

Zeitschrift: Energieia : Newsletter des Bundesamtes für Energie
Herausgeber: Bundesamt für Energie
Band: - (2008)
Heft: 5

Artikel: "Sicherheit, Technik, Umwelt und Wirtschaftlichkeit unter einen Hut bringen"
Autor: Oswald, Bernd / Kägi, Matthias
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-640288>

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: 11.01.2026

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



«Sicherheit, Technik, Umwelt und Wirtschaftlichkeit unter einen Hut bringen»

An Hochspannungsleitungen scheiden sich die Geister. Sollen neue Leitungen vermehrt in den Boden verlegt oder wie bis anhin als Freileitungen gebaut werden? Bernd Oswald, Professor an der Universität Hannover mit Fachgebiet elektrische Energieversorgung, über die Vor- und Nachteile der beiden Leitungssysteme.

Herr Professor Oswald, neue Hochspannungsleitungen im Freien stossen in der Schweiz und anderswo zunehmend auf Widerstand in der Bevölkerung. Warum werden solche Leitungen nicht einfach in den Boden verlegt?

Je höher die elektrische Spannung, desto schwieriger ist eine Erdverkabelung. Die Isolation muss dicker sein, es braucht Muffen, welche die Kabel miteinander verbinden, das System wird so unhandlicher und vor allem teurer. Freileitungen sind deshalb heute der Standard im europäischen Verbundnetz. Nur ein Bruchteil des Netzes auf der höchsten Spannungsebene, das gesamthaft eine Länge von rund 110 000 Kilometern aufweist, ist in den Boden verlegt. Erdverlegungen sind eine Alternative auf kürzeren Strecken, wo

Freileitungen aus Platz- und Sicherheitsgründen nicht möglich sind. Dies ist vor allem in Ballungsgebieten der Fall. Ein Beispiel dafür findet sich in Kopenhagen, wo eine Leitung über 10 bis 20 Kilometer in den Boden verlegt wurde.

Freileitungen stören das Bild jedoch auch in Erholungsgebieten und wertvollen Natur- und Kulturlandschaften.

Das stimmt, Freileitungen beeinträchtigen das Landschaftsbild, weil man sie von überall her sieht. Die erdverlegte Leitung dagegen tritt visuell weniger stark in Erscheinung. Aber auch sie greift in die Landschaft und vor allem in den Boden ein. Der Flächenbedarf ist während der Bauphase erheblich. Einmal gebaut, ist eine Kabeltrasse rund 8 Meter breit und 1.70 Meter tief. Durch die Verlustwärme wird der Boden ausgetrocknet. Wenn ein Landwirt plötzlich eine solche Trasse auf seinem Feld hat, wird er nicht begeistert sein. Bei Freileitungen kann das Land dagegen fast bis zum Mast genutzt werden. Die Trasse einer Freileitung kann zudem in speziellen Fällen um ein sensibles Gebiet gelegt werden, weil sie gegenüber der Verkabelung deutlich kostengünstiger ist.

Bei den Kosten gehen die Meinungen jedoch auseinander. Wie beurteilen Sie die beiden Systeme unter diesem Gesichtspunkt?

Man muss zwischen Investitions- und Betriebskosten differenzieren. Im Vergleich zu Freileitungen weisen Kabelleitungen um ein

Vielfaches höhere Investitionskosten aus. Dies hängt unter anderem von der Bodenbeschaffenheit ab. Umgekehrt bei den Betriebskosten: Sind die Kabel einmal verlegt, fallen nur etwa halb so hohe Betriebskosten an; bei Freileitungen sind diese dagegen hoch, weil grosse Übertragungsverluste entstehen.

Eine Rolle spielt auch die unterschiedliche Lebensdauer.

Freileitungen haben eine nachgewiesene Lebensdauer von 80 Jahren, wenn die Seile in dieser Zeit einmal ausgewechselt werden. Der Aufwand für den Unterhalt ist dabei klein. Bei erdverlegten Leitungen geht man von einer Lebensdauer von 30 bis 40 Jahren aus. Erfahrungswerte fehlen jedoch. Reparaturen können zudem Wochen dauern.

Welches der beiden Systeme kommt unter dem Strich am besten weg?

Aus technischer und energiewirtschaftlicher Sicht stellen Freileitungen in allen betrachteten Fällen eindeutig die beste Lösung dar. Meiner Meinung nach wäre es volkswirtschaftlicher Unsinn, beim Höchstspannungsnetz neue Leitungen im grossen Stil zu verkabeln. In Einzelfällen kann dies jedoch in Zukunft der einzige Ausweg sein, wenn durch Bürgerproteste der Leitungsbau blockiert wird und die Politik daher Erdverlegungen beschliesst.

INTERNET

Universität Hannover
Institut für Energieversorgung und
Hochspannungstechnik – Fachgebiet Elektrische
Energieversorgung:
www.iee.uni-hannover.de

Arbeitsgruppe «Leitungen und Versorgungssicherheit» im BFE:
www.bfe.admin.ch/aglvs

Niedersächsische Staatskanzlei zum Ausbau
des Hochspannungsnetzes:
www.netzausbau-niedersachsen.de

ForWind – Zentrum für Windenergieforschung
der Universitäten Oldenburg und Hannover:
www.forwind.de

Immer mehr Menschen sind besorgt wegen möglicher gesundheitlicher Folgen durch elektromagnetische Felder. Welches System schneidet hier besser ab?

Freileitungen sind von elektrischen und magnetischen Feldern umgeben. Bei Kabeln entsteht ein elektrisches Feld nur zwischen Leiter und Schirm. Das magnetische Feld schwächt sich mit der Entfernung schneller ab als bei Freileitungen. Im Abstand von einem Meter über dem Boden ist es zwar höher als direkt unter einer entsprechenden Freileitung, das Feld fällt jedoch schnell zur Seite des Kabels hin ab. Um mögliche gesundheitliche Auswirkungen auf den Menschen zu minimieren, gelten strenge Anlagengrenzwerte, die an Orten empfindlicher Nutzung wie Wohnungen, Schulen, Spitälern, Büros oder Spielplätzen eingehalten werden müssen. Diese Werte beziehen sich auf die volle

«MEINER MEINUNG NACH WÄRE ES VOLKSWIRTSCHAFTLICHER UNSINN, BEIM HÖCHSTSPANNUNGSNETZ NEUE LEITUNGEN IM GROSSEN STIL ZU VERKABELN. IN EINZELFÄLLEN KANN DIES JEDOCH IN ZUKUNFT DER EINZIGE AUSWEG SEIN, WENN DURCH BÜRGERPROTESTE DER LEITUNGSBAU BLOCKIERT WIRD UND DIE POLITIK DAHER ERDVERLEGUNGEN BESCHLIESST.»

Auslastung einer Anlage. Der Stromfluss variiert zeitlich jedoch stark – die durchschnittliche Magnetfeldbelastung liegt deshalb deutlich unter dem Spitzenwert.

Kein äusseres elektrisches Feld und kaum eine magnetische Flussdichte haben gasisolierte Leitungen, kurz GIL genannt, die vom deutschen Siemens-Konzern gebaut werden. Diese können ebenfalls unterirdisch verlegt werden, wie dies etwa unter der Palexpo Genf der Fall ist. Warum baut man nicht einfach mehr solche GIL?

GIL-Systeme ähneln einer Pipeline mit Innenleiter, die mit einem Gasgemisch als Isoliermedium gefüllt ist und grundsätzlich in den Boden verlegt werden kann. Ein magnetisches Feld tritt gegen aussen hin praktisch nicht in Erscheinung. Auch Übertragungsverluste sind deutlich geringer als bei einer Freileitung. Die Lebenserwartung wird auf 50 Jahre geschätzt, jedoch sind die Investitionskosten rund 6 bis 11 Mal höher als bei Freileitungen; bei den Betriebskosten liegen GIL etwa gleichauf mit den Kabelsystemen. GIL sind somit nur für kurze Entfernungen geeignet und nur dort, wo es aus technischer Sicht nicht anders geht, etwa wenn Freileitungen oder Kabel in der Nähe eines Flughafens Störungen verursachen könnten. [Anm. d. Redaktion: In der Schweiz sind GIL gemäss der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung nur dort zugelassen, wo es keine wirtschaftlichen und technischen Alternativen gibt.]

Ein gross angelegter Einsatz der GIL ist für Sie also nicht denkbar.

Nein, auch wenn es sich um eine gute Technik handelt. Der Aufbau ist jedoch sehr kompliziert,

das starre Rohr muss mit Winkelstücken dem Gelände angepasst werden. Man kann GIL mit der Magnetschwebbahn Transrapid vergleichen: an sich eine schöne Sache, aber viel zu teuer und nur für Sonderfälle auf kurzen Strecken sinnvoll. Problematisch ist auch das Gasgemisch, welches zu 80 Prozent aus Stickstoff und zu 20 Prozent aus Schwefelhexafluorid (SF₆) besteht. SF₆ ist ein synthetisches Treibhausgas, welches ein Klimawärmungspotenzial aufweist, das 24 000 Mal höher ist als jenes von CO₂. Bei GIL gibt es also höchste Anforderungen an die Dichtigkeit der Leitungen.

Gegner von Freileitungen setzen zudem grosse Hoffnungen auf unterirdische Gleichstromsysteme. Wie beurteilen Sie diese Technologie?

Als Alternative zu Freileitungen wird oft die so genannte Hochspannungsgleichstromübertra-

gung (HGÜ) angeführt, die auch in den Boden verlegt werden kann. Gleichspannungskabel besitzen ebenfalls praktisch kein elektromagnetisches Feld. Die Technologie erfordert jedoch kosten- und platzintensive Umrichterstationen, um den Strom wieder zu alltagstauglichem Wechselstrom zu konvertieren. Führend in der Entwicklung von HGÜ-Systemen ist der schweizerisch-schwedische Technologiekonzern ABB, der 1997 mit der Entwicklung seiner so genannten HVDC-Technik begann. HVDC-Systeme für den Stromtransport über Land sind jedoch erst wirtschaftlich bei sehr grossen Übertragungsentfernungen von einigen hundert Kilometern. Unabdingbar sind diese Systeme zudem für den Anschluss von küstenfernen Offshore-Windparks.

Alle Systeme haben also Vor- und Nachteile und sind teilweise umstritten. Wie sollen die Leitungsprojekte in dieser Situation vorangetrieben werden?

Der Vergleich aller Leitungssysteme zeigt, dass aus technischer und wirtschaftlicher Sicht vor allem die Freileitung punktet. In der Öffentlichkeit gewinnt die Verkabelungsfrage jedoch zunehmend an Bedeutung. Dadurch entstehen zum Teil erhebliche Verzögerungen bei gleichzeitig dringendem Netzausbau. In jedem Einzelfall ist eine sorgfältige Interessenabwägung nötig. Man muss die Aspekte Sicherheit, Technik, Umwelt und Wirtschaftlichkeit unter einen Hut bringen. Diese widersprechen sich gegenseitig, deshalb ist das eine enorm schwierige Aufgabe.

Interview: Matthias Kägi

Profil

Der in Görlitz (Sachsen) geborene Professor Bernd Oswald geniesst auch in der Schweiz den Ruf eines neutralen Wissenschaftlers. Oswald studierte von 1961 bis 1967 Elektrotechnik an der Technischen Universität Dresden. Nach dem Abschluss des Studiums arbeitete Oswald dort bis 1987 als wissenschaftlicher Assistent und Oberassistent am Institut für Elektrische Energieanlagen der TU Dresden. Von 1987 bis 1992 war er als Hochschuldozent für Elektroenergieversorgung an der TH Leipzig tätig. Danach wechselte er an die Universität Hannover, wo er bis 2007 den Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgung innehatte. Seither ist er dort Professor im Ruhestand. Seine Forschungsschwerpunkte sind die Computersimulation des stationären und nichtstationären Betriebsverhaltens von Elektroenergiesystemen sowie supraleitende Betriebsmittel und andere neue Komponenten in der Energieversorgung. Oswald ist Autor mehrerer Bücher zum Thema elektrische Energieversorgung.

Entscheidungsgrundlagen sollen mehr Klarheit schaffen

Neue Hochspannungsleitungen sind in der Schweiz umstritten. Widerstand gibt es beispielsweise in den Plangenehmigungsverfahren – also dem Baubewilligungsverfahren für elektrische Anlagen – der Leitungsprojekte Wattenwil-Mühleberg der BKW, Yverdon-Galmiz oder Chamoson-Chippis der EOS, bei denen zahlreiche Einsprachen behandelt werden müssen. Politiker von Gemeinden, Kantonen und dem Bund machen sich derweil stark für die Verlegung von Hochspannungsleitungen in den Boden. Sie fordern neutrale Machbarkeitsstudien sowie klare Kriterien für die Erdverlegung. Mitte Juni sprach sich auch der Ständerat dafür aus, die Situation zu klären.

Im Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK) beschäftigt sich eine Untergruppe der Arbeitsgruppe «Leitungen und Versorgungssicherheit» (AG LVS) intensiv mit dem Thema. Zusammen mit Vertretern der Nutz- und Schutzinteressen werden derzeit Kriterien erarbeitet, die den Entscheid «Kabel oder Freileitung» für konkrete Projekte erleichtern sollen. Der Entwurf eines Kriterienkatalogs ist für Herbst 2008 geplant.

Die Zeit drängt

Dass die bestehenden Stromübertragungsnetze ausgebaut werden müssen, ist unabdingbar. Die Situation der Übertragungsnetze in der Schweiz in Bezug auf die Versorgungssicherheit sei angespannt, schreibt die AG LVS in ihrem 2007 publizierten Schlussbericht. Bis im Jahr 2015 müssen in den strategischen Hochspannungsnetzen der Überlandwerke und der SBB insgesamt 67 Projekte realisiert werden.