

# Erdkabel-Pilotprojekt Raesfeld

## Monitoringkonzept



## Planungsphase (2012 – 2014)

- Grunddatenerhebung &
- Konzepterstellung
  - Konzept „Bodenschutz, Hydrogeologie und Drainagen“
  - Rekultivierungskonzept
  - Monitoringkonzepte

## Ausführungsphase (2014 – 2015)

- Bodenkundliche Baubegleitung

## Monitoringphase (seit 2015)

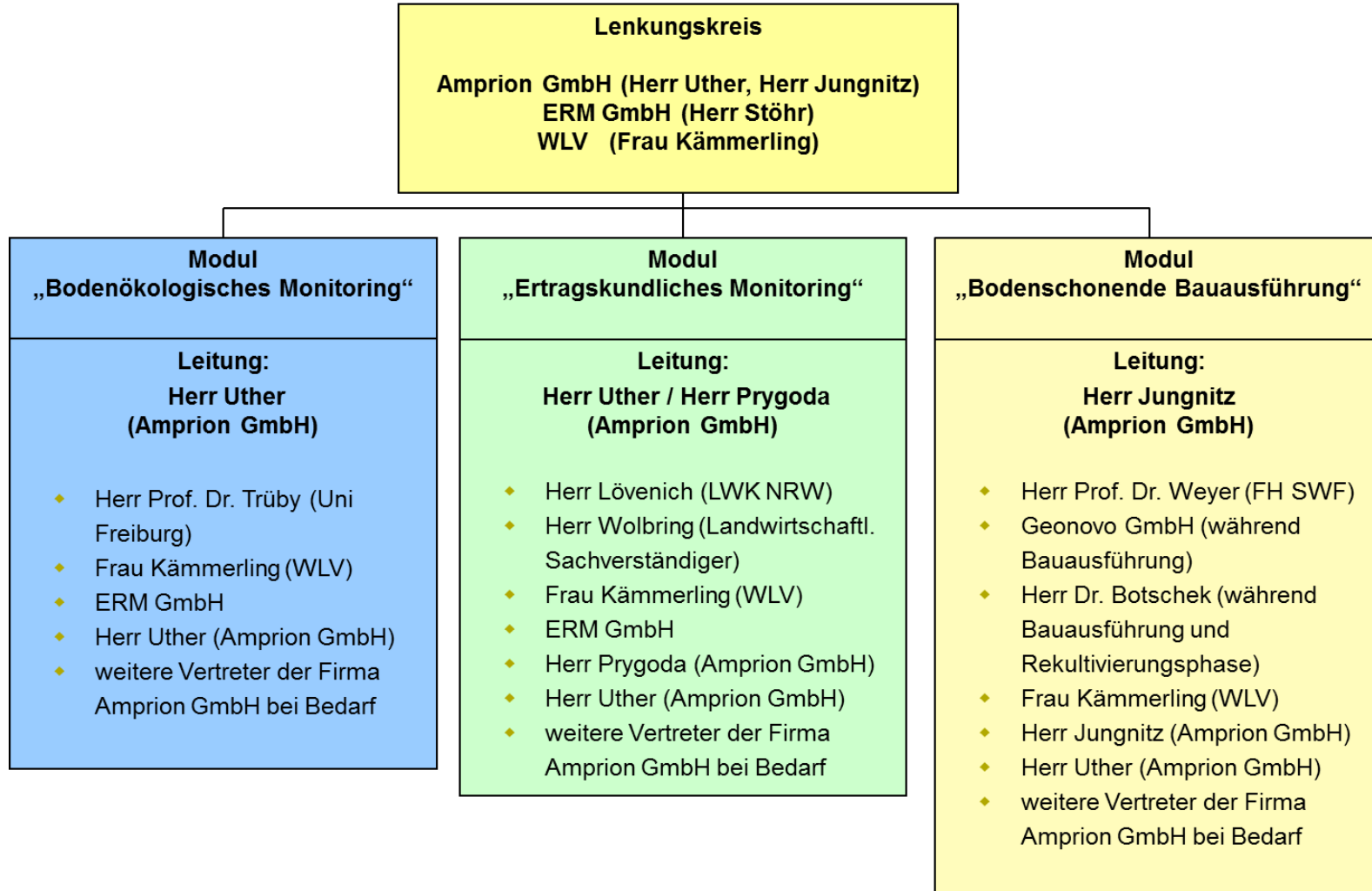
- Rekultivierung
- Monitoring

## Konzepterstellung

- Das Monitoring des Erdkabel-Pilotprojektes Raesfeld setzt sich aus drei Haupt-Modulen mit mehreren Teil-Modulen zusammen:
  - “Bodenschonende Bauweise”
    - Konzept “Bodenschutz, Hydrogeologie und Drainagen”
    - Rekultivierungskonzept
  - “Bodenökologisches Monitoring”
    - Monitoring thermischer Auswirkungen
    - Monitoring Bodenfauna
  - “Ertragskundliches Monitoring”
    - Ertragsermittlung mittels Infrarotluftbildern
    - Pflanzenbaulicher Versuch

# Planungsphase

## Projekt der Amprion GmbH: „Monitoring“



## Grunddatenerhebung

- Grunddatenerhebung Freiland
  - 4 St. Bohr- und Rammsondierungen, Kabelübergabestationen
  - 5 St. Bohr- und Rammsondierungen, Muffenstandorte
  - 8 St. Bohrsondierungen mit Ausbau als Messpegel
  - 33 St. Bohrsondierungen, Kabeltrasse
  - 9 St. Baggerschürfe, für die Erstellung der Leitprofile, einschließlich der Probenahme für die Laboruntersuchungen
  - Erfassung der Regenwurmzönosen und –abundanzen
  - Erstellung von Lackprofilen

# Planungsphase

---

## Grunddatenerhebung

- Grunddatenerhebung Labor
  - Korngrößenverteilung,
  - Konsistenzen,
  - Erosionsempfindlichkeit,
  - Tragfähigkeit,
  - Durchlässigkeit,
  - Lagerungsdichte, etc.

# Planungsphase

---

## Konzept „Bodenschutz, Hydrogeologie und Drainagen“

- Erstellt durch Geonovo GmbH
- Enthält Angaben zu:
  - Herstellung der Baustraße
  - Handlungsanweisung zur bodenschonenden Befahrung der Baustraße
  - Ablaufplan zur Herstellung der Kabelgräben
  - Trennung und Lagerung des Aushubbodens
  - Kabelgrabenverfüllung und –verdichtung

## Rekultivierungskonzept

- Erstellt durch Herr Prof. Dr. Weyer (FH Soest)
- Rekultivierung hauptsächlich mit Rotklee
  - Aussaatstärke 25kg/ha; Beimischung 10% Wiesenschwingel
  - Aussaat mit Sämaschine (Reifenbreite: 600-900mm, Reifendruck: max. 0,8bar)
  - Bis zu zweimalige Mahd/Jahr; Mahd nur bei trockener Witterung
- Kontrolle des Rekultivierungserfolges immer im Herbst und bei Erfolg Freigabe für die Bewirtschaftung für darauf folgendes Frühjahr
- Erprobung unterschiedlicher Rekultivierungskulturen auf 6 Transekten á 50m
- Die Bewertung des Bodenzustandes und des Rekultivierungserfolges erfolgt anhand der Feld-Methode nach WEYER & BOEDDINGHAUS (2009)



# Planungsphase

---

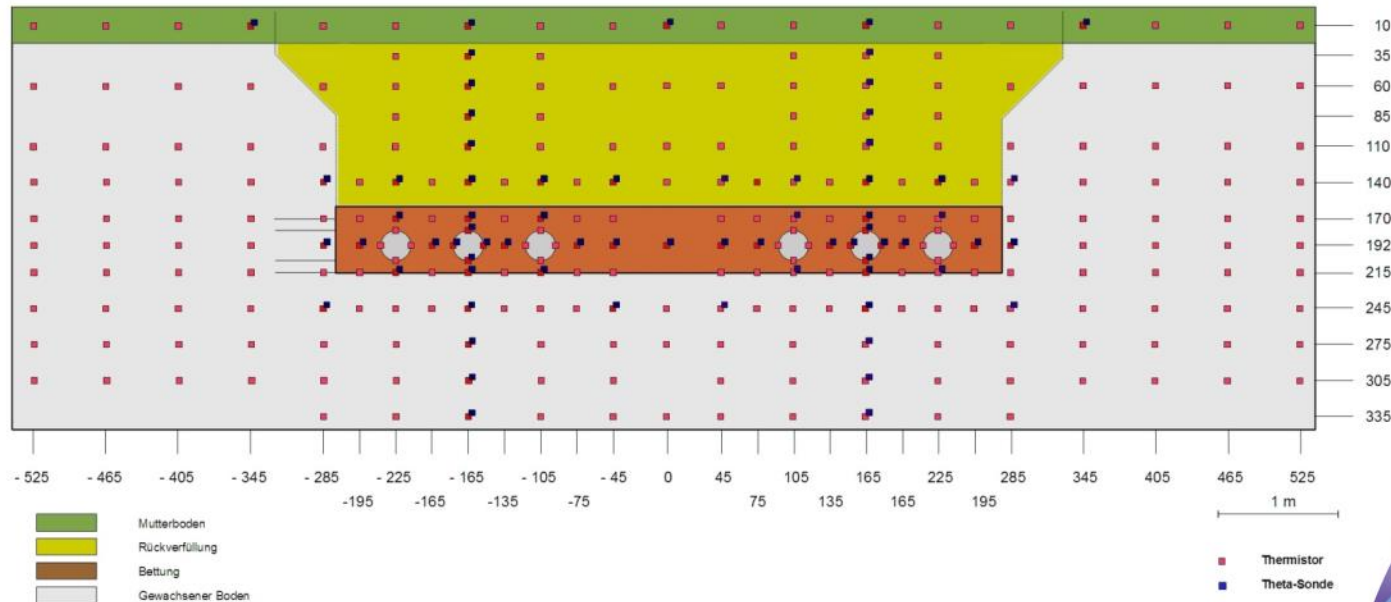
## Bodenökologisches Monitoring

- Konzept erstellt durch Herr Prof. Dr. Trüby (Universität Freiburg)
- Grunddatenerhebung
  - Bodenphysikalische Untersuchungen
  - Bodenchemische Untersuchungen
  - Bodenökologie

## Bodenökologisches Monitoring

- Monitoring thermischer Auswirkungen
  - Stationäre Messungen
    - Permanentes Sensorfeld mit Thermistoren und Feuchtesonden
    - Aufbau analog zu „Freiburger Experiment“ und „Kabeltest Osterath“

Installationsplan  
Thermistoren und Feuchtesonden

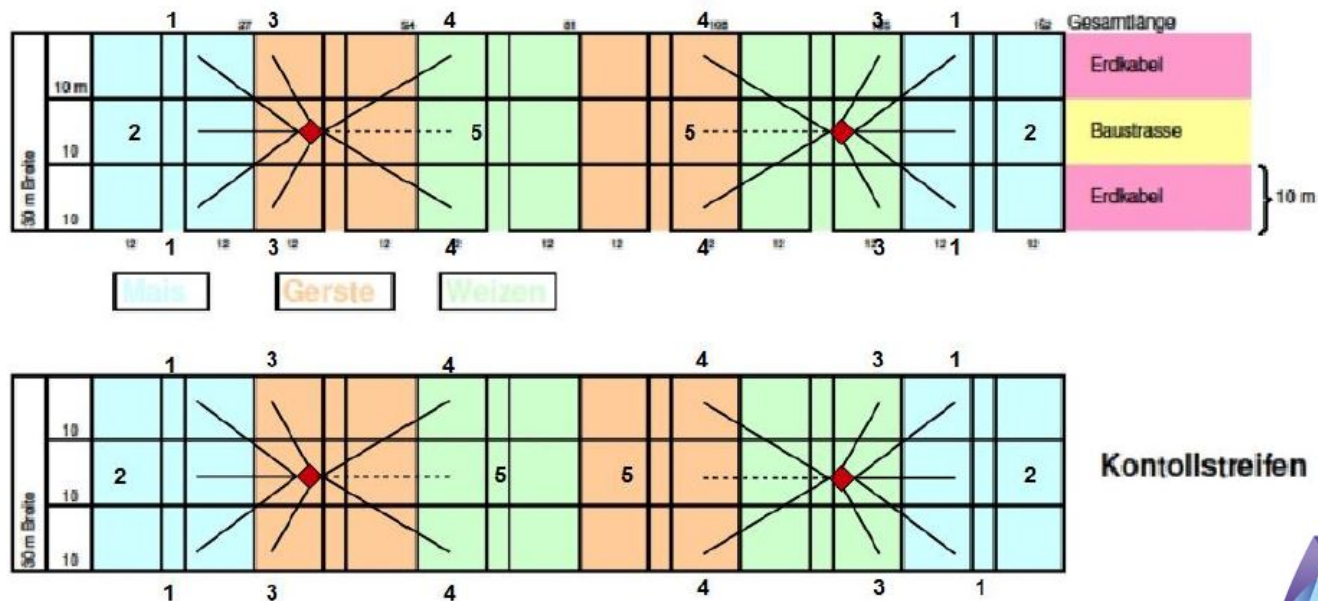


## Bodenökologisches Monitoring

- Monitoring thermischer Auswirkungen
  - Mobile Messungen
    - temporäres Sensorfeld mit Thermistoren und Feuchtesonden
    - Kontrolle der Ergebnisse des stationären Sensorfeldes

### Installationsplan temporäre Sonden

#### Übersichtsplan Versuch Erdkabel



# Planungsphase

## Bodenökologisches Monitoring

- Monitoring Bodenfauna
  - Regenwürmer
    - Artenspektrum
    - Populationsdichte
    - Kontrolle der Flächenausbreitung
  - Maulwürfe
    - Erfassung der Aktivität



## Ertragskundliches Monitoring

- Konzept erstellt durch Herr Wolbring (landwirt. Sachverständiger)
- Feststellung möglicher Ertragsschäden auf der Trasse für bis zu 10 Jahre nach Fertigstellung und Rekultivierung
- Erfassung von Probeflächen mittels Befliegungen (Nahinfrarot (NIR)-Aufnahmen)
- Umwandlung der Farbinfrarot (CIR)-Aufnahmen in Darstellung des *normalisierten differenzierten Vegetationsindex* (NDVI)
  - Festlegung von Beprobungsorten auf NDVI-Luftbildern anhand unterschiedlicher Färbungen → möglichst 3 unterschiedliche Färbungen mit mind. 3 Wiederholungen
  - Probennahme kurz vor der Ernte:
    - Ernte von 0,2 m<sup>2</sup> (Getreide) bzw. 1 m<sup>2</sup> (Mais)
    - Gewichtsbestimmung und Probennahme
    - LUFA-Analyse: Gewicht und Trockenmasse

## Ertragskundliches Monitoring

- Pflanzenbaulicher Versuch
- Konzept erstellt durch Herr Lövenich (LWK NRW)
  - Grundfragestellung: Werden landwirtschaftliche Kulturen in irgendeiner Weise durch die Eingriffe in die Bodenstruktur während des Baus und die Erwärmung des Boden im Betrieb des Erdkabels beeinflusst?
  - Grundidee der Anlage eines einfaktoriellen Versuchs zur Ermittlung des beeinflussenden Faktors → Vergleich zwischen unbeeinflusstem Standort und Kabeltrasse
    - Schwierigkeit der Ausgrenzung anderer Faktoren (Standort, Boden, Klima)
    - Anforderungen an den Standort: homogen im Bodenaufbau, aber auch in der Vorbewirtschaftung (Fruchtfolge, Düngung, etc.)
    - Vermeidung mehrfaktorieller Beeinflussung durch die Kabeltrasse (gleichbleibende Qualität der Bauausführung)

## Ertragskundliches Monitoring

### ■ Pflanzenbaulicher Versuch

#### ■ Fachliche Vorgaben:

- Abbildung der standörtlichen Bewirtschaftung
- Kleinparzellen mit 4 Wiederholungen
- Einsatz von praxisüblicher Technik
- Kostenminimierung
- Arbeitszeitminimierung

#### ■ Durchführung durch Landwirtschaftskammer NRW

- Enge Kooperation mit dem Betrieb vor Ort
- Einstellung einer Kraft für die fachliche Durchführung der Versuche und Einbindung in ein vorhandenes Technikerteam
- Bonituren und Beerntung durch die LWK
- Auswertung der Ergebnisse durch die LWK

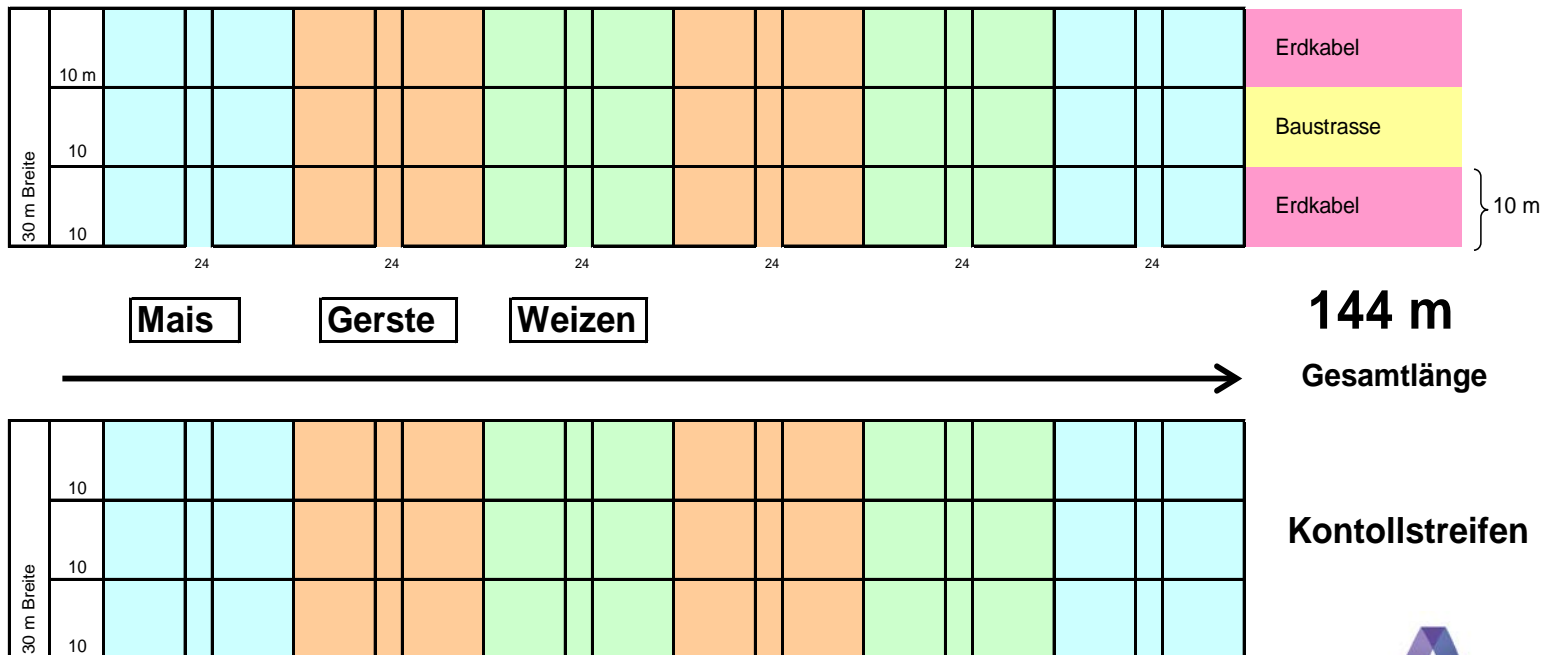
# Planungsphase

## Ertragskundliches Monitoring

### ■ Pflanzenbaulicher Versuch

#### ■ Versuchsaufbau:

- Parzellen mit Winterweizen, Wintergerste und Mais als typische Fruchtfolge in der Region; 3 Kulturen in 2 Varianten mit 2 Wiederholungen
- Detailplanung der einzelnen Arbeitsschritte und Zuständigkeiten pro Kultur





# Ausführungsphase



# Ausführungsphase

---

## Bodenkundliche Baubegleitung

- Herr Grabe (Geonovo GmbH) unterstützt durch Herr Dr. Botschek
- Durchführung von Schulungen zu Belangen des Bodenschutzes für alle auf der Baustelle tätigen Personen
- Überwachung der Einhaltung der Maßnahmen zum Bodenschutz durch arbeitstägliche Begehungen mit fotografischer und textlicher Dokumentation
- Fortführung und Analyse des Gerätekatasters
- Kontrolluntersuchungen der Bodenverdichtungen (witterungsbedingt und nach Räumung der Baustelle)
- Kontrolluntersuchungen des Bettungsmaterials
- Analyse der Wasserstände und wenn notwendig Ableitung geeigneter Maßnahmen

## Bodenkundliche Baubegleitung

- Anpassungen des Konzeptes “Bodenschutz, Hydrogeologie und Drainagen” an in der Planungsphase nicht absehbare Entwicklungen:
  - Entwicklung und Planung von Maßnahmen zur Entwässerung der Kabelgräben:
    - mehrere ungünstige Wetterlagen und Einzelereignisse (Unwetter Pfingsten 2014, hohe Niederschlagsmengen Juli & August 2014)
  - Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen zur Wintersicherung nach Verzögerungen im Zeitplan durch:
    - späten Planfeststellungsbeschluss
    - Einhaltung einer Bauzeitenbeschränkung aus Gründen des Artenschutzes
    - Anlaufschwierigkeiten bei der Flüssigbodenherstellung
    - ungünstige Witterung
- Funde von Altlasten (Hausmüll, Holzmasten, etc.)

# Monitoringphase



# Monitoringphase

## Rekultivierung

- Herr Prof. Dr. Weyer (FH Soest) unterstützt durch Herr Dr. Botschek
- Ein Teilbereich konnte bereits vor der Wintersicherung 2014/2015 rückverfüllt werden und wurde mit Winterroggen als Zwischenfrucht bestellt
- Bereich der ehemaligen, gelockerten Baustraße im Aufwuchs erkennbar
- Effekt vermutlich auf nachträgliche Verdichtung durch mehrmaliges Befahren während der Aussaat zurückzuführen
- Optisch keine Unterschiede im Aufwuchs zwischen ehemaligem Kabelgraben und ungestörten Bereichen der ehemaligen Mutterbodenmieten erkennbar



# Monitoringphase

## Rekultivierung

- Fortlaufende Rekultivierung im gesamten Trassenbereich ab Ende Mai 2015
- Aufgrund der extremen Trockenheit im Sommer 2015 keimten einige Rekultivierungskulturen nicht wie erwünscht, hier waren Nachsaaten erforderlich
- Die Wildpflanzenmischung ist trotz Trockenheit sehr gut gekeimt, dies ist hauptsächlich auf die Artzusammensetzung der Saatmischung zurückzuführen



# Monitoringphase

## Rekultivierung

- Auf einzelnen Flächen profitierte im Sommer 2015 die weiße Melde (*Chaenopodium album*) davon, dass die Rekultivierungskulturen trockenheitsbedingt nur schlecht keimten
- Im Frühjahr 2016, nach Mahd der Beikrautfluren und Nachsaat der Rekultivierungskultur, konnte sich letztere durchsetzen



# Monitoringphase

## Rekultivierung

- Einzelne Flächen auf denen ursprünglich unterschiedliche Rekultivierungskulturen erprobt werden sollten weisen einen sehr hohen Anteil an Gräsern auf
- Dies wird darauf zurückgeführt, dass diese Flächen vor Beginn der Bauausführung ganz oder teilweise als Grünland bewirtschaftet wurden und die entsprechende Diasporendatenbank im Oberboden nach dem Wiedereinbau gekeimt ist





# Monitoringphase

---

## Rekultivierung

- Wie im Rekultivierungskonzept vorgesehen erfolgt die Kontrolle des Rekultivierungserfolges fortlaufend und wird durch Herrn Dr. Botschek durchgeführt
- Die Bewertung des Bodenzustandes und des Rekultivierungserfolges erfolgt anhand der Feld-Methode nach WEYER & BOEDDINGHAUS (2009)
- Bei einem festgestellten Rekultivierungserfolg kann die Freigabe für die Bewirtschaftung für das darauf folgende Frühjahr erfolgen

# Monitoringphase

## Bodenökologisches Monitoring

- Monitoring thermischer Auswirkungen
  - Einbau der Sensoren im Sep. 2014
  - Aufzeichnung von Messdaten seit Winter 2014/2015 → Erfassung thermischer Eigenschaften und Veränderungen der Bodenfeuchte vor Inbetriebnahme des Kabels



# Monitoringphase

## Bodenökologisches Monitoring

- Monitoring thermischer Auswirkungen
  - Temperaturmessungen
    - 595 Thermistoren (33 Kontrolle, 562 Trasse)
  - Feuchtemessungen
    - 130 Feuchtesonden
- Meteorologische Daten
  - Lufttemperatur
  - Relative Feuchte
  - Niederschlag
- Messungen stündlich
- Abruf täglich via DSL



Quelle: P. Trüby

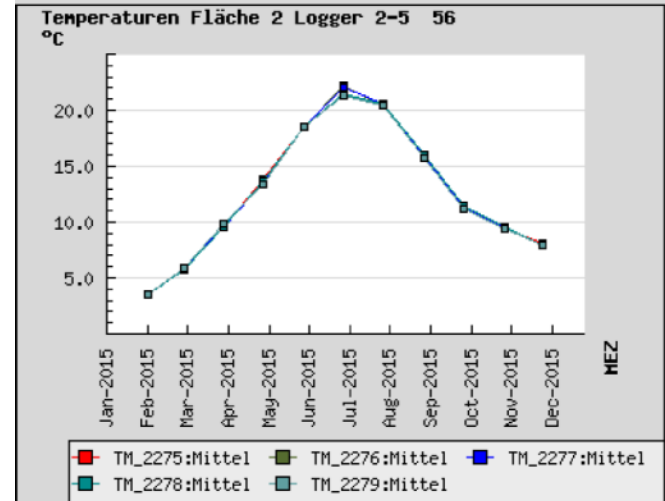
# Monitoringphase

## Bodenökologisches Monitoring

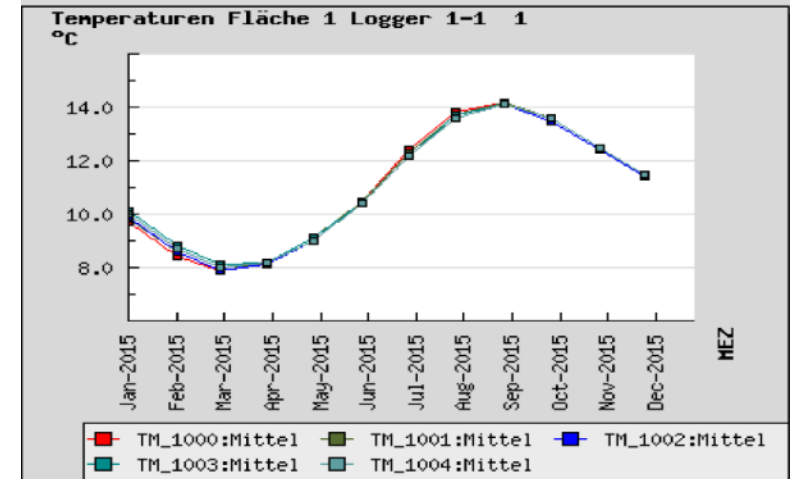
- Monitoring thermischer Auswirkungen
  - Temperaturschwankungen im Oberboden (10 cm unter EOK) um bis zu 20°C im Jahresverlauf
    - Hierbei ist zu beachten, dass im Messzeitraum Februar – Dezember 2015 kein Frostereignis eingetreten ist
  - Temperaturschwankungen im Bereich der Grabensohle um ca. 6°C im Jahresverlauf

Quelle: P. Trüby

Oberbodentemperaturen (10 cm)



Temperaturen Grabensohle



## Bodenökologisches Monitoring

### ■ Monitoring Bodenfauna

- Erfassung mittels elektrischer Reizung, Reizung mittels Senflösung und Ausgraben.
- Sieben Regenwurmarten mit teilweise großer Abundanz erfasst
- Erfassung der Wiederbesiedlungsgeschwindigkeit und Durchführung von Versuchen zur Erhöhung der Wiederbesiedlungsgeschwindigkeit
  - Erste Ergebnisse 2015:
    - Wiederbesiedlung im untersuchten Bereich erfolgt schneller als erwartet
    - Keine Maßnahmen zur Beschleunigung der Wiederbesiedlung in diesem Bereich notwendig

# Monitoringphase

## Ertragskundliches Monitoring

- Ertragsermittlung mittels Infrarotluftbildern
  - Die Ertragsermittlung mittels Infrarotluftbildern stellt eine Alternative zur klassischen Ertragsermittlung dar
  - Durch technische Fortschritte kann die Ertragsermittlung mittels NIR-Aufnahmen vereinfacht werden:
    - Statt eines Kleinflugzeuges kommen zukünftig Drohnensysteme die mit entsprechenden Kamerasystemen ausgestattet sind zum Einsatz
      - Einsätze können kurzfristiger organisiert werden und erfolgen wirtschaftlicher
    - Auswahl der Stichprobenflächen zukünftig mittels Handheld oder Tablet-PC statt Papierplänen



## Ertragskundliches Monitoring

### ■ Pflanzenbaulicher Versuch

- Im Trassenbereich konnte lediglich eine Fläche zwischen Markstegge und Nesse identifiziert werden, die über einen homogenen Bodenaufbau verfügt, in der Vergangenheit einheitlich bewirtschaftet wurde und ausreichend Platz für die Anlage der Referenzflächen bietet
- Der Beginn des pflanzenbaulichen Versuches kann erst erfolgen, wenn ein entsprechender Rekultivierungserfolg festgestellt wurde und die Fläche für die Bewirtschaftung freigegeben wird

# Projektbeteiligte

- Dr. Johannes Botschek
  - Ingenieur- und Sachverständigenbüro Umweltberatung Botschek
- Andreas Grabe
  - Geonovo GmbH
- Verena Kämmerling
  - Westfälisch-Lippischer Landwirtschaftsverband e.V.
- Peter Lövenich
  - Landwirtschaftskammer NRW
- Prof. Dr. Peter Trüby
  - Universität Freiburg
- Prof. Dr. Thomas Weyer
  - Fachhochschule Südwestfalen, Fachbereich Agrarwirtschaft
- Nico Wolbring
  - Sachverständigenbüro Nico Wolbring, von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger



Quelle: Borkener Zeitung