



Institut für Energieversorgung und Hochspannungstechnik
Fachgebiet Elektrische Energieversorgung
Prof. Dr.-Ing. habil. Lutz Hofmann



Leibniz
Universität
Hannover

Vergleich netzplanerischer Varianten zwischen Lübeck, Siems und Göhl



Prof. Dr.-Ing. habil. L. Hofmann, Kabeldialog, Scharbeutz, 08. Juni 2015

Agenda

- Eingangsdaten für die netzplanerischen Untersuchungen
- Netzplanerische Varianten
 - Ausgangsplanung NEP 2014
 - 380-kV-Freileitung mit Einschleifung Siems
 - 380-kV-Freileitung mit Einschleifung Siems und Teilverkabelung
 - 380-kV-Seekabelvariante mit Einschleifung Siems
- Vergleich

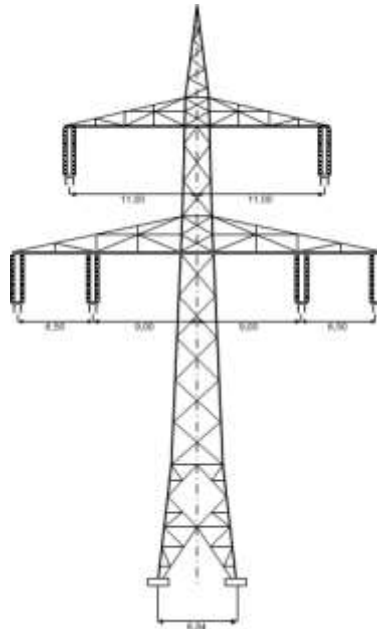
Eingangsdaten für die netzplanerischen Varianten

- Netzdatensatz des relevanten Höchstspannungsnetzes (380 kV und 220 kV) gemäß NEP 2025, bereitgestellt von TenneT TSO GmbH
 - Netzdatensatz des relevanten Hochspannungsnetzes (110 kV), bereitgestellt von Schleswig-Holstein Netz AG (SHNG)
 - Einspeisedaten im Netzgebiet gemäß EE-Prognose der HanseWerk AG/SHNG: 900 MW (bereitgestellt von TenneT), zum Vgl. EE-Prognose NEP 2024: 600 MW
 - Leistungsimport oder -export des Baltic Cable: 600 MW (für worst-case Betrachtungen: Annahme Leistungsimport)
- ⇒ netzplanerische Voruntersuchungen zur Grobauslegung

Eingangsdaten für die netzplanerischen Varianten

	Freileitung	Erdkabel	Seekabel
Querschnitt	4 x 565 mm ²	2500 mm ²	1200 mm ²
Stromtragfähigkeit	3600 A	1800 A	918 A
Übertragbare Leistung (400 kV)	2500 MVA	1250 MVA ¹⁾	636 MVA ¹⁾

- 1) abhängig von
- Querschnittsfläche und Leitermaterial
 - Verlegeart,
 - Belastungsgrad,
 - zulässige Temperatur der Isolierung (VPE, Papier),
 - Bodenzusammensetzung (ggf. Bettung),
 - Feuchtigkeit,
 - Umgebungstemperatur,
 - Witterung und
 - externe Wärmequellen, z. B. Kabelhäufung



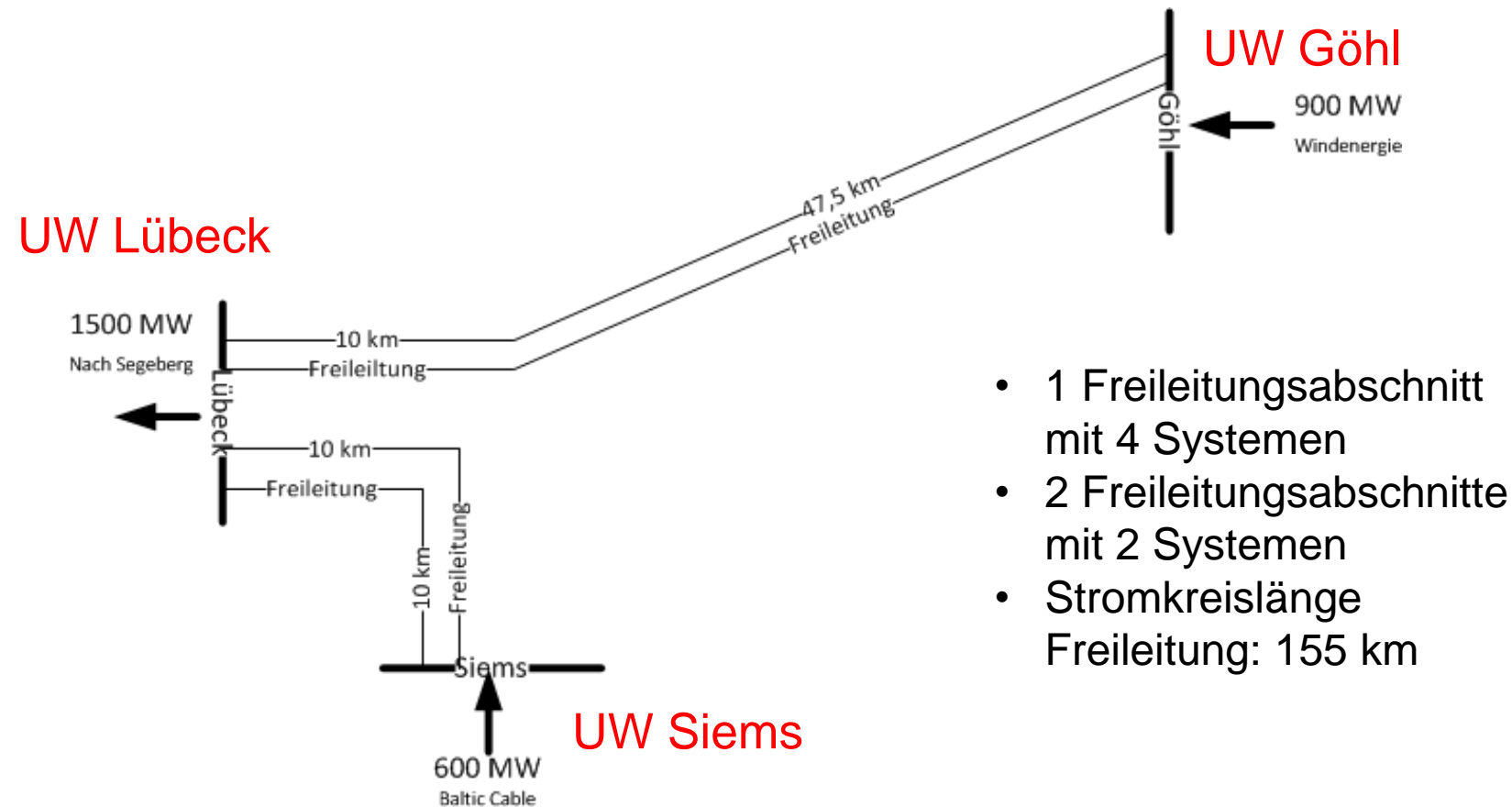
Quelle: Nexans



Quelle: ABB

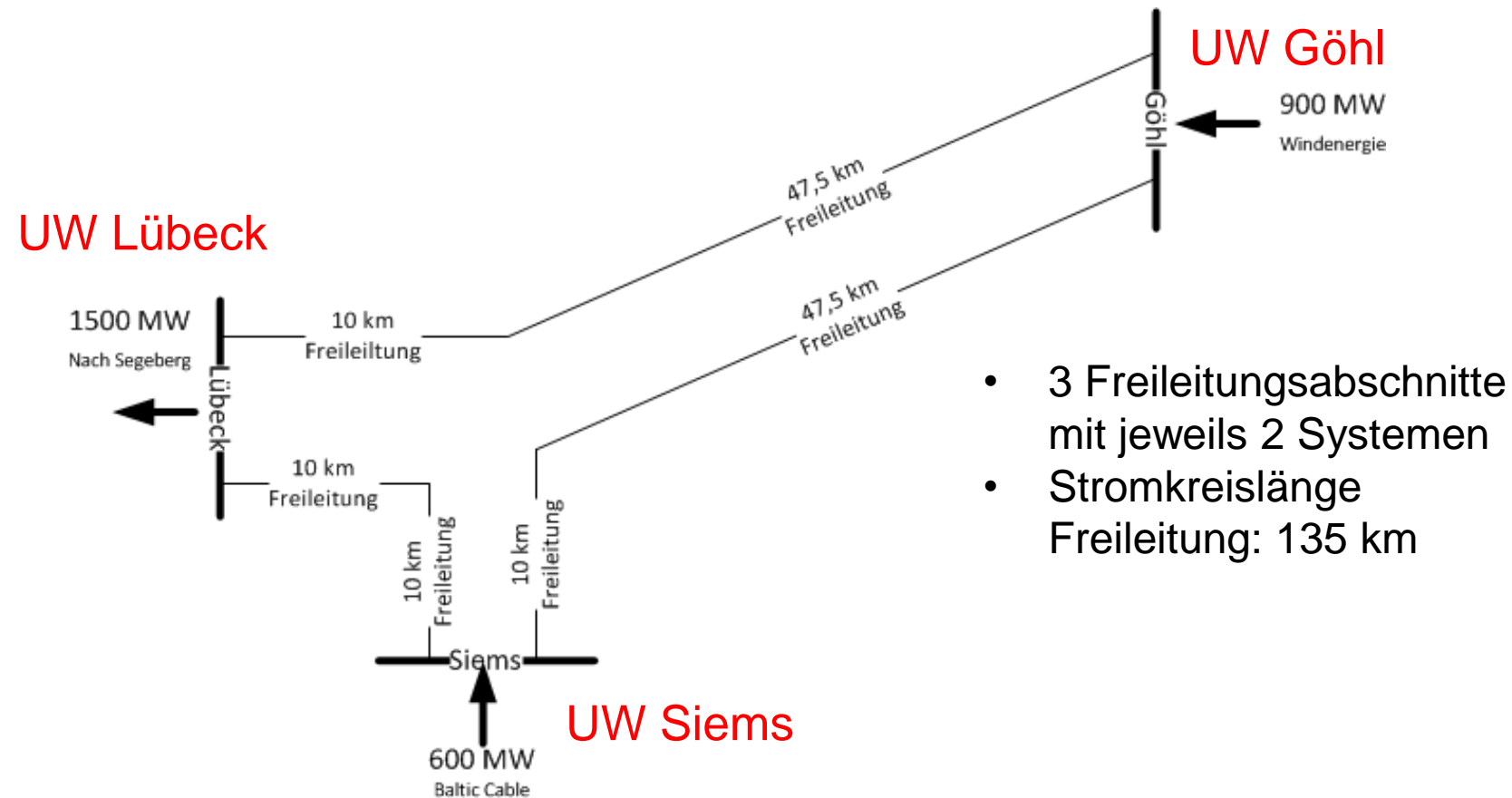
Netzplanerische Varianten (Abbildung enthält vorläufige Längenannahmen)

▪ Ausgangsplanung NEP 2014



Netzplanerische Varianten (Abbildung enthält vorläufige Längenangnahmen)

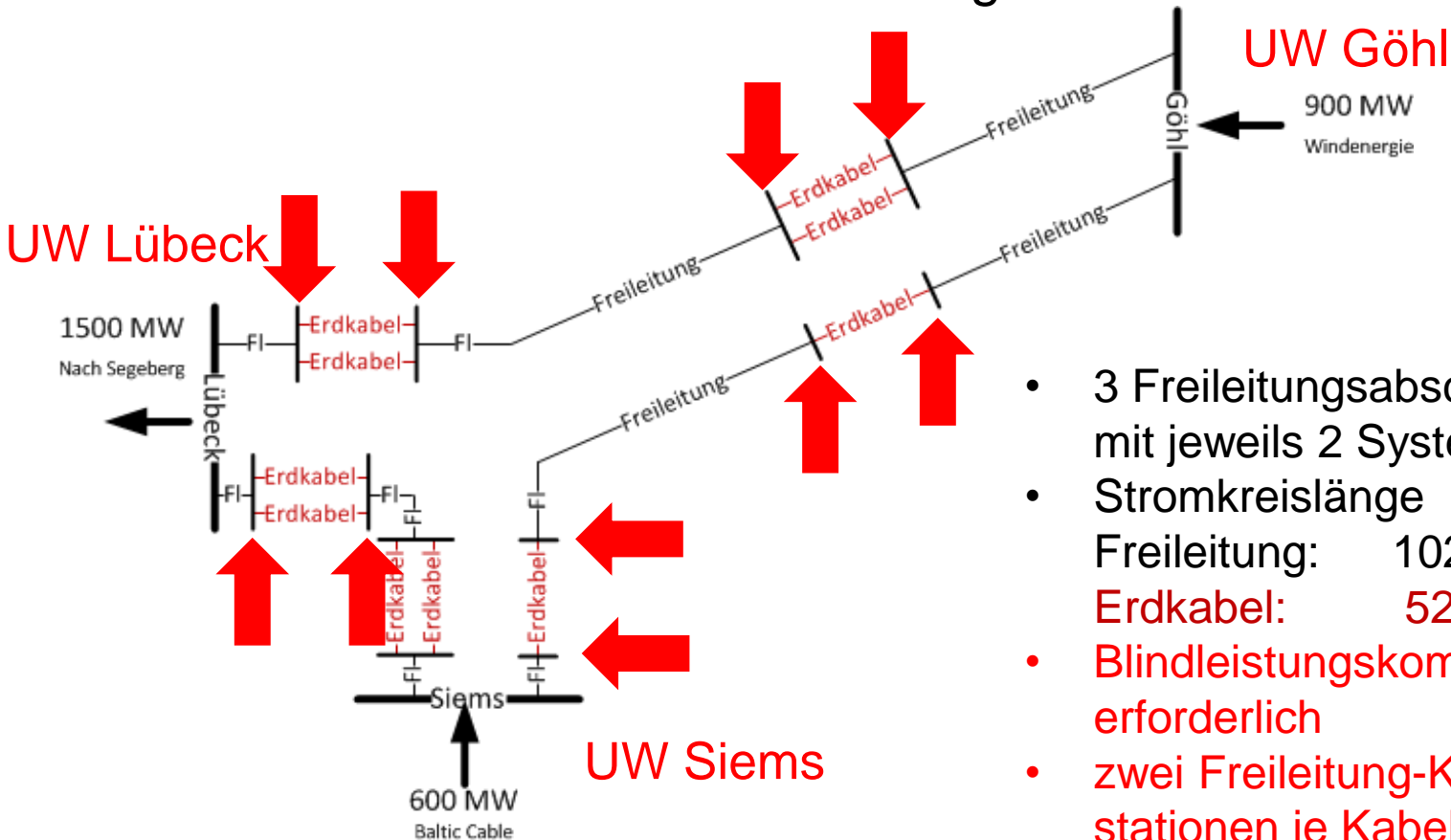
- Variante 1: 380-kV-Freileitung mit Einschleifung Siems



- 3 Freileitungsabschnitte mit jeweils 2 Systemen
- Stromkreislänge Freileitung: 135 km

Netzplanerische Varianten (Abbildung enthält vorläufige Längenangnahmen)

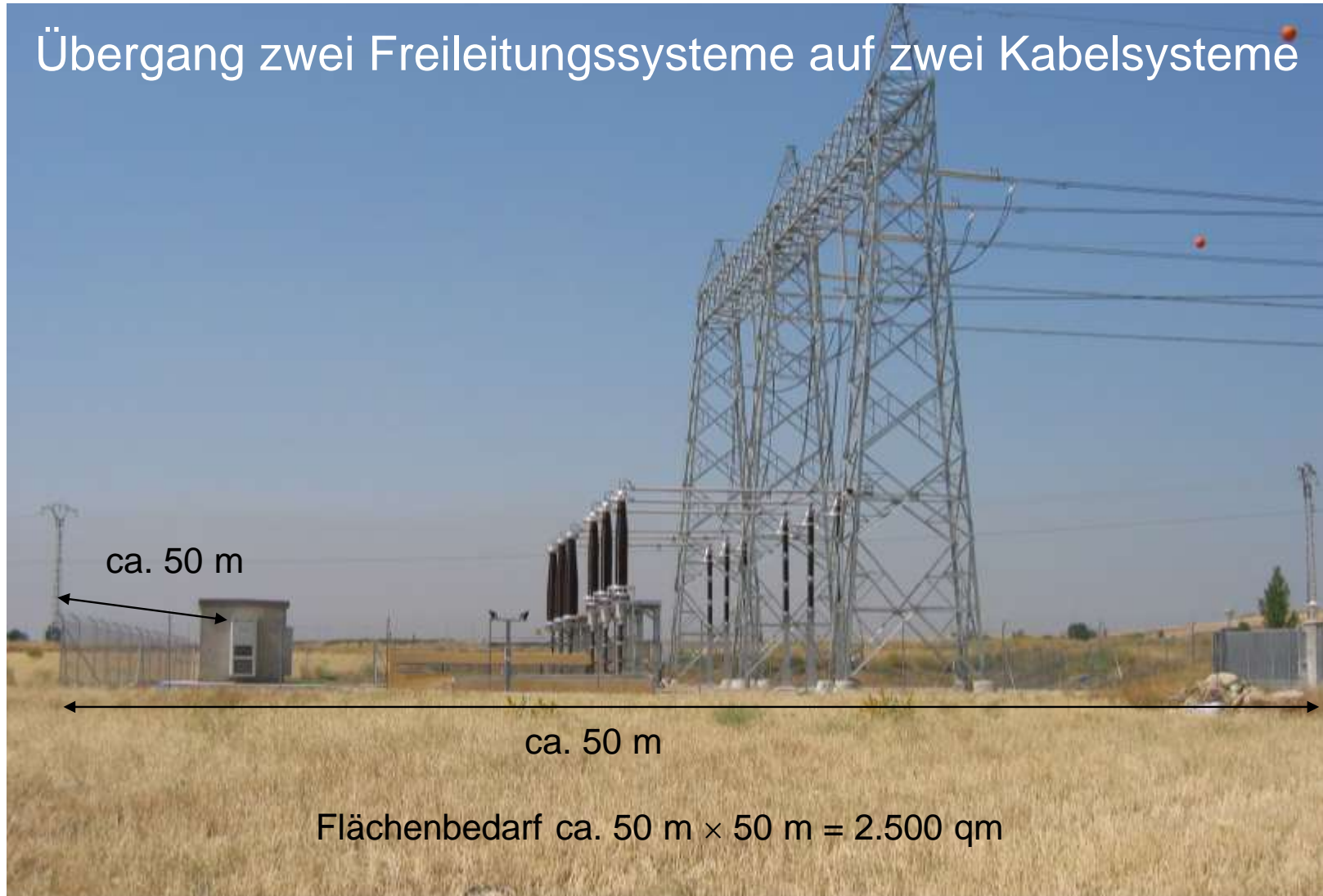
- Variante 2: 380-kV-Freileitung mit Einschleifung Siems und Teilverkabelung



- 3 Freileitungsabschnitte mit jeweils 2 Systemen
- Stromkreislänge
 Freileitung: 102 km
 Erdkabel: 52,5 km
- Blindleistungskompensation erforderlich
- zwei Freileitung-Kabel-Übergangsstationen je Kabelstrecke

Freileitung-Kabel-Übergangsanlage, Beispiel Madrid

Übergang zwei Freileitungssysteme auf zwei Kabelsysteme



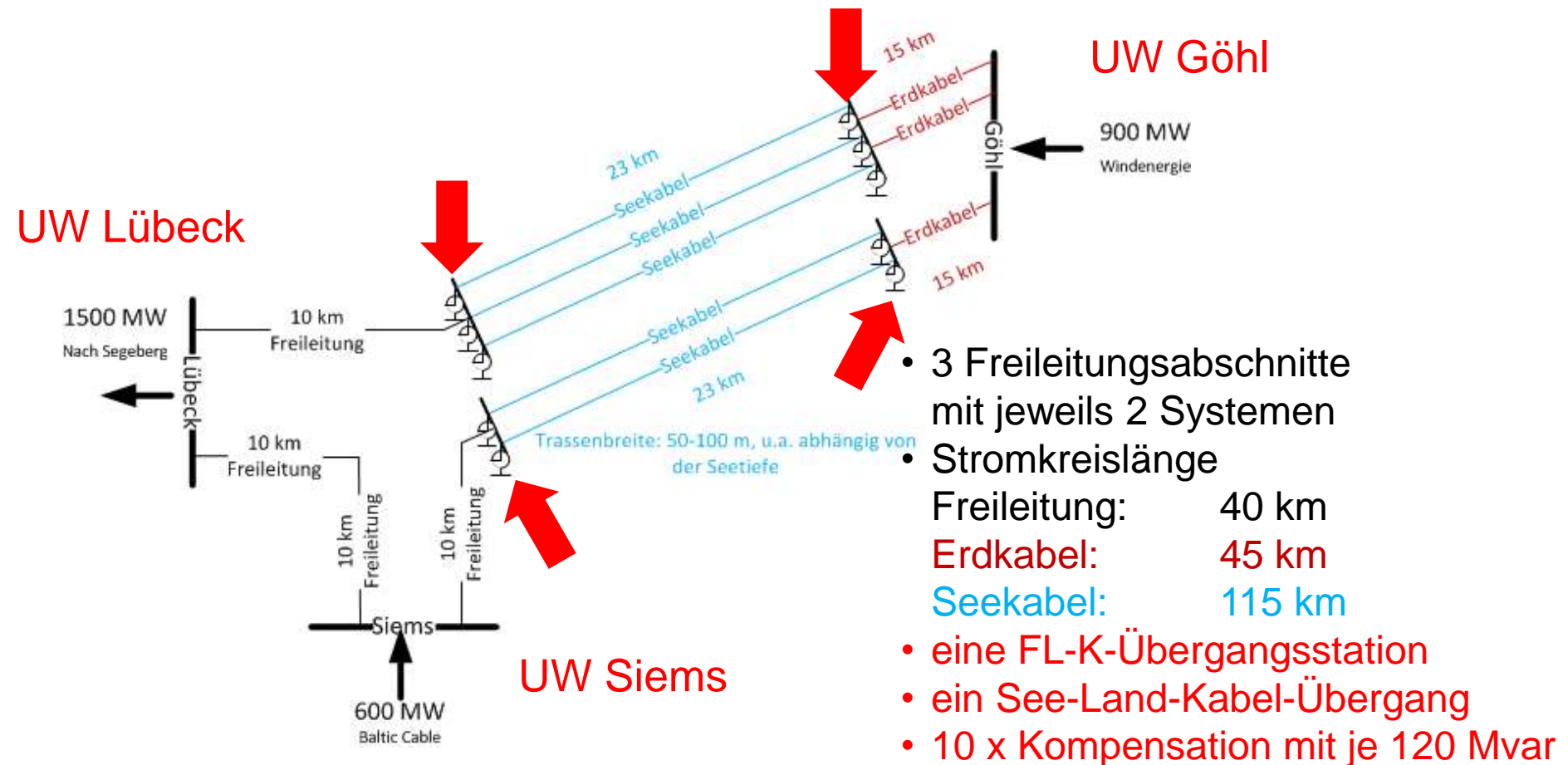
Freileitung-Kabel-Übergangsanlage, Beispiel Randstad-Projekt Übergang zwei Freileitungssysteme auf vier Kabelsysteme



Quelle: TenneT, Randstad-Projekt

Netzplanerische Varianten (Abbildung enthält vorläufige Längenangaben)

- Variante 3: 380-kV-Seekabelvariante mit Einschleifung Siems



Muffengrube als Beispiel für Größenordnung Übergang Landkabel - Seekabel



Quelle: TenneT

zwei 380-kV-Kompensationsspulen mit je 120 Mvar,
eingehaust mit Brandschutzwand



Quelle: TenneT

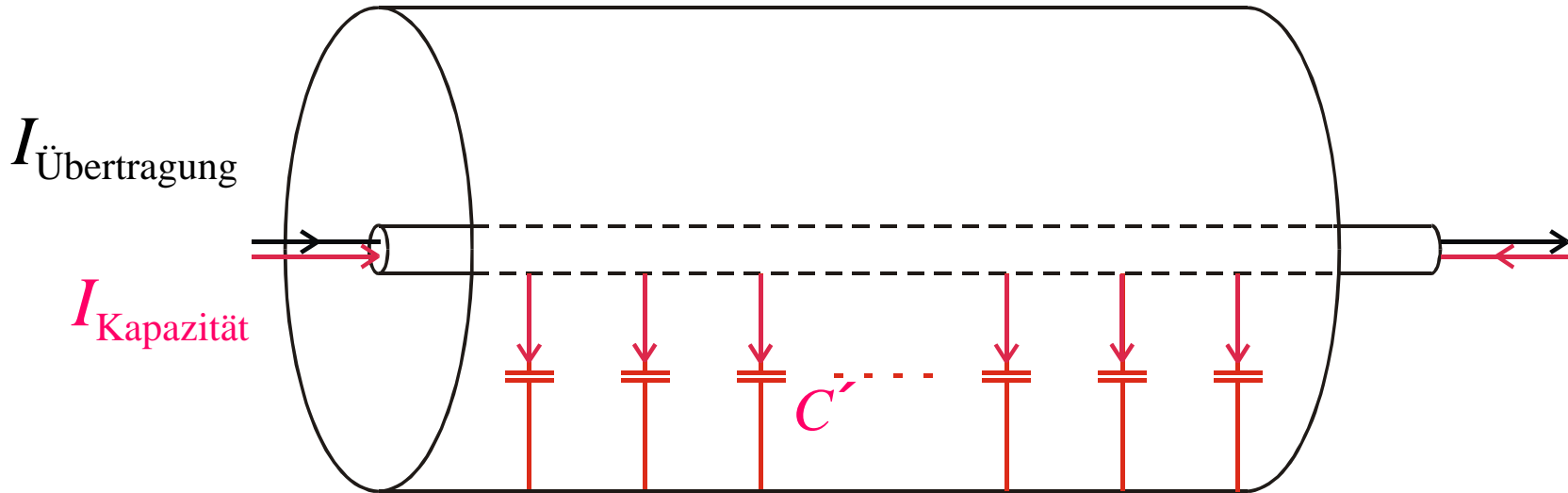
Vergleich

Variante	Stromkreislängen und Anzahl Systeme	Kompen- sation	Betriebs- erfahrung	Investitions- kosten	zukunfts- fest für höhere Leistungen (1500 MW)
Freileitung	135 km FL 2 Systeme	----	+	+	+
Freileitung mit Teilverkabelung	102 km FL 2 Systeme 52,5 km EK 1-2 Systeme je TVK	Kompensation erforderlich	+	○	○
Freileitung mit Seekabel	40 km FL 2 Systeme 45 km EK 3 Systeme 115 km SK 5 Systeme	2×5 Komp.- spulen mit jeweils 120 Mvar	○	-	-

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

hofmann@iee.uni-hannover.de

Kapazitiver Ladestrom von Drehstromkabeln



$$I_{\text{zulässig}} = \sqrt{I_{\text{Übertragung}}^2 + I_{\text{Kapazität}}^2}$$

$$I_{\text{Übertragung}} = \sqrt{I_{\text{zulässig}}^2 - I_{\text{Kapazität}}^2} = \sqrt{I_{\text{zulässig}}^2 - (\omega C' l U)^2}$$

Produkt $l \cdot U$ ist begrenzt: Länge, Spannung

wirtschaftliche Kabellänge ist begrenzt: Kompensation erforderlich