



Workshop BNetzA – HGÜ und anderen Technologien

Was können Hochtemperaturseile leisten?

Wilfried Fischer

Stand: 09.07.2010

Vom Seil zum Funktionswert im Netz

Funktionswert im Netz

Integration ins Netz

Übertragungssystem

Beseilungssystem

4er Bündel

Produkt = Seil

Inhalt

Beim Seiltausch auf einer Bestandsleitung sind verschiedene Aspekte zu beachten:

1 Juristische Aspekte

2 Netztechnische Aspekte

3 Schutztechnische Aspekte

4 Wirtschaftliche Aspekte

Nicht betrachten werden : Betriebliche und umweltrelevante Aspekte

1.1 Juristische Aspekte

- § 43 EnWG - Erfordernis der Planfeststellung

„ **Die Errichtung und der Betrieb sowie die Änderung von**

1. Hochspannungsfreileitungen, , mit einer Nennspannung von 110 Kilovolt oder mehr, bedürfen der Planfeststellung durch die nach Landesrecht zuständige Behörde.“

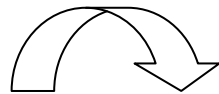
Es ist eine Reihe von rechtlichen Fragen zu klären:

- Bestandsanlagen sind hinsichtlich ihrer Errichtung bzw. ihres Betriebs nicht für Hochtemperaturseile planfestgestellt
- Umrüstung auf Hochtemperaturseile stellt ggf. eine wesentliche Änderung der technischen Anlage dar
- Berechtigung zur Umrüstung in alten Genehmigungen enthalten?
- Grundsatz – Genehmigung kann sich nur auf die bei Antragstellung zugrundeliegenden Unterlagen und Informationen beziehen – soweit Techniken nicht verfügbar bzw. beantragt, keine Genehmigung! (BVerwGE 84, 220)
- Befreit die Einhaltung der 26. BImSchV vom Erfordernis der Planfeststellung?
- Emissionsgrenzwerte beschränken die Betriebsweise, berechtigen jedoch nicht eine andere Betriebsweise vorzunehmen (Hansmann in Landmann/Rohmer, Bd. I, BImSchG, § 16 Rn. 82)

Juristische Aspekte

§ 43 EnWG - Erfordernis der Planfeststellung für Umrüstung

- Kriterien:
- Änderung der Raumwirkung durch höhere Maste und/oder höhere Ströme
- Änderung der technischen Parameter des Übertragungssystems
- Änderung der von der Anlage ausgehenden Umweltauswirkungen (z.B. Landschaftsbild)



- daher Planfeststellung bzw. Plangenehmigung erforderlich
- soweit die Änderung mit erheblich nachteiligen Umweltauswirkungen verbunden ist (Ermessungsentscheidung des jeweiligen Bundeslandes), ist eine Umweltverträglichkeitsprüfung im Rahmen eines Planfeststellungsverfahrens erforderlich

1.2 Juristische Aspekte

- § 49 EnWG Einhaltung der Sicherheitsanforderungen an Energieanlagen setzt die Genehmigung des Planes voraus (Helmes in Britz/Hellermann/Hermes, EnWG, § 43 Rn. 23)
- **§ 49 Anforderungen an Energieanlagen**
- (1) Energieanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist. Dabei sind vorbehaltlich sonstiger Rechtsvorschriften die **allgemein anerkannten Regeln der Technik** zu beachten.
- (2) Die Einhaltung der allgemein anerkannten Regeln der Technik wird vermutet, wenn bei Anlagen zur Erzeugung, Fortleitung und Abgabe von Elektrizität die technischen Regeln des Verbandes der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.,...eingehalten worden sind.
- Es sind die **(allgemein) anerkannten Regeln der Technik**, die in der Wissenschaft als theoretisch richtig erkannt sind und feststehen, in der Praxis bei dem nach neuestem Erkenntnisstand vorgebildeten Techniker durchweg bekannt sind und sich aufgrund fortdauernder praktischer Erfahrung bewährt haben.

Von der Idee zur anerkannten Technik



Definition der anerkannten Regeln der Technik

- (allgemein) anerkannten Regeln der Technik setzen voraus, dass diese von der Mehrheit der Fachleute anerkannt sind und in der Praxis erprobt sind (Helmes in Britz/Hellermann/Hermes, EnWG, § 49 Rn. 6)

Juristische Aspekte

- Erprobung ist nur mit genehmigten Anlagen möglich!
- EnWG kennt keine Ausnahme von der Planfeststellungsbedürftigkeit für Anlagen zur Forschung, Entwicklung und Erprobung - anders § 4 Abs. 1 BImSchG i.V.m. § 1 Abs. 6 4.BImSchV
- Erprobung in der Praxis daher rechtliche „Grauzone“
- EnWG spricht nur von anerkannten Regeln der Technik - nicht unmittelbar identisch mit den DIN und anderen Normen (BGH Urt. v. 14. Mai 1998 - VII ZR 184/97)
- Die allgemein anerkannten Regeln der Technik – verlangen, Techniken einzusetzen, die sich in der Praxis durchgesetzt haben

Die Anerkannten Regeln der Technik haben große Bedeutung im **gesamten Strafrecht** als Maßstab für die Bestimmung der Pflichtwidrigkeit eines Handelns, insbesondere bei der Prüfung der Fahrlässigkeit. Die Anerkannten Regeln der Technik werden außerdem erwähnt in § 319 des deutschen Strafgesetzbuches (Baugefährdung)

"(1) Wer bei der Planung, Leitung oder Ausführung eines Baues oder des Abbruchs eines Bauwerks gegen die **allgemein anerkannten Regeln der Technik verstößt und dadurch Leib oder Leben eines anderen Menschen gefährdet, wird mit Freiheitsstrafe bis zu fünf Jahren oder mit Geldstrafe bestraft...**"

1.3 Juristische Aspekte

Weitere juristische „Fallstricke“ :

- Haftung für Anlagen, die nicht den allgemein anerkannten Regeln entsprechen
- hier: Einsatz nicht genehmigter bzw. nicht genehmigungsfähiger Technik
- d.h. kein sicherer Netzbetrieb gem. § 11 EnWG – Widerruf der Genehmigung nach § 4 EnWG

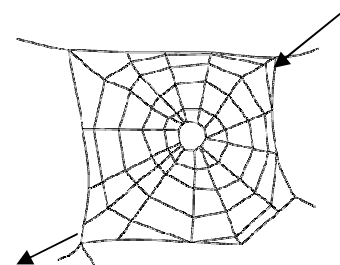
- Gefährdung des europäischen Verbundsystems – Haftung entspr. Multilateralem Agreement
- Herbeiführung
- d.h. im Schadensfall Haftung ggü. Netzkunden bzw. Geschädigten

- Verlust der Genehmigung bei Neubeseilung und Nichtnachrüsten der vorhandenen Maste nach neuester Norm

- Gesetzliche Verpflichtung zur Kooperation gem. § 12 EnWG,
- Aber Kartellrecht : Marktbeherrschende Stellung kann zu Missbrauch führen

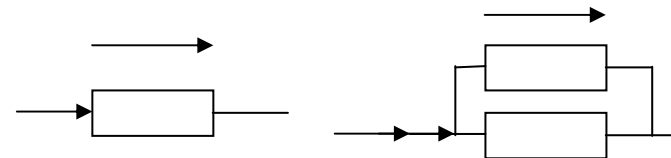
2. Netztechnische Aspekte (1)

- **Stationär – Stromerhöhung durch größerem Querschnitt?**
- Impedanz zu 80 bis 90 % von der Geometrie der Phasen abhängig (Eigen- und Gegeninduktivität), nur 10 bis 20 % vom Querschnitt (ohmschen Widerstand)
- Die Netztopologie bestimmt die Stromaufteilung in jeder Leitung (Kirchoff'sche Gesetze für die Parallel- und Reihenschaltung von Widerständen)
- Spannungsfall d.h Spannungsverletzung beachten (Betrieb innerhalb dieser Grenzen 380 kV bis 420 kV)
- Doppelter Strom = Doppelter Spannungsfall, Vierfache Verluste
- Lösung : Bei halben Widerstand d.h. Parallelschaltung derselbe Spannungsfall und nur zweifache Verluste



Spannungsfall auf der Leitung

$I \times R$ oder $2 I \times R/2$

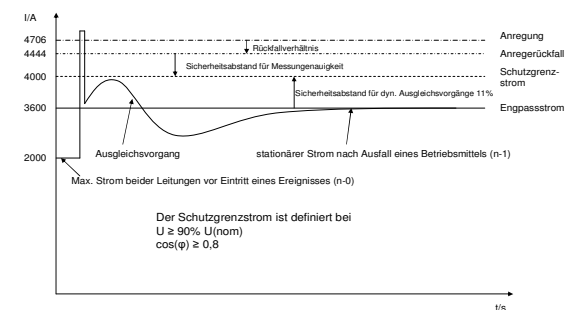


Netztechnische Aspekte (2)

- Höhere Versorgungssicherheit bei Erhöhung der Übertragungskapazität durch mehrere parallele Teilsysteme
- für die (n-1)-Sicherheit sind parallele Leitungen weitaus besser geeignet als wenige Hochbelastbare, um den Ausfall eines Systems zu verkraften z.B die Verfügbarkeit und gesicherte Transportkapazität ist bei 3 aus 4 größer als bei 1 aus 2.

Transiente Betrachtung

- Ausgleichsvorgänge im Fehlerfall ,
Ausreichender Abstand zur Stabilitätsgrenze
des Netzes und der Generatoren



Auslastung Leitung 413/414 mit TAL-Seil

Netztechnische Aspekte (3)

Leitung im Netz

- Schaltgeräte in der Normalausführung nur verfügbar bis max 4000 A, in Sonderausführung bis 5000 A.
- 3er oder 4er Bündel wegen der Corona-Verluste, Geräusche und Funkstörung
- „Eigene Hausnorm“ für die Prüfung des Beseilungssystems d.h. der Seile und Armaturen durch externe Fachleute und Prüffelder, um nachweisen zu können, dass die neue Beseilung zumindest den allgemein anerkannten Regeln der Technik, wenn schon nicht einer Norm entspricht

- Hochausgelastete Netze verschärfen die Blindleistungsproblematik insbesondere bei Störfällen
- Die Spannungsstabilität ist weit vor Erreichen der thermischen Grenze der Freileitung gefährdet
- Der Spannungskollaps ist weltweit die häufigste Ursache für Blackout
- Fazit: Ein hoch ausgelastetes 380 kV-Netz stößt über große Distanzen (> 400 km) auf seine technisch machbaren Grenzen

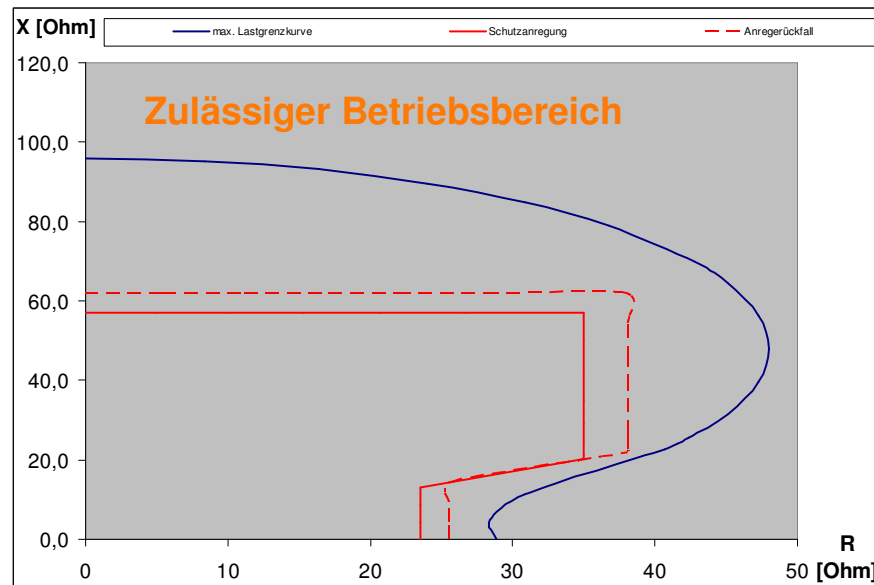
3. Schutztechnische Aspekte (1)

- Eine Erhöhung der Übertragungskapazität von Leitungen ist nur mit Einsatz von modernen digitalen Distanzschutzeinrichtungen mit integrierter Lastausparung möglich.
- In einem definierten Lastbereich (max. Lastwinkel), in dem hohe Lastströme zu übertragen sind, wird die Reichweite für Fehlerwiderstände (Resistanzen) reduziert. Dies ist bis zu einem bestimmten Maß zulässig, da in diesem Bereich nur Nahfehler durch den Distanzschutz erfasst werden.
- Die Einstellung der Schutzkennlinie muss allerdings sicherstellen, dass alle Fehler erkannt und entsprechend Transmissioncode abgeschaltet werden.
- Somit ergeben sich schutztechnische Grenzen für die maximal über eine Leitung zu übertragenen Wirk- und Blindleistung =>

Begrenzung des maximal zu übertragenen Stromes auf 3600 A

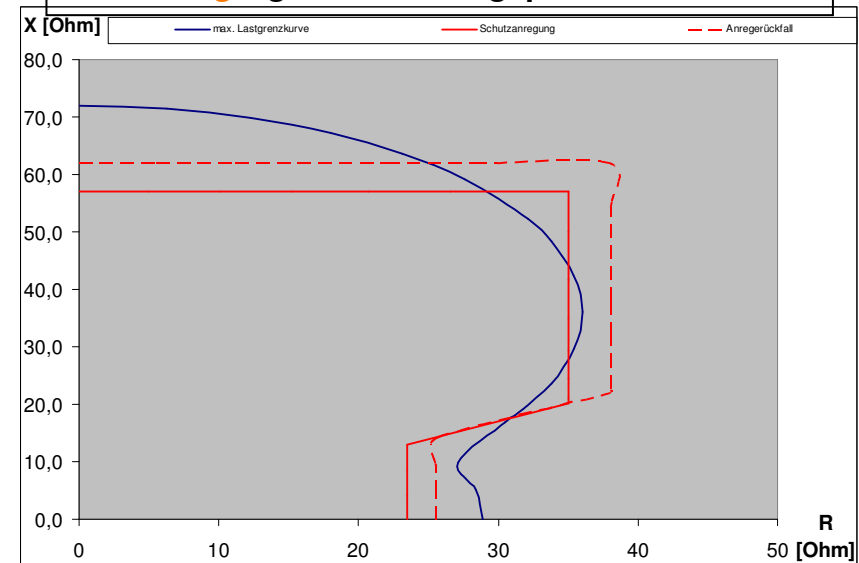
Schutztechnische Aspekte (2)

Die ordnungsgemäße Funktion des Distanzschutzes begrenzt den Übertragungsstrom der Leitung !



$I(\max) = 3600 \text{ A} \Rightarrow$
 $S(\max) = 2495 \text{ MVA}$
 $Q(\max) = 800 \text{ MVar}$

Übertragung von 1000 MVar Blindleistung führt zur Schutzanregung und Endzeitauslösung \Rightarrow unzulässig wg. Blindleistungsproblematik !



$I(\max) = 3600 \text{ A} \Rightarrow$
 $S(\max) = 2495 \text{ MVA}$
 $Q(\max) = 1000 \text{ MVar}$

4. Wirtschaftliche Aspekte (1)

- Beispielhafte Kostenstruktur der 380 kV Freileitung für 2 x 3600 A = 2 x 2400 MVA
 - 725 000.- € pro km
 - 235 000.- € für Beseilungssystem installiert = 33 %
 - Spezifische Kosten je km und MVA 151.- €
-

- Abschätzung der Kosten für die Neubeseilung einer bestehenden Freileitung mit Standardseil TAL Alu/Stahl bei Zugewinn 2 x 1200 A = 2 x 800 MVA
 - 375 000.-€ pro km für Fundamente, Mastverstärkung und neuem Beseilungssystem
Nicht eingeschlossen: Austausch der Schaltgeräte
 - Spezifische Kosten je km und MVA 235.- €
-

- Prozentuale **Mehrkosten** $235 / 151 = + 55,6 \%$ (Wirtschaftlichkeit beachten !)
- Mehrkosten von HT Seil : GAP Faktor 1,8 bis 2,0 (Aussage Hitachi) + Montage 1,5
- : Invar Faktor 3,0 bis 4,0 (Aussage Hitachi)

Wirtschaftliche Aspekte (2)

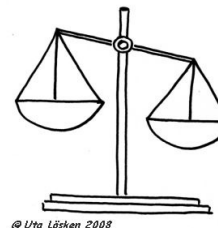
Innovationsanreize bei Anreizregulierung

Kosten für F&E = beeinflussbare Kosten

Ziel der Anreizregulierung ist die Senkung der beeinflussbaren Kosten

Dieser rechtliche Rahmen bietet nicht nur keinen Anreiz zum Einsatz neuer Übertragungstechnologien, sondern hemmt sogar entsprechende Aktivitäten.

Trotz der möglichen Anerkennung von Projekten mit Einsatz von HT-Seilen gem § 23 ARegV als nicht beeinflussbare Kosten sind Langzeituntersuchungen (Temperaturwechselprüfung) aktuell strittig



© Uta Lösken 2008

Ungleichgewicht in der Behandlung :

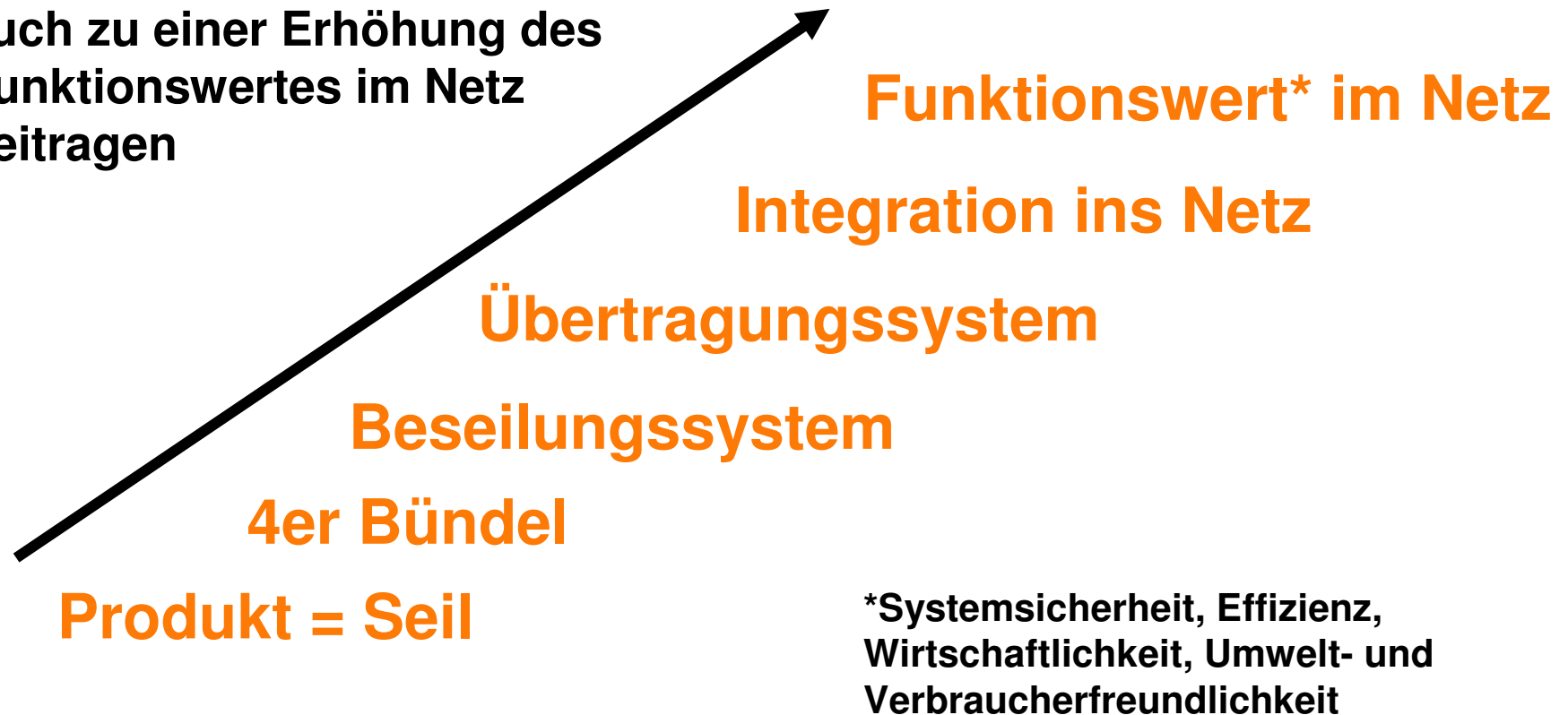
Die regenerative Energieerzeugung wird in Deutschland in den nächsten 10 Jahren mit ca. 70 Mrd. € unterstützt.

Die Kosten für Innovationen in das Übertragungsnetz betragen einen Bruchteil dieser Subventionen.

Fehlende Innovationen führen sogar dazu, dass die hohe Förderung der regenerativen Energieerzeugung verpufft, wenn die CO₂-Einsparungen auf Grund einer unzureichenden Netzeinbindung nicht realisiert werden kann.

Vom Seil zum höherem Funktionswert im Netz

Jede Produktverbesserung muss auch zu einer Erhöhung des Funktionswertes im Netz beitragen



Die Technik folgt den Gesetzen der Natur d.h. der Physik



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.