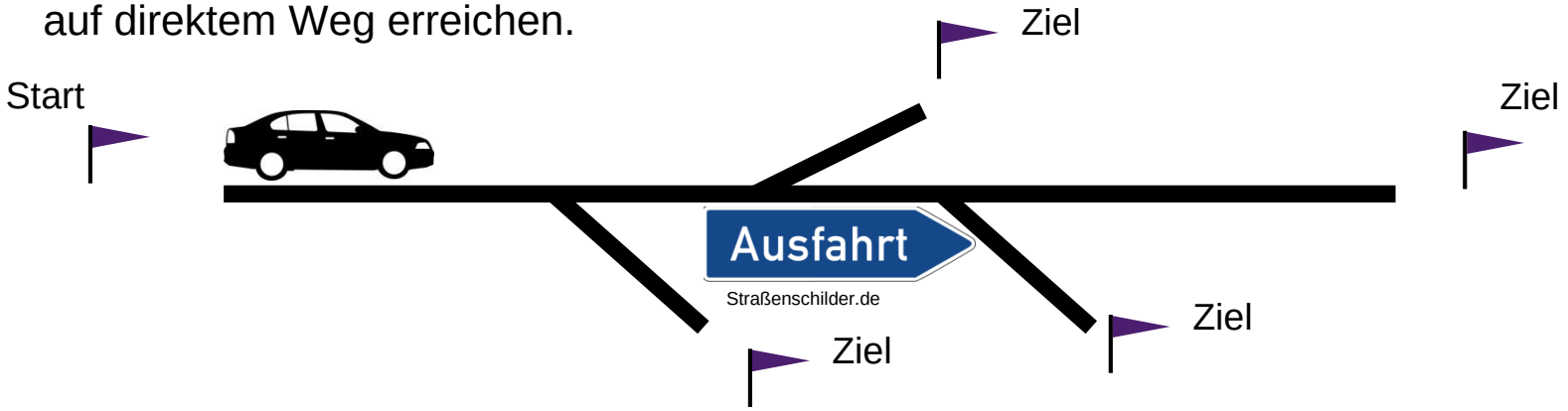
Erfahrungsaustausch ÜNB/ KSB
Kassel, 27.09.2016

Unterschied zwischen Höchstspannungskabelanlagen im Gleich- und Wechselstrombereich

Autobahnnetz als Modell für die Übertragung mit Wechselstrom

- Die Autobahn ist eine Verbindungstrecke zwischen zwei Punkten. Man kann das Ziel auf direktem Weg erreichen.

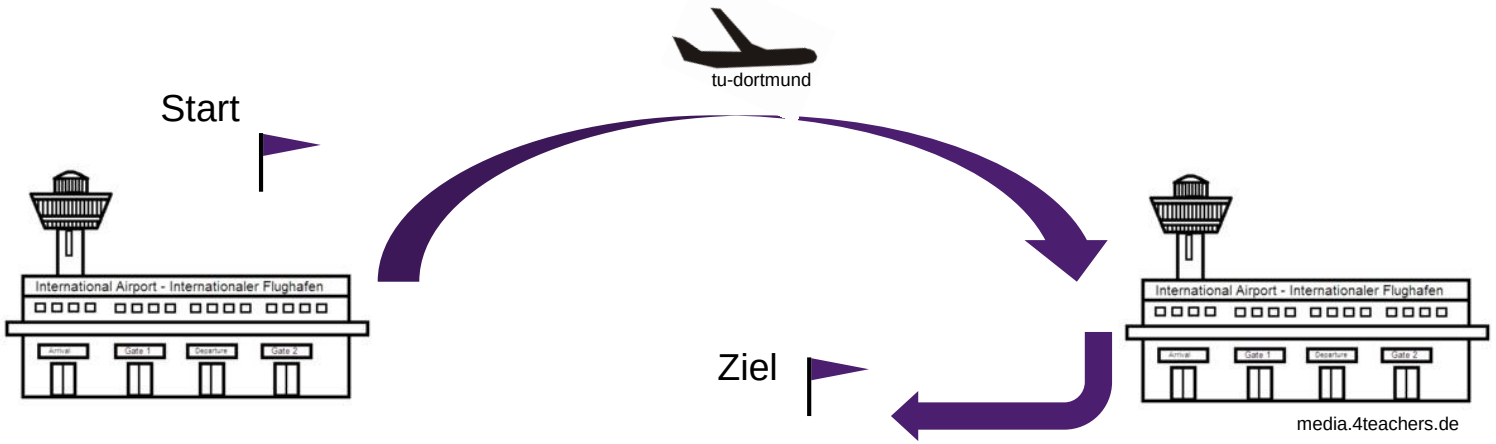


- Um an einen Ort zwischen dem Start- und dem Endpunkt zu gelangen, kann man die Autobahn lange Zeit benutzen und diese an dem Zielort problemlos über eine Ausfahrt verlassen.
- Es können auf der Autobahn viele verschiedene Ziele angefahren werden.
- In Wechselstromtechnik können die „Zu- und Abfahrten“ problemlos durch Transformatoren hergestellt werden

amprion

Flugreise als Modell für die Übertragung mit Gleichstrom

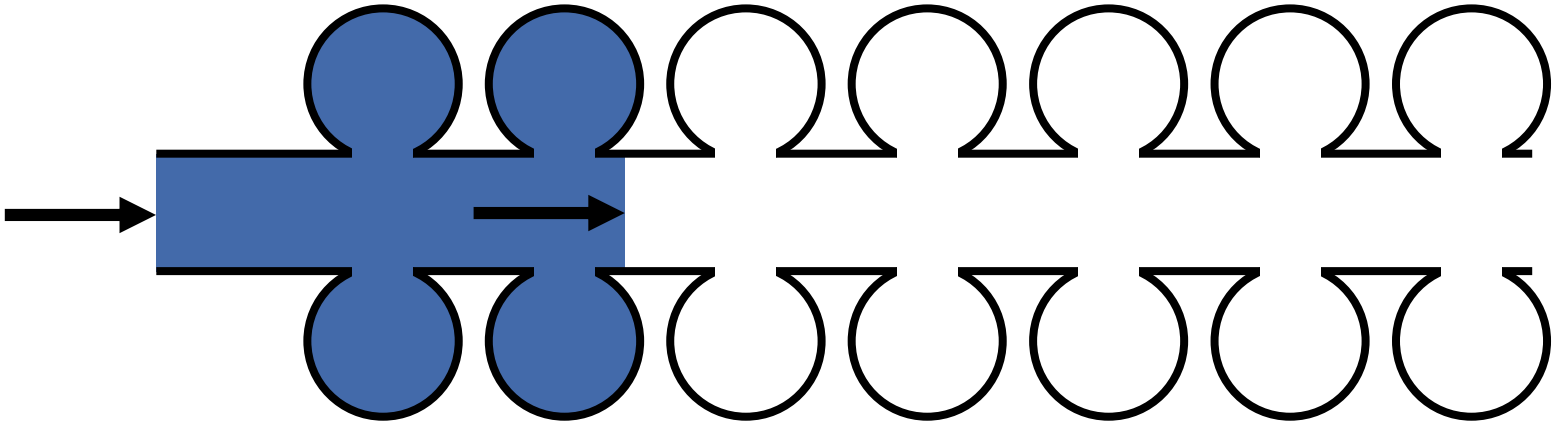
- Bei einer Flugreise gibt es Flughäfen als definierte Start- und Endpunkte.



- Wenn das Ziel der Reise zwischen den Flughäfen liegt, ist ein vorzeitiges Verlassen des Flugzeuges nicht möglich. Für eine direkte Verbindung müsste man einen neuen Flughafen errichten

amprion

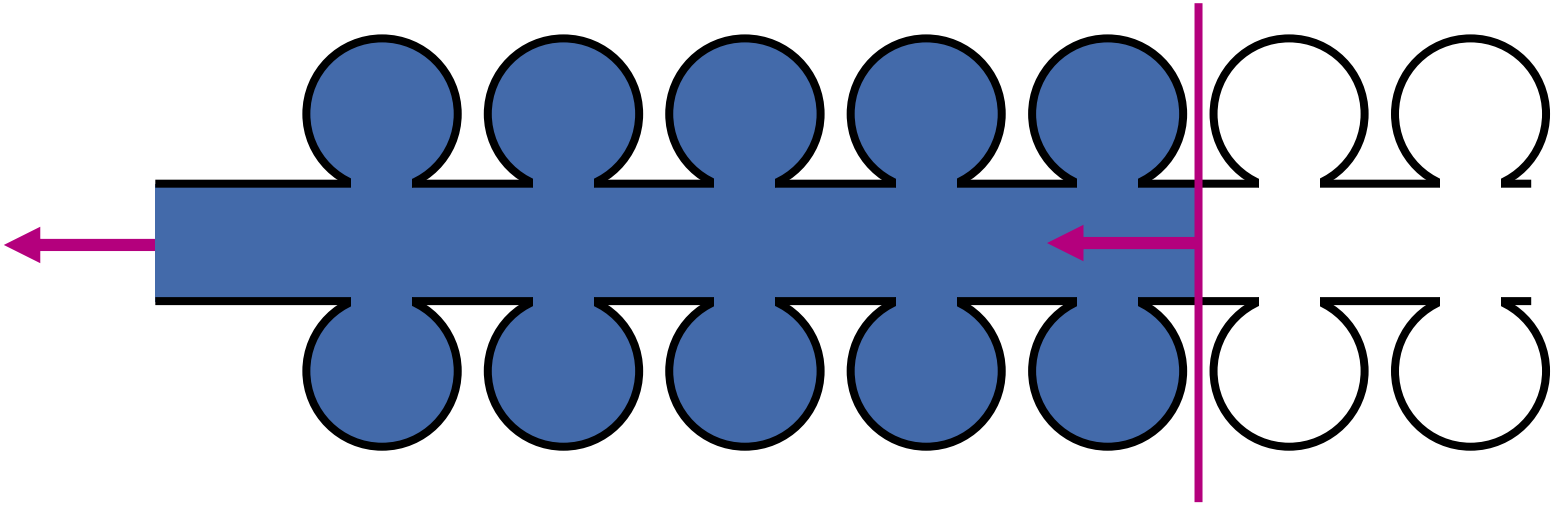
Ein Wasserschlauch als Kabelmodell: Pumpbetrieb



- Im Pumpbetrieb füllen sich nach und nach die Speichertaschen und das Wasser „arbeitet“ sich nach rechts schrittweise vor.

amprion

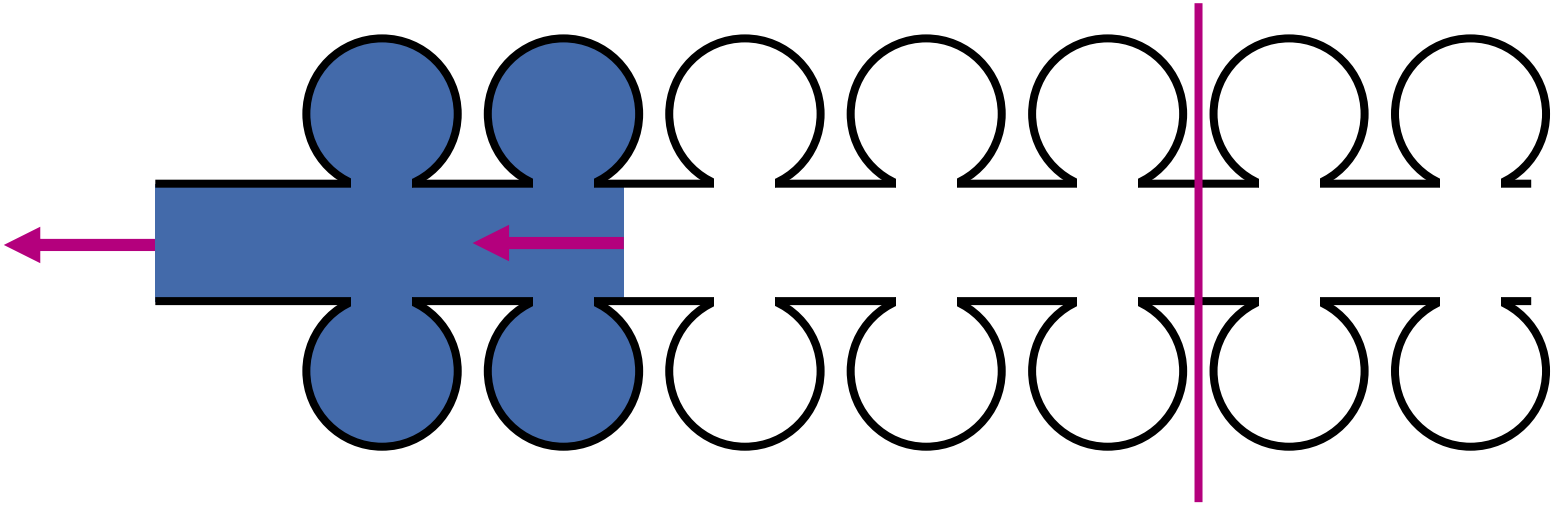
Ein Wasserschlauch als Kabelmodell: Pumpbetrieb ↔ Saugbetrieb



- Im Pumpbetrieb füllen sich nach und nach die Speichertaschen und das Wasser „arbeitet“ sich nach rechts schrittweise vor.
- Im Saugbetrieb leeren sich die Speichertaschen wieder, und das Wasser zieht sich von rechts nach links aus dem Schlauch zurück.

amprion

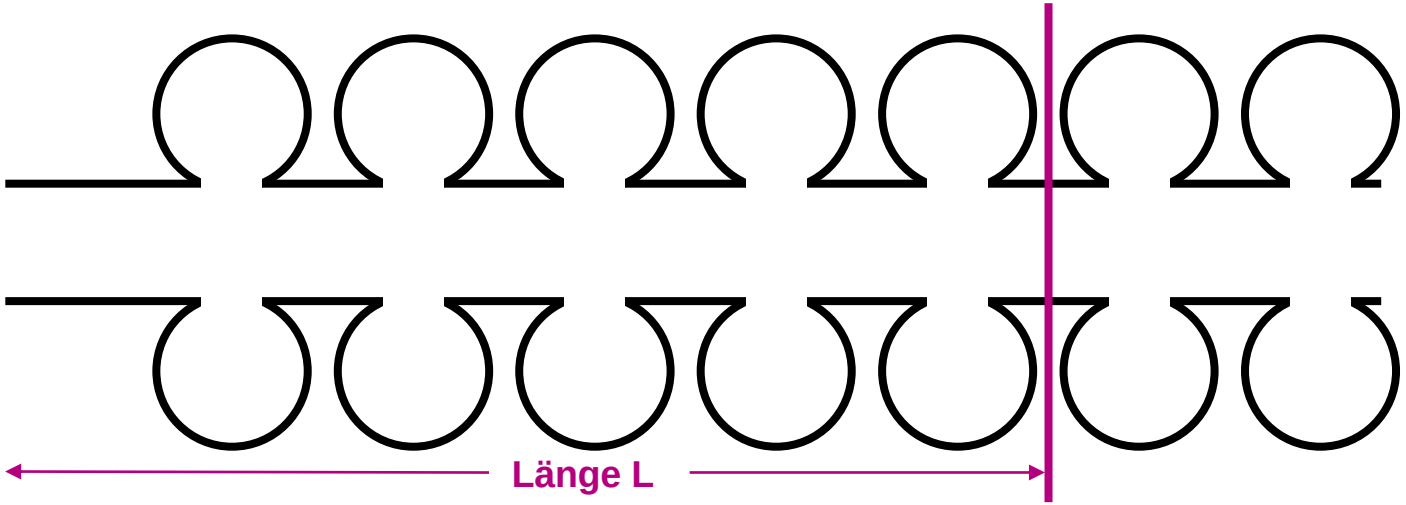
Ein Wasserschlauch als Kabelmodell: Saugbetrieb



- Im Saugbetrieb leeren sich die Speichertaschen wieder, und das Wasser zieht sich schrittweise von rechts nach links aus dem Schlauch zurück.

amprion

Ein Wasserschlauch als Kabelmodell: Was lernen wir aus der Betrachtung?

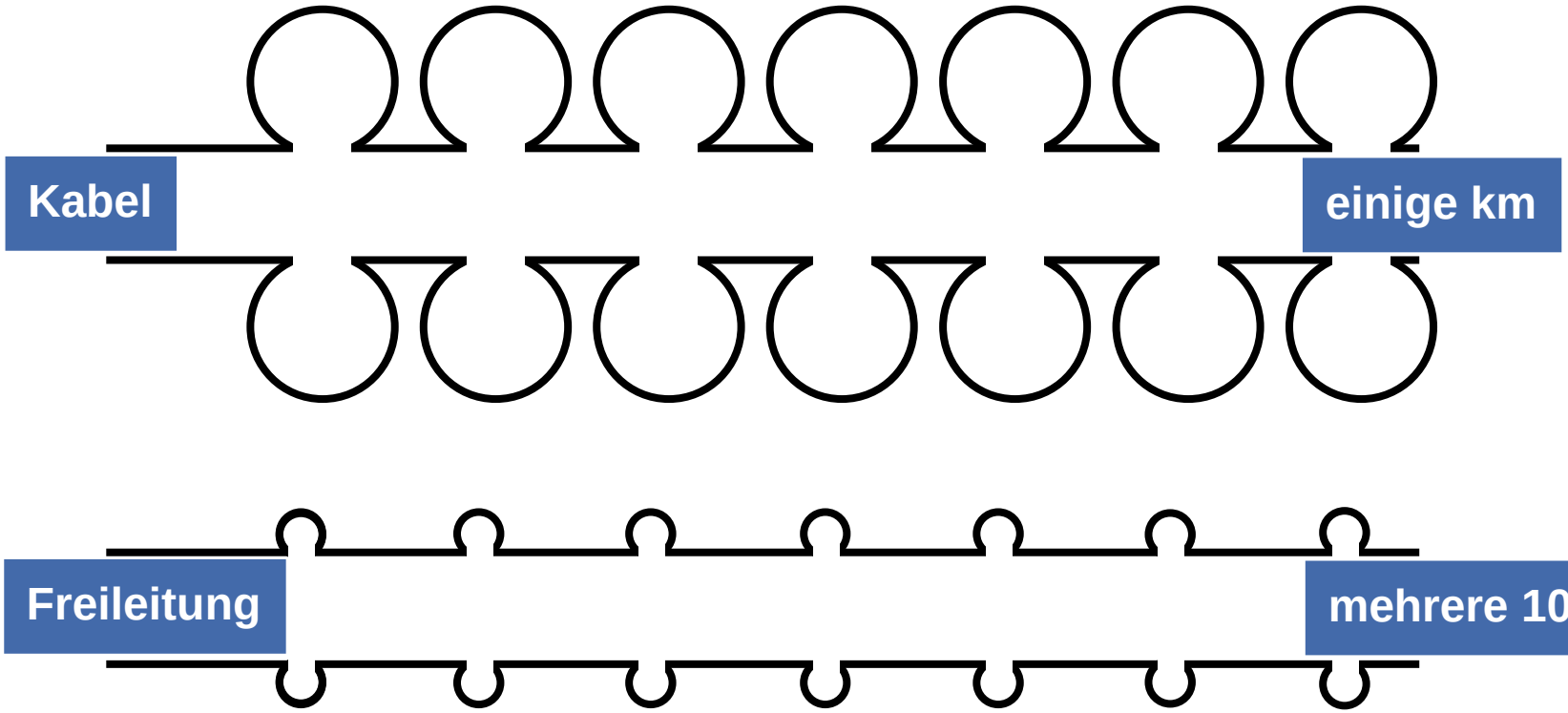


- Durch das Wechseln von Pump- auf Saugbetrieb dringt das Wasser nur bis zu einer bestimmten Länge L in den Schlauch ein. Ist der Schlauch länger als L, kommt am Ende niemals Wasser heraus.

➢ **Nur „kurze“ Wechselstromkabel können Strom übertragen.**

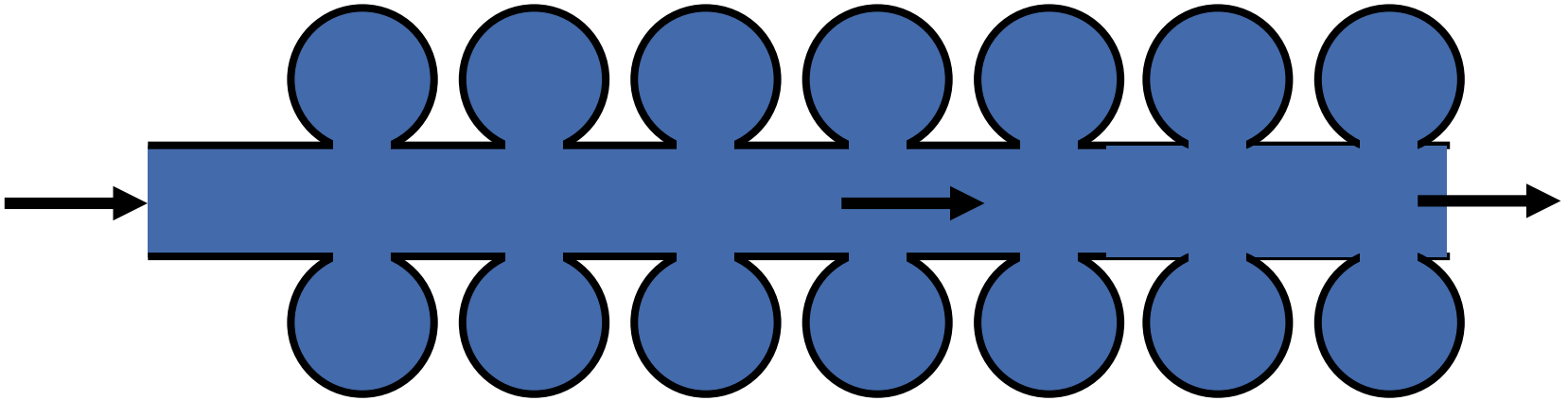
amprion

Ein Wasserschlauch als Leitungsmodell: Der kleine Unterschied bei Wechselstrom



amprion

Ein Wasserschlauch als Kabelmodell: ausschließlich Pumpbetrieb bei Gleichstrom



- Im Pumpbetrieb füllen sich nach und nach die Speichertaschen und das Wasser „arbeitet“ sich nach rechts schrittweise vor.
- Sind die Taschen gefüllt, wird die anschließend gesamt eingespeiste Wassermenge übertragen.
- Dies entspricht in der Energieübertragung einem Kabel in Gleichstrombetrieb: Sind die Kapazitäten des Kabels gefüllt, kann Wirkleistung übertragen werden.

amprion

Fazit: Gleichstrom vs. Wechselstrom

- **Die Wechselstromtechnik ermöglicht einfache Ein- und Ausspeisungen**
- **In Gleichstromtechnik eignet sich eher, um große Energiemengen über große Entfernungen zu transportieren**

Das zukünftige Übertragungsnetz benötigt sowohl Gleich- als auch Wechselstromverbindungen

amprion

Bodenschonende Bauweise

Offene Verlegung 380-kV-AC-Kabel

- Projekt- und Kostenrisiken überschaubar
- Bodenschonende Bauweise muss umgesetzt werden
- Exakte Positionierung der Leerrohre und der Kabel möglich
- Durch Schutzrohrverlegung nur begrenzte Wasserhaltung erforderlich
- Schutzrohre ermöglichen späteren Ersatz des Kabels ohne aufwendige Boden-arbeiten

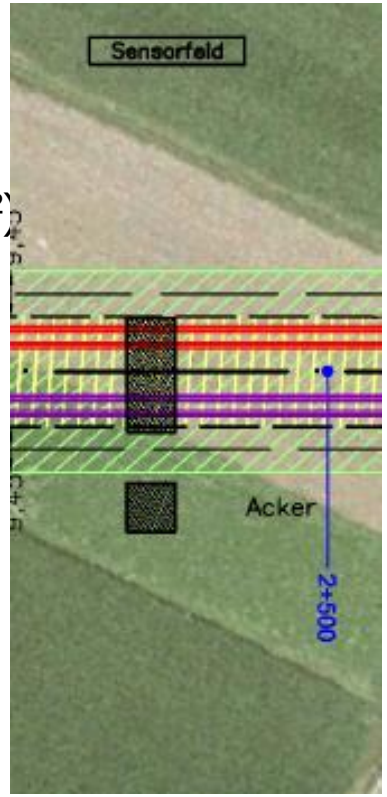
amprion

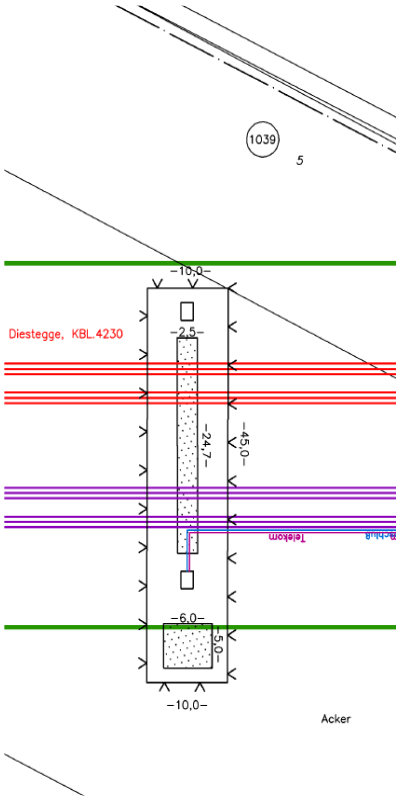
Sensorenfeld

Pilotprojekt 380-kV Kabel Raesfeld

Feldaufbau:

- eingezäunte Fläche 10,0 m x 45,0 m (450 m²)
- zwei Schaltschränke
- Sensorfläche 2,5 m x 24,7 m (61,74 m²)
- Thermistorsonden (Temperatur, Anzahl 536)
- Theta-Sonden (Feuchtigkeit, Anzahl 136)
- Referenzfläche mit 34 Thermistorsonden
- und 13 Theta-Sonden
- erste Ergebnisse frühestens 2017

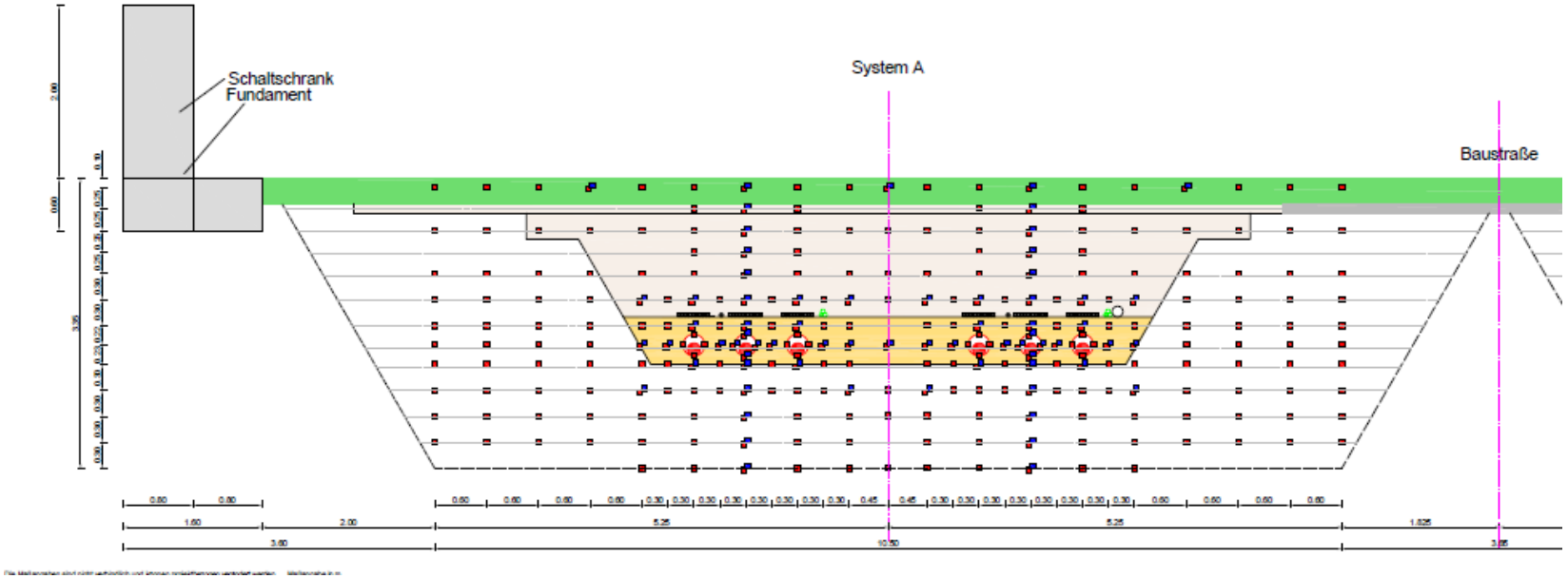




amprion

380-kV-Kabel-Monitoring

Versuchsfeld Temperatur- und Feuchtemessung

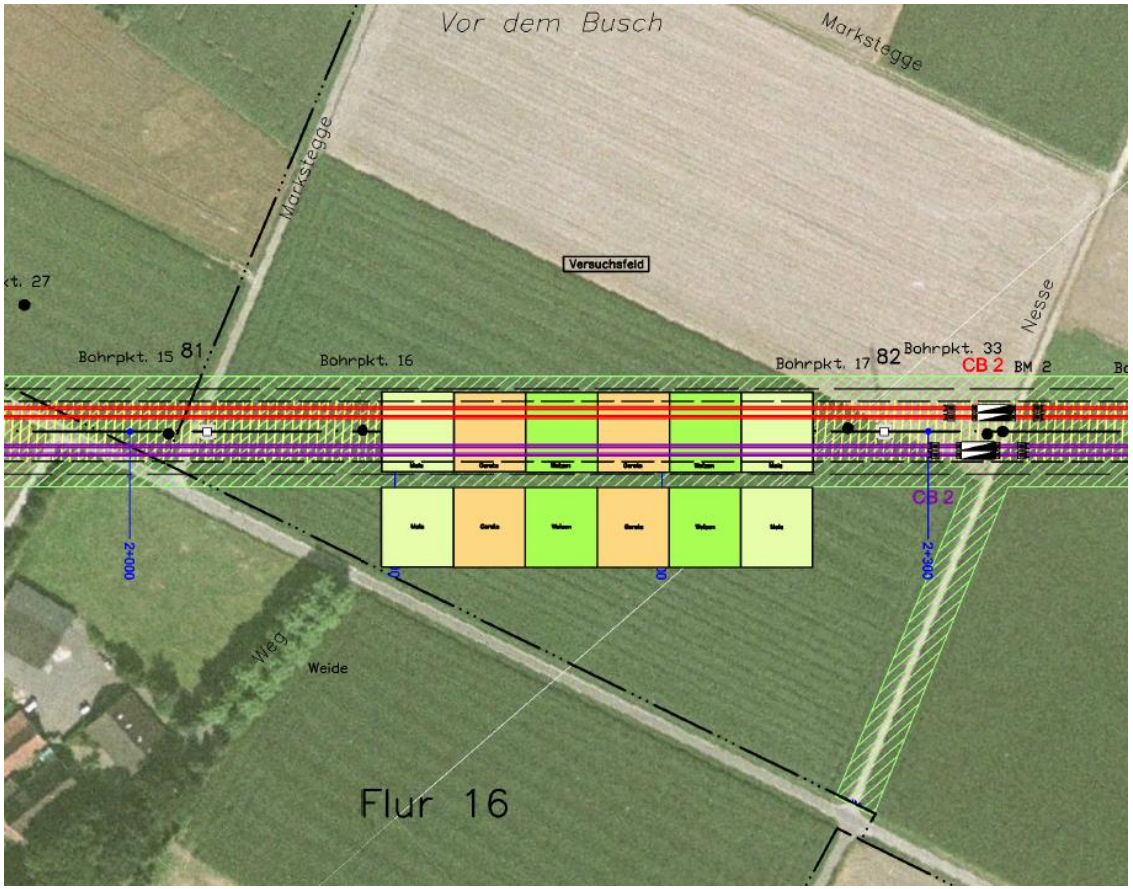


amprion

Feldversuch über mehrere Jahre

Pilotprojekt 380-kV Kabel Raesfeld

Beispiel Lageplan:



amprion

Übersicht des Instrumentenkastens zur Verlegung von Kabeln in den Boden

Bauweise	Bezeichnung
Offen	Bodenschonende Bauweise (Raesfeld)
Offen	Pflugverfahren
Geschlossen	Spülbohrverfahren
Geschlossen	Mikrotunnelbau
Geschlossen	Pilotrohrvortriebe
Geschlossen	Tübbing-Bauweise

amprion

Fazit

- Amprion hat den „Werkzeugkasten“ gefüllt, um Kabelanlagen mit höchstmöglicher Akzeptanz und so bodenschonend wie möglich zu verlegen
- Neben der Verlegung im offenen Graben stehen auch grabenlose Verfahren zur Verfügung
- In Abhängigkeit von den örtlichen Gegebenheiten muss jeweils individuell entschieden werden, welches Verfahren zum Einsatz kommt
- In der Planfeststellung wird entschieden, welches bautechnische Verfahren zur Anwendung kommt
- Der Bau von Erdkabeln ist teurer als der Bau einer Freileitung – in Raesfeld um den Faktor 6

Impressionen aus Raesfeld

Bauausführung Raesfeld

Sonderbauwerke

Versuchsfeld Temperatur- und Feuchtemessung im Erdreich

Bauausführung Raesfeld

Boden kalken und separieren zur Flüssigbodenherstellung

amprion

Bauausführung Raesfeld

Baustraße nach einem Regenguss

amprion

Bauausführung Raesfeld

Rückverfüllung Oberboden

amprion

Bauausführung Raesfeld

Rohreinbettung mit Flüssigboden

amprion

Bauausführung Raesfeld

Rückverfüllung Kabelgräben

Bauausführung Raesfeld

Kabelzug-/Montage

Seilbagger für das Umsetzen der Kabeltrommeln

amprion

Kabelübergabestation Diestegge
Projekt Raesfeld

amprion

Ausstellung am Schloss Raesfeld

380-kV-Kabel Raesfeld

Strecke nach der Verlegung

amprion

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Das starke Netz für Energie www.amprion.net

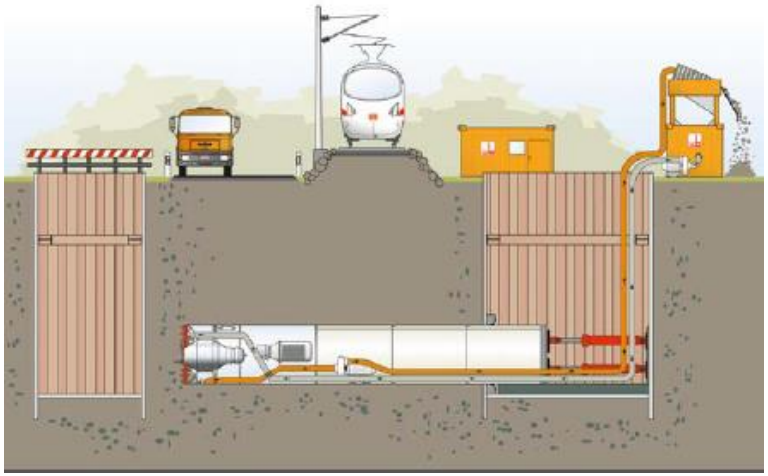
Back Up

Unbemannte steuerbare Verfahren (1)

Zu dieser Gruppe gehören der Mikrotunnelbau, Pilotrohrvortriebe und das Spülbohrverfahren (HDD).

Mikrotunnelbau:
Der Rohr-strang folgt der ferngesteuerten Vortriebsmaschine,
die Vortriebskraft wird über eine Presseinrichtung
in der Startgrube aufgebracht.

- Rohrgrößen bis etwa DN 2500
- Leitungslängen bis etwa 1200 m



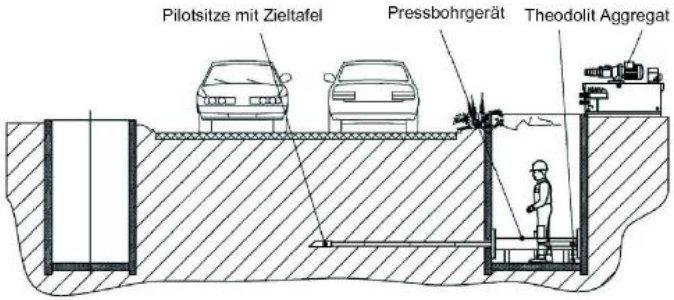
Mikrotunnelbau mit Spülförderung

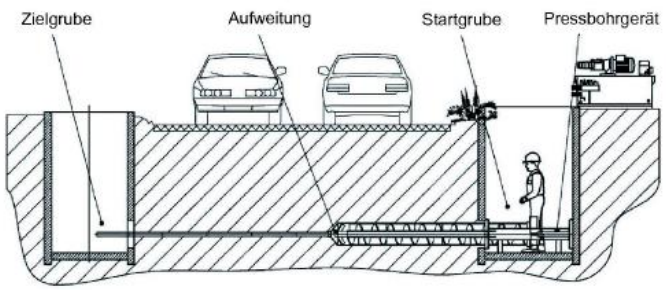
Unbemannte steuerbare Verfahren (2)

Zu dieser Gruppe gehören der Mikrotunnelbau, Pilotrohrvortriebe und das Spülbohrverfahren (HDD).

Pilotrohrvortrieb:

Bei diesem Verfahren wird zunächst ein Pilotrohrstrang bodenverdrängend oder –entnehmend gesteuert vorgetrieben. Nachfolgend werden Mantelrohre mit gleichem oder größerem Außendurchmesser vorgetrieben.





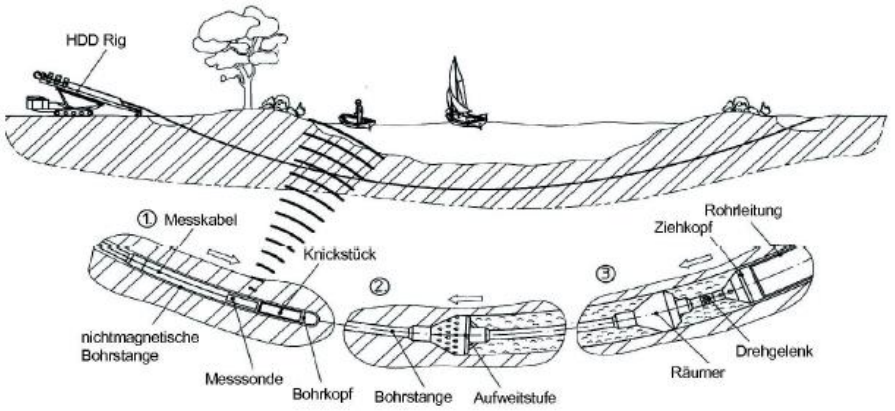
Rohrgrößen bis DN 1200, Leitungslänge bis 100 m

Unbemannte steuerbare Verfahren (3)

Zu dieser Gruppe gehören der Mikrotunnelbau, Pilotrohrvortriebe und das Spülbohrverfahren (HDD).

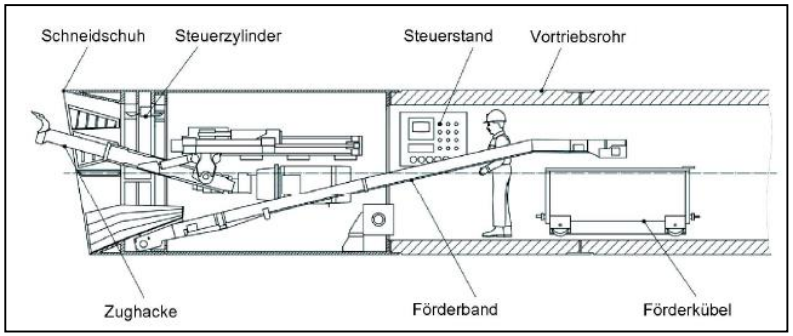
Spülbohrverfahren (HDD):
Bei diesem Verfahren wird zunächst ein Pilotrohrstrang bodenaustragend / bodenverdrängend gesteuert vorgetrieben. Die Aufweitung der Pilotbohrung durch Räumer erfolgt in einem oder mehreren Arbeitsgängen. Abschließend wird der Rohrstrang in die Bohrung eingezogen.

- Rohrgrößen bis etwa DN 1600
- Vortriebslänge bis etwa 2500 m
- Größere Rohrdimensionen ab etwa DN 700 erfordern Stahl- bzw. Gußrohre.

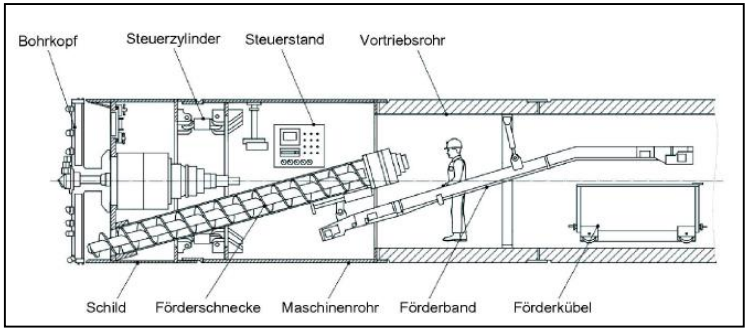


Bemannte steuerbare Verfahren

Bemannte Vortriebsverfahren sind gekennzeichnet durch permanenten Personaleinsatz im Rohrstrang und/oder in der Vortriebsmaschine während des Vortriebs. Der Bodenabbau erfolgt mit Teilschnitt- oder Vollschnittmaschinen.



Teilschnittmaschine mit offener Ortsbrust



Vollschnittmaschine mit Erddruckstützung

Die Vermessung erfolgt in der Regel mit Lasertechnik oder mittels Kreiselkompass und Schlauchwasserwaage. Richtungsänderungen werden durch einen hydraulisch schwenkbaren Steuerkopf ausgeführt.

Rohrgrößen von DN 1500 bis DN 4500, Vortriebslänge bis 800 m

Pflugverfahren

Vorteile:

- Geringe erforderliche Baubedarfsfläche
- Direktes Befahren des Geländes möglich
- Geringer Anteil verdrängten Bodens
- Hohe Verlegeleistung auf freien Flächen

Nachteile:

- Geringe Erfahrungen bei parallel verlegten Leitungen
- Kreuzungen mit vorhandenen Infrastrukturen nicht möglich, Umsetzen der Geräte erforderlich, Kreuzung im konventionellen Tiefbau
- Häufiges Umsetzten ist wirtschaftlich zu bewerten
- Durchtrennung möglicher Drainagen
- Keine präzisen Kurvenfahrten möglich

amprion