Verkabelung : Spagat im Netzbau

Autor(en): **Amrein, Hanspeter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **103 (2012)**

Heft 5

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857291

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Verkabelung: Spagat im Netzbau

Spannungsfeld zwischen Kosteneffizienz, gesellschaftlichen Ansprüchen und Energiepolitik

Die Abneigung gegen Freileitungen steigt stetig. Und die Forderungen der Interessensgruppen widersprechen sich teils und treiben die Kosten des Leitungsbaus in die Höhe. Entsprechend gefordert ist die Netzplanung, um den Spagat zwischen den vielfältigen Ansprüchen, einem kosteneffizienten Netz und den Folgen der neuen Energiepolitik zu schaffen. Der Beitrag zeigt die laufenden Anstrengungen und die Problemfelder am Beispiel der Centralschweizerischen Kraftwerke.

Hanspeter Amrein

Um die Versorgungssicherheit langfristig zu gewährleisten, plante die Centralschweizerischen Kraftwerke AG (CKW), die Transportkapazität der Hochspannungsleitung Rathausen-Dierikon mit einer Spannungserhöhung auf 110 kV zu steigern. Der Erwerb der Durchleitungsrechte aber missglückte: Die Ausgangslage hatte sich wegen veränderter Grundeigentumsverhältnisse massiv gewandelt und aus dem Bundesgerichtsurteil «Riniken» ergaben sich neue, erhöhte Anforderungen – etwa an die Verkabelung, welche Einsprecher im Laufe des Verfahrens verlangten. Die CKW zogen ihr Bewilligungsgesuch nach fünfjähriger Verfahrensdauer im Januar 2012 zurück.

Das Beispiel zeigt: Für die Versorger verstärkt sich der Kampf um Durchleitungsrechte. Selbst Kantone und Gemeinden opponieren gegen Freileitungen. Sie sind oft in einem Interessenskonflikt, setzen sie sich doch einerseits für die Ansiedlung von Industrien und Unternehmen ein und sind andererseits als Landeigentümer Vertreter der Bürgerinteressen. Die Elektrizitätswerke wiederum stecken in der Zwickmühle zwischen gesetzlichem Versorgungsauftrag und verfügbarem Handlungsspielraum.

Reparaturarbeiten: Holzstangen-Freileitungen sind störungsanfälliger als Kabelleitungen.

Widersprüche in den Forderungen an die Elektrizitätsunternehmen sind dabei keine Seltenheit. Die Kunden erwarten, dass die Stromversorgung zuverlässig und zu einem angemessenen Preis funktioniert, und dass keine überzogenen oder gar überflüssigen Kosten in die Netznutzungstarife fliessen. Die breite Öffentlichkeit wiederum fordert, dass die Netzinfrastruktur in der Umwelt unsichtbar ist. Bestehende Freileitungen, gleich welcher Spannung, sollen in den Boden verlegt werden.

Gründe gegen Freileitungen werden umfangreicher

Die Gründe gegen Freileitungsvorhaben sind vielfältig und werden immer facettenreicher. In der Vergangenheit wurde argumentiert, die Landwirtschaft werde in ihrer Tätigkeit eingeschränkt. Heute werden von breiten Kreisen der Bevölkerung der Landschaftsschutz und die potenzielle Gefahr von Leitungen für die Gesundheit in den Vordergrund gestellt. Umweltvereine fordern einen ausgeprägten Vogelschutz. Grundeigentümer verlangen eine Verkabelung zum Werterhalt ihres Grundstücks und möchten eine möglichst hohe Vergütung für die Durchleitung. Im Gegensatz dazu wehrt sich das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) gegen Transformatorenstationen ausserhalb von Bauzonen.

Spätestens im Bewilligungsverfahren sind eine grosse Anzahl beschwerdeberechtigter Organisationen zu berücksichtigen und die Stellungnahmen vieler Fachbehörden einzubeziehen. Der Aufwand durch bestehende und neue Gesetze und Auflagen steigt zunehmend. Und damit steigen auch die Kosten für das Netz. Alle Forderungen zu erfüllen ist kaum möglich, und durch die intensive und langwierige Suche nach Kompromissen können die Leitungen kaum günstiger erstellt werden. Die Netzplanung ist stark gefordert: sie muss den Spagat zwischen den vielfältigen Ansprüchen und einem kosteneffizienten Netz bewältigen.

Bilder: CKW

Arbeiten für die Verlegung von Kabelleitungen: Je nach Gelände und Spannungsstärke können die Kosten markant höher ausfallen als bei Freileitungen.

In letzter Zeit haben sich zahlreiche Gerichtsurteile und Studien mit diesem Thema beschäftigt. Die Argumentarien von Bundesgerichtsentscheiden und Untersuchungen greifen immer tiefer in die Technik und befassen sich mit der Leistungsfähigkeit und der Kosteneffizienz über die gesamte Lebensdauer einer Leitung. Die Versorgungsunternehmen müssen vor Gericht belegen können, wie sie verschiedene Varianten gerechnet und bewertet haben.

Vorteile der Verkabelung aus Sicht des Versorges

Die Vorteile unterirdischer Kabelleitungen für Mittel- und Niederspannung sind auch aus Sicht des Versorgers unbestritten:

- Holzstangen-Freileitungen sind störungsanfällig. Der Sturm «Lothar» zeigte dies im Dezember 1999 mit hohen Schäden an den Freileitungen und vielen Netzausfällen auf eindrückliche Art und Weise. 30 % der CKW-Kunden konnten zeitweise nicht versorgt werden, rund die Hälfte der 2500 Trafostationen war ausgefallen. Verursacht wurde dies mehrheitlich durch defekte Freileitungen des Mittelspannungs- und Niederspannungsnetzes: 50 km Freileitung waren gestört und mussten repariert werden. Rund 1200 Holzstangen mussten ersetzt, rund 2500 neu gerichtet werden.
- Freileitungen müssen regelmässig ausgeholzt werden – Bäume mit Gefahrenpotenzial für die Freileitungen werden gekürzt oder gefällt. Damit verbunden sind Risiken und Kosten.
- Die gesetzlich vorgeschriebene Inspektion bei Holzstangen-Freileitungen und deren Dokumentation ist aufwendig.
- Das Durchleitungsrecht wird nach 25 Jahren nachentschädigt. Das bedeutet zusätzliche Kosten, insbesondere massiv höhere Kosten bei Freileitungen.
- Einen Vorteil des proaktiven Ersatzes von Freileitungen durch Kabelleitungen stellt der grössere Querschnitt von Kabelleitungen dar. Dieser erleichtert den späteren Anschluss von Eigenerzeugungsanlagen wie Fotovoltaik-Anlagen.
- Auch der Vergleich der Lebensdauerkosten kann je nach Situation und Spannungsebene für die Kabelleitung sprechen.

Die CKW investieren jährlich rund 60 Mio. CHF in Infrastruktur. Dabei ist man seit Jahren bestrebt, im Rahmen von Netzausbau und -erneuerung sowie anderen Bautätigkeiten Freileitungen im Verteilnetz zu verkabeln. Seit 2003 wurden 800 km herkömmliche Freileitungen mit 18 000 Tragwerken durch Kabelleitungen ersetzt. In den letzten 30 Jahren sind in ihrem Versorgungsgebiet sogar mehr als 60 000 Holzmasten aus dem Landschaftsbild verschwunden. Der Verkabelungsgrad im CKW-Netzgebiet mit gut 7500 Kilometer Leitungen liegt derzeit gesamthaft bei rund 75 %. Allein in den letzten sieben Jahren ist der Kabelanteil im Mittel- und Niederspannungsnetz um 8 % gestiegen.

Aber nicht jede Leitung kann verkabelt werden

In überbauten Gebieten sind unterirdische Kabelleitungen für Mittel- und Niederspannungsnetze bei den CKW, wie bei den meisten Versorgern in der Schweiz, seit Jahren selbstverständlich. Auch die wirtschaftliche Betrachtung stützt diese Praxis. Neue Mittelspannungsleitungen werden in jüngster Zeit auch ausserhalb von Bauzonen praktisch nur noch als unterirdische Kabelleitungen gebaut. Für Niederspannungsleitungen ist das bereits seit Längerem üblich.

Je nach Geländebeschaffenheit und Höhe der Spannung, können jedoch die Kosten für Kabelleitungen markant höher ausfallen als für Freileitungen. Hinzu

Zentralschweizer Grossprojekt

CKW und Bauernverband spannten für Verkabelung zusammen

Im Rahmen eines Grossprojektes hat CKW seit 2005 einen Grossteil ihrer Dienstbarkeitsverträge mit Luzerner Landeigentümern aktualisiert. Dienstbarkeitsverträge regeln die Durchleitung von Netzinfrastruktur auf privatem Grund und Boden und beinhalten eine Entschädigung für private Grundeigentümer. Die neuen Verträge wurden mit dem Luzerner Bäuerinnen- und Bauernverband erarbeitet. Sie ersetzen bis zu 100 Jahre alte Verträge oder legen die Nachentschädigung der Dienstbarkeit für viele Strommasten von Freileitungen im Verteilnetz erstmalig formell fest.

Vor sehr langer Zeit wurden Grundstückeigentümer gemäss Vertrag nur einmal entschädigt. CKW hat diese noch gültigen Verträge angepasst und die Grundeigentümer damit alle gleichgestellt. Die Kosten, die bei den Durchleitungsentschädigungen für die Kabel- statt Freileitungen eingespart wurden, wurden nach Möglichkeit in neue Kabelleitungen investiert.

Zur Zufriedenheit beider Parteien wurden die neuen Freileitungsverträge mit einer 25-jährigen Entschädigungsdauer abgeschlossen. 7 Mio. CHF wendete CKW für die neuen beziehungsweise aktualisierten Verträge sowie die entsprechenden Zahlungsverpflichtungen an die Grundeigentümer auf.

Im Rahmen des Grossprojekts hat CKW weitere rund 20 Mio. CHF allein in Erdverkabelungen im Verteilnetz (Mittel- und Niederspannungsleitungen) investiert: Dabei wurden rund 5000 Tragwerke und 220 km Freileitungen des Verteilnetzes aus der Landschaft entfernt und durch Kabel im Boden ersetzt.

kommt: Bei Kabelleitungen kann ein mehrere Meter breites Trassee nicht mehr bebaut werden. Bereits heute dürfen in Gebieten im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung (BLN) Kabelleitungen nicht oder nur eingeschränkt unter Auflagen erstellt werden. Die Folgen der Kabelleitungen wie etwa der Eingriff in die Natur, insbesondere bei höheren Spannungen, werden jedoch früher oder später auch zu Akzeptanzproblemen führen. Die Schwierigkeiten beim Erwerb der dazu notwendigen Rechte zeigen dies schon heute.

Freileitungen wird es immer geben. Denn die Geländebeschaffenheit wie etwa Bachtobel, Fels oder Gewässer, bedingt aus technischen und wirtschaftlichen Gründen weiterhin den Bau von Freileitungen.

Betriebliche Faktoren und Erfahrungen sprechen beim heutigen Stand der Technik bei Höchstspannungsleitungen (380 und 220 kV) klar für Freileitungen. Zukünftig wird Swissgrid, die diese Leitungen spätestens im Jahr 2013 grösstenteils übernimmt, bei Netzprojekten mögliche Verkabelungslösungen prüfen. Anlass dafür gibt eine Metastudie der Technischen Universität Ilmenau über Vor- und Nachteile von Freileitungen und Kabelleitungen. Diese hat, erstmals für den europäischen Raum, alle zwischen 2000 bis 2011 erstellten Studien zu Freileitungen und Kabelleitungen aufgearbeitet und zusammengefasst (siehe Bulletin SEV/VSE 12/2011, S.40).

Für die sachliche Abwägung der verschiedenen Interessen bei neuen Leitungen auf 220/380 kV-Ebene erarbeitet das Bundesamt für Energie ein Prüf- und Beurteilungsschema. So wird gewährleistet, dass die relevanten Kriterien für einen Technologieentscheid berücksichtigt sind.

Kosten versus Versorgungssicherheit

Eigentliche Mehrkosten entstehen heute hauptsächlich, wenn bestehende Freileitungen vorzeitig durch Kabelleitungen ersetzt werden. Werden Freileitungen vor dem Ende ihrer Lebensdauer ersetzt, entsteht ein Wertverlust. Die Restwerte der Freileitung und der noch bestehenden Durchleitungsrechte müssen abgeschrieben werden.

Neue Mittelspannungskabelleitungen kosten im Durchschnitt 150 CHF pro Meter. Das Niederspannungsnetz der CKW umfasst 4606 km Leitungen und ist zu 90 % verkabelt. Das Mittelspannungsnetz (20kV-Netz) der CKW umfasst 2102 km Leitungen und ist knapp zur Hälfte verkabelt. Alle verbliebenen Mittelspannungsfreileitungen zu ersetzen, würde bei den CKW demnach zusätzliche Netzinvestitionen von rund 170 Mio. CHF verursachen.

Allein die Erfahrungen aus den letzten Jahren zeigen aber, dass weniger Freileitungen die Anzahl der Störungen überproportional reduzieren und geringere Instandhaltungsaufwendungen nach sich ziehen. Die CKW haben seit 2005 im Rahmen eines Grossprojekts 20 Mio. Franken in die Verkabelung von Freileitungen der Mittel- und Niederspannungsebene investiert. Den Landwirten wurde durch das Vorzeigeprojekt die Bewirtschaftung der Nutzflächen erleichtert. Und die CKW konnten die Störanfälligkeit des Netzes durch äussere Einflüsse verringern (Kasten).

Prüfung der Regulierungsbehörde

Gemäss Stromversorgungsgesetz gewährleistet der Netzbetreiber ein sicheres, leistungsfähiges und effizientes Netz. In der Vergangenheit konnten die Kosten für Mehraufwendungen bei zusätzlichen Verkabelungen auf die Stromtarife umgelegt werden. Hohe oder/und steigende

Résumé **Mise sous terre des lignes électriques**

Entre efficacité en matière de coûts, exigences sociales et politique énergétique

De nos jours, une grande majorité de la population exige que les lignes électriques soient enterrées. Toutefois les exigences posées aux entreprises électriques sont souvent contradictoires. Les clients s'attendent en revanche qu'aucun prix excessif ne soit facturé et que l'approvisionnement fonctionne de manière fiable. Les entreprises d'approvisionnement sont tiraillées entre les exigences sociales, la mission d'approvisionnement dictée par la loi et l'efficacité au niveau des coûts du réseau.

Les lignes sous câbles pour les niveaux de moyenne et basse tension présentent aussi des avantages pour les entreprises électriques : les câbles sont moins soumis à des perturbations que les lignes aériennes, ces dernières doivent être régulièrement déboisées et l'inspection prescrite par la loi et sa documentation sont complexes. La mise sous terre facilite également le raccordement ultérieur des producteurs décentralisés comme les installations photovoltaïques.

Toutefois il y aura toujours des lignes aériennes. Certaines situations (en cas de rochers ou de cours d'eau) l'exigent. En outre, les lignes aériennes sont préférables pour les lignes à haute tension pour des raisons techniques et économiques. Par ailleurs, il faut attendre de savoir jusqu'où la commission de l'électricité sera prête à aller pour la mise sous terre. Mn

Preise für die Netznutzung wurden umgehend kritisiert.

Im der aktuellen Cost-plus-Regulierung prüft die Elektrizitätskommission (ElCom) die anrechenbaren Netzkosten bei einigen Unternehmen sehr genau. Es bleibt abzuwarten, wie weit und in welchem Umfang die ElCom die Zusatzaufwände für Verkabelungen akzeptieren wird. Welche Kosten sind in einer künftigen Anreizregulierung nach den Effizienzkriterien der ElCom anrechenbar und welche nicht? Möglicherweise lehrt dann die Erkenntnis, dass Mehrkosten aufgrund zusätzlicher Auflagen oder Forderungen von Behörden nicht als effizient akzeptiert werden.

Ausblick: Anforderungen an das Netz steigen

Verkabelung hin oder her: Die neue Energiepolitik des Bundesrats zwingt die Versorger allemal zu einem massiven Ausbau des Netzes. Denn der Bundesrat setzt stark auf den Ausbau erneuerbarer Energien. Dies beschleunigt die dezentrale Produktion, was neue Anforderungen an das Stromnetz stellt, und in den meisten Fällen zusätzliche Leitungen bedingt. So müssen zum Beispiel für Windenergieanlagen aufgrund ihrer exponierten Lage meistens neue und lange Leitungen gebaut werden. Auch der hohe Zuwachs an Fotovoltaikanlagen beeinflusst die Tätigkeiten der Versorger zunehmend. So bedingen beispielsweise neue Fotovoltaikanlagen auf den grossen Dachflächen der Landwirte, zusätzliche Erschliessungen und Transformatorenstationen.

Das Netz der CKW verändert sich also schneller als in der Vergangenheit. Der Anschluss vieler Eigenerzeugungsanlagen trägt massgeblich dazu bei. Im Geschäftsjahr 2010/11 wurden insgesamt 10 % mehr Netzanschlüsse erstellt, ersetzt oder geändert als im Fünfjahresschnitt. Hauptsächlich wegen der vermehrten Fotovoltaikanlagen gab es 30 % mehr Änderungen (Verstärkungen) von Netzanschlüssen. Dies steigert den Verkabelungsgrad der Mittelspannungs- und Niederspannungsnetze zusätzlich. In Zukunft wird das bestehende Verteilnetz häufiger den Anforderungen von dezentralen Erzeugungsanlagen angepasst, das heisst umgebaut. Nicht zuletzt deshalb wird der Anteil der unterirdischen Kabelleitungen auch in unbebauten Gebieten schnell zunehmen. Die CKW erwarten bis 2020 im Mittelspannungsnetz einen Verkabelungsgrad von 70 % (heute: 47 %).

Angaben zum Autor

Hanspeter Amrein ist Leiter Asset Management Netze bei der Centralschweizerischen Kraftwerke AG.

Centralschweizerische Kraftwerke AG, 6015 Luzern
hanspeter.amrein@ckw.ch

Anzeige