

Univ.-Prof. a. D. Dr.-Ing. habil. B. R. Oswald  
Leibniz Universität Hannover  
Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik  
Fachgebiet Elektrische Energieversorgung

### **Stellungnahme zum Gesetzentwurf der Bundesregierung**

#### **Entwurf eines Gesetzes zur Beschleunigung des Ausbaus der Höchstspannungsnetze (Energieleitungsausbaugesetz – EnLAG)**

Drucksache 16/10491 v. 07.10.2008

Es ist unumstritten, dass das deutsche 380-kV-Höchstspannungsnetz (Übertragungsnetz) dringend und zwar zügig ausgebaut werden muss. Insofern ist die vordergründige Absicht des Gesetzes, nämlich der beschleunigte Netzausbau, zu begrüßen.

Es ist auch unumstritten, dass der Ausbau des Übertragungsnetzes mit (Drehstrom-) Kabeln gegenüber Freileitungen die technisch aufwändigere und wirtschaftlich ungünstigere Variante darstellt. Hinsichtlich der Umweltbelastung gehen die Meinungen auseinander. Der Eingriff in die Schutzgüter Boden und Wasser ist beim Kabel wesentlich stärker als bei der Freileitung. Dieser werden dagegen die negativen Auswirkungen ihrer Sichtbarkeit auf das Wohlbefinden des Schutzgutes Mensch und auf das Schutzgut Landschaft zum Nachteil angerechnet. Die Gesamtbewertung der Umweltverträglichkeit enthält somit eine stark subjektive Komponente. Unter rein technischem Aspekt ist die Sichtbarkeit der Freileitung sogar ein Vorteil, da sich der Zustand der Leitung und eventuelle Fehler leicht und schnell erkennen und orten lassen.

Zur Beschleunigung des Leitungsbaus sieht der Gesetzentwurf im §2 (2) für ausgewählte Pilotprojekte (und nur für diese) bei Annäherung der Leitungstrasse auf 400 m bzw. 200 m zu Wohngebäuden die Option einer Erdverkabelung vor (ausgenommen die Leitung durch den Naturpark Thüringer Wald). Eine endgültige Festlegung auf die Ausführung als Freileitung oder Kabel ist damit jedoch noch nicht verbunden. Die Abstände selbst haben durch den Bezug auf § 34 und 35 des Baugesetzbuches offensichtlich einen bauplanungs- und raumordnungstechnischen Hintergrund. Aus technischer Sicht sind derartige Abstände von Freileitungen zur Wohnbebauung jedenfalls nicht notwendig.

Sofern in dem dann vorgesehenen Planfeststellungsverfahren eine sorgfältige Abwägung der grundlegenden Forderungen des Energiewirtschaftsgesetzes nach *Sicherheit*, *Preisgünstigkeit* und *Umweltverträglichkeit* im *Einzelfall* erfolgt und zur sachlichen Entscheidungsgrundlage gemacht wird, ist gegen diese Option generell nichts einzuwenden. Sie darf aber nicht dazu führen, dass eine einseitige Entscheidung *für* die Erdverkabelung, lediglich auf der Grundlage einer Abstandsvorschrift getroffen wird.

Um im optionalen Fall eine sachliche Entscheidung für oder gegen die Verkabelung zu treffen, müssen - wie bisher auch schon - die technischen und umweltrelevanten Eigenschaften, sowie die wirtschaftlichen Folgen angemessen und unvoreingenommen berücksichtigt werden.

Bei der Bewertung der technischen Eigenschaften kann nicht oft genug darauf hingewiesen werden, dass Freileitungen und Kabel in ihrem Betriebsverhalten wesentliche Unterschiede aufweisen, die allerdings erst mit wachsender Spannung, dann aber umso deutlicher hervortreten. Das kann man ohne ins Detail zu gehen, allein schon daran ermessen, dass Freileitungen bis 1150 kV im Einsatz sind und auch noch mit höheren Spannungen ausführbar sind, während die derzeitige höchste Spannung für VPE-Kabel bei 500 kV liegt. Aufgrund des gravierenden Einflusses der Spannung auf das Betriebsverhalten des Kabels ist es eben nicht zulässig, Erfahrungen und Möglichkeiten der Verkabelung des 110-kV-Netzes auf das 380-kV-Netz zu übertragen, ganz abgesehen davon, dass die Zuverlässigkeitsanforderungen an das 380-kV-Netz nicht mit denen des 110-kV-Netzes vergleichbar sind.

Kabel sind aufgrund ihrer kompakten Bauweise und der Verlegung im Erdboden einer völlig anderen elektrischen und thermischen Beanspruchung als Freileitungen mit weitreichenden Konsequenzen ausgesetzt. Der als Isolierstoff eingesetzte Kunststoff VPE altert im Gegensatz zum Isolationsstoff Luft bei der Freileitung im Laufe der Zeit und verkürzt somit die Lebensdauer des Kabels im Vergleich zur Freileitung. Ersatzinvestitionen werden daher wesentlich früher notwendig als bei Freileitungen. Fehler (Kurzschlüsse) an Kabeln führen im Gegensatz zur Freileitung (die Luft ist selbstheilend) immer zu Schäden, die eine aufwändige und langwierige Reparatur erforderlich machen. Ein weiterer Nachteil des festen Isolierstoffes ist seine „Stromdurchlässigkeit“. Kabel sind gewissermaßen undicht. Dieses Phänomen ist für einen Nichtelektrotechniker schwer zu erklären und wird deshalb gewöhnlich nicht wahrgenommen oder einfach ignoriert, zumal es in den unteren Spannungsebenen nicht so eine entscheidende Rolle wie in der Höchstspannungsebene spielt.

(Zur einfachen Erklärung kann man ein Kabel mit einem Bewässerungsschlauch, dessen Oberfläche feine Poren zum Wasseraustritt aufweisen, vergleichen. Legt man Spannung an das Kabel (setzt man den Bewässerungsschlauch unter Wasserdruck), so kommt nur ein Teil des eingespeisten Wassers (Stromes) und ab einer bestimmten Länge gar kein Wasser mehr am Ende an. Daran ändert auch eine Erhöhung des Wasserdruckes (der Spannung) nichts, es tritt dann sogar noch mehr Wasser aus den Poren aus. Zur Abhilfe muss man bei langen Schläuchen (Kabeln) abschnittsweise neue Einspeisestellen vorsehen. Bei Kabeln übernehmen diese Aufgabe Kompensationsspulen, die den Stromverlust ausgleichen.)

Für den Einsatz von (Drehstrom-) Kabeln gilt daher der einfache Grundsatz, dass das Produkt aus Länge und Spannung begrenzt ist. Das allein erklärt schon den Umstand, dass Kabel in den unteren Spannungsebenen (kleinere Spannung *und* kürzere Leitungen) besser aufgehoben sind.

Aufgrund des erhöhten Fertigungs- und Montageaufwandes, sowie der umfangreichen Tiefbauarbeiten liegen die Investitionskosten von Kabelanlagen ein Mehrfaches über denen der Freileitung. Durch die notwendigerweise<sup>1)</sup> größeren Leiterquerschnitte und die Verwendung von Kupfer als Leitermaterial sind die stromabhängigen Verluste des Kabels geringer als die der Freileitung. Demgegenüber sind aber die spannungsabhängigen Verluste der Kabel höher als die der Freileitung, insbesondere wenn aus Gründen der Übertragungsfähigkeit mehrere parallele Kabel erforderlich sind. Zu den Verlusten einer Kabelanlage tragen auch die eventuell erforderlichen Kompensationsspulen bei. Bei kompensierten Kabelabschnitten können deshalb die Gesamtverluste sogar größer als bei der Freileitung werden.

Die deutlich höheren Gesamtkosten einer zur Freileitung in jeder Hinsicht ebenbürtigen Kabelanlage dürfen nicht dazu verleiten, Teilverkabelungen nicht in der erforderlichen Ausstat-

---

<sup>1)</sup> Im Gegensatz zur Freileitung, die bisher nach anderen Kriterien optimiert wurde, müssen die stromabhängigen Verluste des Kabels wegen der schlechten Wärmeabfuhr durch den Erdboden von vornherein in Grenzen gehalten werden. Inzwischen ist man wegen der höheren Bewertung der Verluste aber schon dazu übergegangen auch für Freileitungen größere Leiterquerschnitte vorzusehen.

tung auszuführen. Die maximale Übertragungsfähigkeit der heute verfügbaren 380-kV-VPE-Kabel liegt deutlich unter der der 380-kV-Freileitungen. Das bedeutet, dass eine gleichwertige Verkabelung eines Systems einer Freileitung mit zwei parallelen Kabelsystemen vorgenommen werden müsste. Um Kosten zu sparen, liegt die Versuchung nahe, trotzdem nur ein Kabelsystem pro Freileitungssystem vorzusehen. Damit würde nicht nur ein Engpass im gesamten Leitungszug in Kauf genommen werden, sondern auch die Nichtverfügbarkeit der gesamten Leitung durch die lange Reparaturdauer der Kabel bestimmt werden. Eine derartige „Billiglösung“ hätte somit fatale Folgen für die Netzstabilität und die Versorgungszuverlässigkeit, insbesondere wenn mehrere solche Engpässe in das Netz eingebaut werden.

Die im Gesetzentwurf §2 (1) aufgeführten Pilotprojekte für Kabelstrecken sind Bestandteile wichtiger, in der DENA-Studie identifizierter, Leitungsverbindungen. Sie haben damit nicht den Charakter von unabhängigen Versuchsstrecken, sondern unterliegen bereits den strengen Anforderungen an die Zuverlässigkeit des Übertragungsnetzes. Im Fall einer Teilverkabelung sind deshalb hinsichtlich der Belastbarkeit im normalen und gestörten Betriebszustand und hinsichtlich der Versorgungszuverlässigkeit mindestens die gleichen Anforderungen wie an die Freileitungsabschnitte zustellen. Unabhängig davon muss man sich der Tatsache bewusst sein, dass bei Ausfall einer Kabelstrecke nur ein eingeschränkter Betrieb oder gar ein totaler Ausfall der Leitung bis zum Abschluss der langwierigen Reparatur des oder der ausgefallenen Kabel möglich ist.

Darüber hinaus müssen die Pilotprojekte, um ihrem Charakter und ihren Erwartungen - es geht um den Nachweis der Einsatzfähigkeit *längerer* Kabelstrecken *im Übertragungsnetz* - gerecht zu werden, folgende Anforderungen erfüllen.

1. Die Teilverkabelungstrecken müssen eine Mindestlänge aufweisen, die signifikante Rückschlüsse auf die Fehlerhäufigkeit (die Fehlerwahrscheinlichkeit wächst mit der Kabellänge und der Anzahl der Muffen) und die tatsächlichen Kosten längerer Kabelstrecken ermöglichen. Die in der Begründung unter Abschnitt B) unter Abs. 2 (Seite 32) aufgeführte Mindestlänge für einen „technisch und wirtschaftlich effizienter Teilabschnitt“ von 3 km erfüllt diesen Testanspruch nicht, zumal es bereits Erfahrungen mit derart kurzen Kabelstrecken dieser Größenordnung gibt. Andererseits sollte die Länge nicht zu groß sein, um keinen „Growianefekt“ zu riskieren.

2. Die Pilotprojekte sollten wissenschaftlich vorbereitet und begleitet und die Kosten, Betriebserfahrungen und Störungen jeder Art der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.

Aussagen über die Lebensdauer unter normalen Bedingungen sind in absehbarer Zeit von den Pilotprojekten allerdings nicht zu erwarten.

Hannover, 11.12.2008

B. R. Oswald