScience 2018), Melbourne (Australia), 2018, Bd. 114.
- [4] J. Schito, «Modeling and optimizing transmission lines with GIS and Multi-Criteria Decision Analysis», it – Information Technology, Bd. 59, Nr. 1, S. 1–9, Jan. 2017.
- [5] J. Schito, J. Jullier, und M. Raubal, «A Framework for Integrating Stakeholder Preferences when Deciding on Power Transmission Line Corridors», EURO Journal on Decision Processes: Special Issue on Environmental Decisions, 2019.