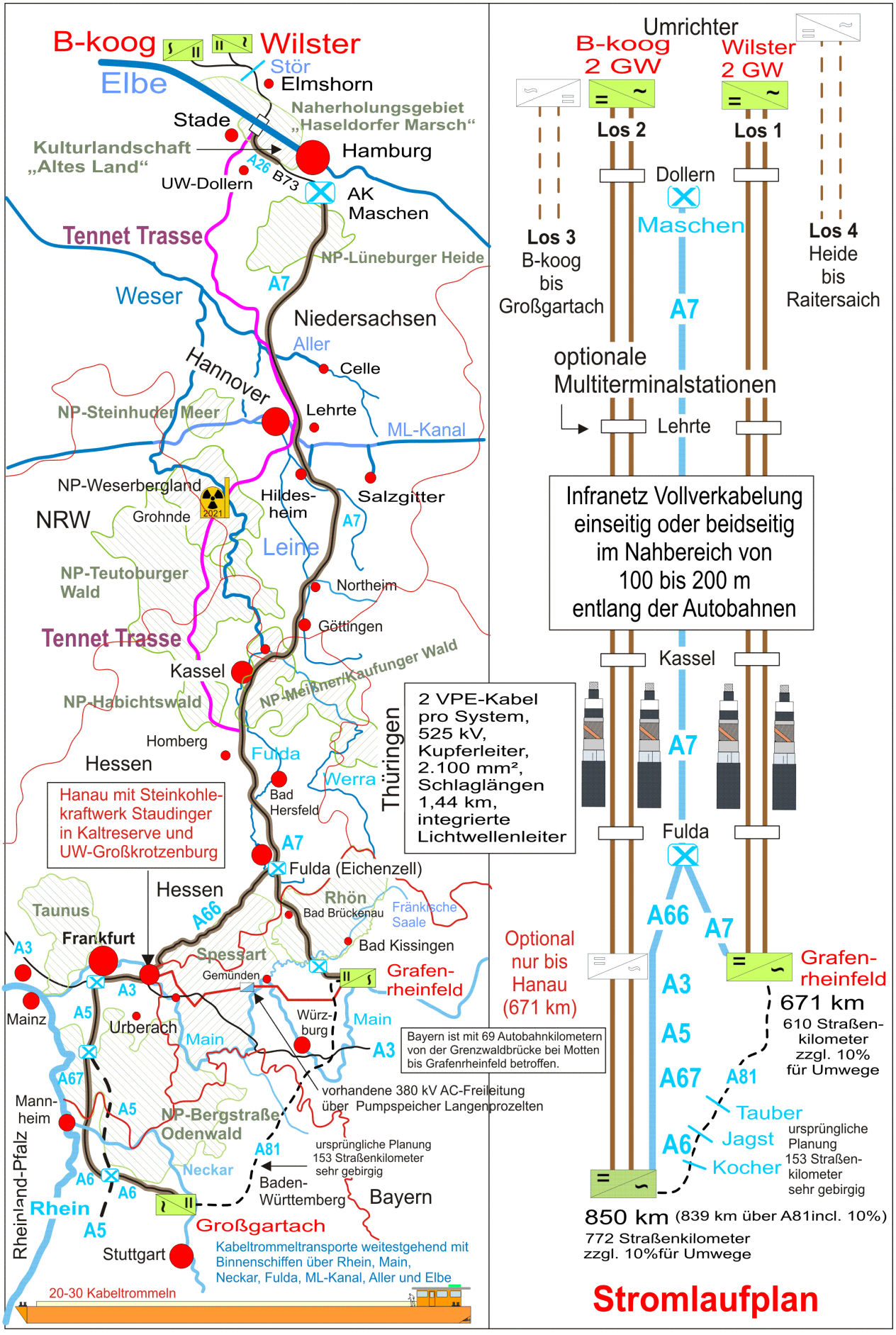
„SuedLink“ in Vollverkabelung nach dem Infranetz System

I. Übersicht:



II. **Technische Daten und Kosten:**

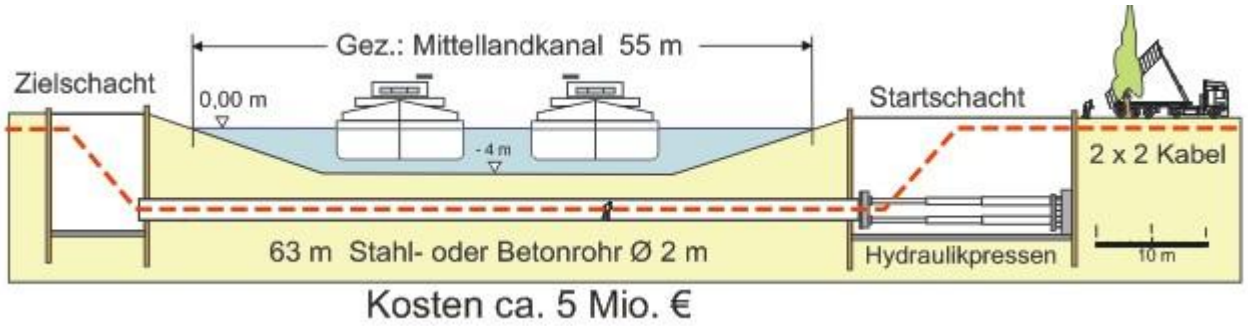
1. Übertragungsleistung:	4 Gigawatt (2 x 2 GW)
2. Spannung:	1.050 kV (+/- 525 kV bipolar)
3. Trassenlänge:	durchschnittlich 760 km (671 km+ 850 km)/2 incl. 10% für Umwege
4. Kabelgrabenlänge:	1.520 km (671km und 850 km für 2 unabhängige Systeme)
5. Kabelgrabenbreite:	ca. 70 cm (pro 2 GW)
6. Grabentiefe:	1,4 m durchschnittlich (1,3 bis 1,5 m)
7. Aushub:	1,5 Mio. m³
8. Bettung:	thermisch stabilisierender RSS Flüssigboden nach RAL GZ 507
9. Bettungsprinzip:	kein Magerbeton, d.h. keine Ringspaltbildung, keine Längsdrainage
10. Kabel:	Leiterquerschnitt 2.100 mm² Kupfer, Kabeldurchmesser 13,1 cm
11. Kabellänge:	ca. 3.040 km
12. Muffen:	2.108 Stck. rechnerisch (keine Muffenbauwerke)
13. Endverschlüsse:	8 Stck.in 4 Umrichtern (witterungsgeschützt)
14. Leitungsverluste bei Volllast 100%:	126 MW (Freileitung 194 MW)
15. Leitungsverluste bei Teillast 70%:	57 MW (Freileitung 89 MW)
16. Leitungsverluste bei Teillast 50%:	29 MW (Freileitung 44 MW)
17. Wärmeentwicklung:	19 W pro Grabenmeter bei 50% Teillast (83 W bei Volllast)
18. Bodenerwärmung:	< 1° C im Aufpunkt über der Kabellage
19. Elektrisches Feld:	Elektrische Felder bleiben im Kabel (Faradayscher Käfig)
20. Magn. Gleichfeld:	5 µT in 1 m Höhe über dem Boden (Grenzwert 21.200 µT)
21. Gesundheit:	Erdkabel sind gesundheitlich unbedenklich
22. Wartungskonzept:	Fehlerprognose und Lokalisation über integrierte Lichtwellenleiter
23. Techn. Lebensdauer:	60-80 Jahre (Freileitungen 40 Jahre, danach Neubeschichtung der Masten und Neubeseilung bei monatelanger Betriebsunterbrechung)
24. Flächenverbrauch:	28 ha für 4 Umrichter
25. Waldeinschlag:	Keine Waldrodung erforderlich (Verlegung in Waldwegen)
26. Enteignungen:	Prinzipiell nicht erforderlich
27. Immobilienwert:	Keine Beeinträchtigung (Bei Freileitungen 30 bis 40% Wertverlust)
28. Kosten:	ca. 3 Mrd. € (kostenneutral mit Freileitung, s. Anlage 1)
29. Relative Kosten:	3,12 Mio. €/km ohne Umrichter (Freileitungen 3,21 €/km)
30. Betriebskosten:	1.000 €/km ohne Umrichter (Freileitungen 3.000 €/km)
31. Verlustkosten:	28,12 Mio. €/a (Freileitungen 43,35 Mio. €/a, bei 40 €/MWh)

III. **Projektbeschreibung:**

1. Trassenführung:

Die Erdkabeltrasse beginnt in Wilster bzw. Brunsbüttel, unterquert die Stör und verläuft durch die Haseldorfer Marsch bis zur Hetlinger Schanze am nördlichen Elbufer.
Die Unterquerung der Elbe erfolgt parallel zum gerade fertiggestellten Gasdüker der GASUNIE mit einem begehbaren 3 m Betonrohr von der Hetlinger Schanze bis Lühesand mit einer Länge von 1,53 km. Wegen der geplanten Elbvertiefung verläuft das Rohr 35 m unter der Elbsohle.

Andere Gewässerquerungen werden im Horizontalbohrverfahren oder im nachstehend skizzierten HDD-Rohrvortriebsverfahren durchgeführt.



Kosten ca. 5 Mio. €

Gleiches gilt für alle weiteren Querungen von Straßen, Bahnlinien, Brückenrampen, Pipelines oder Denkmälern.

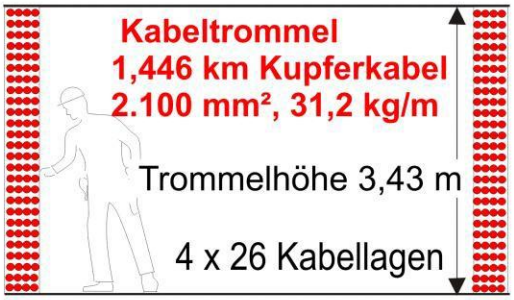
Ab Lühesand bzw. vom niedersächsischen Grünendeich unterfährt die Trasse die Kulturlandschaft „Altes Land“, wie es auch von der niedersächsischen Landesregierung gefordert wird.
http://www.netzausbau-niedersachsen.de/downloads/suedlink_hinweise-nds-vorzugstrasse.pdf
Im Nahbereich der A 26 von Stade führt die Trasse Richtung Buxtehude, umgeht die Stadt und die östliche Moorlandschaft südlich im Bereich der B73 und der B3 bis zum Maschener Kreuz im Seevetal.
Harburg wird dabei südlich durch die Buchenwälder im Rosengarten parallel zu der bestehenden 380 kV Freileitungstrasse umgangen.

Vom Kreuz Maschen zieht sich die Trasse einseitig oder beidseitig entlang der A7 im Nahbereich von z.B. 100 bis 200 m bis zum Dreieck Fulda Süd bei Eichenzell. Hier verschwenkt das 2 GW System Wilster/Grafenrheinfeld südöstlich entlang der A7 in Richtung Grafenrheinfeld.

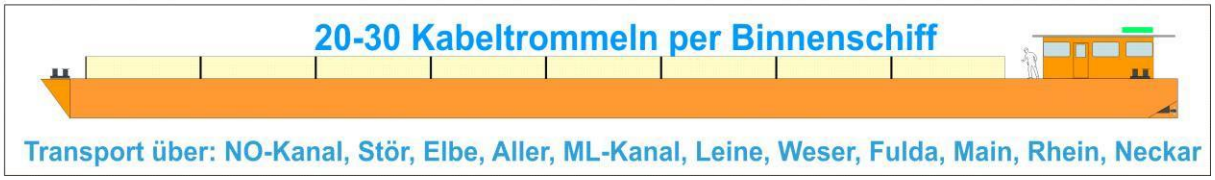
Das andere 2 GW Systeme von Brunsbüttel verfolgt vom Dreieck Fulda die A66 bis zum Umspannwerk Großkrotzenburg direkt neben dem Steinkohlekraftwerk Staudinger am Main in Hanau, das nur noch als Reserverkraftwerk zur Spannungsstützung am Netz bleibt.
Vorschlagsweise bzw. optional endet hier die Leitung von Brunsbüttel und könnte damit den starken Netzknoten Großkrotzenburg nahe der Metropole Frankfurt versorgen und hier die Spannung stützen, wodurch das Kraftwerk Staudinger komplett überflüssig wird. In doppelter Hinsicht eine Kostenersparnis.
Sofern das nicht in Frage kommt, folgt die Leitung den Autobahnen A3, A5, A67 und A6 und endet wie geplant in Großgartach.

Die Autobahnen dienen dabei lediglich als Transportweg für die Kabeltrommeln, die in größeren Mengen über Binnenschiffe angeliefert werden. Im Bereich Hanau ist es der Main und parallel zur A67 der Rhein und in Großgartach der Neckar.

2. Kabeltransport:

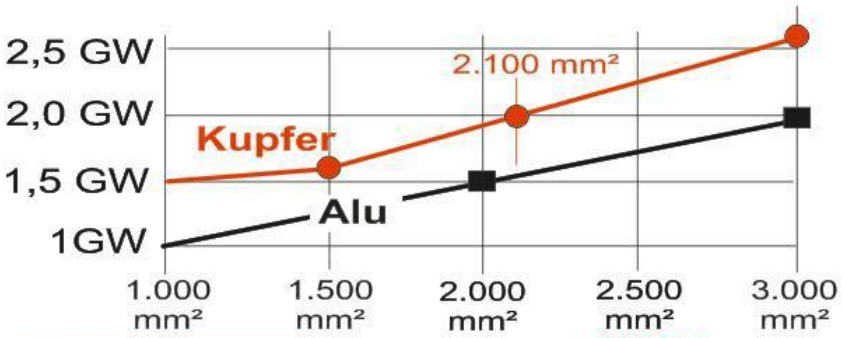


Ab Autobahn zur Baustelle mit 60 to Teleskopraupe ww. mit Kabelschubeinheiten über Rollen.



3. Übertragungsleistung:

Der 4 GW „SuedLink“ soll die beiden 1,3 GW Kernkraftwerke in Grafenrheinfeld und Neckarwestheim ersetzen und 6 bis 10 Gigawatt Windleistung aus Schleswig-Holstein und aus Norwegen zu den Netzknoten Grafenrheinfeld und Großgartach im Süden führen. Das dafür geeignete Kabel ist das dargestellte 525 kV Kabeln in Kupfer mit einem Leitungsquerschnitt von 2.100 mm². Damit lassen sich pro Kabelpaar jeweils 2 Gigawatt übertragen.



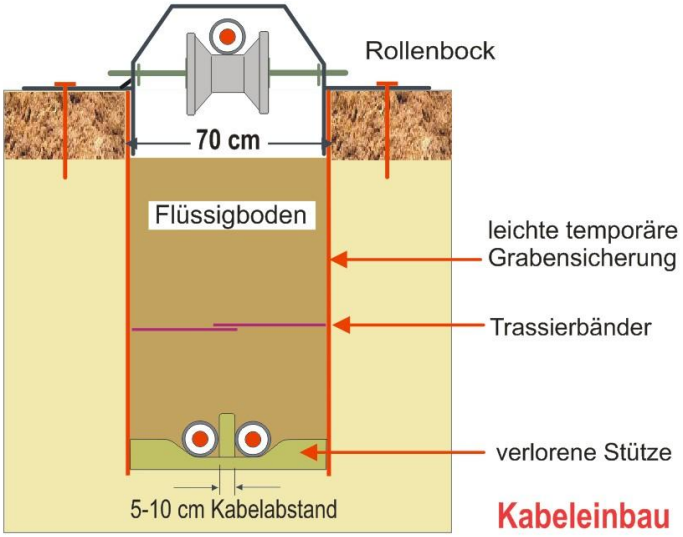
Muffen

Das neue 525 kV VPE-Kabel von ABB

Gleichzeitig bedeutet das o.g. Übertragungsziel von 6-10 GW Windleistung aus dem Norden aber auch, dass der Tennet Antrag mit einer 4 GW Freileitung keineswegs zielführend ist und eine zweite und längerfristig noch eine dritte Mastreihe vorzusehen ist.
Angesichts der aktuellen Debatte halten wir weder die eine Mastreihe noch weitere für durchsetzbar oder genehmigungsfähig.

Den Ausweg bietet hier die minimalinvasive Vollverkabelung mit der neuen Kabeltechnologie und einer nach oben offenen Übertragungsleistung durch eine entsprechende Anzahl von Kabelsystemen.
Vorgesehen sind daher zunächst 2 Baulose zu je 2 Gigawatt. Im Stromlaufplan auf Blatt 1 sind weitere Baulose bis zu 8 GW skizziert.
Auch Übertragungsleistungen von 10 oder gar 12 Gigawatt sind möglich und genehmigungsfähig.

4. Kabeleinbau:
Die Kabel werden über das abgebildete Rollensystem mit Zug- und Schubeinheiten einzeln über dem Kabelgraben platziert und ein letztes Mal auf Beschädigungen überprüft. Die Wellen mit den Rollen werden dann gegen die Kabeleinzugsrichtung ausgehängt und die Kabel nacheinander auf der verlorenen Schachtstütze positioniert.
Nach Entfernung der Rollenböcke und der Grabensicherung erfolgt die Füllung mit Flüssigboden, zunächst bis zur Höhe des Trassierbandes, wobei die Grabensicherung entsprechend halb aufgezogen wird. Die Schachtstütze, z.B. ein Kantholz oder ein Kunststoffformteil aus Recyclingmaterial, verbleibt im Graben.
Nach 4 Stunden ist der Flüssigboden trittfest und der Kabelgraben kann bis zur Unterkante der Mutterbodenschicht aufgefüllt werden.
Die leichte Schachtsicherung gegen nachrutschende Erde ist möglich, weil kein Mann in den Graben muss, was nach DIN 4124 den schweren Verbau erforderlich machen würde.
Mit dieser Verlegetechnik werden zudem Trittschäden am Kabel vermieden.



5. Flüssigboden:
Flüssigboden besteht aus dem Original Bodenaushub und rückverfestigt gezielt steuerbar mit den bodentypischen Eigenschaften des Aushubbodens, statt einen starren Fremdkörper zu bilden.
Mit Wasser und geringen Mengen umweltfreundlicher Additive (< 3%), z.B. Schichtmineralien auf einer speziellen Ton-und Kalkbasis, sowie einer geringen Menge Zement zur Steuerung der Abbindezeit, wird er fließfähig gemacht und sorgt für eine hohlraumfreie und setzungsfreie Verfüllung.
Thermisch stabilisierender Flüssigboden (TS) nach RAL GZ 507 ist speziell so eingestellt, dass er die Verlustwärme der Erdkabel dauerhaft sicher in den Untergrund ableitet.
Flüssigboden ist in seiner Rückverfestigungszeit einstellbar z.B. so, dass er nach 4 Stunden trittfest und setzungsfrei ist.
Die Kabel werden dauerelastisch umschlossen, es gibt keine wärmetechnisch ungünstige Ringspaltbildung und daher auch keine Längsdrainagewirkung wie bei schrumpfendem Magerbeton.

6. Durchwurzelung:

Die Verkabelung erfolgt in zwei voneinander unabhängigen 70 cm breiten Kabelgräben einseitig oder beidseitig der Autobahnen in Äckern oder Wiesen oder in Wirtschaftswegen und Ackerrändern. Hier ist die Durchwurzelung kein Thema.

Im Wald werden die Kabelgräben mittig in vorhandene Waldwege, Rückewege oder Brandschutzstreifen eingefräst, sodass in der Regel keine Bäume gefällt werden müssen und auch die Durchwurzelung schon aufgrund der Abstände kein Problem darstellt.

Wird trotzdem ein Durchwurzelungsschutz gefordert, können die Kabelgräben auch mit seitlichen Wurzelschutzbahnen ausgekleidet werden, wie sie bei Dachbegrünungen Stand der Technik sind.

7. Bodenerwärmung:

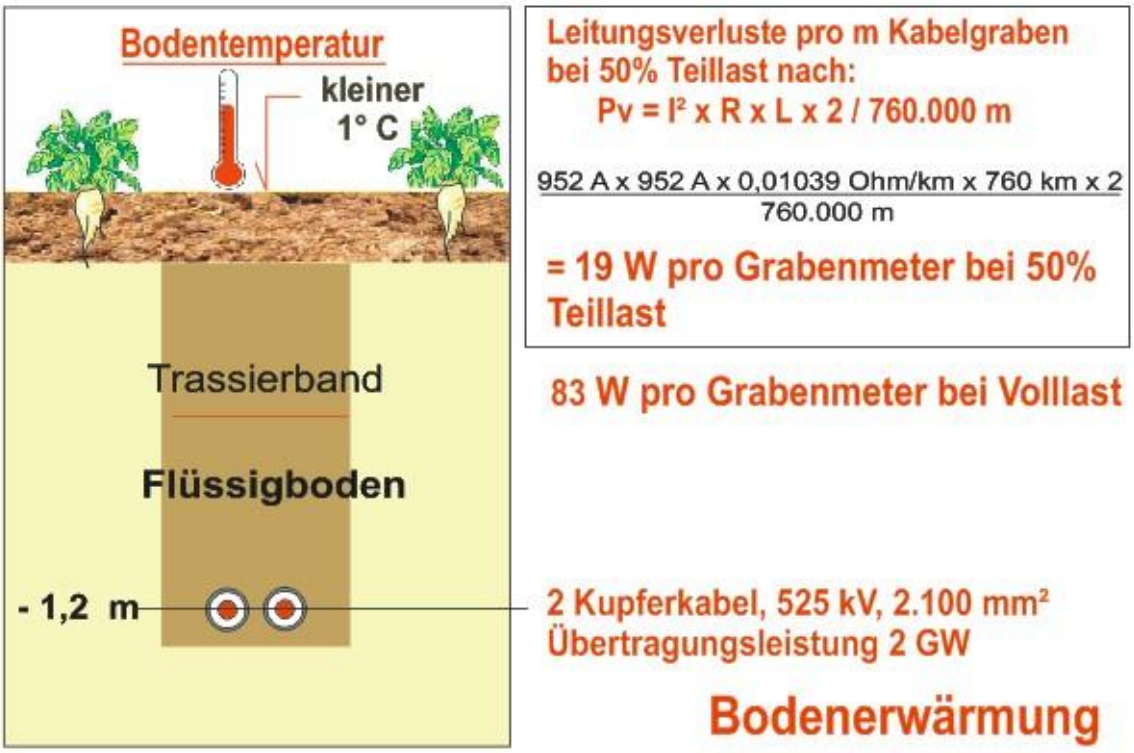
Im Gegensatz zu Drehstromkabeln ist die Verlustleistung von Gleichstromkabeln deutlich geringer.

Das bipolare Kabelsystem erzeugt bei der üblichen 50% Teillast im Kabelgraben lediglich 19 W Verlustleistung pro Meter Kabelgraben, bei Volllast 83 W.

Volllast ist offshorebedingt nur an ca. 4.000 Stunden im Jahr möglich, sodass lange Ruhezeiten im Teillastbereich möglich sind, die die technische Lebensdauer der Kabel deutlich erhöhen.

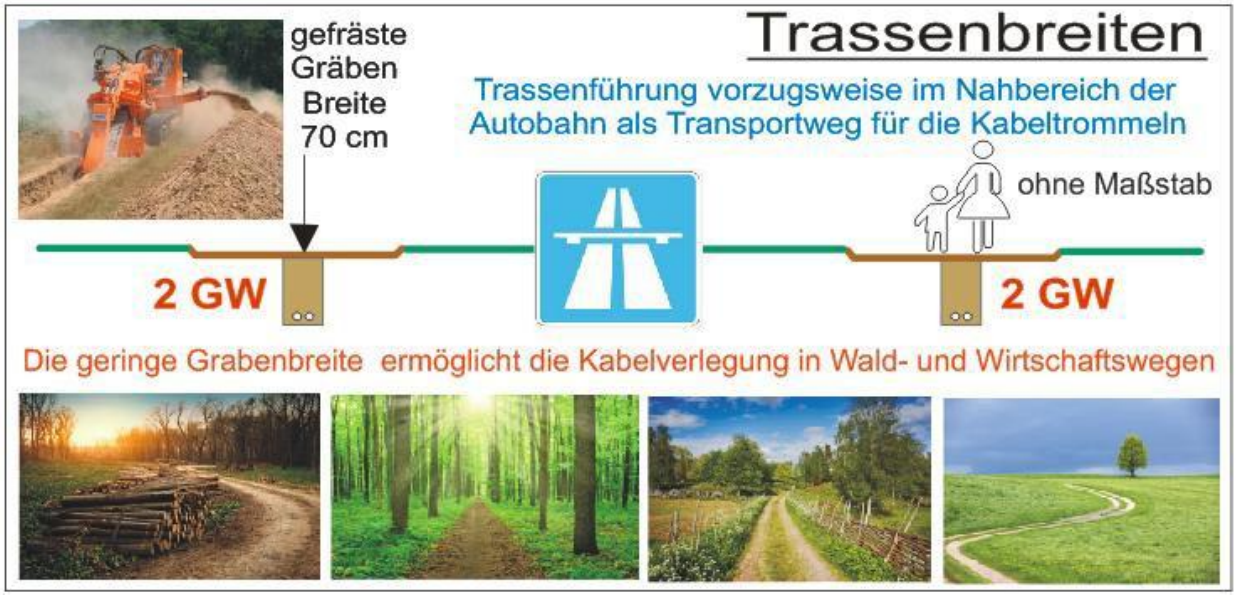
Die Bodentemperaturerhöhung am Aufpunkt über der Kabellage liegt damit je nach Bodenart unter 1° C.

Auf Wunsch der Landwirte können FEM- Berechnungen zur spezifischen Bodenerwärmung im Wurzelbereich erstellt werden, die auch Bestandteil der Nutzungsverträge werden könnten.



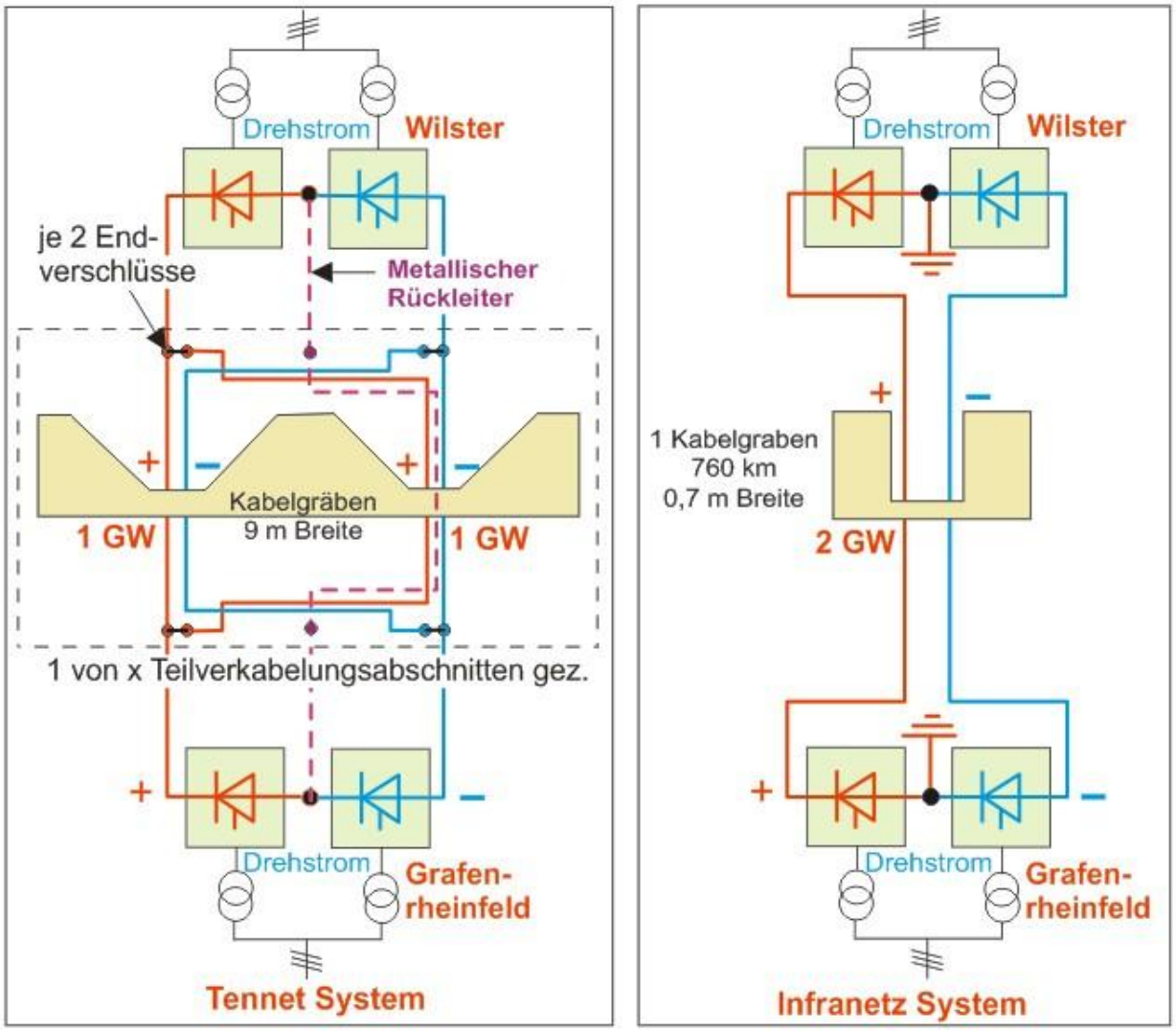
8. Systemabstand, Trassenbreite und Wirtschaftswege:
Der Abstand zwischen den beiden Infranetz Kabelgräben ist frei wählbar. Während man bei Drehstromsystemen drei Kabel zum Auskreuzen der Kabelschirme (cross bonding) zwangsläufig möglichst eng parallel führen muss, was zu großen Trassenbreiten führt, sind die beiden HGÜ-Systeme voneinander völlig unabhängig.
Die Schirme müssen nicht ausgekreuzt werden, weil bei 0 Hertz keine Spannung in die Schirme induziert wird.
Die Verlegung empfiehlt sich daher einseitig oder beidseitig links und rechts der Autobahnen, die in diesem Fall lediglich dem Kabeltrommeltransport dienen.

Sollen die Kabelgräben parallel geführt werden, sollte der Mindestabstand 1,5 m betragen (Pyrenäenquerung 1 m bei 2 x 1 GW).



9. Metallischer Rückleiter (MR):
Bei den HGÜ-Freileitungsvorhaben der Übertragungsnetzbetreiber wird pro Stromkreis eine dritte Leitung, der sogenannte „Metallische Rückleiter“ (MR) eingeplant, der in dem bipolaren System die möglicherweise auftretenden Ausgleichsströme im Bereich der Umrichter abführen kann und bei Ausfall eines Leiters (n-1) wenigstens die halbe Last tragen soll.

Die nachstehende Abbildung zeigt zunächst das Prinzip:



Zur n-1 Sicherheit folgendes:

- Die n-1 Sicherheit wird durch das unterlagerte Drehstromsystem gebildet [Dr. Gramatte, Tennet am 11.04.14 an das Referat 303 des Niedersächsischen Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz]. **Damit ist das n-1 Kriterium erfüllt.**
- Tennet plant Teilverkabelungen mit je zwei Kabelgräben pro 2 GW System. Der metallische Rückleiter MR befindet sich aber nur in einem Graben, s. Abbildung oben links. Die **„zusätzliche“** Ausfallsicherheit beträgt daher nicht n-1, sondern im ungünstigen Fall nur n-0,25, was einerseits nicht gefordert wird und zudem in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zum Aufwand steht.
- Der Einsatz des metallischen Rückleiters als Ersatzpol bei Reparaturen ist aus Sicherheitsgründen auch nicht zulässig, weil im Nahbereich von spannungsführenden Teilen nicht gearbeitet werden darf. Das gilt ganz besonders bei Erdkabeln, aber auch für Reparaturen von Seilen oder Isolatoren am Mast. Bei Arbeiten am Mast müssen sogar beide Systeme abgeschaltet werden, sodass der SuedLink komplett ausfällt. Bei den beiden getrennt verlegten Infranetz Systemen ist das nicht der Fall.

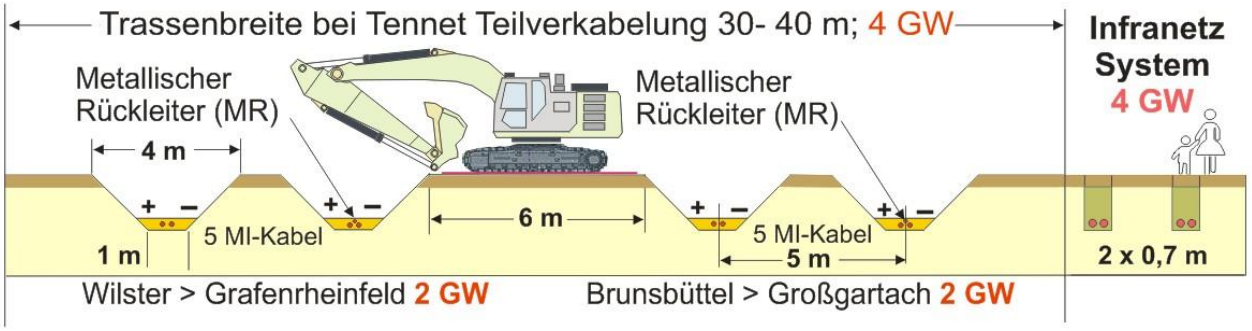
Zu den Ausgleichsströmen folgendes:

- Ausgleichsströme bzw. Rückströme über Erde sind in Deutschland Stand der Technik z.B. bei Bahn, S-Bahn, U-Bahn und Straßenbahn sowie bei der Sternpunkterdung der meisten Netztransformatoren.
- Neben allen Seekabelverbindungen haben auch alle anderen HGÜ-Systeme an Land keinen metallischen Rückleiter wie z.B. der Murraylink in Australien oder die Pyrenäenquerung von INELFE um nur zwei zu nennen.
- Die ohnehin geringen Ausgleichsströme treten nur gelegentlich bei unsymetrischer Belastung der Umrichter auf und verteilen sich weitläufig über das niederohmige Erdreich.
- Alternativ könnten u.E. die Bipole in Echtzeit so angesteuert werden, dass Ausgleichsströme neutralisiert oder reduziert werden, bzw. gar nicht erst auftreten.

! Das Infranetz System verzichtet daher komplett auf den metallischen Rückleiter !

10. Aushub:

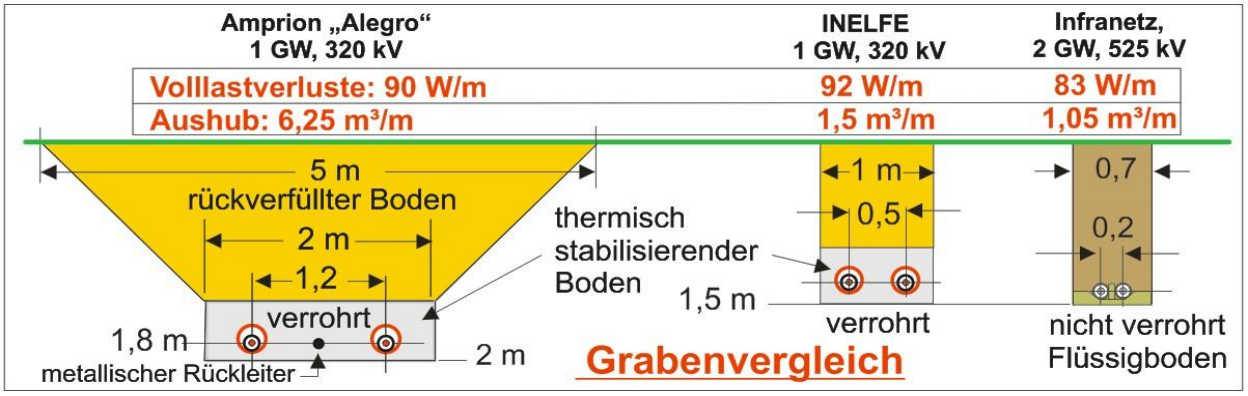
Die nachstehende Abbildung zeigt maßstabsgerecht eine Tennet Trasse im Vergleich zur Infranetz Trasse am Beispiel einer Teilverkabelung mit 4 GW Übertragungsleistung.



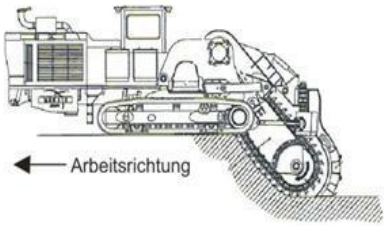
Das Infranetz System wird „vor Kopf“ eingefräst und kommt daher ohne Baustraßen und seitliche Lagerflächen aus.
Der Aushub zwischen einer Tennet und einer Infranetz Trasse differiert um das 7,5- fache:

Nachstehend noch ein weiterer Systemvergleich mit dem Amprion Projekt „Alegro“.
Hier differiert der Aushub um das 6- fache.
Auch macht die Verrohrung wärmetechnisch keinen Sinn.

Letzteres gilt auch für die Pyrenäenquerung der Fa. INELFE.
Hier ist der Aushub gegenüber der Infranetz Lösung etwas größer, was mit der geringeren Spannung und der damit verbundenen höheren Verlustleistung zusammenhängt.



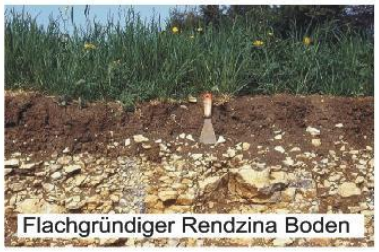
Kabelgrabenfräsen gibt es in verschiedenen Ausführungen. Hier der kleine Typ SM 400 C mit einer Schnittbreite bis 90 cm und einer Schnitttiefe bis 2,5 m als Beispiel:

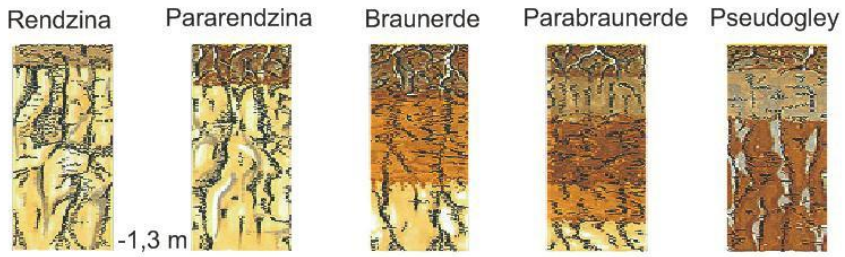


Zusätzliche Baustraßen sind wie bereits erwähnt beim Infranetz System nicht erforderlich. Die Trasse ist die Baustraße.
Speziell in beengten Verhältnissen z.B. im Wald kann „vor Kopf“ gearbeitet werden, d.h. die Geräte arbeiten rückwärts und der Abtransport des geringen Aushubs erfolgt mit Raupendumpern vor der Fräse.
Fräsen und Dumper haben zudem als Kettenfahrzeuge einen sehr geringen Kontaktflächendruck.

11. Bodenverhältnisse im Mittelgebirgsraum

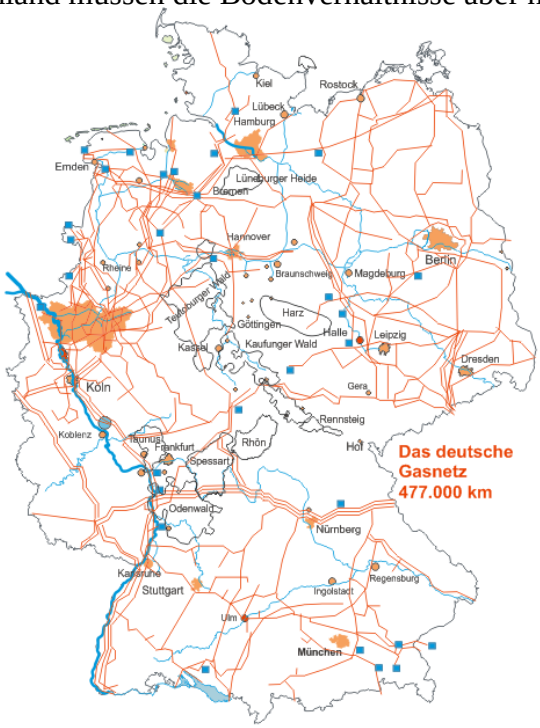
Von Seiten der Tennet wurden Bedenken hinsichtlich der Bodenverhältnisse im Mittelgebirgsraum geäußert.
Wir haben die Bedenken geprüft, zumindest für den Bereich Hildesheim bis Grafenrheinfeld.
Demzufolge handelt es sich um leicht zu fräsende und lockere Rendzina, Braunerde, Parabraunerde und Pseudogleyböden.





https://teambeam.bgr.de/my/?m=get&t=7ydcua11mirdtj52jfchovmnotkx2587c9hhp7mk

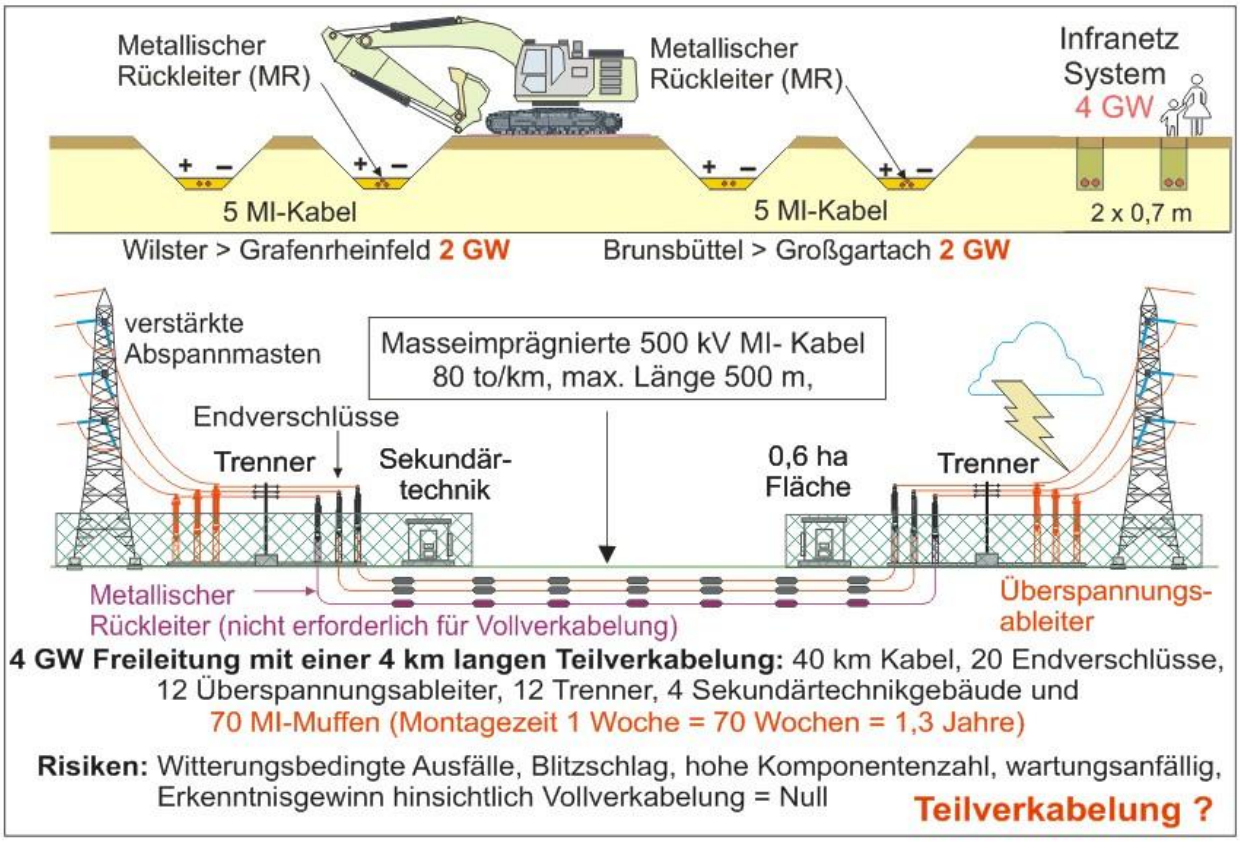
Die vorgeschlagene Trassenabzweigung über Hanau nach Großgartach umgeht den Spessart westlich entlang der A67 und ist hinsichtlich der Bodenverhältnisse problemlos.
Angesichts der schon bestehenden 477.000 km Gasleitungen und des 1,4 Mio. km langen Erdkabelnetzes in Deutschland müssen die Bodenverhältnisse aber nicht problematisiert werden.



12. Teilverkabelungen:
Die nachstehende Abbildung zeigt beispielhaft einen von Tennet geplanten 4 GW Teilverkabelungsabschnitt mit 30-40 m Trassenbreite und 10 masseimprägnierten (MI) Ölpapierkabeln. Zum Vergleich das gleichstarke Infranetz System mit nur 4 VPE-Kabeln und 70 cm Grabenbreite pro 2 GW.
Der Erkenntnisgewinn dieser Tennet Teilverkabelungen als Pilotprojekte betrifft lediglich das Zusammenspiel von Freileitungen und Erdkabeln bei Blitzeinschlägen, Probleme also, die man bei der Vollverkabelung nicht hat.
Wie man Erdkabel verlegt, muss man auch nicht testen, weltweit wurden schon 5.000 km gebaut. Der Erkenntnisgewinn im Hinblick auf Vollverkabelungen ist daher gleich Null.

Die von der Tennet gewählte Konstruktion ist zudem völlig unwirtschaftlich. Sie erfordert extrem viele Muffen und die 2,5- fache Kabelmenge, was bei Extrusionsgeschwindigkeiten von 40 m pro Stunde und mit Blick auf die Netzausbaubeschleunigung durchaus von Bedeutung ist.
Bei dem aktuell beschlossenen Vorrang von Erdkabeln gegenüber Freileitungen ist von über 50% Teilverkabelungen auszugehen.
Bei einer durchschnittlichen Streckenlänge von 760 km sind daher ca. 100 Teilabschnitte a‘ 4 km mit **4.000 km Kabel** anzusetzen.
Bei einer Montagezeit von einer Woche pro MI-Muffe würde allein die Montagezeit der **7.000 MI-Muffen** rein rechnerisch **134 Jahre** betragen.

Die Infranetz **Vollverkabelung** mit vergleichsweise leichten VPE-Kabeln und daher längeren Kabelabschnitten benötigt dagegen nur **3.040 km Kabel** und nur **2.108 VPE-Muffen**. Bei einer Montagezeit von 1-2 Tagen pro VPE-Muffe beträgt die Montagezeit rechnerisch ca. **6-11 Jahre**.



Teilverkabelungen sind auch elektrisch gesehen die schlechteste Lösung, weil sie gegenüber der Vollverkabelung eine enorme Anzahl von zusätzlichen elektrischen Komponenten erfordern, die ausfallen können. Die meisten sind dauerhaft den Wettereinflüssen ausgesetzt und erfordern einen hohen Wartungsaufwand verbunden mit Systemabschaltungen.
Nachstehend die Komponentenberechnung:

1 Teilverkabelungsabschnitt		100 Teilverkabelungsabschnitte (400 km)	Vollverkabelung (2 Systeme a' 760 km)
40	km MI-Kabel (10 Kabel a' 4 km)	4.000 km MI- Kabel	3.040 km Kabel
70	MI-Muffen	7.000 MI-Muffen	2.108 VPE-Muffen
20	Endverschlüsse	2.000 Endverschlüsse	8
12	Überspannungsableiter	1.200 Überspannungsableiter	keine
12	Trenner	1.200 Trenner	keine
4	Gebäude mit Sekundärtechnik	400 Gebäude mit Sekundärtechnik	keine

Die nachstehende Tabelle zeigt die über vierfache Ausfallwahrscheinlichkeit der Teilverkabelung aufgrund der Komponentenzahl.

	Kabelsystem-länge	Kabel-adern	Kabel-länge	Muffen gesamt	jährliche Muffenausfälle nach CIGRE	End-verschlüsse gesamt	jährliche Endverschluss-ausfälle nach CIGRE	Systemausfälle gesamt jährlich
	km	Stck.	km	Stck.	0,048%	Stck.	0,05%	
Infranetz System: Vollverkabelung mit 525 kV VPE-Kabeln	760	4	3.040	**2.108**	**1,012**	**8**	**0,004**	**1,016**
Tennet System: Feileitung mit 100 Teilverkabelungen und 500 kV MI-Kabeln	400	10	4.000	**7.000**	**3,360**	**2.000**	**1,000**	**4,360**
Die 2.000 Endverschlüsse sind der Witterung ausgesetzt. Die 8 Endverschlüsse der Vollverkabelung befinden sich geschützt in den Umrichterhallen								
Ausfälle von Kabeln, Überspannungsableitern, Trennern, Sekundärtechnik und Freileitungskomponenten (Seile und Isolatoren) nicht eingerechnet.								
CIGRE = Conseil International des Grands Reseaux Électriques (*Internationales Gremium für große elektrische Netze*)								

13. Gewässer- und Bodenbelastungen:
Schädliche Auswirkungen der beantragten Erdkabelsysteme auf:

1. **Gewässer**
2. **Feuchtgebiete,**
3. **Bodengefüge und**
4. **Bodenfunktionen**

sind bei dem Infranetz System nicht zu befürchten, wie folgt:

1. **Gewässer:** Der Außenmantel von Erdkabeln besteht aus Polyethylen (PE). Das deutsche PE-Erdkabelnetz hat eine Länge von 1,44 Mio. km [BDEW]. Eine Gefährdung der Gewässer und Feuchtgebiete durch diese PE-Erdkabel ist nicht belegt. PE bewährt sich zudem seit 50 Jahren in den mehrere Mio. km langen Rohrsystemen der Gas,- Abwasser,- und **Trinkwasser**versorgung.
2. **Feuchtgebiete:** Moore können dank der flexiblen Trassenführung des Infranetz Systems leicht umgangen werden. Im Nahbereich der Autobahnen sind sie allerdings selten.
3. **Bodengefüge:** Das Bodengefüge wird mit Flüssigboden aus dem originären Bodenaushub nicht verändert.
4. **Bodenfunktionen:**
   - Die Bodenfunktion **„Regelung von Stoffkreisläufen wie Wasser, Luft, organischen und mineralischen Stoffen“** ist nicht beeinträchtigt, wie das unter 1 erwähnte deutsche Erdkabel- und Rohrnetz nahelegt.
   - Die Bodenfunktion **„Nutzung für Rohstoffe“** ist nicht beeinträchtigt, Rohstofflager für z.B. Sand- und Kiesabbau werden mit den nur 70 cm breiten Kabelgräben flexibel umgangen.
   - Die Bodenfunktion **„Nutzung für Siedlungsflächen und Erholung“** ist ebenfalls nicht beeinträchtigt. Die Kabel sind unsichtbar und der Abstand zu Siedlungsflächen beläuft sich auf eine Maschinenbreite zur Verlegung bzw. Systeminstandsetzung.
   - Die Bodenfunktion **„Wirtschaft“** wird durch das beantragte Vorhaben nur insofern tangiert, als neue dauerhafte und qualifizierte **Arbeitsplätze** im Tiefbau entstehen.

- Die Bodenfunktion **„Verkehr“** ist insofern berührt, als Wirtschaftswege und Waldwege vorrübergehend in Anspruch genommen werden.
- Hinsichtlich der „**Lebensraumfunktionen“** für Menschen, Nutztiere, Bienen, Pflanzen, wildlebende Vogelarten, etc. sind Erdkabel im Gegensatz zu Freileitungen völlig problemlos.

Durch die minimalinvasiven Fräsarbeiten für die beiden Kabelgräben von 1.520.000 m² (152 ha) sind ca. 2.280 to regenerationsfreudige Bodenlebewesen wie Bakterien, Pilze, Würmer, Asseln, Käfer, Spinnen und Milben, etc. temporär betroffen (15 to/ha).
Die meisten existieren allerdings nur in der humösen Deckschicht, die aber mit Ausnahme von Wirtschaftswegen vor dem Fräsen ausgehoben und zwischengelagert wird.
Tiefer lebende grabende Säuger wie z.B. Maulwürfe oder Wühlmäuse verlassen den Eingriffsraum.

14. Raumwiderstände:

Raumwiderstandsklassen I und II alphabetisch	betroffen?
Artefakte	nein
Biosphärenreservate	nein
Biotope	nein
Campingplätze *(keine Plätze im Nahbereich der Autobahnen)*	nein
Denkmäler	Umgehung
Deponien und Abfallbehandlungsanlagen	Umgehung
Erholungsgebiete	nein
Ferien- und Wochenendhaussiedlungen	Umgehung
Feuchtgebiete, Ramsar-Gebiete, Moore	Umgehung
FFH-Gebiete	nein
Flughäfen *(keine Flughäfen im Nahbereich der Autobahnen)*	nein
Industrie- und Gewerbeflächen	nein
Kliniken, Pflegeheime, Schulen	Umgehung
Landschaftsschutzgebiete	nein
Militärische Anlagen	nein
Nationalparks und Naturparks	nein
Naturschutzgebiete	nein
Regionale Grünzüge	nein
Siedlungsfreiflächen	nein
Stillgewässer > 10 ha	Umgehung
Tagebau, Gruben, Steinbrüche	Umgehung
Vogelbrut- und Rastgebiete	nein
Vogelschutzgebiete	nein
Vogelzuggebiete	nein
Vogelzuggebiete	nein
Vorranggebiete für Tourismus	nein
Vorranggebiete für Windenergienutzung	nein
Vorranggebiete Natur und Landschaft	nein
Vorranggebiete Wald/Forstwirtschaft	nein
Wald (Kabelverlegung in Waldwegen)	nein
Wasserschutzgebiete	nein
Weltkultur,- und Naturerbestätten	nein
Wohn- und Mischbauflächen	Umgehung

15. Archäologischer Denkmalschutz:
Vor den Bauarbeiten wird der Boden im Bereich der beiden durchschnittlich 760 km langen und 70 cm breiten Kabelgräben mit Metalldetektoren abgesucht, und geophysikalisch taxiert.
Für das beantragte Projekt mit insgesamt 1.520 km Kabelgräben haben wir nach der Kostentabelle in Anlage 1 ca. 15,2 Mio. € für das scannen von Kampfmitteln, Störkörpern und Artefakten eingestellt, was 10.000 € pro km Kabelgraben entspricht. Kampfmittel werden hoheitlich, und für den Antragsteller kostenlos, durch Bund oder Land entsorgt.
Erdkabel sind wie Pipelineprojekte oft ein Glücksfall für Archäologen. Beim Bau der 470 km langen Opal Pipeline von Lubmin bis Tschechien wurden fast 35.000 Artefakte entdeckt, teilweise 14.000 Jahre alt.

16. Naturschutzgebiete:
Das Queren von Naturschutzgebieten mit zwei schmalen gefrästen Kabelgräben ist im Vergleich zu Freileitungen so gut wie problemlos. Der Eingriff ist minimalinvasiv und nur temporär. Bevorzugt werden Wirtschaftswege oder Waldwege. Bäume müssen prinzipiell nicht gefällt werden. Im Nahbereich der Autobahnen werden Naturschutzgebiete, wenn überhaupt, nur am äußersten Rand tangiert. Die beiden betroffenen Kernzonen des Biosphärenreservats Rhön werden auf einer Länge von 325 m an der Grenzwaldbrücke nahe Motten und auf 150 m bei Oberthulba angeschnitten.

17. Wohngebiete:
Erdkabel sind unsichtbar und gesundheitlich völlig unbedenklich. Der notwendige Abstand zu Wohngebieten, Spielplätzen oder Denkmälern beschränkt sich daher lediglich auf die Maschinenbreiten, die für Verlegung und Reparatur erforderlich sind. Im gewählten direkten Nahbereich der Autobahnen sind Wohngebiete zudem eher selten.

18. Architektonisch nicht mehr nutzbare Flächen:

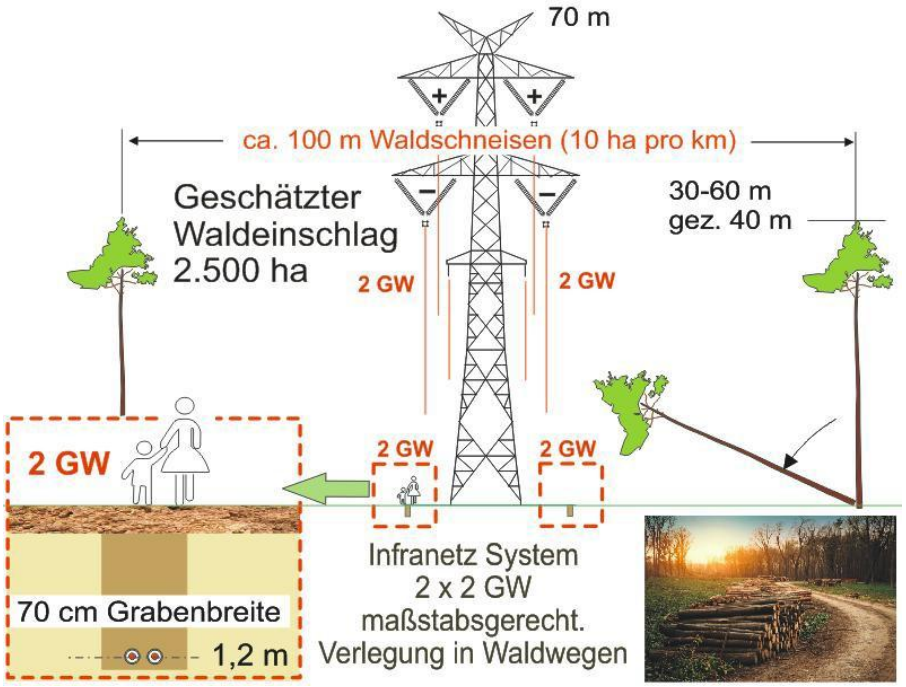
Die geplanten HGÜ- Freileitungen beanspruchen ausgerechnet im dicht besiedelten Deutschland sehr große Flächen.
Bei einer 800 km langen Leitung und einem seitlichen Sicherheitsabstand von jeweils 400 m sind ca. 64.000 ha für die nächsten 80 Jahre dauerhaft der architektonischen Nutzung und auch zum großen Teil der Windenergienutzung entzogen.
Der Flächenverbrauch der Infranetz Vollverkabelung ist bei der Verlegung in Äckern und Wiesen sowie in Wirtschaftswegen dagegen Null. Die 70 cm breiten Kabelgräben lassen sich zudem mit Wirtschaftsgebäuden überbauen, 30 m breite Teilverkabelungen nicht, Freileitungen auch nicht.

19. Flächenverbrauch für Trasse und Umrichter:
Nachstehende Tabelle zeigt den Flächenverbrauch der Infranetz Vollverkabelung im Vergleich zur Freileitung mit Teilverkabelungen.
Demzufolge erfordert die Freileitung mit Teilverkabelungen den annähernd 10-fachen Flächenbedarf:

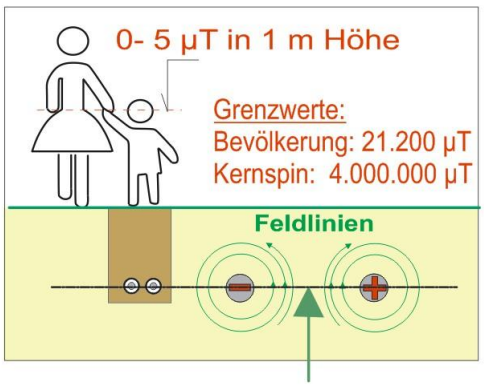
1 Teilverkabelungsabschnitt		100 Teilverkabelungsabschnitte (400 km)	Vollverkabelung (2 Systeme a' 760 km)
1,2 ha	Platzbedarf (2 x 0,6 ha)	120 ha	0 ha
16 ha	Trassenfläche (40 x 4.000 m)	1.600 ha	152 ha
42 ha	4 Umrichter a' 7 ha	(4 x 230 m x 300 m) 28 ha	(4 x 230 m x 300 m) 28 ha
		1.748 ha	**180 ha**

20. Flächenverbrauch im Wald:
Niedersachsen zählt mit 21% Waldanteil zu den waldärmsten Gebieten Deutschlands. Trotzdem beansprucht der SuedLink als Freileitung nach Angaben der niedersächsischen Landesregierung hier schon 760 ha Waldfläche auf 76 km Länge, 10 ha pro km.
http://www.netzausbau-niedersachsen.de/downloads/suedlink_hinweise-nds-vorzugstrasse.pdf

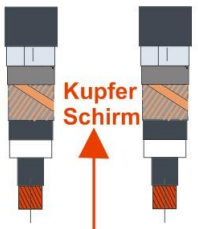
Obwohl die Walddichte nach Süden hin stark zunimmt, rechnen wir bei der Freileitung nur mit 2.500 ha Waldeinschlag ohne Rodung. Kosten ca. 82,5 Mio. € (Anlage 1 vom 18.07.15, Pos 41). Die Wiederanpflanzung einer Freileitungstrasse rechnen wir mit ca. 13,5 Mio. € (Anlage 1 vom 18.07.15, Pos. 42).
Berechnungsbasis:
http://www.thueringen.de/mam/th8/tmlfun/naturschutz/naturschutzrecht/kostendateien_fur_ersatzmassnahmen_im_rahmen_der_naturschutzrechtlichen_eingriffsregelung.pdf



21. Auswirkungen auf magnetorientierte Insekten:
Schädliche Auswirkungen auf magnetorientierte Lebewesen wie Bienen, Hummeln, etc. sind durch HGÜ-Erdkabel nicht zu befürchten, weil sich die magnetischen Gleichfelder der gegensinnig bestromten Kabel in Bodennähe nahezu neutralisiert haben.
Erdkabel emittieren im Gegensatz zu Freileitungen auch keine elektrischen Felder.

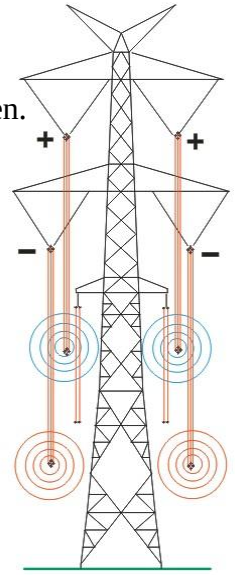


Magnetfelder lassen sich durch die gegensätzliche Stromrichtung weitgehend neutralisieren.



Erdkabel sind durch den Kupferschirm „Faradaysche Käfige“ und emittieren daher keine elektrischen Felder

HGÜ-Freileitungen bilden dagegen über die gesamte Trassenlänge um die vier Leiterseile stromabhängig starke zylinderförmige Magnetfelder aus, die sich aufgrund der Seilabstände nicht neutralisieren.



Bienen und andere bestäubungsrelevante Insekten verlieren die Orientierung und finden nicht mehr zum Stock zurück, was für die Tiere tödlich ist.
Gleichstromfreileitungen werden somit zu bestäubungsarmen Zonen.
Die Bestäubung durch Insekten ist ein nicht zu unterschätzender Wirtschaftsfaktor.

Die Kosten des Bienen- und Hummelsterbens z.B. in den USA belaufen sich auf 24 Mrd. $ pro Jahr.

22. Stand der Technik:

HGÜ-Erdkabel sind nachweislich ungefährlich und zudem erprobt. Weltweit wurden bereits knapp 5.000 Systemkilometer realisiert.

Das neue 525 kV-Kabel ist abgeprüft und zertifiziert aber derzeit noch nicht im Einsatz.
Es unterscheidet sich von den bereits installierten 5.000 Kilometern 320 kV-Kabeln lediglich in der spannungsfesteren Isolation mit geringerer elektrischer Leitfähigkeit.

In der Folge führt das aber fast zu einer Halbierung der Kabelmenge und zu kleineren Leiterquerschnitten bei gleichzeitiger Erhöhung der Übertragungsleistung.

		Seekabel	Landkabel	
Gotland (1998)	Schweden	92 km	70 km	130 MW
Directlink, 1999	Australien		195 km	180 MW
Cross sound Cable	USA, 2002	41 km		330 MW
Murraylink, 2002	Australien		180 km	220 MW
Troll A, 2004	Norwegen	142 km		80 MW
Estlink, 2006	Estland > Finnland	75 km	31 km	350 MW
Valhall	Norwegen	292 km		78 MW
BorWin 1, 2009	Deutschland	133 km	77 km	400 MW
Trans Bay cable	USA	88 km		400 MW
Britned	Holland > England	260 km		1.000 MW
Nanhui	China		9 km	18 MW
Interconnector	England > Irland (EWIP)	186 km	76 km	500 MW
BorWin 2	Deutschland	125 km	75 km	800 MW
Sydvästlänken	Schweden, 2014		399 km	1.440 MW
DolWin 1, 2013	Deutschland	85 km	94 km	800 MW
HelWin 1	Deutschland	85 km	45 km	576 MW
Pyrenäenquerung	Frankreich > Spanien		65 km	2.000 MW
Fenno Skan	Schweden > Finnland	200 km		1.300 MW
Skagerrak 4	Norwegen > Dänemark	140 km	104 km	700 MW
SylWin 1	Deutschland	160 km	45 km	864 MW
NordBalt, 2015	Schweden > Litauen	400 km	50 km	700 MW
DolWin 2, 2015	Deutschland	60 km	90 km	900 MW
HelWin 2	Deutschland	85 km	45 km	690 MW
NGET SPT	Schottland > England	420 km		2.200 MW
Aland HGÜ	Finnland	158 km		100 MW
	Deutschland 1.204 km	**3.227 km**	**1.650 km**	**Σ 4.877 km**

Quelle: Wikipedia

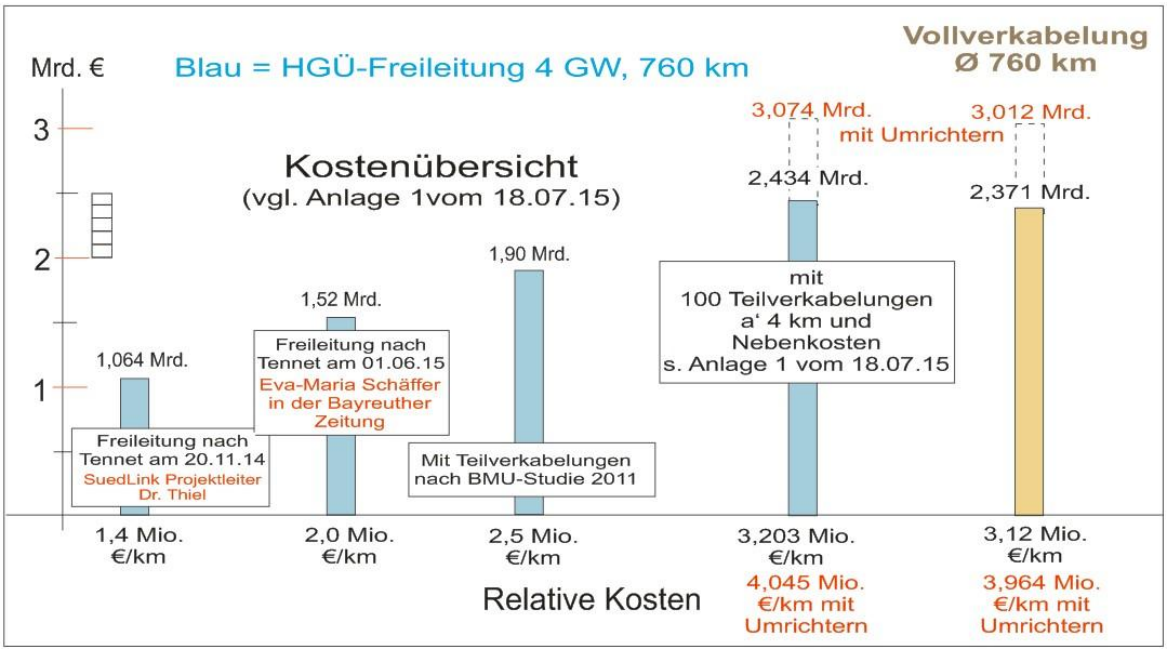
23. Mehrkostenfaktor:
Die Debatte um die Akzeptanz der geplanten HGÜ-Freileitungen wird in den öffentlichen Konsultationen und in den Medien, oft über Mehrkostenfaktoren von **3-8** geführt, wobei man die erforderliche Berechnungsbasis etwas unscharf mit einem „unteren einstelligen Milliardenbereich“ definiert.
Am 26.06.15 hat z.B. die Schwäbische Zeitung die Faktoren **3-8** übernommen und die Kosten des "Suedlinks" als Freileitung mit Teilverkabelungen ziemlich realistisch mit **3 Mrd. €** angenommen. Demzufolge würde die Vollverkabelung **9 bis 24 Mrd. €** kosten.

Wie unrealistisch das ist, zeigen einige Vergleiche:

1. Die 65 km lange vieradrige 2 Gigawatt Pyrenäenquerung der INELFE von Frankreich nach Spanien mit einem 8 km langen, begehbaren Tunnel durch das Gebirge hat incl. der vier Siemens Umrichter **0,7 Mrd. €** gekostet.
2. Die 1.200 km lange North Stream Pipeline mit 2 Röhren, 2.400 km Rohrlänge und 185.000 betonummantelten 1,15 m Rohren a' 25 to durch die Ostsee hat **8 Mrd. €** gekostet.
3. Der 57 km lange Gotthard Basistunnel mit 2 Röhren und 114 km Tunnellänge durch Granitgestein kostete komplett **12 Mrd. €**.
4. Eine **800 km** lange **sechsspurige** Autobahn mit 35,5 m Regelquerschnitt wird auf **24 Mrd. €** geschätzt.

Das beantragte minimalinvasive Vollverkabelungssystem für den "Suedlink" ist mit ca. 3 Mrd. € in etwa **kostenneutral** zu einer teilverkabelten Freileitung incl. Nebenkosten (Anlage 1 vom 18.07.15, Pos. 33 und 45).

24. Kosten:
Tennet geht für den SuedLink von 2 Mio. € pro Kilometer Freileitung aus, allerdings ohne Teilverkabelungen und Nebenkosten.
Die BMU/IZES Studie aus 2011 hat für Drehstromfreileitungen mit wenigstens **zwei** Teilverkabelungen Kosten von 2,5 Mio. € pro Systemkilometer ermittelt.



Da der SuedLink mit seinem metallischen Rückleiter einem Drehstromsystem optisch sehr nahe kommt, haben wir diese BMU-Zahl als Berechnungsbasis gesetzt, obwohl eine 760 km lange Strecke deutlich mehr als zwei Teilverkabelungen erfordern wird, was aktuell auch bestätigt wird.

Die BMU-Studie aus 2011 berücksichtigt allerdings keine Nebenkosten wie z.B. die Bundesfachplanung oder aufwendige Umweltstudien, ca. 2.500 ha Waldeinschlag und Wiederanpflanzungen.
Sie berücksichtigt auch nicht Vogelschutzmaßnahmen, Ausgleichsmaßnahmen oder Ausgleichszahlungen an die Gemeinden von 40.000 € pro Kilometer nach § 5 StromNEV oder Prozesskosten, Konsultationskosten, und Enteignungskosten, etc.

In der Anlage 1 vom 18.07.15 haben wir diese Positionen abgeschätzt.

25. Übertragungsverluste:
Die Übertragungsverluste der HGÜ-Freileitung mit 565-AL1/72-St1A Seilen im Viererbündel liegen bei gemischter Last nach untenstehender Tabelle um die 327 MW und damit um 115 MW höher als bei der Vollverkabelung mit 2.100 mm² Kupferkabel.

Bei einem Börsenpreis von 40 €/MWh ergibt das ein Verlustkostendelta von **15,23 Mio. € pro Jahr** zugunsten der Vollverkabelung.

Verluste	Last	Jahresstunden	Börsenpreis	Verlustkosten
MW	%	h	€/MWh	€/pA
194	100%	4.000	40	31.040.000
89	70%	2.315	40	8.241.400
44	50%	2.315	40	4.074.400
327			**Freileitung:**	43.355.800
126	100%	4.000	40	20.160.000
57	70%	2.315	40	5.278.200
29	50%	2.315	40	2.685.400
212			**Vollverkabelung:**	28.123.600
			Differenz:	**15.232.200**

IV. **Rechtslage**

1. Art. 2 Grundgesetz
(2) Jeder hat das Recht auf Leben und körperliche Unversehrtheit….

Kommentar: HGÜ-Freileitungen sind im dichtbesiedelten Deutschland hinsichtlich der gesundheitlichen Auswirkungen nicht erprobt.
Die SSK empfiehlt daher im Bundesanzeiger vom 07.08.14 zunächst Humanstudien unter kontrollierten Bedingungen.

HGÜ-Freileitungen emittieren spannungsabhängig starke elektrische Felder, die unterhalb der Leitung dauerhaft noch 20.000 V/m annehmen können. [Neitzke et al. 2012].
Der Grenzwert 5.000 V/m nach der 26. BImSchV lässt sich nur durch entsprechend höhere Masten oder geringere Mastabstände erreichen.
Gemessen wird in 1 m Höhe über dem Boden, das bedeutet ein höheres Risiko für erwachsene Implantatträger mit ca. 0,5 m höher platzierten Implantaten.

Diese elektrischen Felder produzieren dauerhaft giftiges Ozon und gesundheitsschädliche Stickoxide sowie dauerhaft ionisierte Raumladungswolken, die zur elektrischen Aufladung von Luftschadstoffen wie Dieselruß, Staub, Cadmium, Quecksilber und Asbest, etc. führen.
Durch Wind verfrachtet und eingeatmet, treten Ozon und Stickoxide sowie die aufgeladenen Luftschadstoffe in direkten Kontakt mit den Körperzellen der Lunge und können dadurch die Zellspannung von durchschnittlich 70 mV nachteilig beeinflussen.

Im weiteren entstehen um die Leiterseile stromabhängig starke ringförmige Magnetfelder, die wie bereits oben beschrieben durch Desorientierung indirekt tödliche Auswirkungen auf magnetorientierte Insekten haben.

HGÜ-Erdkabel emittieren im Gegensatz zu Freileitungen keine elektrischen Felder und die magnetischen Gleichfelder neutralisieren sich durch die bipolare Verlegung mit gegenläufiger Stromrichtung so, dass sich im relevanten Messpunkt in Kinderkopfhöhe 1 m über dem Boden nur noch ein zusätzliches Gleichfeld von 5 bis 10 µT ausbildet.
Das liegt noch im Toleranzbereich des Erdmagnetfeldes von 30 bis 60 µT. Der Grenzwert für die Bevölkerung liegt bei 21.200 µT, weil es sich um gesundheitlich relativ unbedenkliche Gleichfelder mit 0 Hertz handelt.

2. Art. 14 Grundgesetz

(1) Das Eigentum wird gewährleitet….
(2) Eigentum verpflichtet. Sein Gebrauch soll zugleich dem Wohl der Allgemeinheit dienen.
(3) Eine Enteignung ist nur zum Wohle der Allgemeinheit zulässig.

Kommentar: Wir unterscheiden hier zwei Formen der Enteignung:

- Wertverlust von Immobilien nach dem Steinkogler Gutachten zwischen 30 und 40%, teilweise werden die Immobilien unverkäuflich. Ein Verlustausgleich ist nicht vorgesehen
- Zwangsenteignung oder Eigentumsbeschränkung durch Planfeststellung mit minimaler und einmaliger Entschädigung

Für 2015 zeichnet sich ein deutscher Exportüberschuss von knapp 50 Mrd. kWh ab.
Geht man davon aus, dass der Übertragungsbedarf an elektrischer Energie trotzdem erforderlich ist (was ja umstritten ist), so entspricht der Neubau der Netze dem Wohl der Allgemeinheit.
Entscheidend ist dabei aber die Wahl der Mittel.
Unstrittig dürfte hier sein, dass die HGÜ-Freileitungen nicht dem Wohl der Allgemeinheit dienen, weil das Projektziel auch mit einer unsichtbaren, gesundheitlich unbedenklichen und kostenneutralen Technik erreicht werden kann.
In der Anlage 1 wird deshalb der Nachweis geführt, dass das Infranetz System gegenüber Freileitungen mit Teilverkabelungen und Nebenkosten kostenneutral ist, was im Hinblick auf das Wohl der Allgemeinheit von Bedeutung ist.

Die Kosten von 3 Mrd. €, umgelegt auf 40 Mio. Haushalte führen zu einer einmaligen Belastung von 75 € pro Haushalt. Verteilt auf 20 Jahre somit 3,75 € jährlich, was bei durchschnittlich 3.750 kWh pro Haushalt 0,1 Cent/kWh ausmacht.

3. Art. 19 Grundgesetz

(4) Wird jemand durch die öffentliche Gewalt in seinen Rechten verletzt, so steht ihm der Rechtsweg offen.

Kommentar: Betroffene Bürger haben zwar die Möglichkeit beim Leipziger Bundesverwaltungsgericht letztinstanzlich gegen neue Freileitungen vorzugehen, es nützt ihnen

aber nichts, weil der Bundesbedarfsplan den Bedarf, die Technik und die Alternativlosigkeit gleichzeitigt festgeschrieben hat.
Das Bundesverwaltungsgericht schmettert alle Klagen mit Hinweis auf diese Festlegung ab.

Bleibt nur noch der Weg zum Europäischen Gerichtshof, was aber auch ohne Chancen ist, weil die Planfeststellungen nach Aussage der Bundesnetzagentur (Herr Zerres am 24.06. in Kassel auf unsere Nachfrage) mit Sofortvollzug ausgestattet werden.
Das hebelt den Rechtsschutz komplett aus, weil die Projekte schon fertig sind, wenn es Jahre später zu einer gerichtlichen Entscheidung kommt.

Zitat: *„Nach Ansicht des Bundesverfassungsgerichtes besteht ein Recht auf effektiven* (d.h. wirksamen) *Rechtsschutz. Das Gericht ist verpflichtet, die angefochtene Entscheidung in rechtlicher und in tatsächlicher Hinsicht vollständig nachzuprüfen. Dieses Grundrecht entfaltet auch Vorwirkungen auf das Verwaltungsverfahren. Schon die Behörde* (in diesem Fall die Bundesnetzagentur) *hat demnach im Verfahren so zu handeln, dass das Grundrecht auf effektiven Rechtsschutz nicht beeinträchtigt wird“.*
http://de.wikipedia.org/wiki/Effektiver_Rechtsschutz

Mit der minimalinvasiven Infranetz Vollverkabelung sind Klagen eher unwahrscheinlich und es kann u.U. auch auf den Sofortvollzug verzichtet werden.

Bei Grabenbreiten von lediglich 70 cm sind Blockierer oder Raumwiderstände dank flexibler Trassenführung leicht zu umgehen, was bei 30 bis 40 m breiten Tennet Trassen nicht der Fall ist.

Auf Enteignungen und Sofortvollzug könnte daher weitestgehend verzichtet werden.
Das Klagerecht nach § 19 GG wird somit, rein systemtechnisch bedingt, nicht eingeschränkt.

4. Art. 20a Grundgesetz
Der Staat schützt, auch in Verantwortung für die künftigen Generationen, die natürlichen Lebensgrundlagen und die Tiere…

Kommentar:
Menschen:
Angesichts der technischen Lebensdauer von Freileitungen von 2 x 40 Jahren (Neubeseilung und neue Mastenbeschichtung nach 40 Jahren) sind 3 Generationen von den geplanten HGÜ-Freileitungen betroffen.
Tiere:
Der geplante Neubau von 3.200 km Gleichstrom Freileitungen wird jährlich mindestens 1,76 Millionen zusätzliche Vogelopfer fordern, was sich über die technische Lebensdauer der Leitungen von 80 Jahren auf 141 Mio. zusätzliche Vogelschlagopfer addiert.

5. Art. 72 Grundgesetz
(2) …Herstellung gleichartiger Lebensverhältnisse….

Kommentar: Diese gesetzliche Verpflichtung des Bundes kann nur mit der Vollverkabelung erreicht werden.

6. Naturschutzgesetze:

Projekte, die erhebliche und insbesondere dauerhafte Auswirkungen haben, stehen im Widerspruch zu:

1. FFH-Richtlinie Natura 2000, 9243/EWG

2. Vogelschutzrichtlinie 2009/147/EG (Tötungsverbot)

3. §§ 15, 34, 44 und 45 Bundesnaturschutzgesetz,

weil alle Schutzgüter wie:

Gesundheit, Sicherheit, Wälder, Nutztiere, wildlebende Vogelarten, Landschaft und Kulturgüter sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen in hohem Maße verletzt werden.

Ausnahmen sind an eine strenge Voraussetzung geknüpft:

Zumutbare Alternativen dürfen nicht ersichtlich sein.

Kommentar: An deutschen Freileitungen verenden jährlich 30 Mio. Vögel. [Heinjis, Hörschelmann, Bernshausen und Richarz] wobei Höchstspannungsleitungen und Bahnnetze in diesen Studien noch nicht berücksichtigt sind.
Die Verluste betreffen 179 Arten, darunter auch viele prioritäre Arten die dem besonderen Schutz unterliegen [Hüppop 2004].

Die zumutbaren Alternativen sind:

1. Vollverkabelung
2. Power to Gas
3. Beides

Freileitungen sind dagegen in jeder Hinsicht unzumutbar.

Müden/Aller d. 09.08.15

Ingo Rennert,
Aufsichtsratsvorsitzender

Anlage:
1. Kostenkalkulation vom 18.07.15

Infranetz AG, Ingenieurbüro für Energieprojekte Müden/Aller, www.infranetz.com
e-mail: ingo.rennert@infranetz.de , Tel.: 0160 3480 189 oder 05375 6814