



Ministerium für Landwirtschaft
und Verbraucherschutz des
Landes Nordrhein-Westfalen



Entwicklung eines nachhaltigen und klimaangepassten Wasser(mengen)managements für das Einzugsgebiet des WSG / EZG WGA Borken „Im Trier“

Modellierung - Szenarien, Vorbereitung Feldversuche

*Carsten Bohn, Theresa Wilkes, WLV
Ferdinand Flechtner, Philipp Huttner, Maximilian Winderl, DHI WASY*



3. pAG-Sitzung , 25.07.2024, KGS Borken

Hintergrund



Klimawandel: Trockenheit und Starkregen



Nutzungskonflikte



Auslaufende wasserrechtliche Erlaubnisse (bis 2026)



Dargebotsbilanzierung

Ziel: Nutzungskonflikte vermeiden ausreichend Wasser zur Deckung alle Bedürfnisse, durch Kooperative Entwicklung von Maßnahmen und Strategien.

Projektstruktur - Ablauf

1. **Grundlagendaten, Analyse**
2. **Aufbau Modell, Vorplanung, Vorbereitung, Szenarien**
3. **Integriertes Wasserhaushaltsmodell – Kern DSS**
4. **Maßnahmenumsetzung, Messnetzwerk, Monitoring**
5. **Echtzeitfähiges Management- / Bewirtschaftungstool**

Phase 1
Grundlagenermittlung
und –schaffung
„Theorie“

Phase 2
Umsetzung, Erwei-
terung, Erprobung
„Praxis“

Integriertes Wasserhaushaltsmodell

Datenerfassung

Modellaufbau

Kalibrierung

Modellanwendung (Prognosen /
Szenarien)

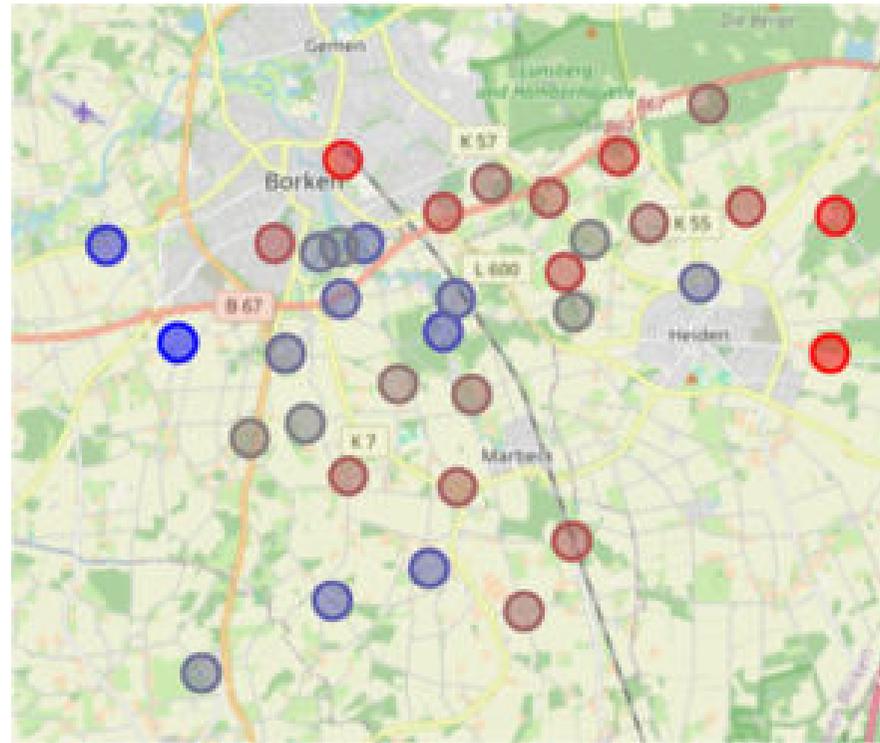
© DHI WASY

Kalibrierungsgüte - Grundwasser

| GW-Messtelle | Mittlere Fehler | Mittlere Absolute | RMSE | R (Korrelation) |
|--|-----------------|-------------------|-------------|-----------------|
| MB_74 | 0.47 | 0.48 | 0.56 | 0.52 |
| TK 05_Doringbach | 0.20 | 0.24 | 0.29 | 0.90 |
| MB_73_NN | 0.48 | 0.59 | 0.80 | 0.67 |
| MB_70 | -0.46 | 0.47 | 0.49 | 0.88 |
| MB_76 | -0.38 | 0.57 | 0.75 | 0.56 |
| MB_75 | -0.59 | 0.59 | 0.61 | 0.89 |
| MB_71_extraction | -0.45 | 0.53 | 0.70 | 0.53 |
| MP_09_Borkener_Aa | -0.28 | 0.28 | 0.30 | 0.69 |
| MB_32_Borkener_Aa | 0.58 | 0.58 | 0.59 | 0.87 |
| MB_33E | -0.18 | 0.20 | 0.24 | 0.89 |
| MB_37E_Wichersbach | 0.34 | 0.34 | 0.35 | 0.86 |
| HS1_Heiden_LGD_HS1 | -1.57 | 1.57 | 1.63 | 0.86 |
| LA_24 | -1.33 | 1.34 | 1.41 | 0.54 |
| LA_23 | -0.63 | 0.67 | 0.76 | 0.66 |
| LAT_12 | -0.30 | 0.49 | 0.58 | 0.36 |
| LA_27 | 0.25 | 0.40 | 0.49 | 0.77 |
| LA_15_extraction | -0.36 | 0.44 | 0.52 | 0.70 |
| LA_13 | -0.89 | 0.90 | 0.98 | 0.62 |
| L_2_extraction | 0.01 | 0.19 | 0.28 | 0.86 |
| LA_05 | -0.01 | 0.20 | 0.27 | 0.86 |
| LA_10_extraction | -0.54 | 0.55 | 0.60 | 0.84 |
| LA_03_Wichersbach_extraction | -0.71 | 0.71 | 0.73 | 0.79 |
| LAT_10_NN | -0.35 | 0.43 | 0.50 | 0.66 |
| MB_40_extraction | -0.66 | 1.70 | 1.98 | -0.11 |
| B1 | -1.28 | 1.28 | 1.30 | 0.53 |
| MB_65 | 1.41 | 1.42 | 1.44 | 0.77 |
| TK 57_NN_extraction | 0.93 | 0.93 | 1.11 | 0.22 |
| MB_66 | -0.09 | 0.17 | 0.33 | 0.69 |
| MB_67_NN_extraction | 0.05 | 0.11 | 0.18 | 0.76 |
| MB_36_Doringbach | 0.23 | 0.23 | 0.24 | 0.91 |
| MB_25_extraction | 0.33 | 0.34 | 0.38 | 0.88 |
| MB_58 | -0.56 | 0.58 | 0.61 | 0.64 |
| MB_51_Borkener_Aa | 0.40 | 0.40 | 0.41 | 0.88 |
| MB_47_Borkener_Aa_extraction | 0.03 | 0.09 | 0.11 | 0.90 |
| MP_02_Doringbach_extraction | 0.16 | 0.20 | 0.26 | 0.37 |
| Durchschnitt | -0.16 | 0.58 | 0.65 | 0.69 |
| Güte (Australische Richtlinien) | | | 3% | < 5 % |

Kalibrierungsgüte - Grundwasser

| GW-Messstelle | Mittlere Fehler |
|------------------------------|-----------------|
| MB_74 | 0.47 |
| TK 05_Doringbach | 0.20 |
| MB_73_NN | 0.48 |
| MB_70 | -0.46 |
| MB_76 | -0.38 |
| MB_75 | -0.59 |
| MB_71_extraction | -0.45 |
| MP_09_Borkener_Aa | -0.28 |
| MB_32_Borkener_Aa | 0.58 |
| MB_33E | -0.18 |
| MB_37E_Wichersbach | 0.34 |
| HS1_Heiden_LGD_HS1 | -1.57 |
| LA_24 | -1.33 |
| LA_23 | -0.63 |
| LAT_12 | -0.30 |
| LA_27 | 0.25 |
| LA_15_extraction | -0.36 |
| LA_13 | -0.89 |
| L_2_extraction | 0.01 |
| LA_05 | -0.01 |
| LA_10_extraction | -0.54 |
| LA_03_Wichersbach_extraction | -0.71 |
| LAT_10_NN | -0.35 |
| MB_40_extraction | -0.66 |
| B1 | -1.28 |
| MB_65 | 1.41 |
| TK 57_NN_extraction | 0.93 |
| MB_66 | -0.09 |
| MB_67_NN_extraction | 0.05 |
| MB_36_Doringbach | 0.23 |
| MB_25_extraction | 0.33 |
| MB_58 | -0.56 |
| MB_51_Borkener_Aa | 0.40 |
| MB_47_Borkener_Aa_extraction | 0.03 |
| MP_02_Doringbach_extraction | 0.16 |
| Durchschnitt | -0.16 |

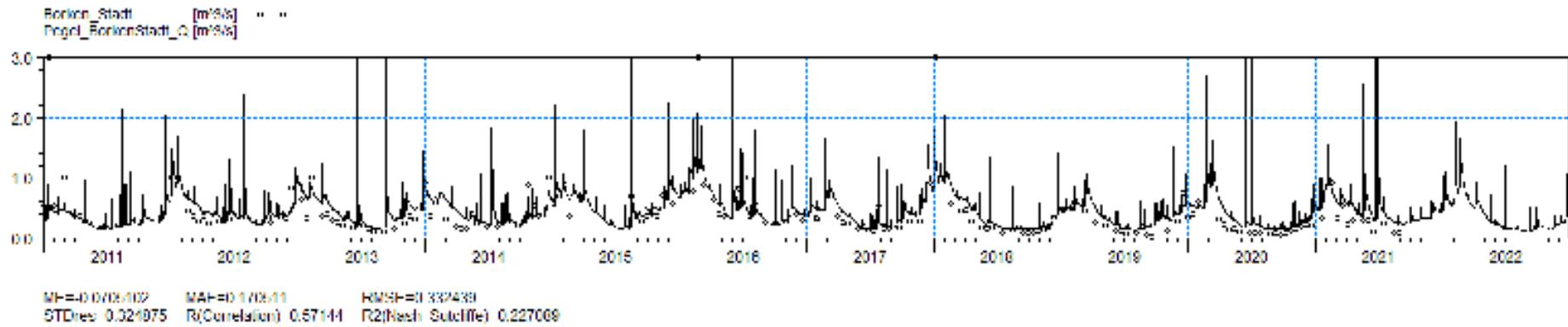


Kalibrierungsgüte – Gewässer Pegel Stadt Borken

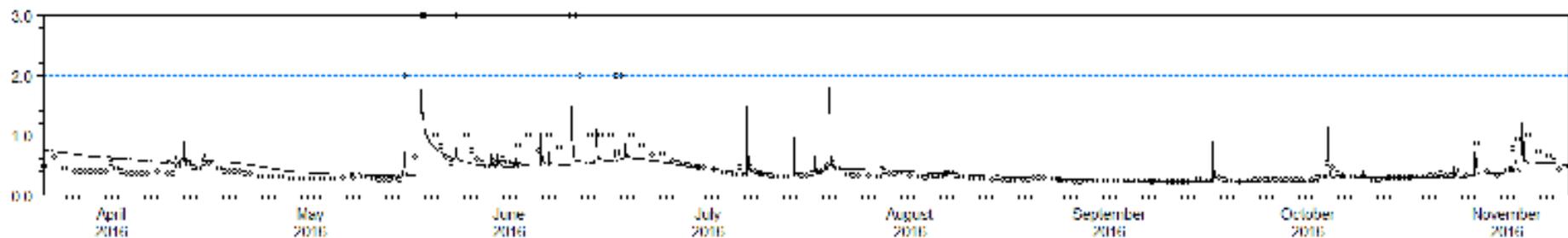
| Gewässerpegel | Mittlere Fehler [l/s] | Mittlere Absolute Fehler [l/s] | R(Correlation) [%] |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| Abfluss Pegel Stadt Borken | -71 | 171 | 57% |
| | | | |
| | | | |
| | Mittlere Fehler [m] | Mittlere Absolute Fehler [m] | R(Correlation) |
| Wasserstand Pegel Stadt Borken | 0.25 | 0.26 | 74% |

Kalibrierte Abfluss-Ganglinie Pegel Stadt Borken

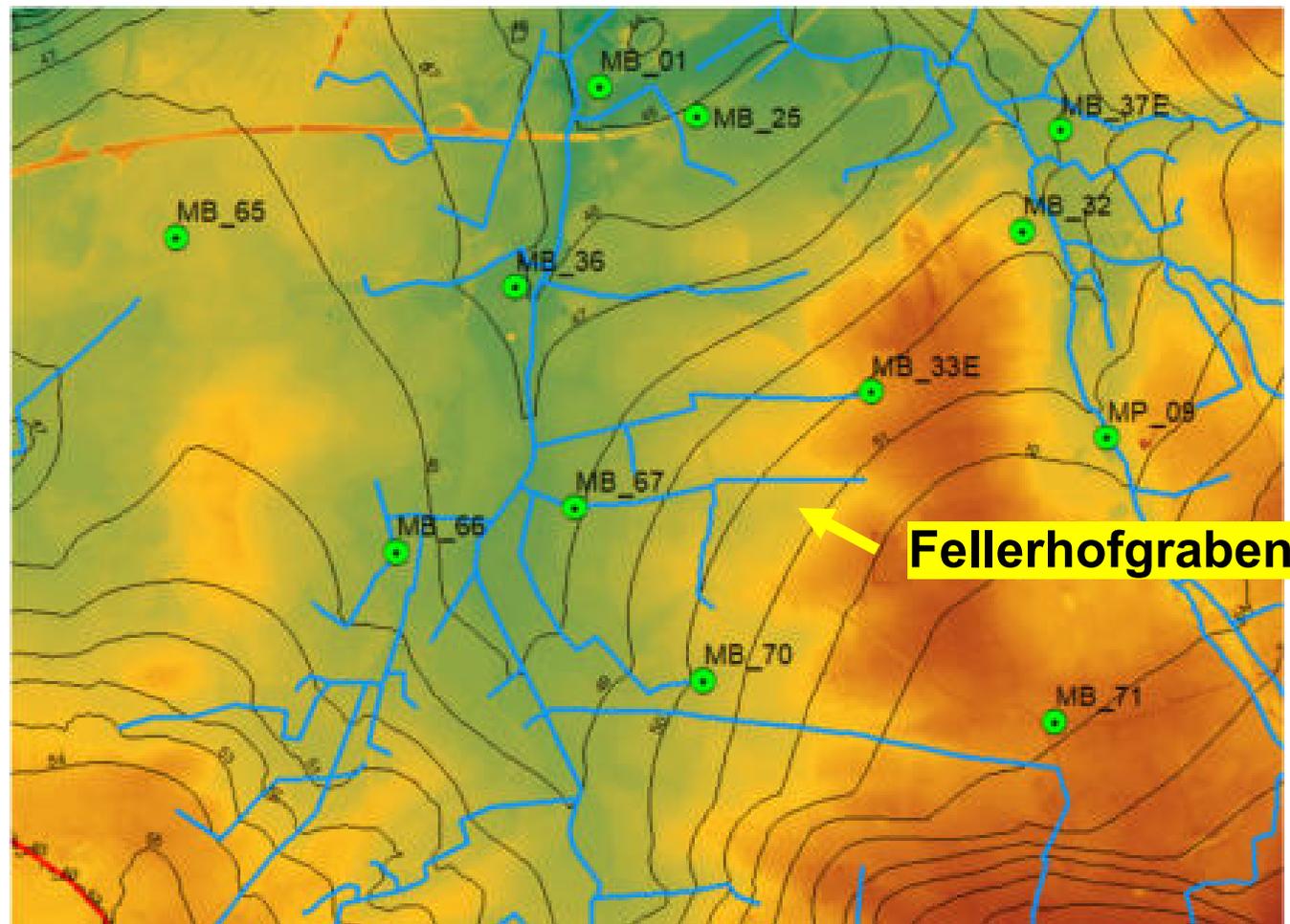
Gesamte Zeitreihe 2011-2022:



Teilausschnitt 2016:



Fellerhofgraben im Detail



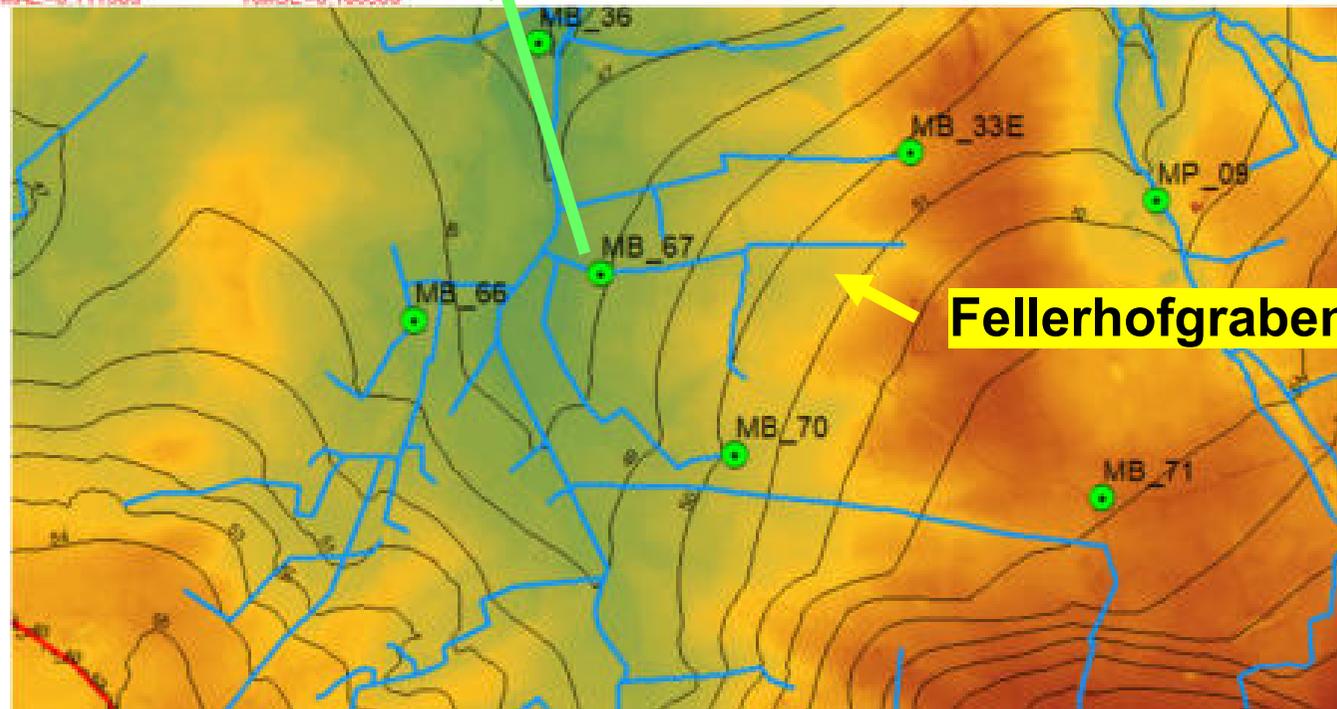
Fellerhofgraben im Detail



ME=0.0527086

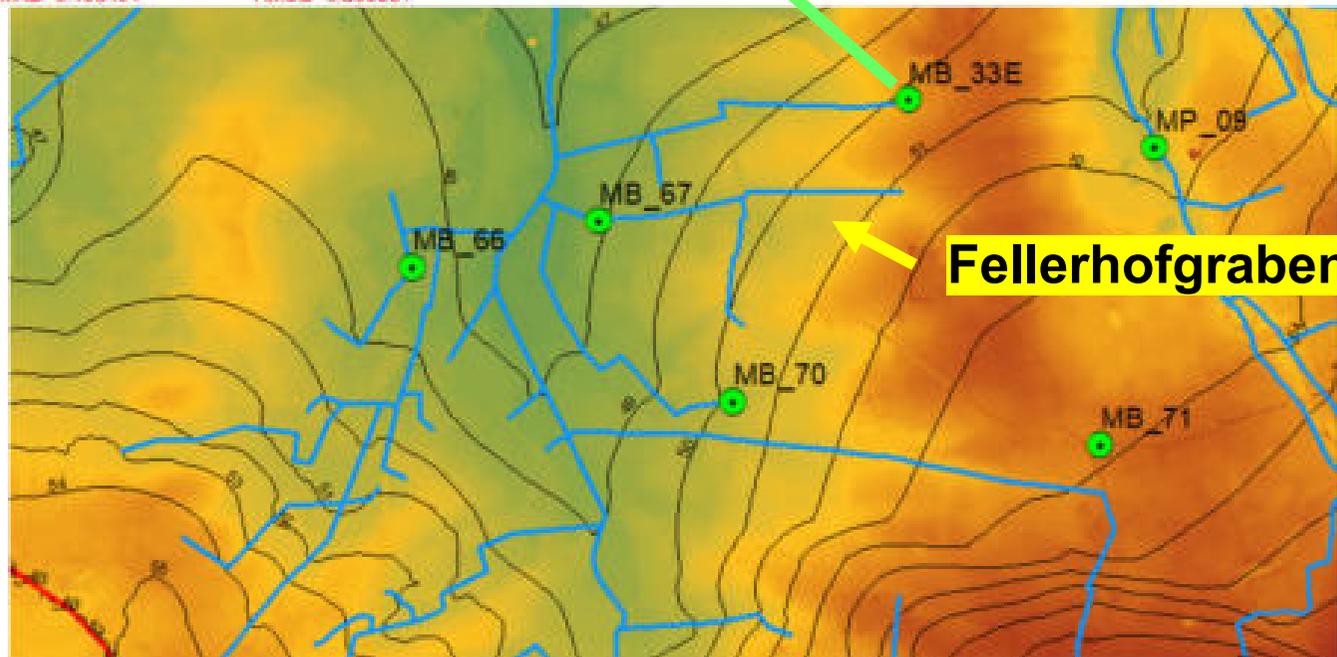
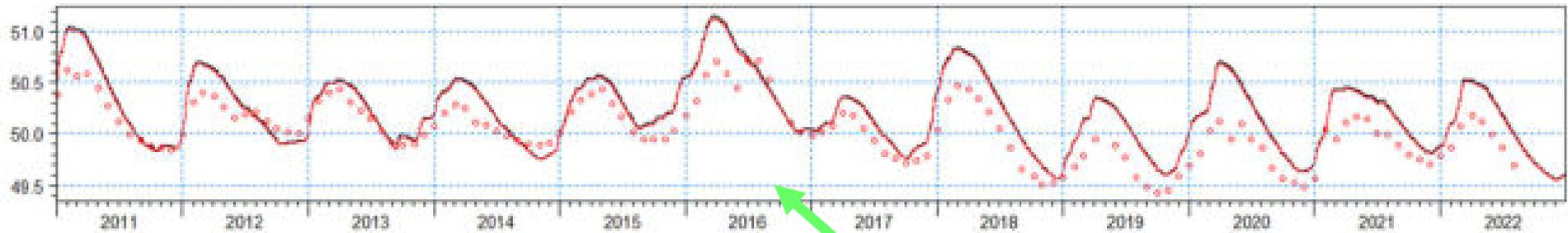
MAE=0.111303

RMSE=0.180589

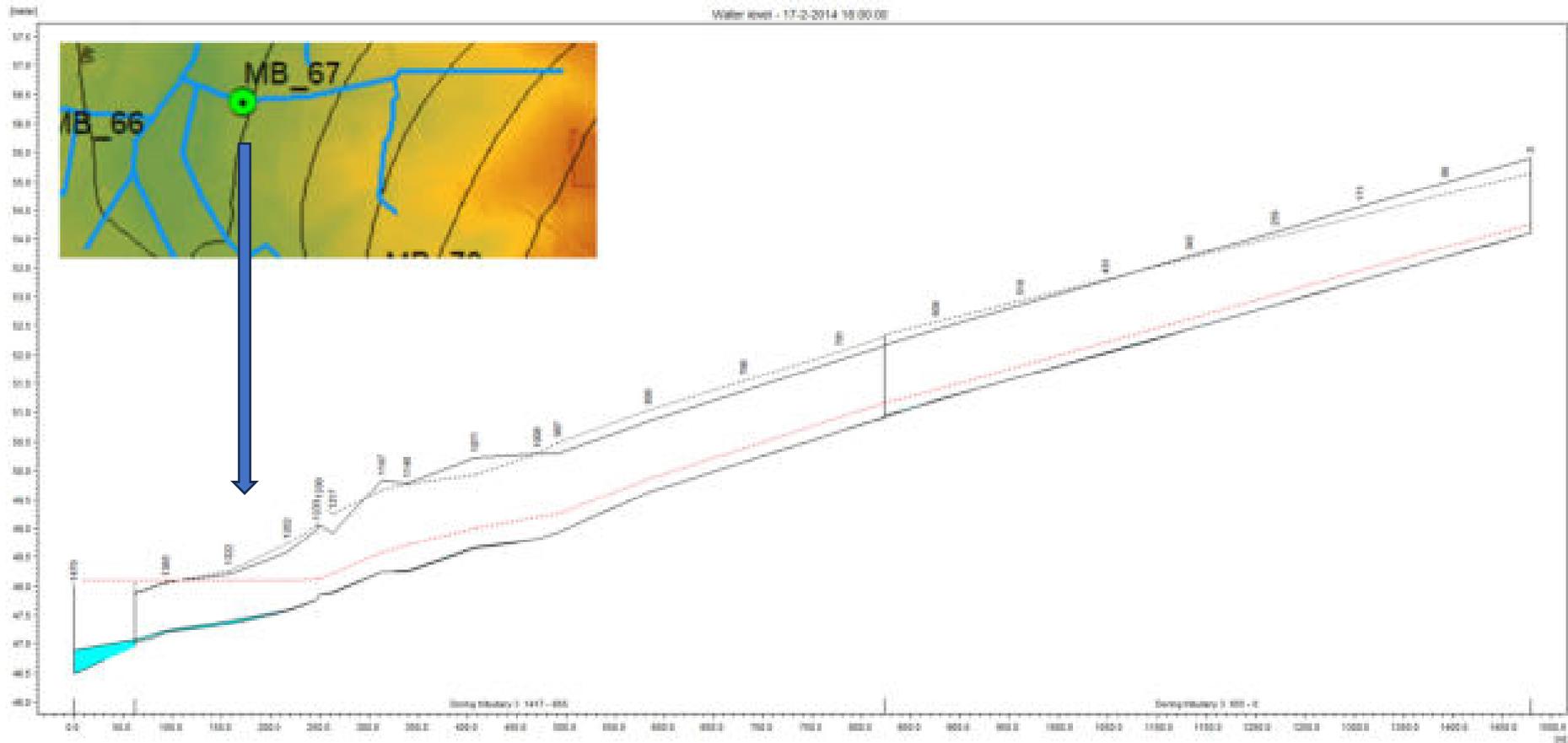


Fellerhofgraben

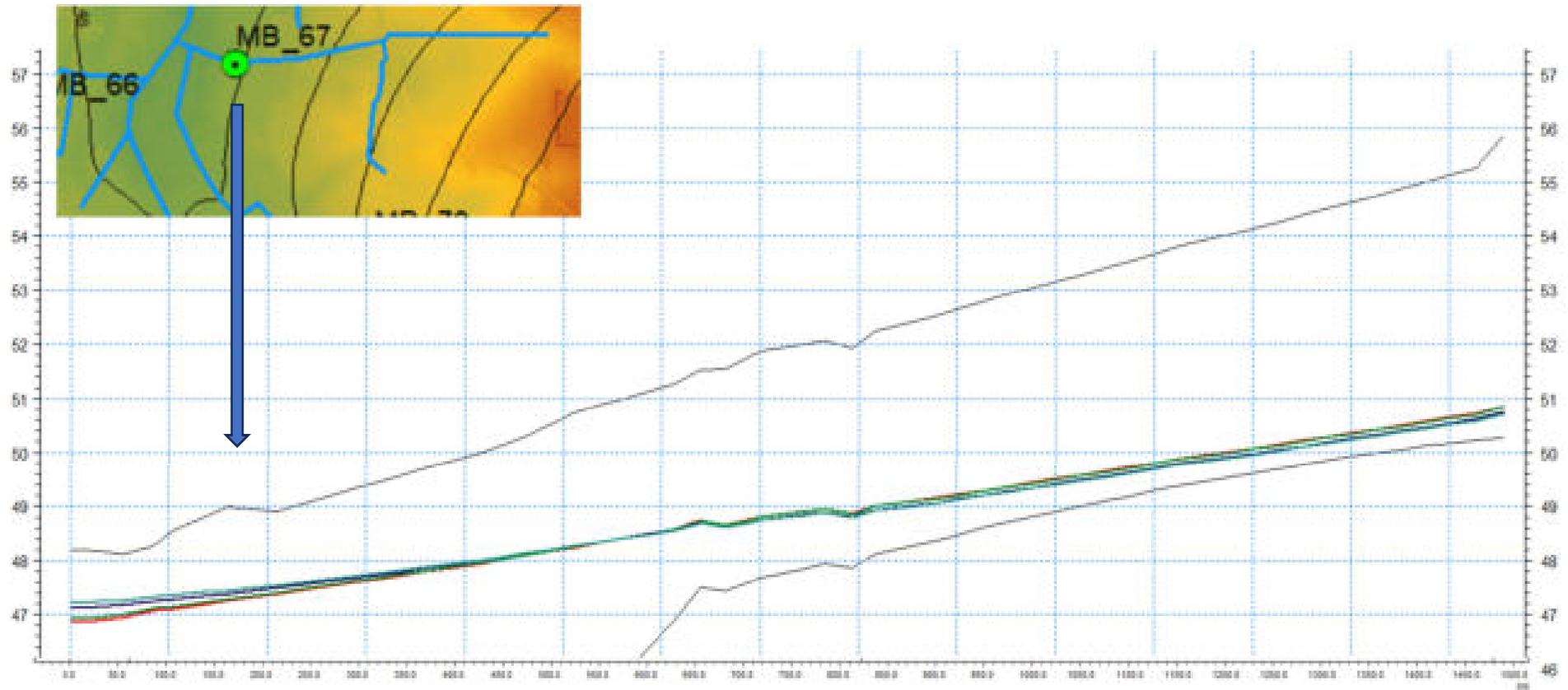
Fellerhofgraben im Detail



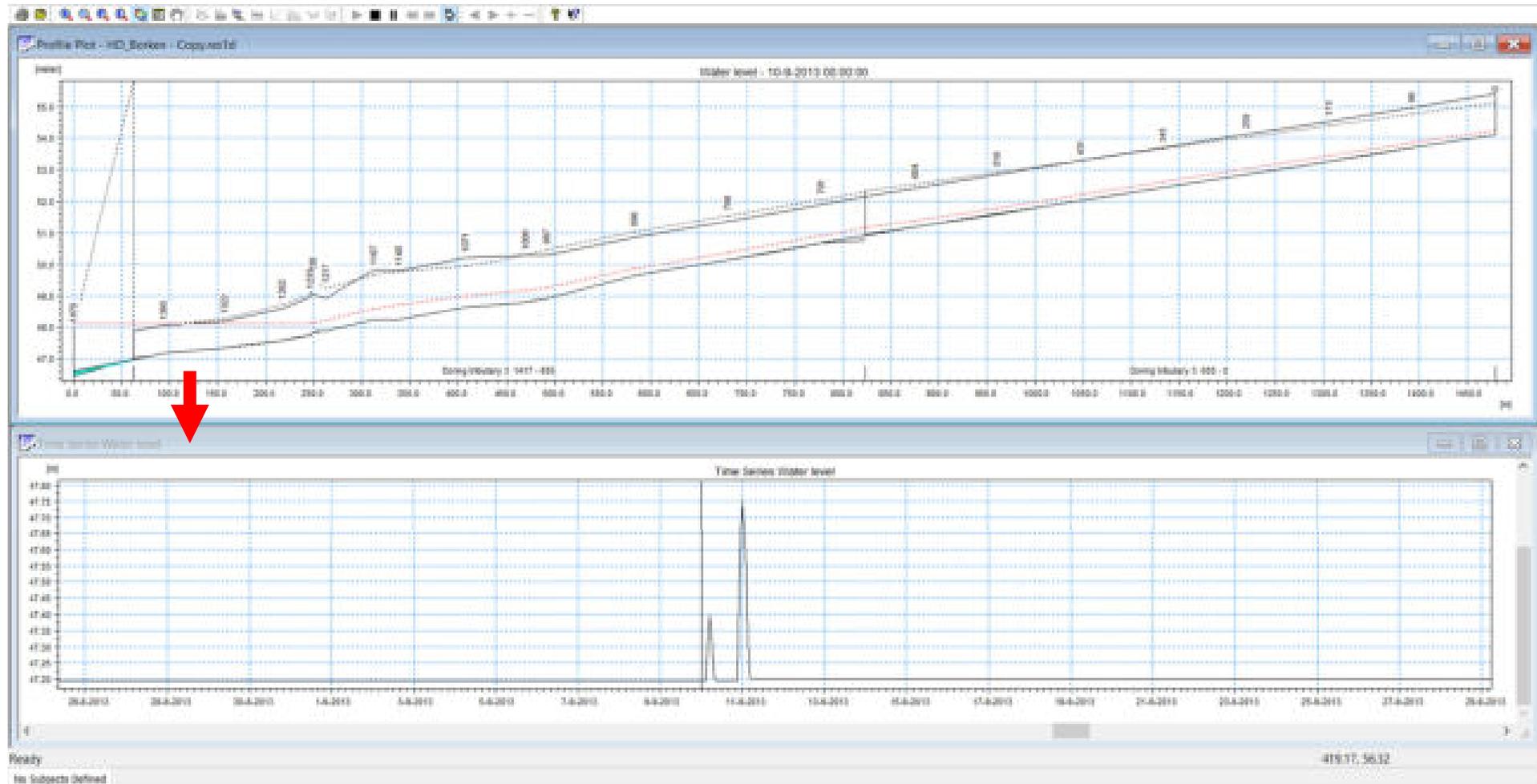
Fellerhofgraben Längsschnitt Gewässer



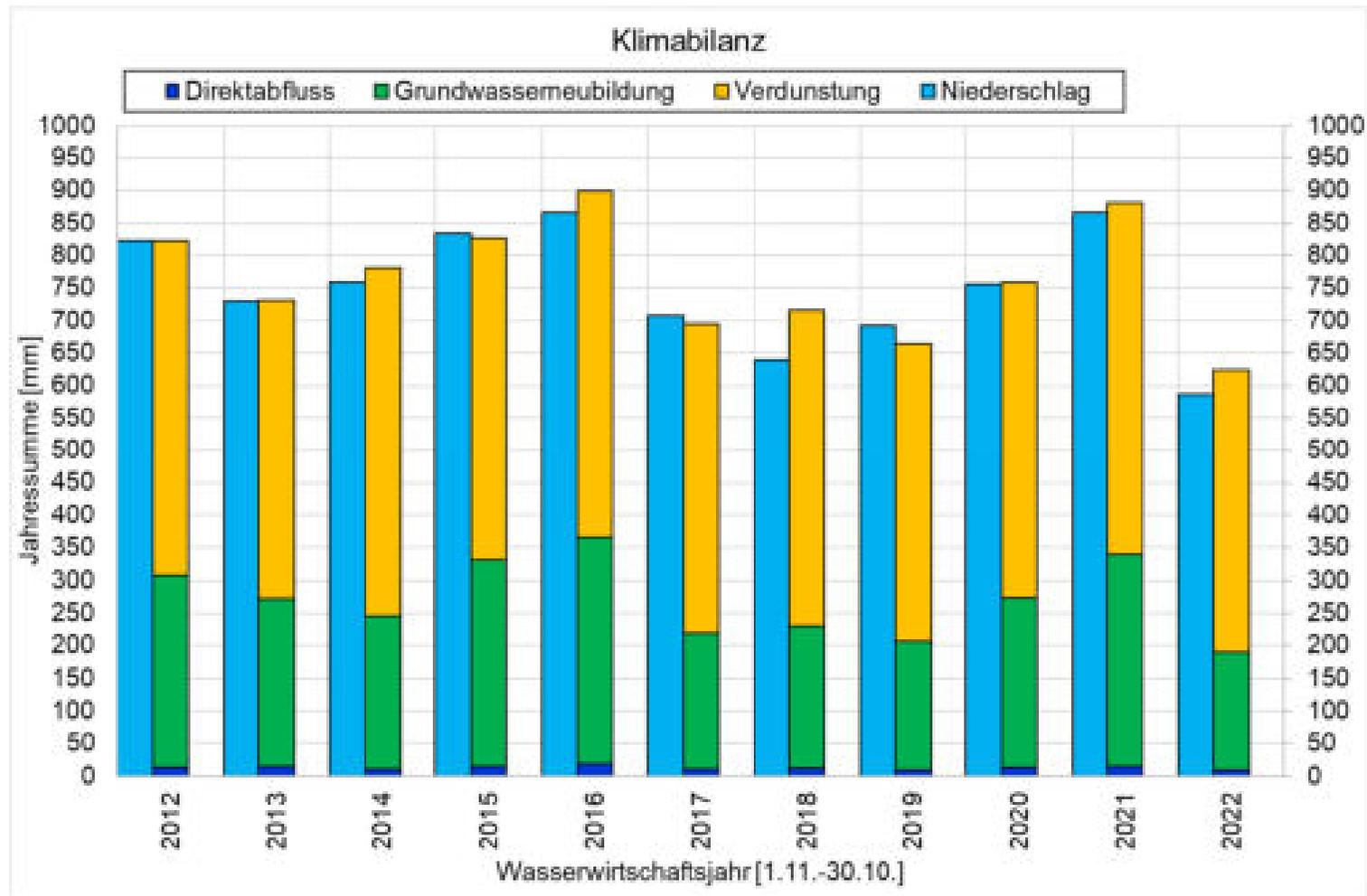
Fellerhofgraben im Detail – Längsschnitt Grundwasser



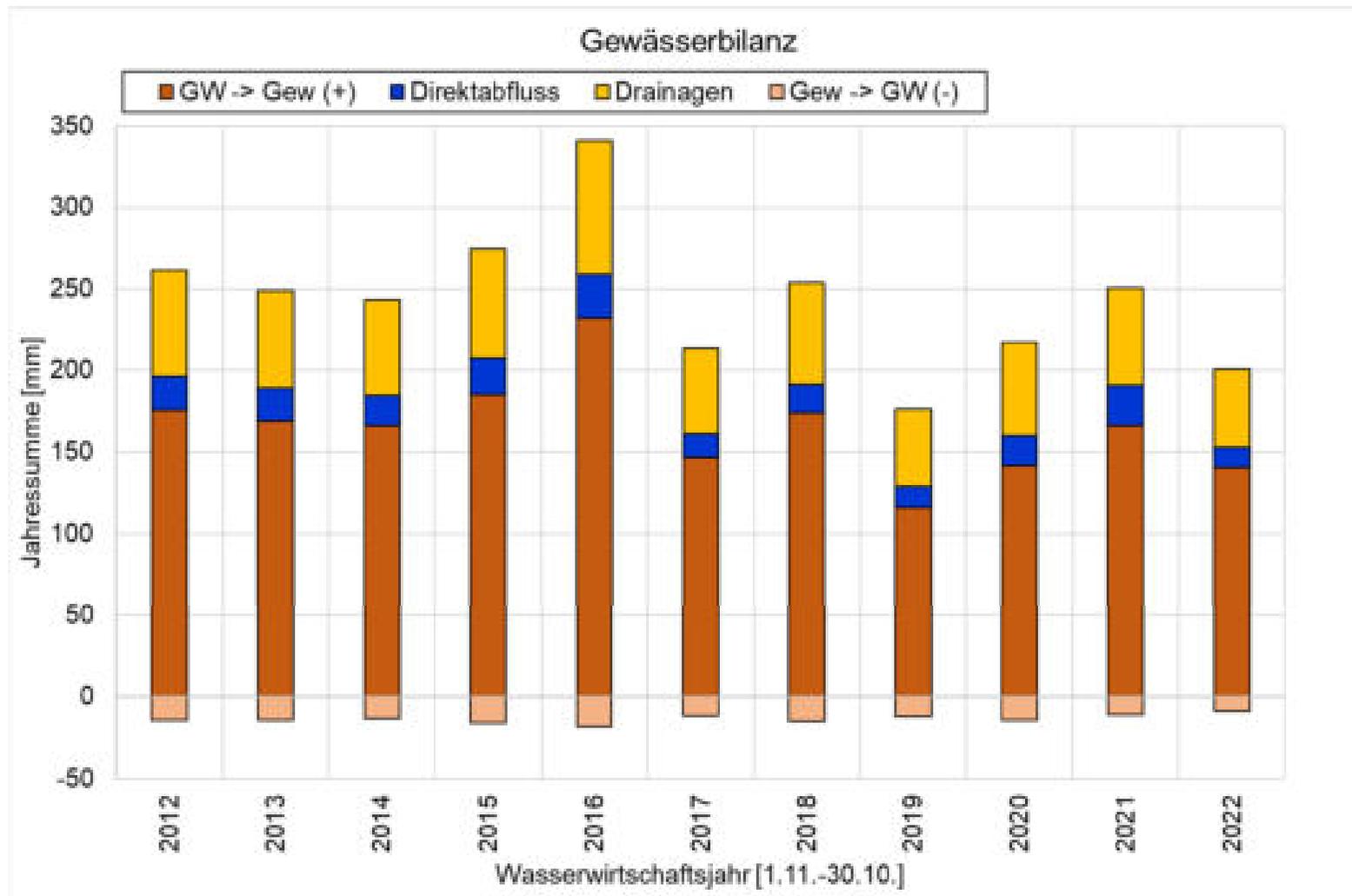
Fellerhofgraben Animation Starkregenereignis



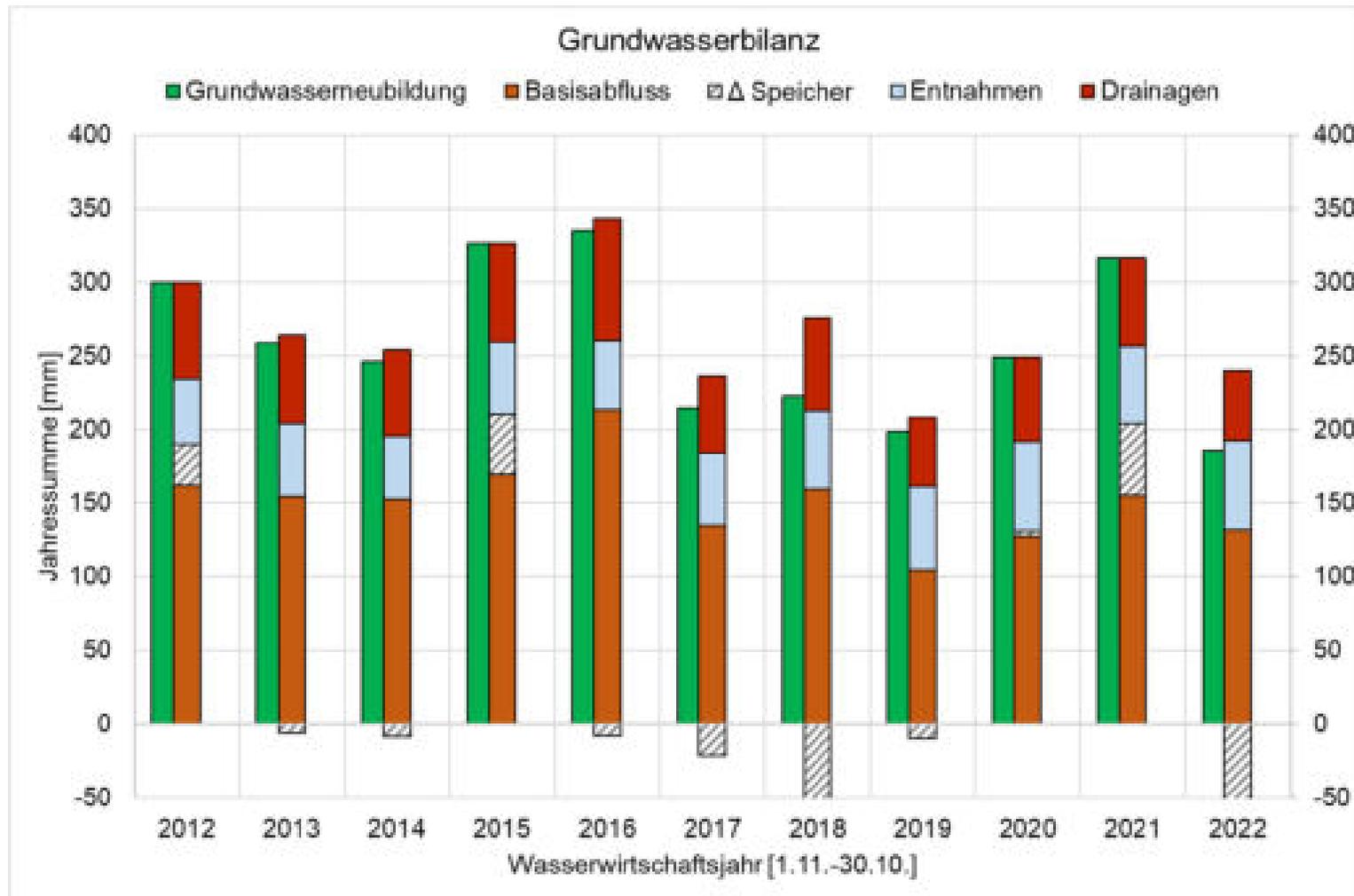
Wasserbilanz - Klima



Wasserbilanz - Gewässer



Wasserbilanz - Grundwasser

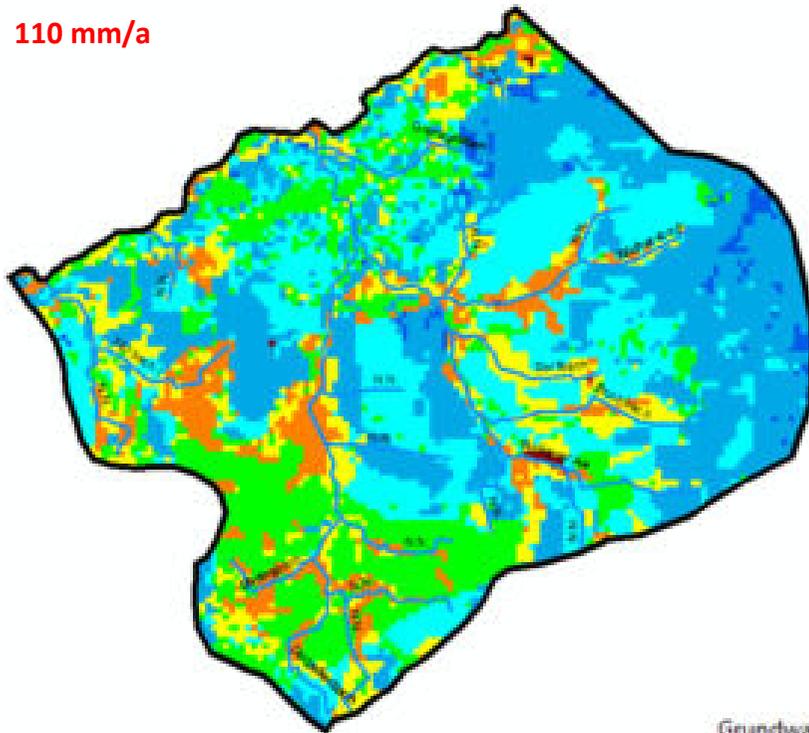


Kalibrierte Modellergebnisse

Grundwasserneubildung 2011-2022

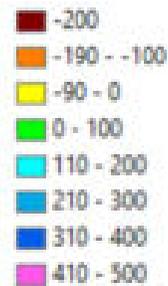
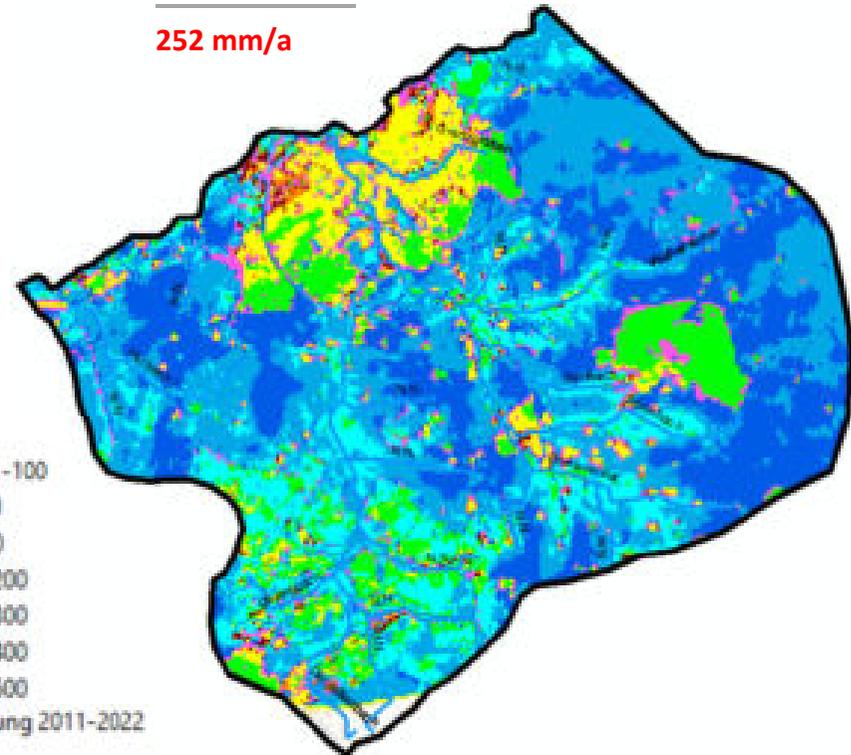
mGrows:

110 mm/a



MIKE SHE:

252 mm/a

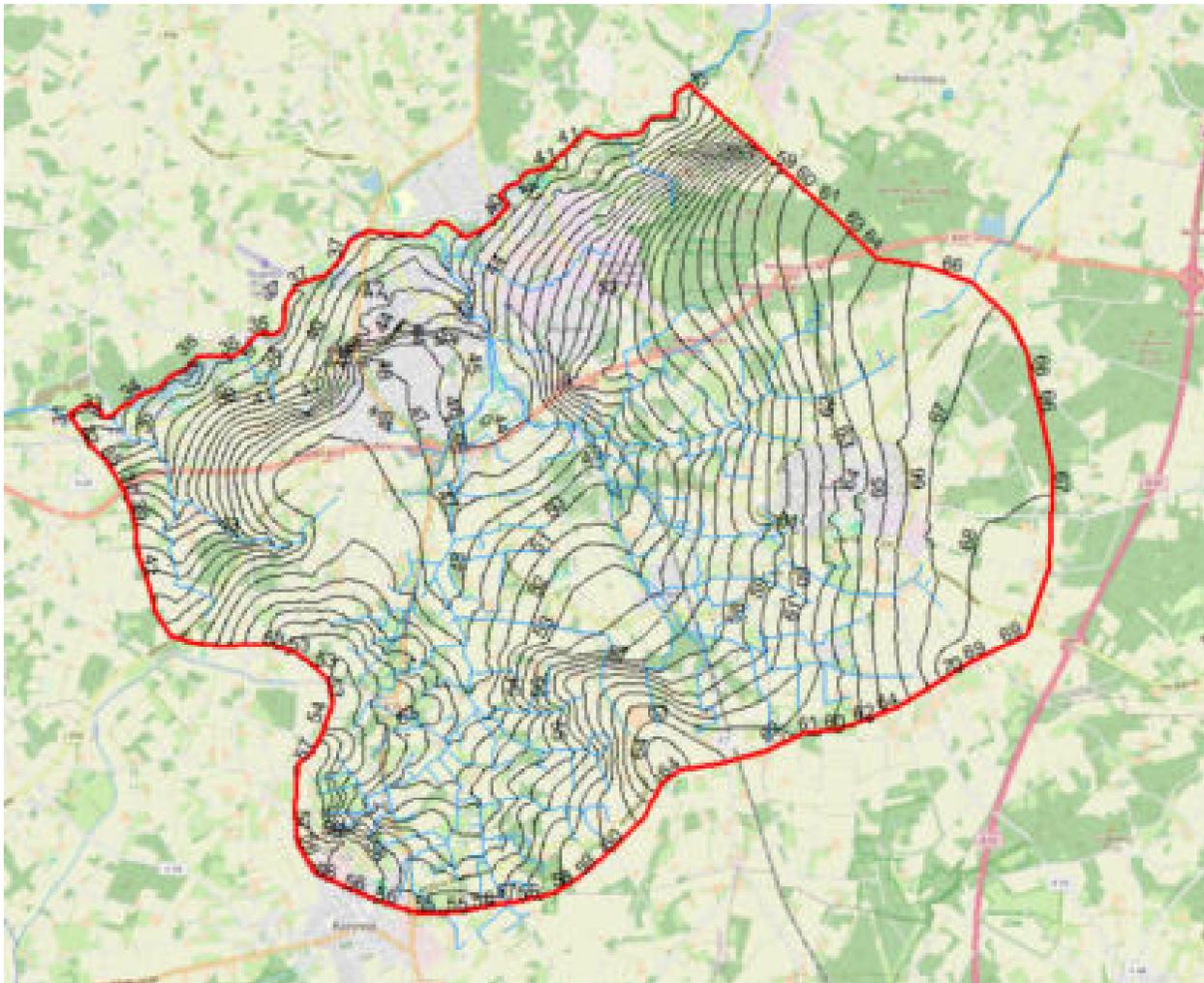


Grundwasserneubildung 2011-2022
[mm/Jahr]

Auswertung

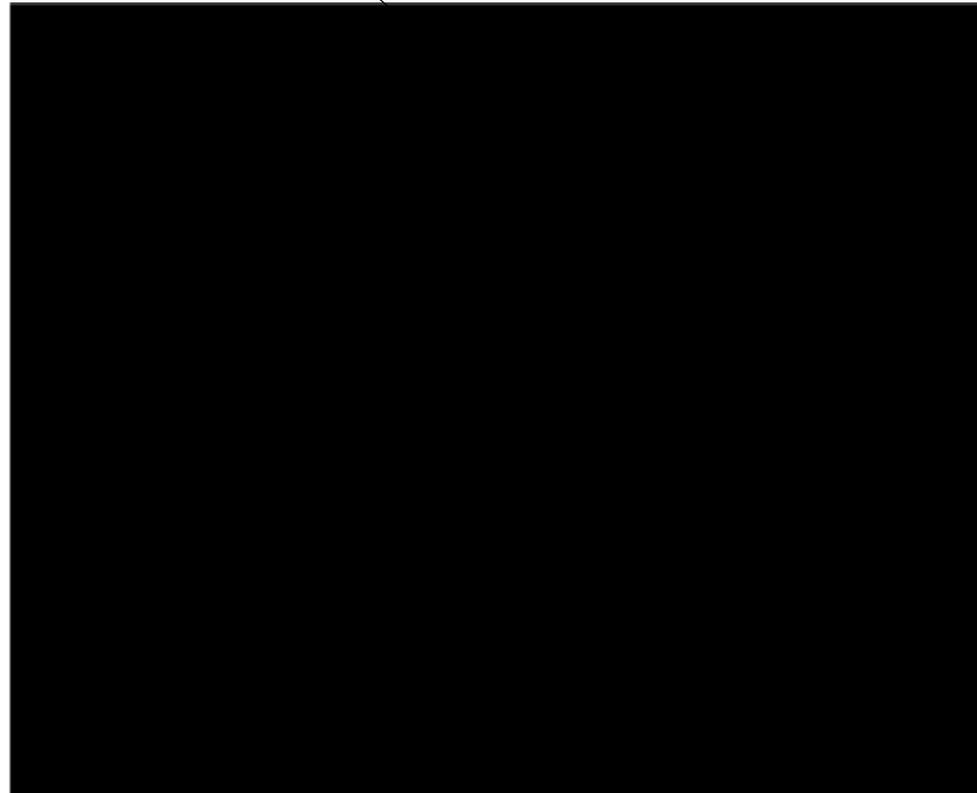
- GW-Differenzenkarte / GW-Gleichenkarte
- Flurabstandskarte
- Bewässerungsbedarfsprognose (bei Trockenszenarien)
- Ganglinien (Gewässerabfluss, GW-Stände)
- Wasserbilanzzeitreihe im gesamten Modell- / Feldversuchsgebiet

Grundwassergleichkarte



Differenzkarte - Beispiel Wehrestau

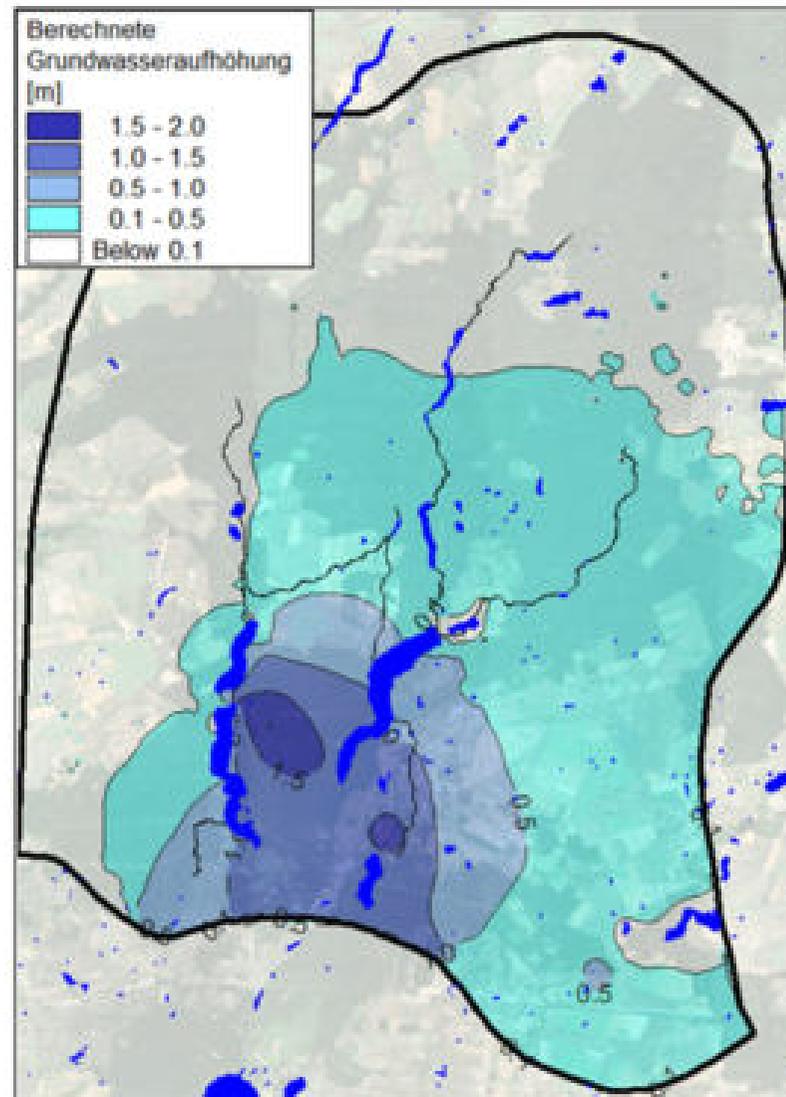
Wehreinbau



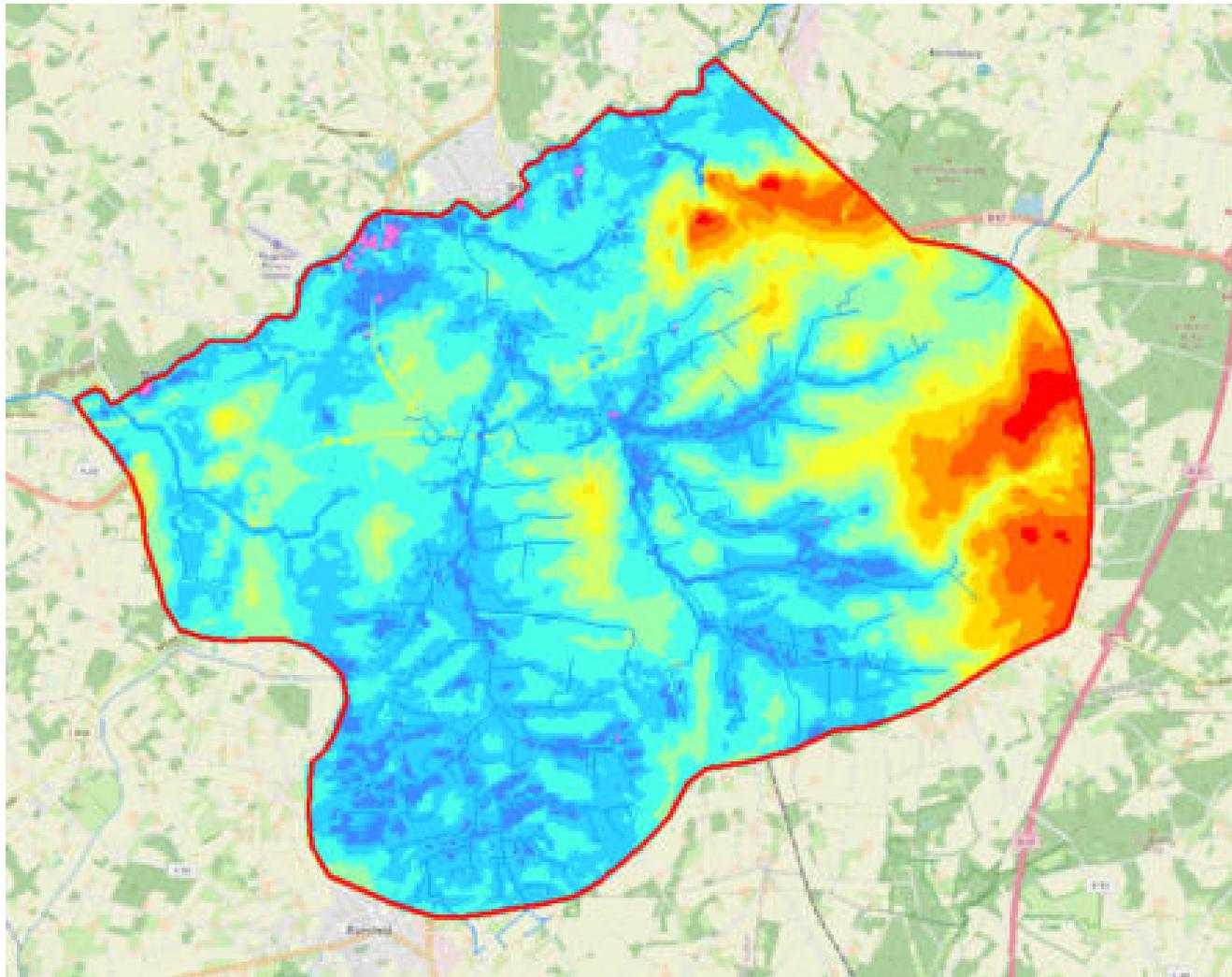
Differenz [m]



Differenzkarte – Beispiel Brunnenausschaltung



Flurabstandskarte



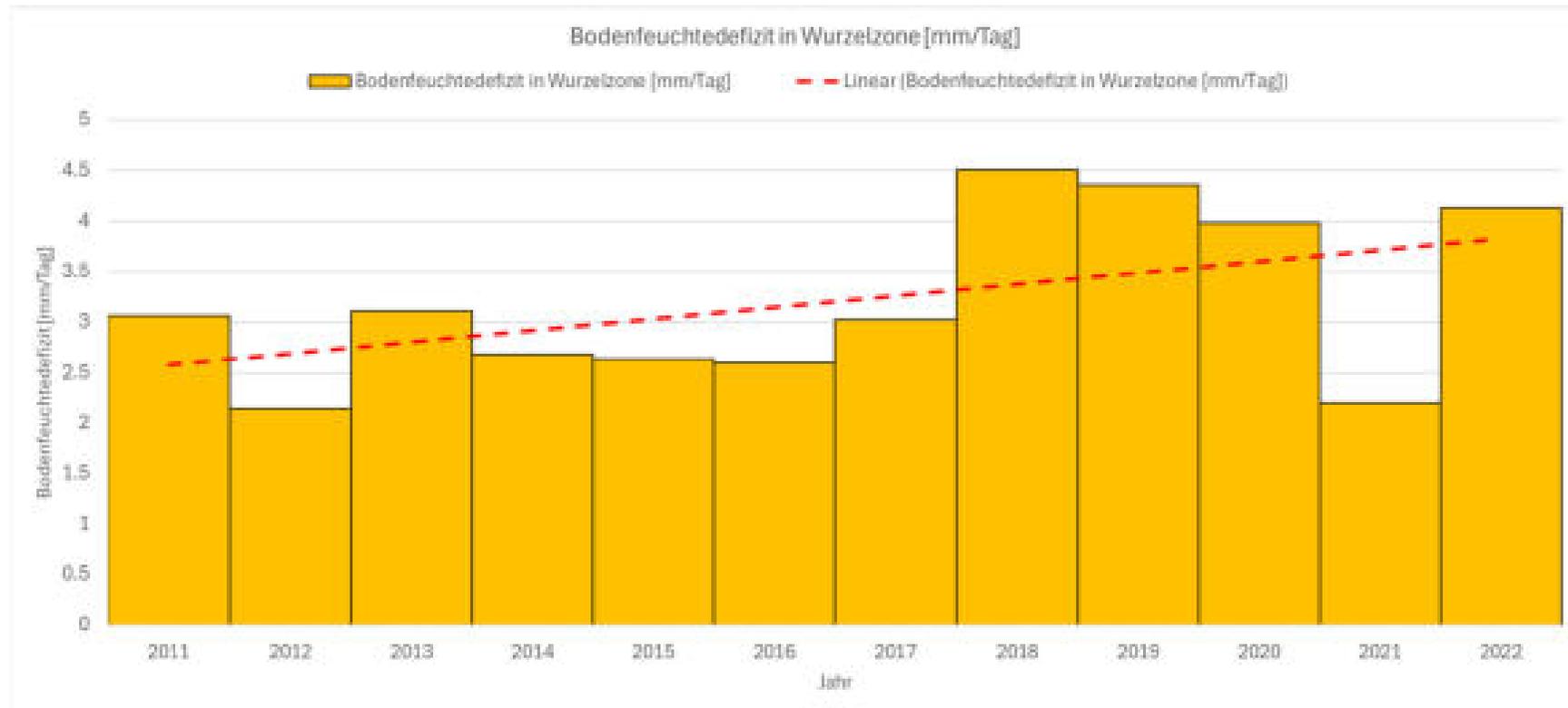
Legend

Flurabstandskarte

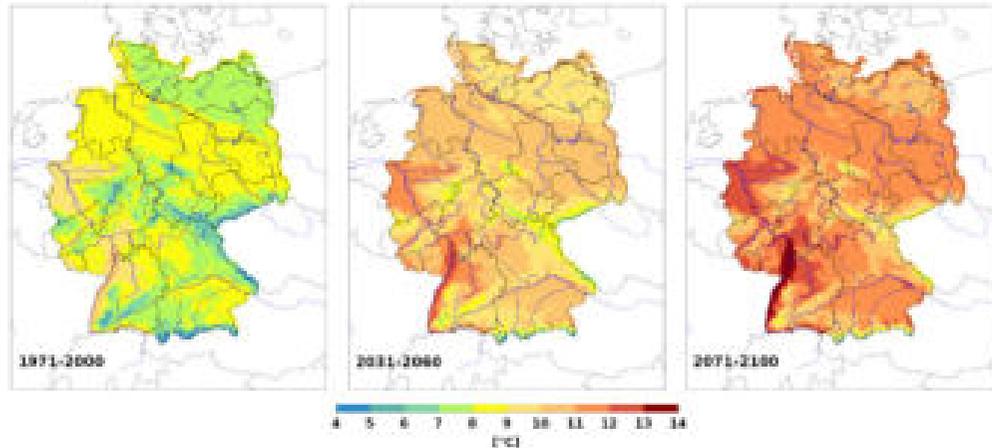
[m unter GOK]



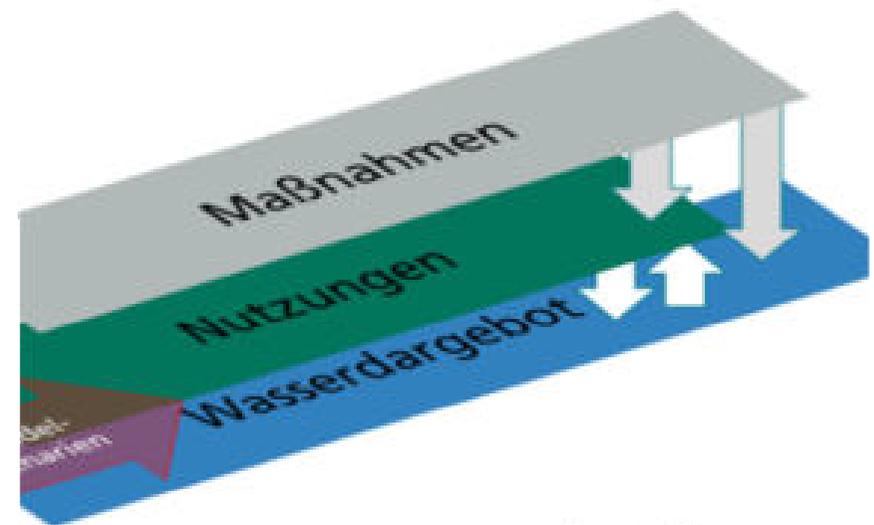
Bewässerungsbedarfsprognosen durch Indikatorwert



Erfassung und Quantifizierung der Systemreaktion des Landschaftswasserhaushaltes auf Änderung von Entnahmen, klimatischen Bedingungen und gewählten Maßnahmen



https://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Datei:D_Temp_2000-2100.png



Grafik: Fraunhofer ISI

Szenarien – Klimatische Rahmenbedingungen



Klimatische Einordnung für Nass-, Normal- und Trockenjahr
(Konsens 1. pAG-Sitzung September 2023)

| Jahr | Mittlere Temp. [°C] | Minimum Temp. [°C] | Maximum Temp. [°C] | Niederschlag [mm] | Regenreichster Tag [mm] | Sonnen- [h] | Sommer- [h] | Heiße [h] | Frost- [h] | Strenger [h] | Eis- [h] |
|------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|-------------|-------------|-----------|------------|--------------|----------|
| 2013 | 9,6 | -11,2 | 36,5 | 717,7 | 42,6 | | | | | | |
| 2014 | 11,3 | -5 | 32,6 | 737,9 | 39,1 | | | | | | |
| 2015 | 10,6 | -5,2 | 38,2 | 855,9 | 38,8 | | | | | | |
| 2016 | 10,5 | -9,1 | 34,5 | 871,2 | 77,4 | | | | | | |
| 2017 | 10,8 | -7,9 | 34,8 | 799,5 | 28,8 | | | | | | |
| 2018 | 11,6 | -8,8 | 37,2 | 604,4 | 42 | | | | | | |
| 2019 | 11,3 | -8,7 | 39,4 | 699,4 | 24,5 | | | | | | |
| 2020 | 11,6 | -5,6 | 35,9 | 726,7 | 51,6 | | | | | | |
| 2021 | 10,4 | -16,1 | 33,5 | 625,3 | 44,7 | | | | | | |
| 2022 | 11,7 | -11 | 38,5 | 653,6 | 28 | | | | | | |
| 2023 | 11,7 | -5,7 | 33,4 | 1299,3 | 56,5 | | 48 | 11 | 44 | 0 | 0 |
| | [°C] | [°C] | [°C] | [mm] | [mm] | [h] | | | | | |

Langjähriges Mittel Niederschläge Station Borken (617),
Quelle: DWD

- 1971 – 2000: 851 mm
- 1981 – 2010: 885 mm
- 1991 – 2020: 836 mm
- 2011 – 2022: 752 mm

NS 2023: 1.299,3 mm (2011 - 2023: 794 mm)



Quelle: Wasserverband Hessisches Ried 2019



| BOFLE | 1971-2000 | 1981-2010 | 1991-2020 | 2011-2022 |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Jahresmittel (Temperatur) | 10,0 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| Januar (Temperatur) | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 2,0 |
| Juli (Temperatur) | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 |
| Niederschlag (mm) | 851 | 885 | 836 | 752 |
| Sonnenstunden (h) | 1500 | 1500 | 1500 | 1500 |
| Frosttage (Tage) | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Heiße Tage (Temperatur > 25°C) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Frostfreie Tage (Temperatur > 5°C) | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Regentage (Temperatur > 5°C) | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Regentage (Temperatur > 10°C) | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Regentage (Temperatur > 15°C) | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Regentage (Temperatur > 20°C) | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Regentage (Temperatur > 25°C) | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Regentage (Temperatur > 30°C) | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Regentage (Temperatur > 35°C) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Regentage (Temperatur > 40°C) | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Regentage (Temperatur > 45°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 50°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 55°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 60°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 65°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 70°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 75°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 80°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 85°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 90°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 95°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Regentage (Temperatur > 100°C) | 0 | 0 | 0 | 0 |

Quelle: Climate Service Center Germany (GERICS)



Szenarien - Maßnahmenauswahl



Betriebsübergreifendes Bewässerungskonzept



Bewässerungseffizienz/ Anpassung der Wassernutzung



Anpassung der Bewirtschaftung

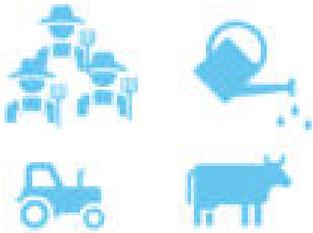


Nutzung alternativer Wasserressourcen

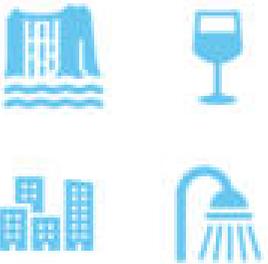


Wasserrückhalt / Speicherung in der Fläche

Szenarien - Entnahmen



Landwirtschaftliche Entnahmen (genehmigte und erlaubnisfreie Entnahmen)



Entnahmen Trinkwassergewinnung (bewilligt) und Hausbrunnen



Sonstige Wasserrechte (genehmigt)

Referenzszenarien

Szenario

Trockenszenario ohne Maßnahmen

- Klimadaten: Trockenjahr 2018 über 5 Jahre
Entnahmen: max. genehmigte Mengen
- Bewässerung: Automatisiert mit aktuellen Genehmigungen

Nassszenario ohne Maßnahmen

- Klimadaten: Nassjahr (z.B. 2016) über 5 Jahre
- Entnahme: Durchschnittswerte 2011-2022
- Bewässerung: Automatisiert mit aktuellen Genehmigungen

Normaljahr / Ist-Zustand

- Kalibriertes Modell
- Klimadaten: 2011 – 2022
- Entnahme: Messwerte ab 2016 bzw. Durchschnittswerte davor
- Bewässerung: Automatisiert mit akt. Genehmig.

Ziel

Analyse von realistischem Trockenszenario

- Wie entwickelt sich Dargebot?
- Wie entwickelt sich Bewässerungsbedarf?
- Wie entwickeln sich GW-Stände
- Wie entwickeln sich Wasserstände / Abflüsse FG

Analyse von realistischem Nassszenario

- Staunässe in Feldern?
- Hochwassergefahr?
- Wie entwickeln sich GW-Stände
- Wie entwickeln sich Wasserstände / Abflüsse FG

Auswertung

- GW-Differenzkarte / GW-Gleichenkarte
- Flurabstandsdifferenzkarte / Flurabstandskarte
- Bewässerungsbedarfsprognose (bei Trockenszenarien)
- Grundwasserdargebotsprognose
- Ganglinien (Gewässerabfluss, GW-Stände)
- Wasserbilanzzeitreihe im gesamten Modell- / Feldversuchsgebiet

Vergleiche zu den Referenzszenarien

Maßnahmen im Modellgebiet

Szenario

Wehr mit Steuerung – Winter- und Sommerstau

...Rückwärts mit Maßnahme Wehr

- Klimadaten: Ist Zustand (2011- 2022)
- Entnahmen: Ist Zustand
- Bewässerung: Automatisiert mit aktuellen Genehmigungen

...Trockenszenario mit Maßnahme Wehr

- Klimadaten: Trockenjahr 2018 über 5 Jahre
- Entnahmen: Max. genehmigte
- Bewässerung: Automatisiert mit aktuellen Genehmigungen

...Nassszenario mit Maßnahme Wehr

- Klimadaten: Nassjahr (z.B. 2016) über 5 Jahre
- Entnahme: Durchschnittswerte 2011-2022
- Bewässerung: Automatisiert mit aktuellen Genehmigungen

Ziel

Analyse von Potenzial Maßnahme im IST-Zustand

- Wie verändert sich Dargebot?
- Wie verändert sich Bewässerungsbedarf?
- Wie verändern sich GW-Stände?
- Wie verändern sich Wasserstände / Abflüsse FG

Analyse von Potenzial Maßnahme im Trockenszenario

- Wie entwickelt sich Dargebot?
- Wie entwickelt sich Bewässerungsbedarf?
- Wie entwickeln sich GW-Stände
- Wie verändern sich Wasserstände / Abflüsse FG

Analyse von Nassszenario mit Maßnahmen

- Staunässe in Feldern besser/verschlechtert?
- Hochwassergefahr besser/schlechter?
- Wie entwickeln sich GW-Stände
- Wie verändern sich Wasserstände / Abflüsse FG

Maßnahmen im Modellgebiet

Szenario

Grundwassergesteuertes Wehr + Gesteuerte Drainagen

...Rückwärts

- Klimadaten: Ist Zustand (2011- 2022)
- Entnahmen: Ist Zustand
- Bewässerung: Automatisiert mit aktuellen Genehmigungen

...Trockenszenario

- Klimadaten: Trockenjahr 2018 über 5 Jahre
- Entnahmen: Max. genehmigte
- Bewässerung: Automatisiert mit aktuellen Genehmigungen

...Nassszenario

- Klimadaten: Nassjahr (z.B. 2016) über 5 Jahre
- Entnahme: Durchschnittswerte 2011-2022
- Bewässerung: Automatisiert mit aktuellen Genehmigungen

Ziel

Analyse von Potenzial Maßnahme im IST-Zustand

- Wie verändert sich Dargebot?
- Wie verändert sich Bewässerungsbedarf?
- Wie verändern sich GW-Stände?

Analyse von Potenzial Maßnahme im Trockenszenario

- Wie entwickelt sich Dargebot?
- Wie entwickelt sich Bewässerungsbedarf?
- Wie entwickeln sich GW-Stände

Analyse von Nassszenario mit Maßnahmen

- Staunässe in Feldern besser/verschlechtert?
- Hochwassergefahr besser/schlechter?
- Wie entwickeln sich GW-Stände

Feldversuche

Szenario

Lokale(s) Stauwehr(e) (Fellerhofgraben) ...

...Rückwärts

- Klimadaten: Ist Zustand (2011- 2022)
- Entnahmen: Ist Zustand
- Bewässerung: Bewässerungsdaten von vor Ort, Bewässerte Flächen

...Trockenszenario

- Klimadaten: Trockenjahr 2018 über 5 Jahre
- Entnahmen: Max. genehmigte
- Bewässerung: Bewässerungsdaten von vor Ort, Bewässerte Flächen

...Nassszenario

- Klimadaten: Nassjahr (z.B. 2016) über 5 Jahre
- Entnahme: Durchschnittswerte 2011-2022
- Bewässerung: Bewässerungsdaten von vor Ort, Bewässerte Flächen

Ziel

Analyse Wirksamkeit Feldversuch

- Wasserrückhalteziele erreichbar?
 - Wirksamkeit Maßnahme?
- Auswirkungen angrenzende Flächen?
 - Aufbau Monitoring

Feldversuche

Szenario

Klimaadaptiv gesteuerte Drainagen ...

...Rückwärts

- Klimadaten: Ist Zustand (2011- 2022)
- Entnahmen: Ist Zustand
- Bewässerung: Bewässerungsdaten von vor Ort, Bewässerte Flächen

...Trockenszenario

- Klimadaten: Trockenjahr 2018 über 5 Jahre
- Entnahmen: Max. genehmigte
- Bewässerung: Bewässerungsdaten von vor Ort, Bewässerte Flächen

...Nassszenario

- Klimadaten: Nassjahr (z.B. 2011) über 5 Jahre
- Entnahme: Durchschnittswerte 2011-2022
- Bewässerung: Bewässerungsdaten von vor Ort, Bewässerte Flächen

Ziel

Analyse Wirksamkeit Feldversuch

- Wasserrückhalteziele erreichbar?
 - Wirksamkeit Maßnahme?
- Auswirkungen angrenzende Flächen?

Paradigmen- / Ideologiewechsel erforderlich von:

„Das Wasser muss weg.“

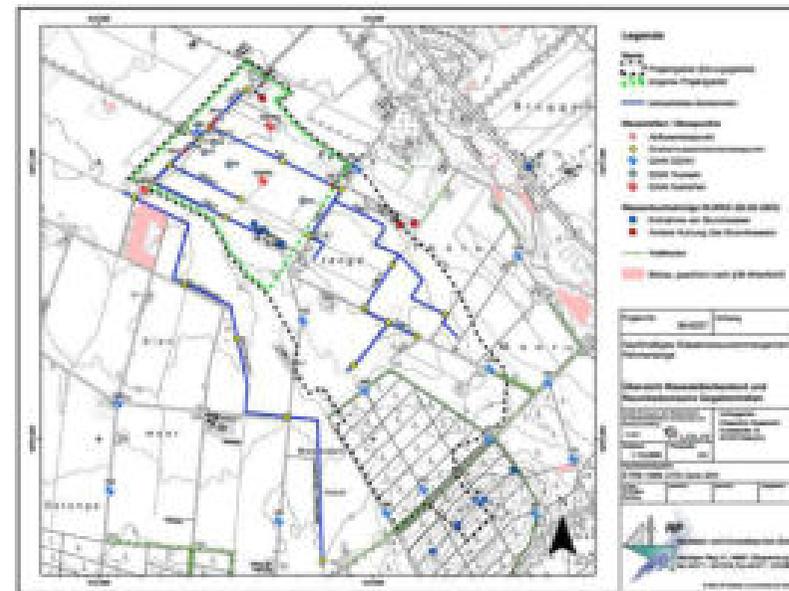


**„Das Wasser kann / darf bleiben, aber wenn es weg muss,
muss es weg können.“**



Steuerbarkeit

Kontrolliert(e) Rückhaltung im Gewässer / gesteuerte Drainage

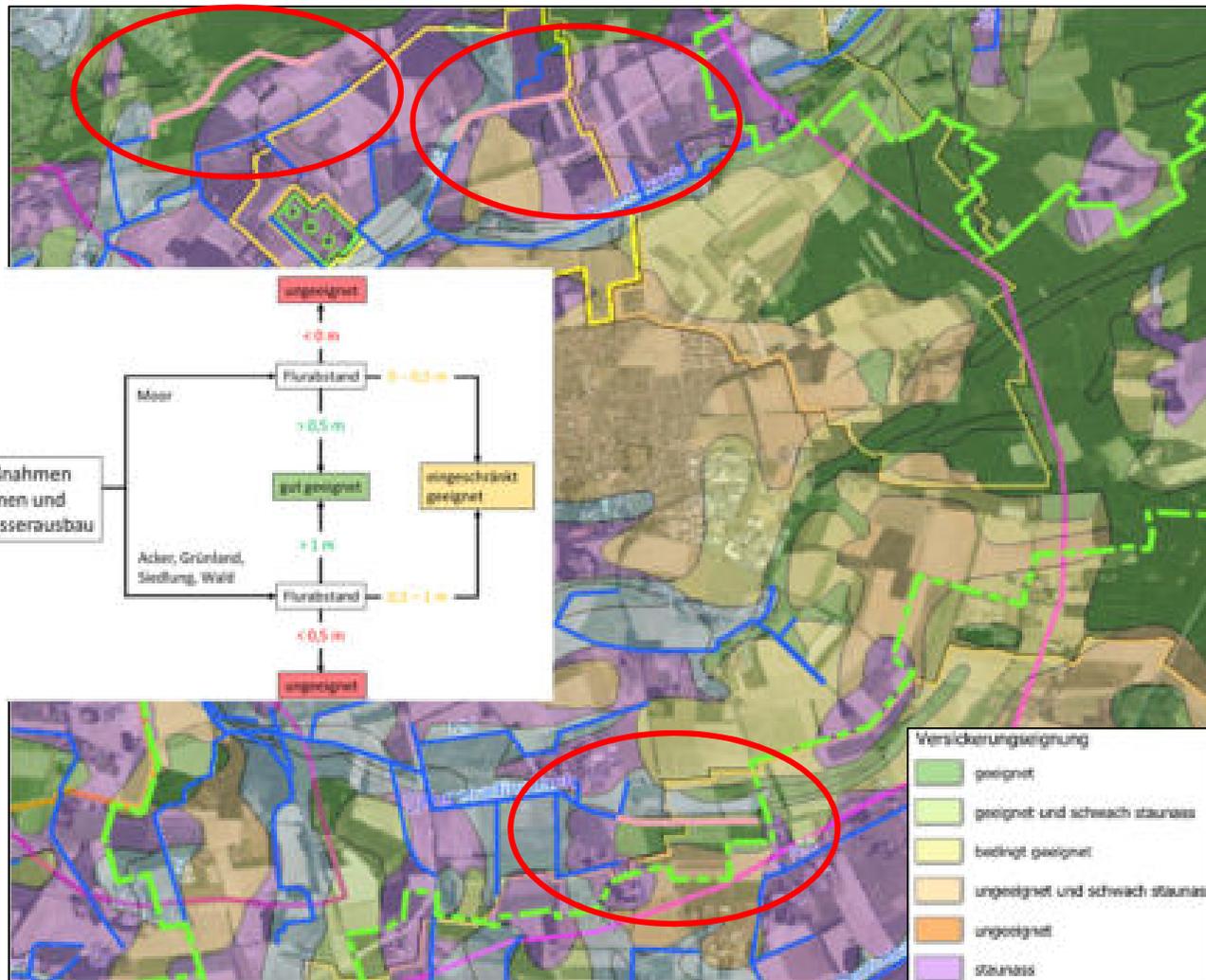


| Maßnahme | Umgebung |
|-------------------------------------|---|
| Grundwasser-Messstellen des GDNV | 7 Messstellen im Projektgebiet: 1 Vergleichsmessstelle außerhalb des Projektgebietes |
| Grundwasser-Behinneszeit (hrs) | 3 flache Messstellen (NWP 1, NWP 2 und NWP 3) |
| Abflussmessungen Gewässermesspunkte | 3 Abfluss-Messstellen 15 Wasserstands-Messstellen |
| Vermessung | DWD-Station Friesoythe-Altensoythe Daten GDNV |
| Stauwehr | Poppel mit Dreieckwehr |
| Grundwasser-Transsekt-Messstellen | Transsekt 1 orthogonal zu Gewässer F.04 Messstellen T1, T1 und T2 Transsekt 2 orthogonal zu Gewässer F.04, 1 Messstellen T6, T2, T4 und T5 |

- Praxistauglichkeit (Technik, Kommunikation, Abläufe und Vorgehensweise)
- Erfassung der realen Auswirkungen / Effekte
- Nutzung zur Kalibrierung / Validierung / Evaluierung Modell / Modellergebnisse
- Übertragbarkeit – Best-Practice - Anwendbarkeit

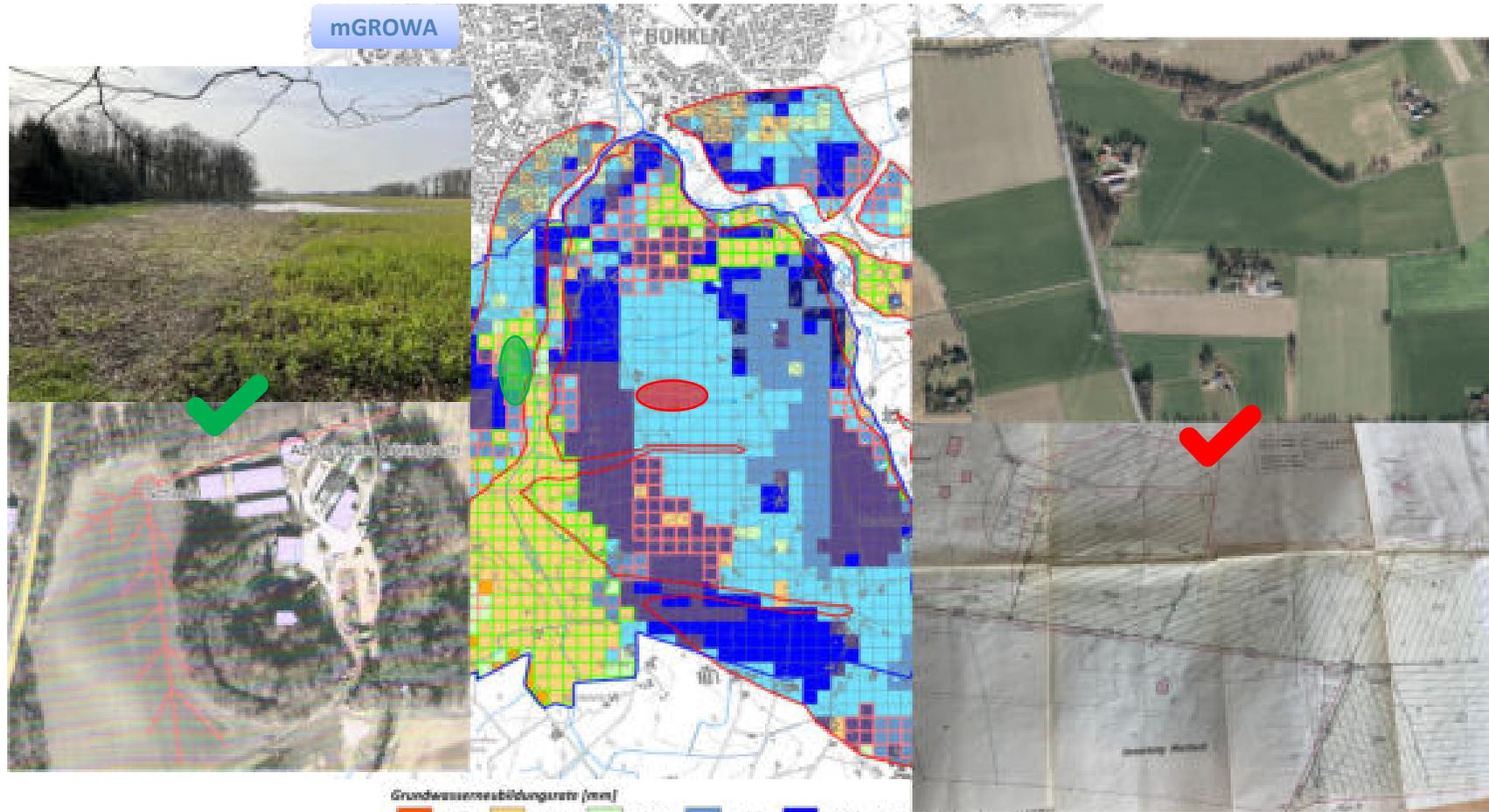
Quelle: Abschlussbericht Projekt NaWaPeh 2023, MathejaConsult 2022

Sondierung Bereiche für Feldversuche – Vorfluter und Drainagen Begehungen und Abfrage - Analyse



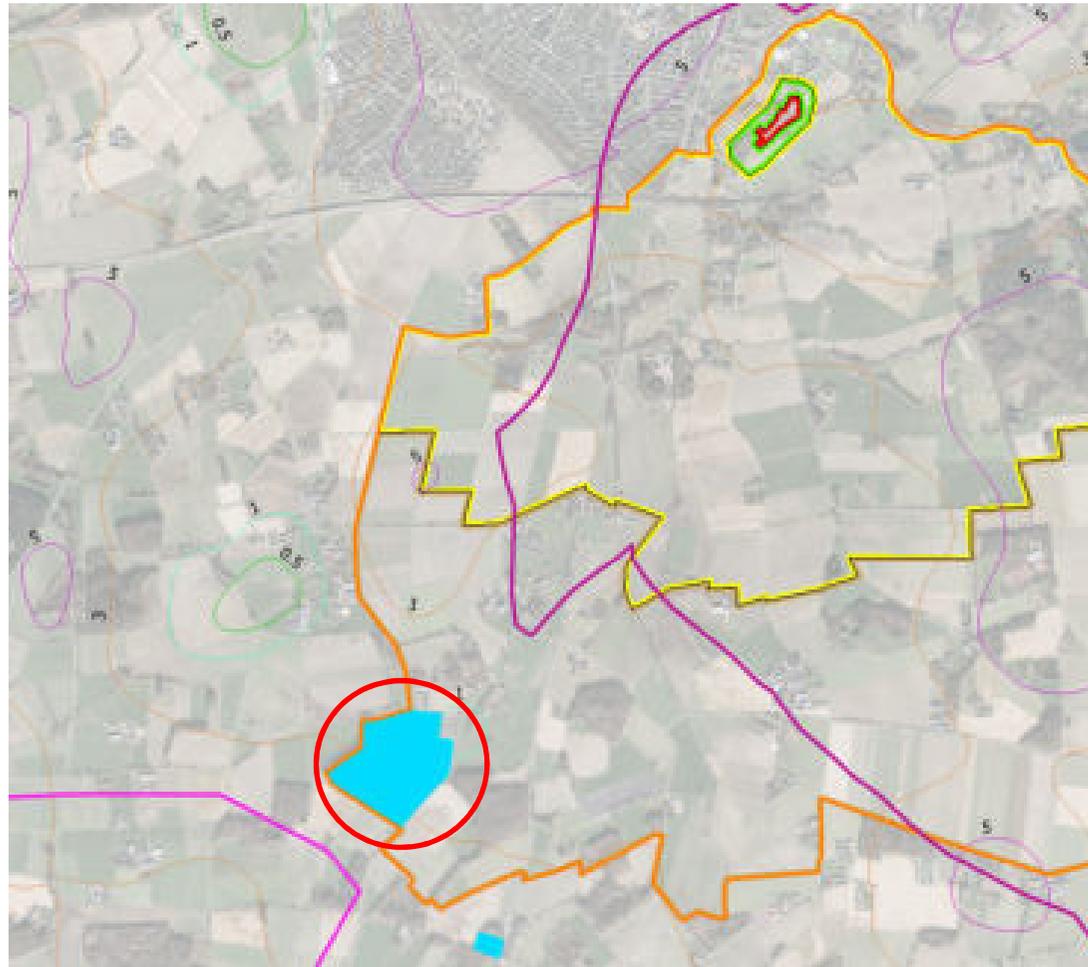


Feldversuche – gesteuerte Drainagen



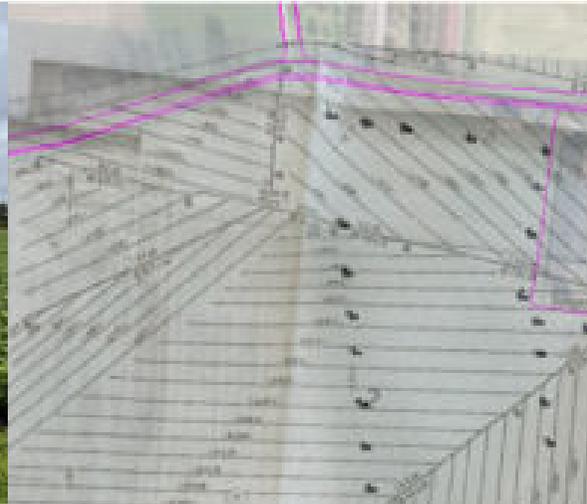


Feldversuche – gesteuerte Drainagen



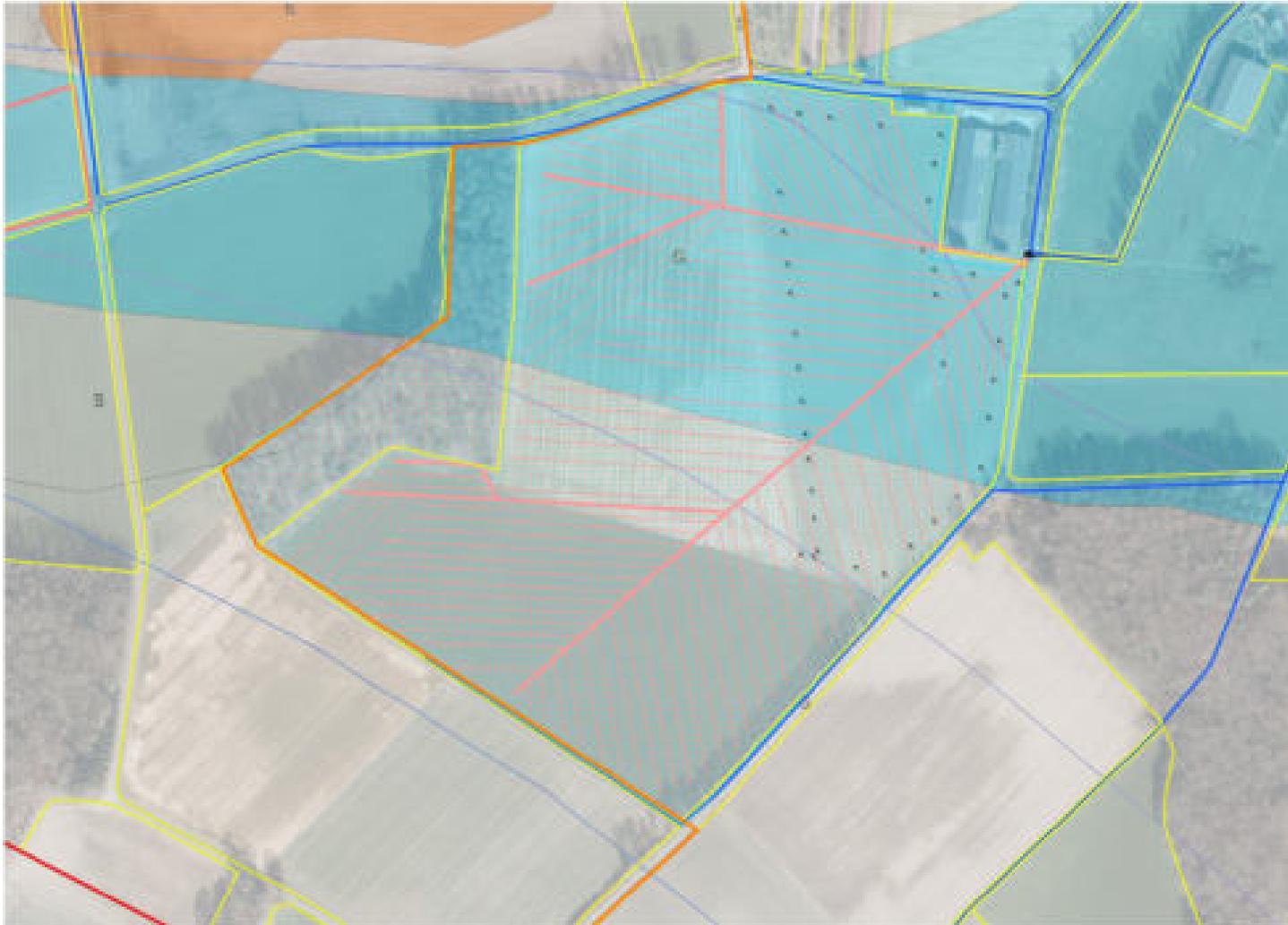


Feldversuche – gesteuerte Drainagen





Feldversuche – gesteuerte Drainagen - Bodentypen



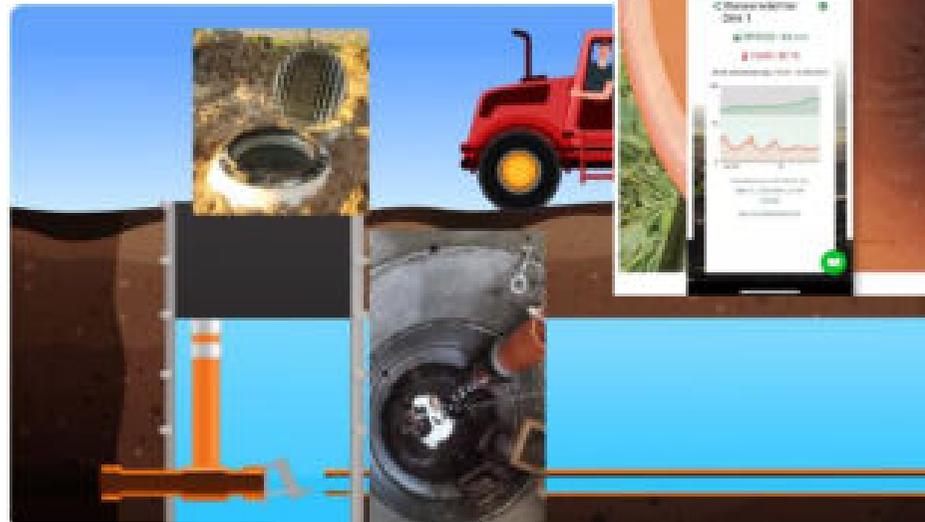
System Ekodrena



Quelle: Geiger agrisolutions

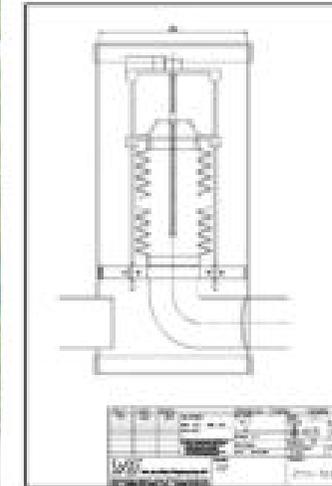


Bildquelle: Tovornik





Regelungseinheit



Schienen



Peilregelbuis 500mm

Mit diesem Niveauregulierungsrohr können Grundstücke mit niveaugesteuerter Entwässerung problemlos auf eine klimaadaptive Entwässerung umgerüstet werden.

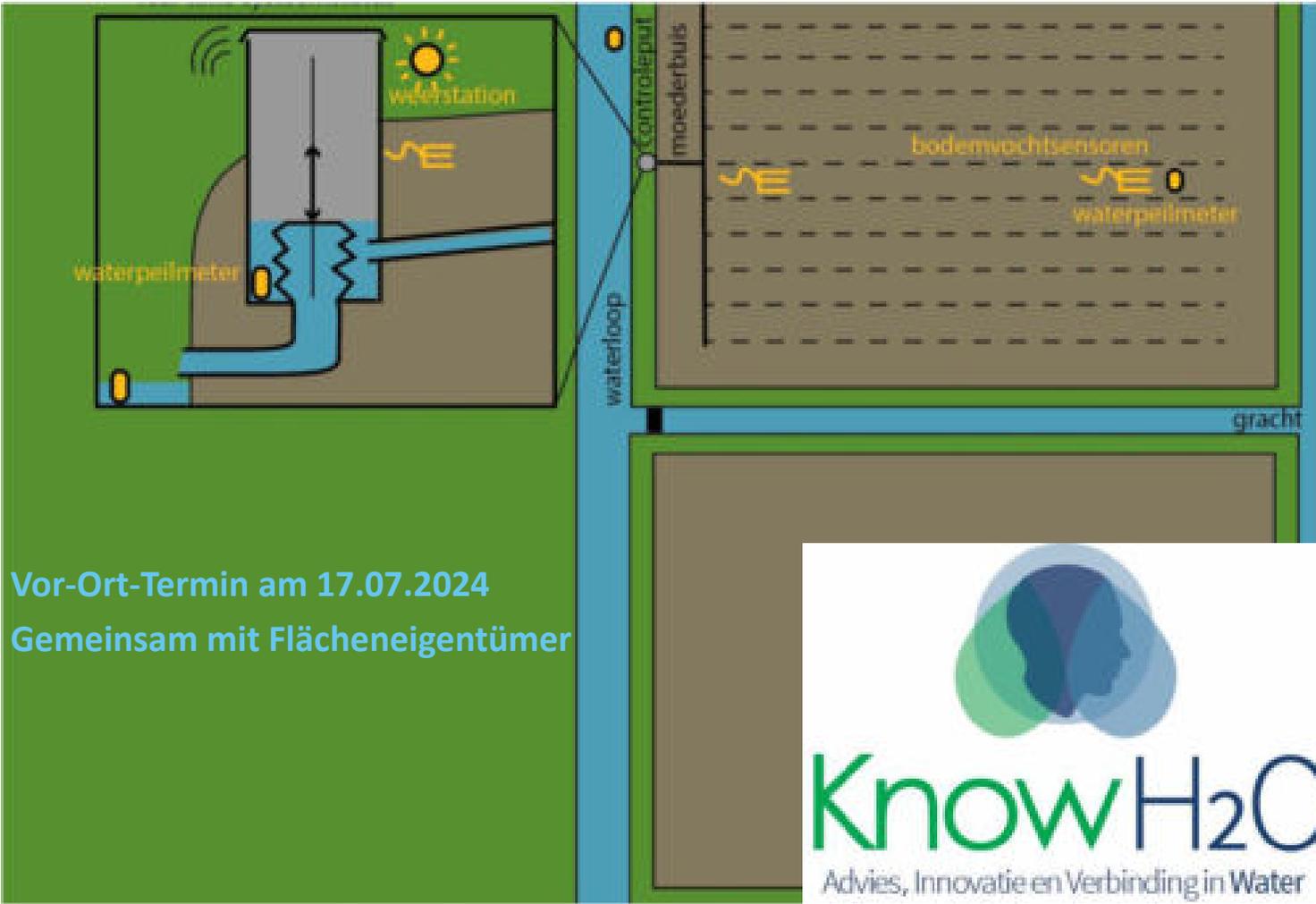
<https://youtu.be/XW0giaahoBE>



Wassermanagement
und Bewässerung
in Westfalen-Lippe

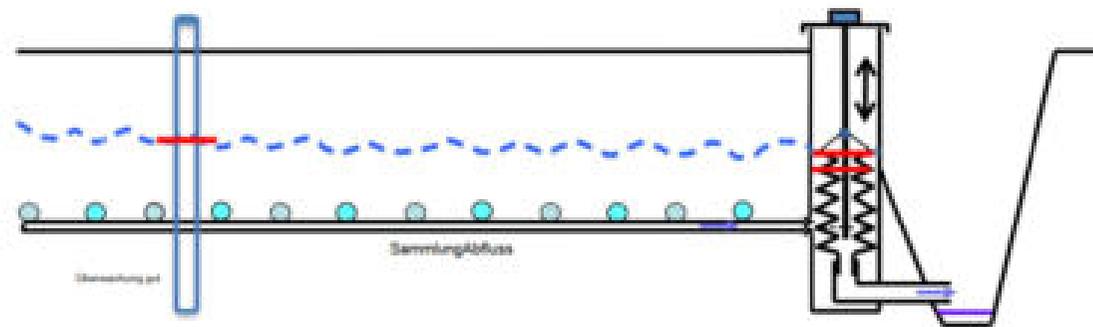


Kontakt zu KnowH₂O – Berg en Dal, Nijmegen, NL





KAD – Schema – Bedienung



Verstellbare Entwässerung aus Verbundwerkstoff

Fern- und stufenlos verstellbare Entwässerungsschwelle / Faltenbalg (rechts)

Kombination mit Feldbeobachtung des Wasserstandes im Brunnen, der Balgposition und des Grundwasserspiegels zwischen zwei Abflüssen (Wirkungsindikator)

Gespeicherte Daten in Bezug auf Verwaltung, Balgposition und Wirkung

Ziel ist die Bewirtschaftung des (Grund-)Wasser(spiegels)





KAD – Teile

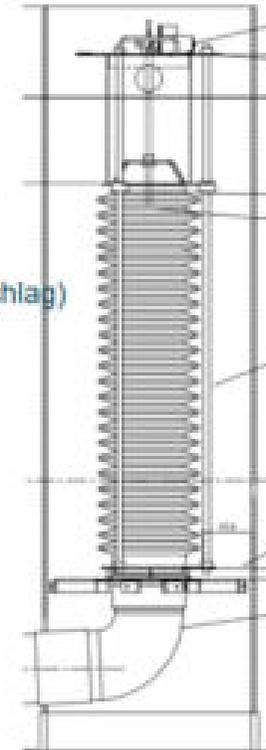


Kontrollgrube 500 mm mit Innenraum
(mechanisch, 700 mm Variante Hoch-Tief)

Steuerung per Telemetrie (Modem, Logger)

Elektronik (Motor, Leiterplatte) und Sensoren
(Brunnenwasserstand, Grundwasserspiegel, Niederschlag)

PV: Solarmodule, Laderegler, Batterie, Gerüst



Regenmesser

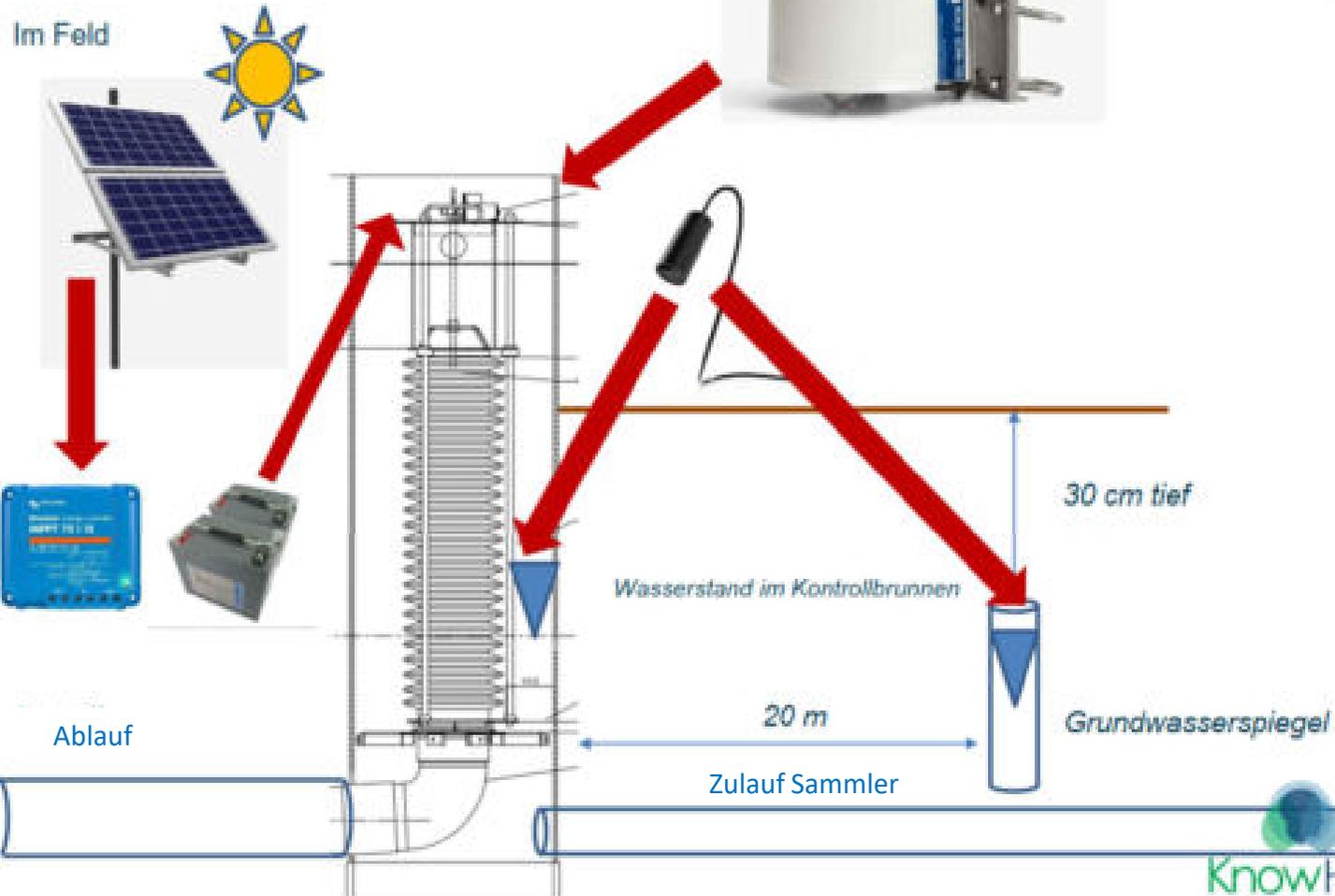
Druckwandler

Solarplatten





KAD – Anordnung





Gut überwachen – einrichten

Auf einem Feld unter der Erde





Dashboard „CAD-Assistent“



Status und Platzierung

Balgposition ändern: Wasser ablassen (Balg nach unten) oder Wasser zurückhalten (Balg nach oben)

10%
Ingenieurbalg position (Percentage open)

| | |
|----------------------------|----------------|
| Maasveld | 22.49 m +1500 |
| Bovenkant balg | 22.268 m +1500 |
| Stand balg m +1500 Hout | 22.2 m +1500 |
| Onderkant balg | 22.068 m +1500 |

Überprüfen

Echtzeit-Fernbedienung

10%
Ingenieurbalg position (Percentage open)

| | |
|----------------------------|----------------|
| Maasveld | 22.49 m +1500 |
| Bovenkant balg | 22.268 m +1500 |
| Stand balg m +1500 Hout | 22.2 m +1500 |
| Onderkant balg | 22.068 m +1500 |

10%
Ingenieurbalg position (Percentage open)

| | |
|----------------------------|----------------|
| Maasveld | 22.49 m +1500 |
| Bovenkant balg | 22.268 m +1500 |
| Stand balg m +1500 Hout | 22.2 m +1500 |
| Onderkant balg | 22.068 m +1500 |

Sensors

| | | |
|----|------------------------------|-------------|
| 👁️ | Sensor 0 pit level | 11.9% |
| 👁️ | Sensor 1 water level | 0.295 m |
| 🌡️ | Sensor 1 temperature | 13.7 °C |
| 👁️ | Sensor 1 conductivity | 423.0 µS/cm |
| 👁️ | Sensor 2 water level | 1.683 m |
| 🌡️ | Sensor 2 temperature | 14.9 °C |
| 👁️ | Sensor 2 conductivity | 482.0 µS/cm |
| 👁️ | Sensor 4 precipitation gauge | 0.0 mm |

Get sensors



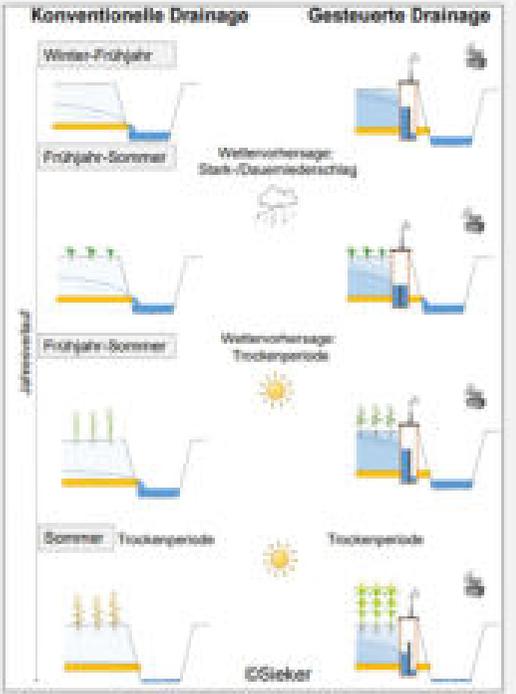
Wassermanagement
und Bewässerung
in Westfalen-Lippe



Klimaadaptiv gesteuerte Drainage

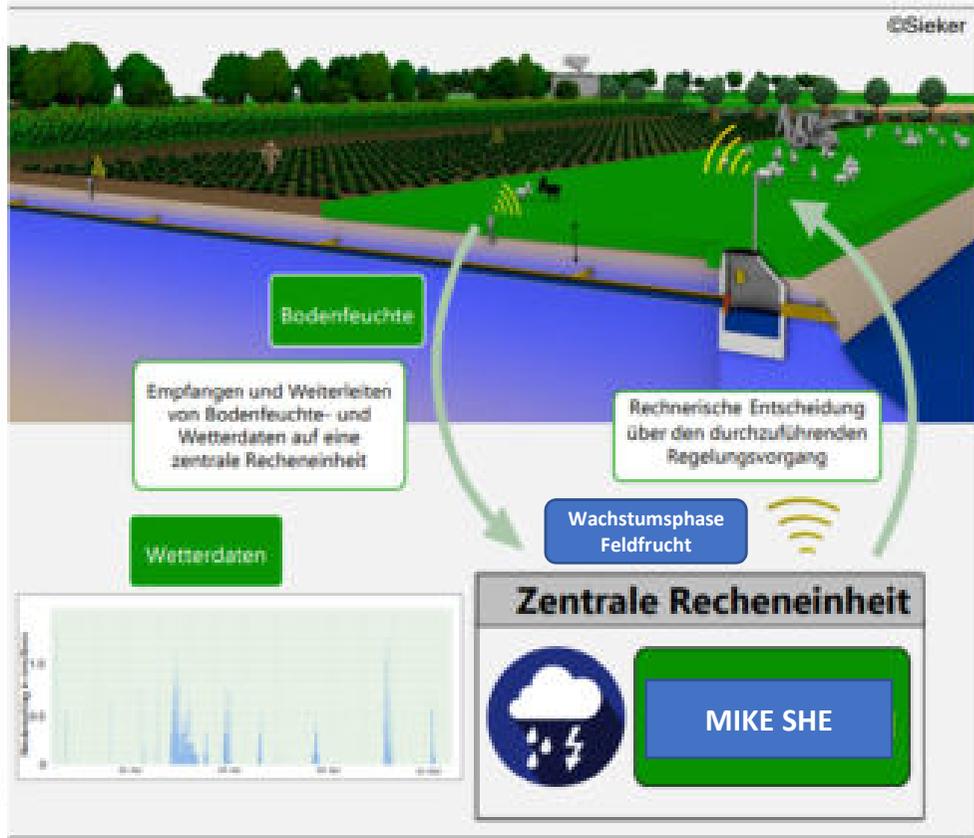
Witterungsbedingte Steuerung

- Aufstau und Speicherung im Winter/Frühjahr, Förderung der Infiltration und Grundwasserneubildung
- Bei Vorhersage von Daueregen- oder Starkregen: temporäre Öffnung des Regulationsschachtes → Vermeidung von Flächenvernässung
- Anstau des Bodenwassers durch den Regulationsschacht während Trockenperioden → lässt den Pegel in der gesättigten Zone steigen, mehr pflanzenverfügbares Wasser, als im undrainierten Fall
- Verbrauch des Bodenwassers durch Evapotranspiration und Perkolation bis zum Ende der Wachstumsperiode



Witterungsbedingter Wasserrückhalt ermöglicht Überbrückung von Trockenzeiten

Quelle: Sieker 2023



Quelle: Sieker 2023, verändert

Aktive / passive Rückhaltung im Gewässer



Quelle: www.biodivers.ch



Quelle: Landwirtschaft im Pegel 2014



Aktive / passive Rückhaltung im Gewässer

Fachliche Prüfung

Beispiele für im Antragsverfahren zu beantwortende Fragen:

- Was ist das Ziel – Welche Flächen sollen mit welchem Ziel (oberflächennahe Grundwasseranreicherung / Bodenfeuchte) von der Maßnahme profitieren?
- Gewässer – Bedeutung im Sinne der WRRL, Wasserführung, naturnah/naturfern, Lage im Gewässersystem, Topographie, Bodenarten, Grundwasserstände usw. – der anliegenden Flächen
- Wann zu welchem Zeitpunkt und -raum soll der Stau in welcher Höhe erfolgen – Einfluss auf die chemisch-physikalischen Parameter – Stauhaltung darf keine negativen Auswirkungen auf nachfolgende Gewässer haben.
- Argumentation zur Einhaltung der Vorgaben der WRRL – Verschlechterungsverbot, Verbesserungsgebot, Durchgängigkeit usw.? In der Regel sind neue Stauungen in berichtspflichtigen Gewässer nicht zulässig, da nicht vereinbar mit den Vorgaben der WRRL – welche Gewässer verbleiben!
- Im Einzelfall könnten auch natur- oder artenschutzrechtliche Fragen zu bewältigen sein – z.B. Schlammpeitzger (FFH Anhang II, Rote Liste)
- Welche Wirkung hat der geplante Stau auf die Oberlieger – Unterlieger, negative Veränderungen Dritter sind auszuschließen.

...



Rechtliche Grundlagen zum Bau und Betrieb von Stauanlagen im Gewässer und zum Rückhalt von Wasser in der landwirtschaftlichen Fläche.

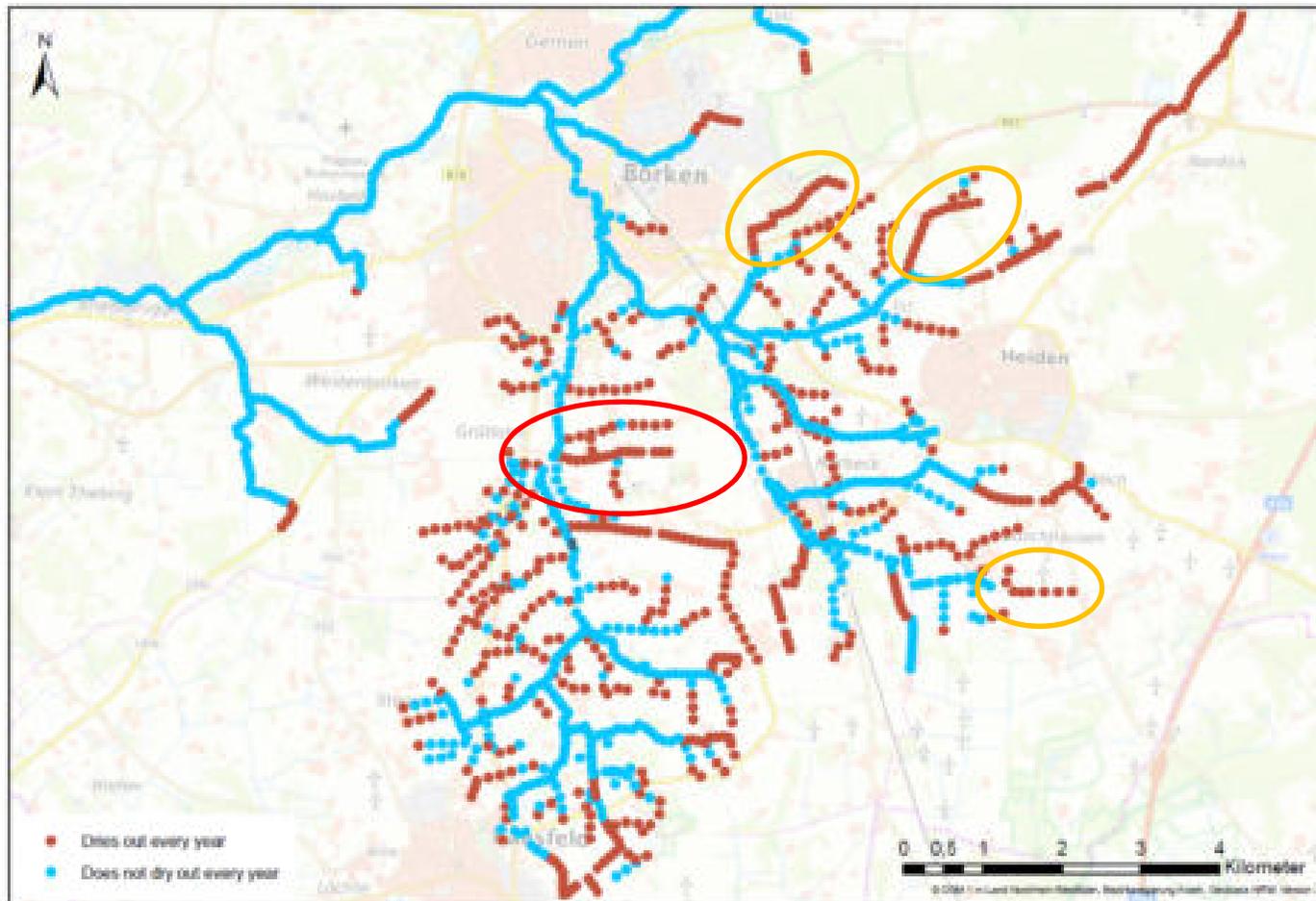


Die Prüfung orientiert sich an den rechtlichen Grundlagen und stellt auf den beantragten Einzelfall ab

November 2023 | 10

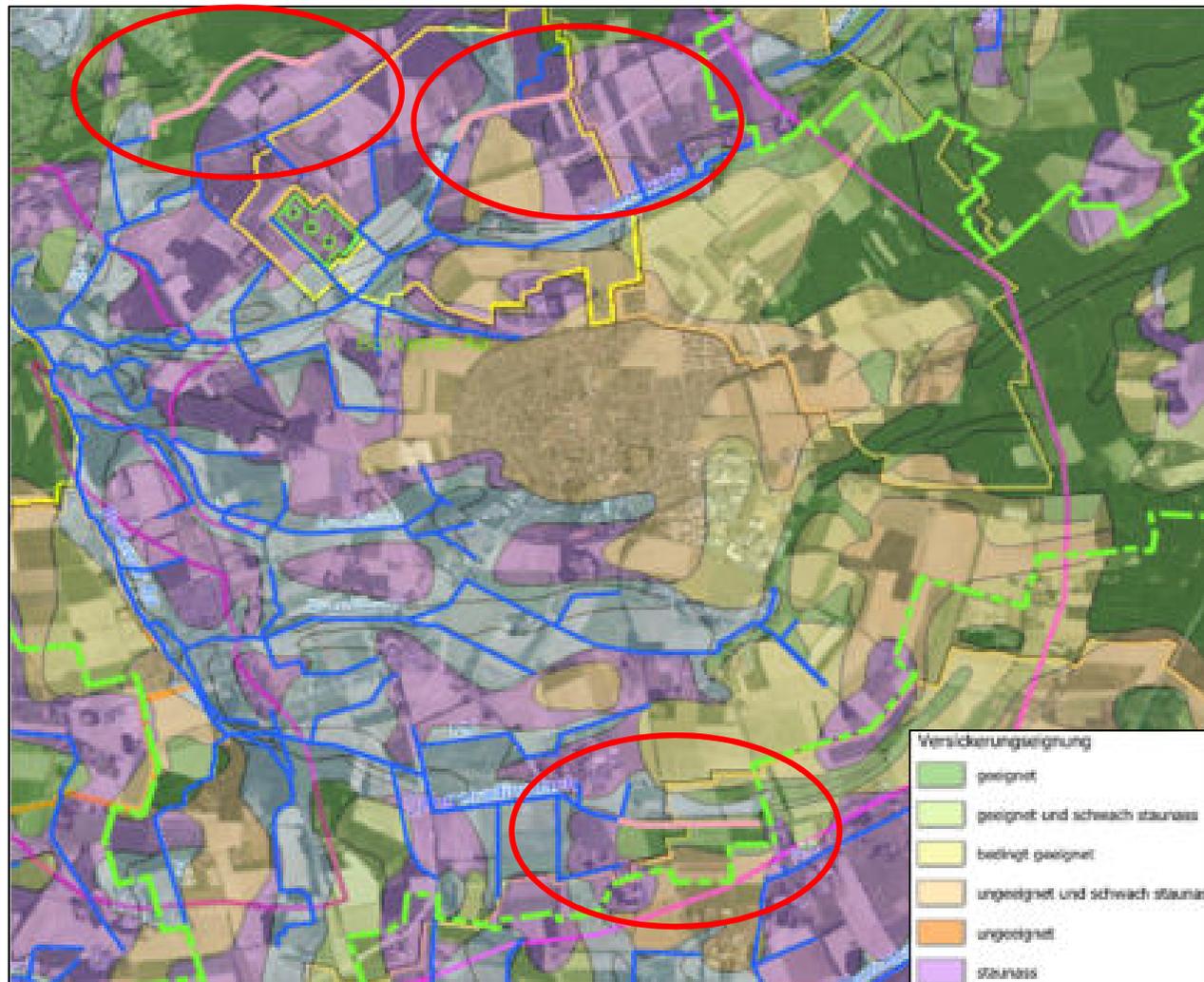


Trockenfallende Gewässer (Simulation MIKESHE) Zeitraum 2011 - 2022





Sondierung Bereiche für Feldversuche – Vorfluter Begehungen und Abfrage





Fellerhofgraben (Gew. 180)



- periodisch trockenfallend (Normaljahr)
- strukturarm, naturfern (Entwässerungsgräben, keine Strukturgütekartierung im ELWAS)
- nicht berichtspflichtig
- tlw. angrenzend Beregnungsflächen, GW-Messstelle WW.ImTrier.67, Entnahmebrunnen





Einstufung gem. WRRL – Gew. 170 und 180

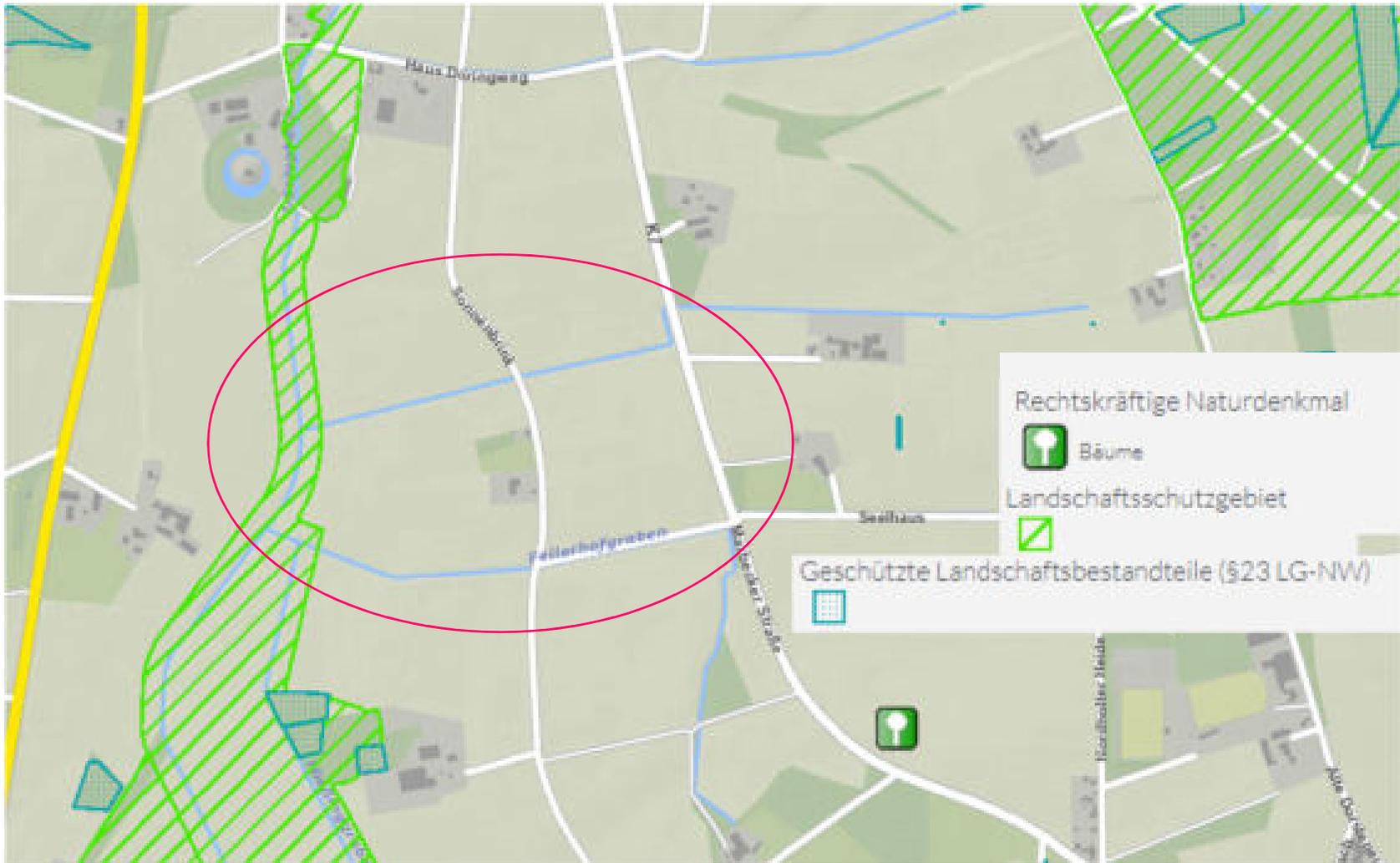


Preußische Uraufnahme (1826-1850)

- beide Gewässer sind auf der Karte nicht zu erkennen, daher ist davon auszugehen, dass es sich um künstlich angelegte Gewässer handelt
- auch der Verlauf der Gewässer entspricht dieser Einstufung

**Artificial Water
Bodies (AWB)**

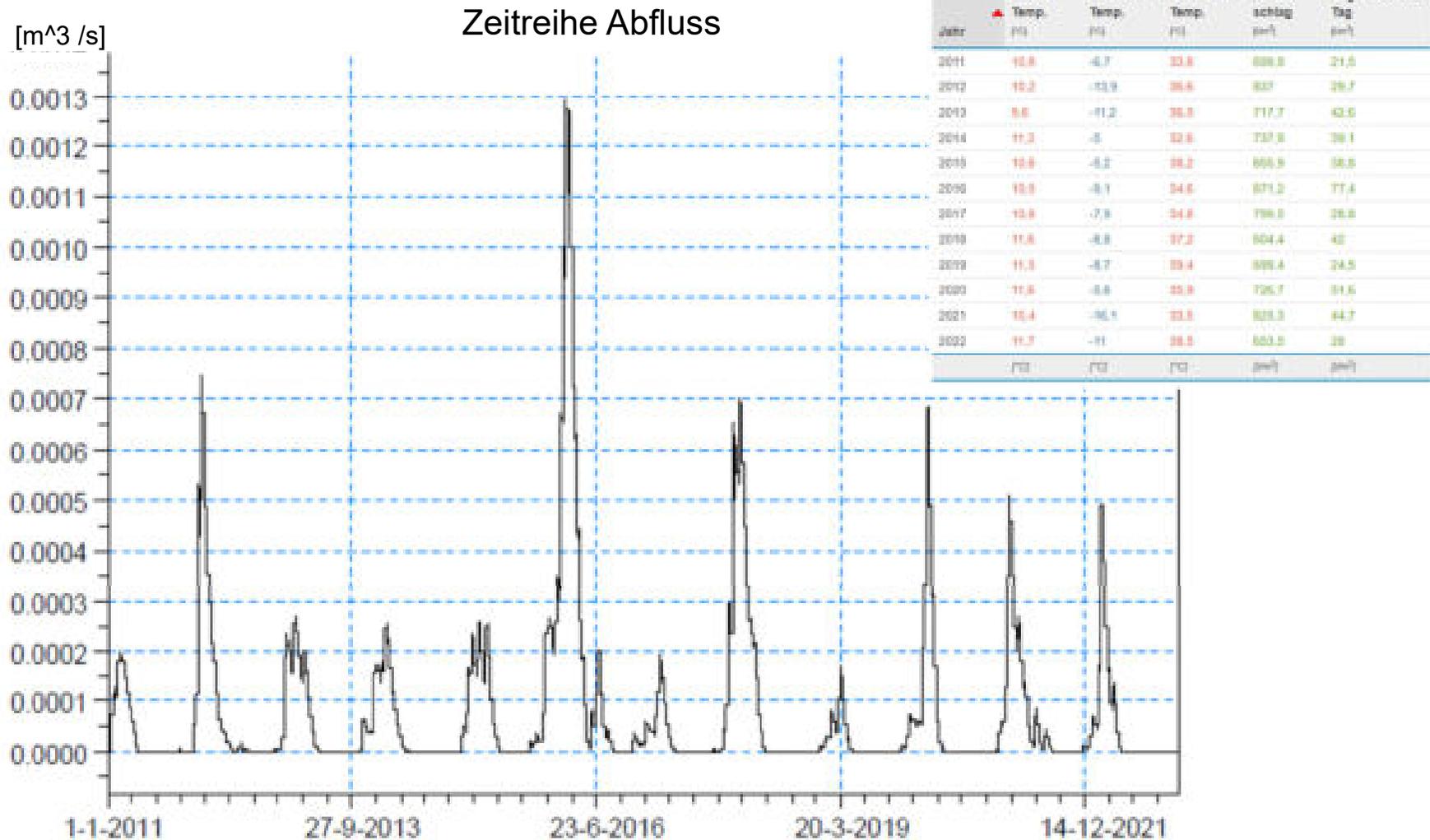
Schutzgebiete – Gew. 170 und 180



Quelle: Geoportal Kreis Borken



Wasserstand und Abfluss im Fellerhofgraben (Modellergebnisse)



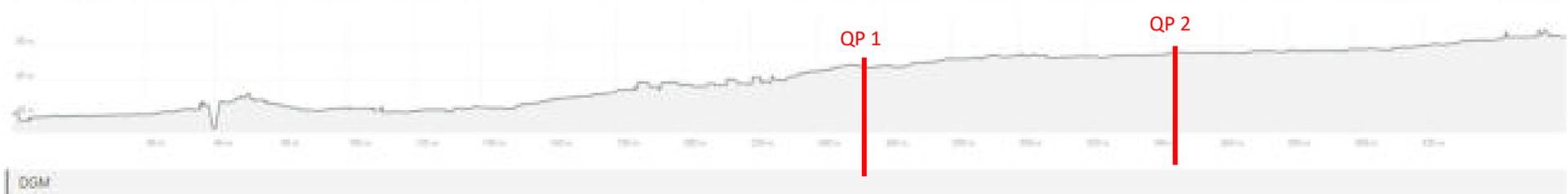


Querprofile des Fellerhofgrabens





Vermessung / Aufnahme Querprofile des Fellerhofgrabens



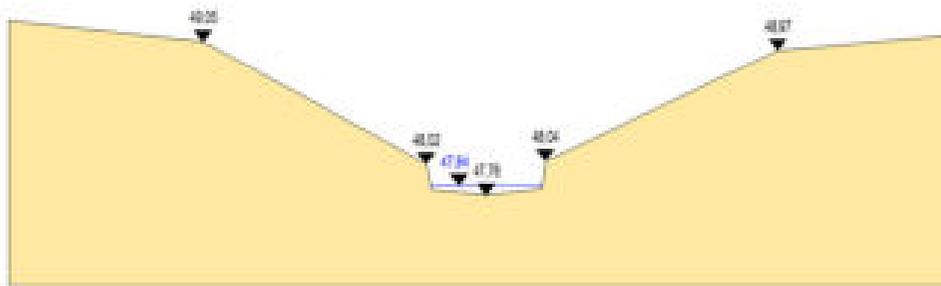
Quelle: ELWAS WEB



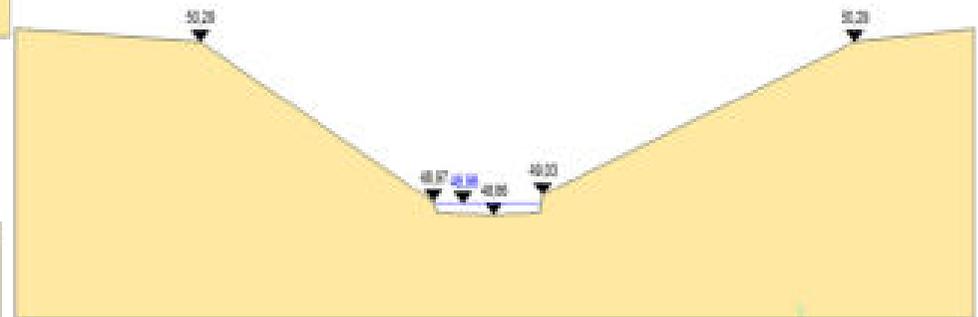


Querprofile des Fellerhofgrabens

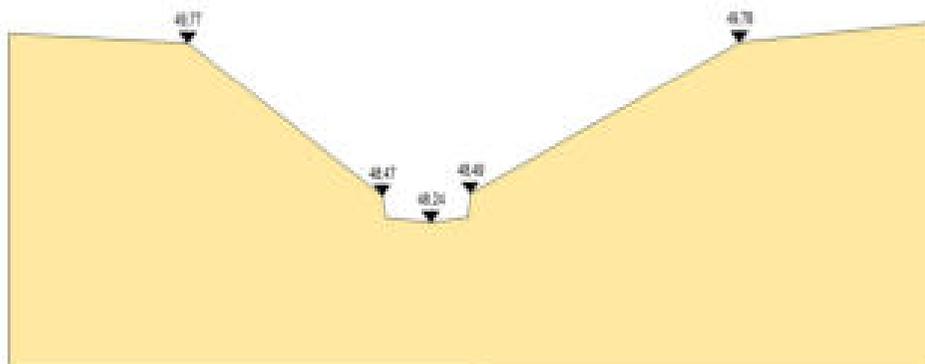
Querprofil 1 bei GW-Messstelle Stat. 0+252



Querprofil 3 vor Durchlass Stat. 0+475



Querprofil 2 bei Stat 0+344





Flurabstände GW-Messtelle WW.ImTrier.67 Zeitraum 12/2001 – 09/2020

| Detailinformation Wasserstände und Flurabstände | | | | | | | |
|---|------------|---------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------|
| Datum | Abtich [m] | Hinweis | Wasserstand [m über NN(2016)] | Flurabstand [m] | Geländehöhe [m über NN(2016)] | Messpunkthöhe [m über NN(2016)] | Wasserwirtschaftsjahr |
| 2018-12-04 | 2,07 | | 48,15 | 1,30 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2018-12-10 | 1,73 | | 47,99 | 1,96 | 49,95 | 50,22 | 2019 |
| 2019-01-04 | 1,34 | | 47,99 | 1,47 | 49,46 | 50,22 | 2019 |
| 2019-02-04 | 1,12 | | 48,10 | 1,35 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-03-09 | 1,12 | | 48,10 | 1,35 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-04-01 | 1,08 | | 48,14 | 1,31 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-05-03 | 1,21 | | 48,01 | 1,44 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-06-04 | 1,42 | | 47,80 | 1,65 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-07-01 | 1,60 | | 47,62 | 1,83 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-08-08 | 1,55 | | 47,67 | 1,78 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-09-02 | 1,65 | | 47,57 | 1,88 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-10-04 | 1,47 | | 47,75 | 1,70 | 49,45 | 50,22 | 2019 |
| 2019-11-04 | 1,32 | | 47,90 | 1,55 | 49,45 | 50,22 | 2020 |
| 2019-12-04 | 1,87 | | 48,18 | 1,30 | 49,48 | 50,22 | 2020 |
| 2020-01-04 | 1,10 | | 48,12 | 1,32 | 49,45 | 50,22 | 2020 |
| 2020-02-03 | 1,06 | | 48,16 | 1,26 | 49,42 | 50,22 | 2020 |
| 2020-03-09 | 1,84 | | 48,18 | 1,07 | 49,45 | 50,22 | 2020 |
| 2020-04-01 | 1,01 | | 48,21 | 1,24 | 49,45 | 50,22 | 2020 |
| 2020-05-04 | 1,18 | | 48,08 | 1,39 | 49,45 | 50,22 | 2020 |
| 2020-06-08 | 1,26 | | 47,96 | 1,48 | 49,45 | 50,22 | 2020 |
| 2020-07-01 | 1,33 | | 47,89 | 1,56 | 49,45 | 50,22 | 2020 |
| 2020-08-05 | 1,41 | | 47,81 | 1,64 | 49,45 | 50,22 | 2020 |
| 2020-09-01 | 1,48 | | 47,77 | 1,68 | 49,45 | 50,22 | 2020 |

Quelle: ELWAS WEB, Auszug aus Zeitreihe 12/21 – 09/2020, Mittelwert Flurabstand: 1,32 m unter GOK



Kontrollierte Rückhaltung im Gewässer



Quelle: Bartholomeus et al. 2015



Quelle: MathejaConsult 2022



Quelle: Disse, Vortrag Naturschutztag 2022



Quelle: KWT, 2024





Austausch mit der Waterschap Limburg





Automatisiert gesteuertes Kippwehr



Quelle: Modderkolk, NL



Quelle: KWT, NL



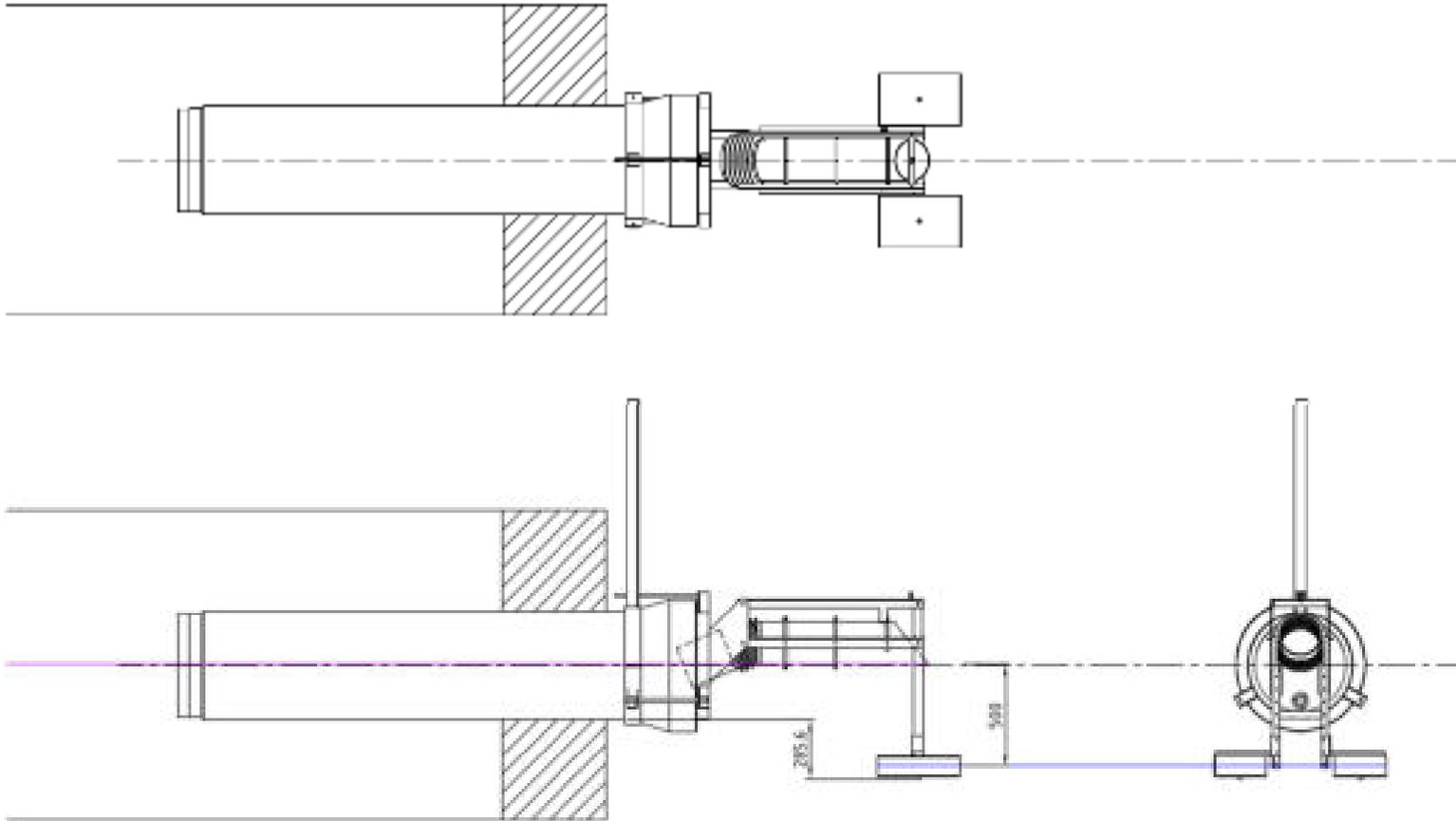
Verlängerung Wirkung mit SAWAX 2.0 (automatisiert mechanisch und manuell steuerbar / gesteuert)



Quelle: Bartholomeus et al. 2015



SAWAX 2.0 (automatisiert mechanisch und manuell steuerbar / gesteuert)



Quelle: van de Weert Engineering, NL

Rahmenbedingungen - Voraussetzungen





Umsetzung – Einbau - Beispiele



Diskussion – Anregungen - Wünsche

Ausblick - aktuelle - nächste Schritte

- Finale Festlegung Szenarien – Simulationen 3. pAG Sitzung
- Finale Konkretisierung / Vorbereitung Feldversuche inkl. Monitoringkonzept
- Konkretisierung / Festlegung Monitoringsystem / -netzwerk Modellgebiet
- Planung / Vorbereitung Erweiterung MIKE SHE zum echtzeitfähigen Bewirtschaftung-Tool
- Finanzierung Phase 2

*„Alle Dinge sind schwierig,
bevor sie einfach sind“.*
(Thomas Fuller)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

