

Prof. Dr.-Ing. habil. B. R. Oswald
Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgung
an der Universität Hannover

Hannover, 30.06.2006

Stellungnahme zum Antrag der Fraktion BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN Priorität der Erdkabel beim Ausbau der Stromnetze in Schleswig-Holstein

Anlass des vorliegenden Antrags sind die anstehenden Entscheidungen zwischen Freileitungen oder Kabeln beim notwendigen Netzausbau Schleswig-Holstein mit den folgenden drei 110-kV-Leitungen:

- 1 Breklum-Flensburg (Nordfriesland)
- 2 Heide-Pöschendorf (Dithmarschen/Steinburg)
- 3 Lübeck-Göhl (Ostholstein)

Der Antrag ist in der Hauptsache auf folgende Beschlüsse gerichtet:

- Priorität der Kabelvariante „wo dies technisch machbar und wirtschaftlich vertretbar ist“
- Umlage von Mehrkosten für die Kabel auf die Netznutzungsentgelte
- Zügiger und umweltschonender Netzausbau

Bevor ich auf diese Punkte näher eingehe, möchte ich - auch zur Begründung meiner sich anschließenden Stellungnahme - die Aspekte darlegen, die bei jeder Entscheidung für oder gegen das Kabel von Bedeutung sind. Ich muss mich dabei in meinen Ausführungen allgemein halten, weil ich zu den anstehenden Leitungsvorhaben keine detaillierten Untersuchungen durchgeführt habe. Andererseits bezieht sich ja auch der Antrag ganz allgemein auf zukünftige Projekte in der Hoch- und Höchstspannungsebene. Was die genannten Leitungsprojekte angeht, so kenne ich die Gutachten von Herrn Prof. Brakelmann zu dem 110-kV-Leitungsbauvorhaben Breklum-Flensburg und kann bestätigen, dass die folgenden Aspekte auch darin eine entscheidende Rolle spielen.

1) Leitung ist nicht gleich Leitung.

Jeder Leitungsbau bedarf einer gesonderten projektgenauen Untersuchung hinsichtlich der Übertragungsaufgabe, Netzbedingungen, Versorgungszuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit. Dabei spielen Trassenverlauf, Gelände- und Bodenbeschaffenheit, Besiedlung längs der Trasse, Versorgungsaufgabe und zeitlicher Belastungsverlauf eine entscheidende Rolle.

2) Freileitung und Kabel haben unterschiedliche Betriebseigenschaften.

Das unterschiedlichen Isoliermedium und der damit verbundene grundverschiedene Aufbau von Freileitung und Kabel haben auch unterschiedliche Betriebsparameter zur Folge. Kabel haben einen kleineren Wechselstromwiderstand und eine deutlich höhere Leiter-Erde-Kapazität als Freileitungen. Durch die Kabelkapazität fließt ständig ein nutzloser kapazitiver Strom zur Erde ab, der den übertragbaren Strom einschränkt. Der kapazitive Strom nimmt mit

der Übertragungsspannung und Kabellänge zu. Ab einer bestimmten Kabellänge müssen deshalb Spulen zur Kompensation des kapazitiven Stromes aufgestellt werden. Beim Einsatz von Kabeln im Freileitungsnetz können Widerstands-Anpassungsspulen erforderlich werden, die verhindern, dass das Kabel zu viel Leistung auf sich zieht. Lichtbogenfehler in 110-kV-Netzen werden durch sog. Erdschlusslöschspulen von selbst zum Verlöschen gebracht. Mit wachsendem Kabelanteil muss die Spulenleistung erhöht werden oder gar eine Umstellung auf einen aufwändigeren Netzschutz vorgenommen werden. Grundsätzlich gilt, dass mit wachsender Betriebsspannung die unterschiedlichen Betriebs-eigenschaften dem Kabel eher zum Nachteil gereichen und der zusätzliche technische und finanzielle Aufwand für die Kabeltechnik steigt.

3) Freileitung und Kabel haben unterschiedliche Lebensdauern.

Das Isolationsmedium Luft bei der Freileitung erneuert sich auch nach Kurzschlüssen immer von selbst und unterliegt somit keiner Alterung. Lebensdauer erhaltende Maßnahmen an den Masten und Isolatoren oder das Erneuern der Leiterseile können ohne großen technischen und finanziellen Aufwand durchgeführt werden.

Die Isolierung der VPE-Kabel unterliegt dagegen einer thermischen Alterung, die durch Überlastung und Kurzschlüsse beschleunigt wird. Verunreinigungen in der Kabelisolation oder das Eindringen von Wasser in die Kabelisolation können zum vorzeitigen Ausfall des Kabels führen. Die Vielzahl der Kabelmuffen darf sich nicht als Schwachstelle erweisen.

Freileitungen haben eine nachgewiesene Lebensdauer von 80 Jahren und mehr. Bei VPE-Kabeln rechnet man dagegen mit einer Lebensdauer von 40 Jahren.

4) Freileitung und Kabel haben unterschiedliche Kosten.

Bei den Kosten unterscheidet man zwischen den Investitionskosten und den Betriebskosten, die hauptsächlich durch die Verluste entstehen. Die Investitionskosten sind beim Kabel insbesondere durch die Tiefbaukosten deutlich höher als bei der Freileitung. Da Kabel bei gleicher Übertragungsleistung aufgrund der schlechteren Wärmeabfuhr durch den Erdboden immer größere Leiterquerschnitte als Freileitungen aufweisen müssen, fallen beim Kabel als positiver Nebeneffekt geringere Stromwärmeverluste an. Trotz der geringeren Verlustkosten beim Kabel ergibt sich aber in den mir bekannten und auch selbst untersuchten 110-kV-Projekten ein Kostenverhältnis Kabel zu Freileitung von mehr als 2 zu 1.

Wirtschaftlichkeitsvergleiche unterschiedlicher Leitungen werden nach der Barwertmethode durchgeführt, bei der alle in der Zukunft liegenden Ausgaben (das sind im Wesentlichen die jährlichen Verlustkosten) auf den Stichtag der Errichtung abgezinst werden. Dabei ist zu beachten, dass die Barwerte der Ausgaben lediglich die real entstehenden Ausgaben beziffern und keine Finanzierungskosten für die notwendige Kapitalbeschaffung beinhalten.

5) Freileitung und Kabel haben unterschiedliche Zuverlässigkeitskennndaten.

Übertragungsnetze werden nach dem (n-1)-Kriterium geplant, gebaut und betrieben. Um das (n-1)-Kriterium einhalten zu können, ist Redundanz erforderlich. Das gilt für Freileitungen und Kabel gleichermaßen. Der Ausfall von Betriebsmitteln (hier Leitungen) kann vorhersehbar (z. B. betriebsbedingte Abschaltung für Wartungszwecke) oder störungsbedingt sein (z. B. durch Kurzschlüsse). Die störungsbedingten Ausfälle lassen sich nur mit statistischen Kenngrößen, die in der VDN-Störungsstatistik erfasst werden, bewerten. Die wesentlichen Kenngrößen sind die Ausfallrate (Zahl der Ausfälle pro km und Jahr) und die Reparaturdauer. Die Zeitdauer der Nichtverfügbarkeit einer Einfachleitung bezogen auf ein Jahr ergibt sich näherungsweise aus dem Produkt von Ausfallrate und Reparaturdauer. Da die Reparaturdauer eines Kabels deutlich über der einer Freileitung liegt (etwa Faktor 20), ergibt

sich selbst bei einer nur halb so großen Ausfallrate immer noch eine deutlich höhere Nichtverfügbarkeit eines Kabelsystems. Um das gleiche Zuverlässigkeitsniveau wie für Freileitungssysteme zu erreichen, müsste man dann ein zusätzliches paralleles Kabelsystem installieren. Anderenfalls muss man das geringere Zuverlässigkeitsniveau in Kauf nehmen und sich dessen aber auch bewusst sein.

6) Freileitung und Kabel haben unterschiedlichen Einfluss auf die Umwelt.

Freileitungen beeinträchtigen das Landschaftsbild durch ihre Sichtbarkeit, wobei die Beeinträchtigung auch von der Landschaft und vom Trassenverlauf selbst abhängt.

Die Umwelteinwirkung des Kabels ist dagegen weitgehend unsichtbar. Durch die Tiefbauarbeiten und den bleibenden Kabelgraben findet ein intensiver Eingriff in die ökologische Bodenstruktur statt. Das Ausmaß hängt von der Art der Verlegung (Dreieckverlegung- oder ebene Verlegung) und der Anzahl paralleler Systeme ab. In der Umgebung der Kabel kann es zu dauernder Bodenaustrocknung kommen. Der Eingriff in die Bodenstruktur durch Baumaßnahmen der Freileitung ist dagegen vergleichsweise gering. Einfluss auf die Gesamtbeurteilung der Umweltaspekte haben auch Ausgleichsmaßnahmen.

Freileitungen verursachen Geräusche durch Koronaerscheinungen. In der 110-kV-Spannungsebene liegt der Geräuschpegel unterhalb des für Wohngebiete zulässigen Wertes von 35 dB.

Freileitungen und Kabel lassen sich so errichten oder in der Trasse führen, dass sie die Grenzwerte der elektrischen und magnetischen Felder nach der 26. BImSchV nicht überschreiten.

Soweit meine allgemeinen Ausführungen. Nun zu meiner Stellungnahme zum o. g. Antrag:

Leitungen sind investitionsintensive Bestandteile des Energieversorgungsnetzes mit hoher Nutzungsdauer. Sie haben wie ein Glied einer Kette einen maßgebenden Einfluss auf die Versorgungszuverlässigkeit. Die Entscheidung für oder gegen eine technische Variante muss deshalb verantwortungsvoll unter Abwägung der Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit ganz im Sinn des Energiewirtschaftsgesetzes erfolgen. Dazu bedarf jedes Leitungsbauprojekt einer ausführlichen Bewertung hinsichtlich der von mir ausführlich dargelegten Unterschiede im Betriebsverhalten, den Kosten, der Zuverlässigkeit und der Umweltbeeinflussung. Eine a priori Entscheidung für das Kabel auf der Grundlage des „technisch machbaren“ widerspricht diesen Grundsätzen und dem Verantwortungsbewusstsein des Ingenieurs.

Inwieweit ein mehr als doppelt so hoher Kapitalaufwand für ein Kabel wirtschaftlich vertretbar ist, vermag ich nicht recht zu beurteilen. Ich denke eher nicht.

Die Umlage der Mehrkosten für Kabel auf die Netznutzungsentgelte führt unweigerlich zu höheren Energiekosten beim Abnehmer. Das wird übrigens auch der Fall sein, wenn die Umlage vom Regulierer nicht genehmigt werden würde. In Anbetracht der ohnehin weiter steigenden Energiekosten in den nächsten Jahren gehören alle kostentreibenden Maßnahmen auf den Prüfstein. Man muss sich auch darüber im Klaren sein, dass man selbst bei Finanzierung der Mehrkosten für das Kabel durch Umlage auf die Netznutzungsentgelte zum höheren Preis nicht das bessere Produkt (kürzere Lebensdauer, geringere Versorgungszuverlässigkeit plus technischer Mehraufwand) eingekauft hat.

Die Forderung nach einem zügigen Netzausbau ist aus Sicht der Windenergiebranche berechtigt. Sie darf aber ebenso wenig wie die Umlagefinanzierung der Mehrkosten nicht dazu führen, dass bewusst zu Ungunsten der Variante mit der besten Ausgewogenheit von Sicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit entschieden wird. Hier gilt das Sprichwort „Eile ist ein schlechter Ratgeber“. Man stelle sich vor, dass man vielleicht 1 bis 2

Jahre gewinnt, dafür aber während der gesamten vergleichsweise deutlich längeren Nutzungsdauer die technisch aufwändigere Variante mit der halben Lebensdauer und der geringeren Versorgungszuverlässigkeit im Netz hat. Damit es nicht zu solchen Kuriositäten kommt, ist die Politik mehr denn je gefragt, die Rahmenbedingungen für einen zügigen Netzausbau mit der optimalen Leitungstechnik zu schaffen.

Zum Schluss noch ein weniger ernsthaft gemeinter Rat in einer ernsthaften Sache: Sie können dem Strom zwar per Gesetz vorschreiben, ob er gefälligst durch ein Kabel oder eine Freileitung zu fließen hat, nicht aber wie er sich im Kabel oder in der Freileitung benehmen soll. Da macht er denn doch was er will. So ist er halt mal, der Strom.