

Geothermie und Hydrogeology:

Ermittlung der hydrogeologischen Randbedingungen im Tromm Gebiet

Christoph Schüth, Marcel Horovitz, Nils Michelsen, Stephan Schulz ...
TU Darmstadt, Institut für Angewandte Geowissenschaften

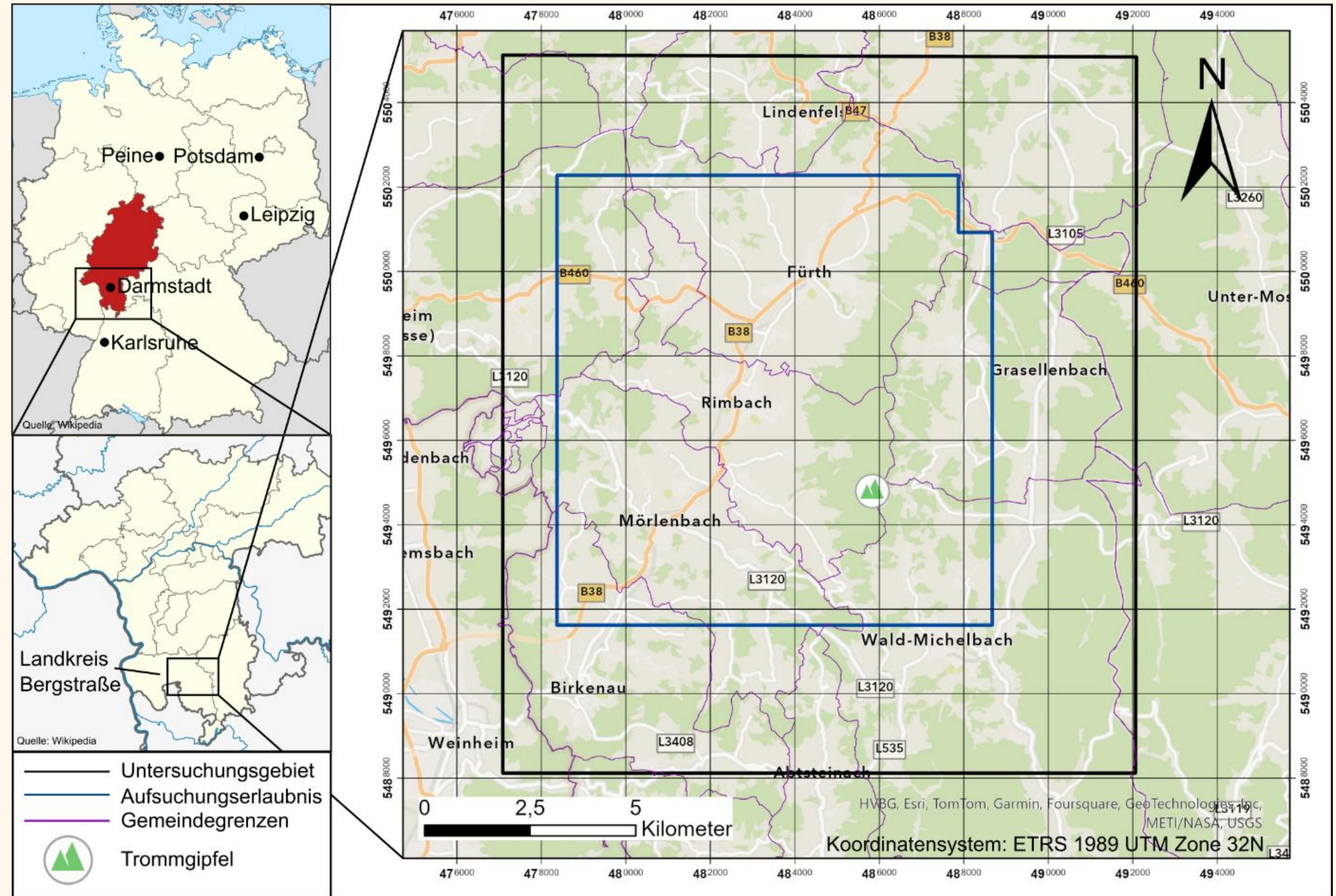
Warum führen wir die hydrogeologischen Untersuchungen durch ?

Gemeinden vor-Ort sind auf die lokale Wasserversorgung angewiesen

- Rimbach
- Mörlenbach
- Grasellenbach
- Wald-Michelbach

GeoLaB soll keinen negativen Einfluss auf die Wasserressourcen und die Wasserversorgung haben

Dazu muss die aktuelle hydrogeologische Situation dokumentiert werden

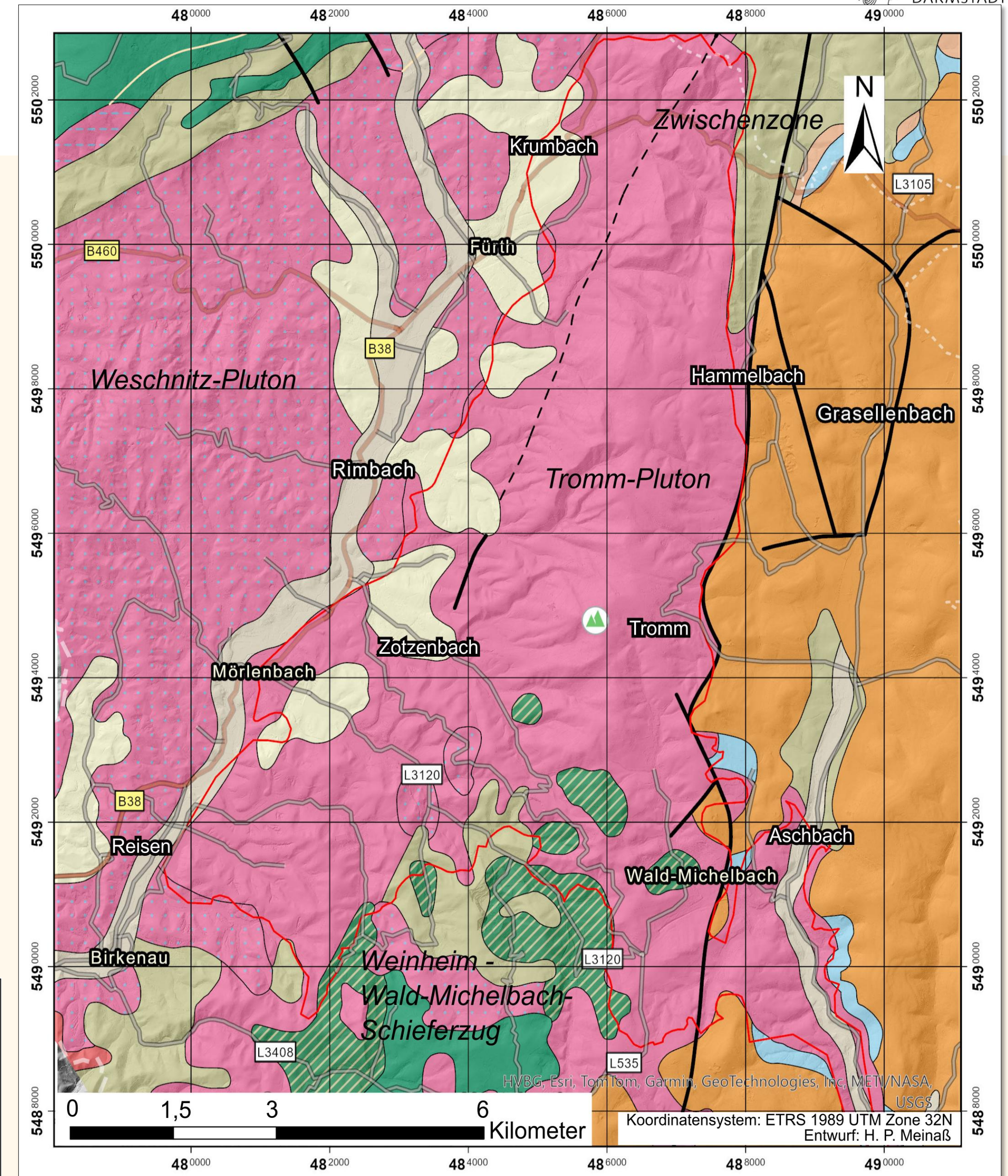
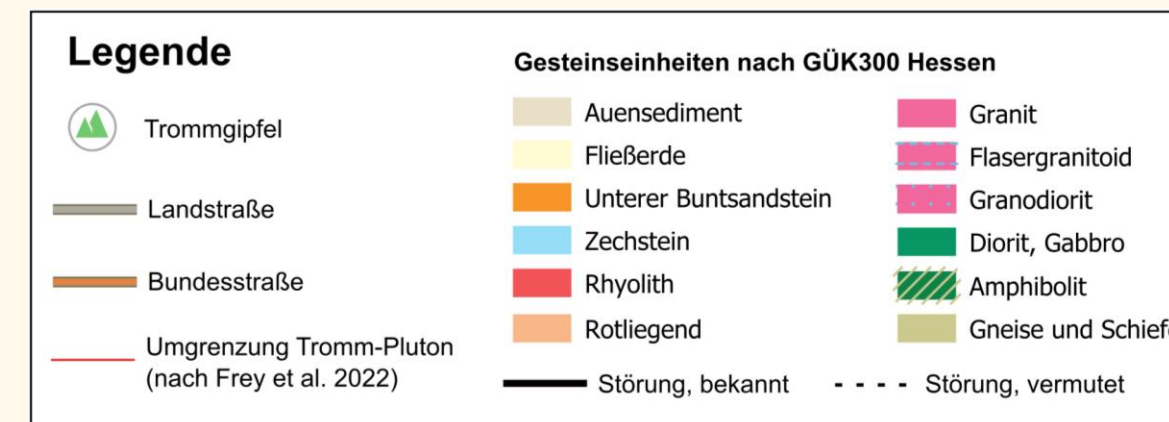


Geologische Randbedingungen

Im Bereich der Tromm und westlich davon
Granite des kristallinen Odenwalds (*Tromm-Pluton*)

im Osten

Formationen des Mittleren und Oberen Buntsandsteins



Geologische Randbedingungen

Im Bereich der Tromm und westlich davon
Granite des kristallinen Odenwalds (*Tromm-Pluton*)

im Osten

Formationen des Mittleren und Oberen Buntsandsteins

Wasserressourcen genutzt von den Gemeinden:

Rimbach (westlich der Tromm):

- Brunnen (überwiegend) und Quellen
 - Granite / Talsedimente

Mörtenbach (westlich der Tromm):

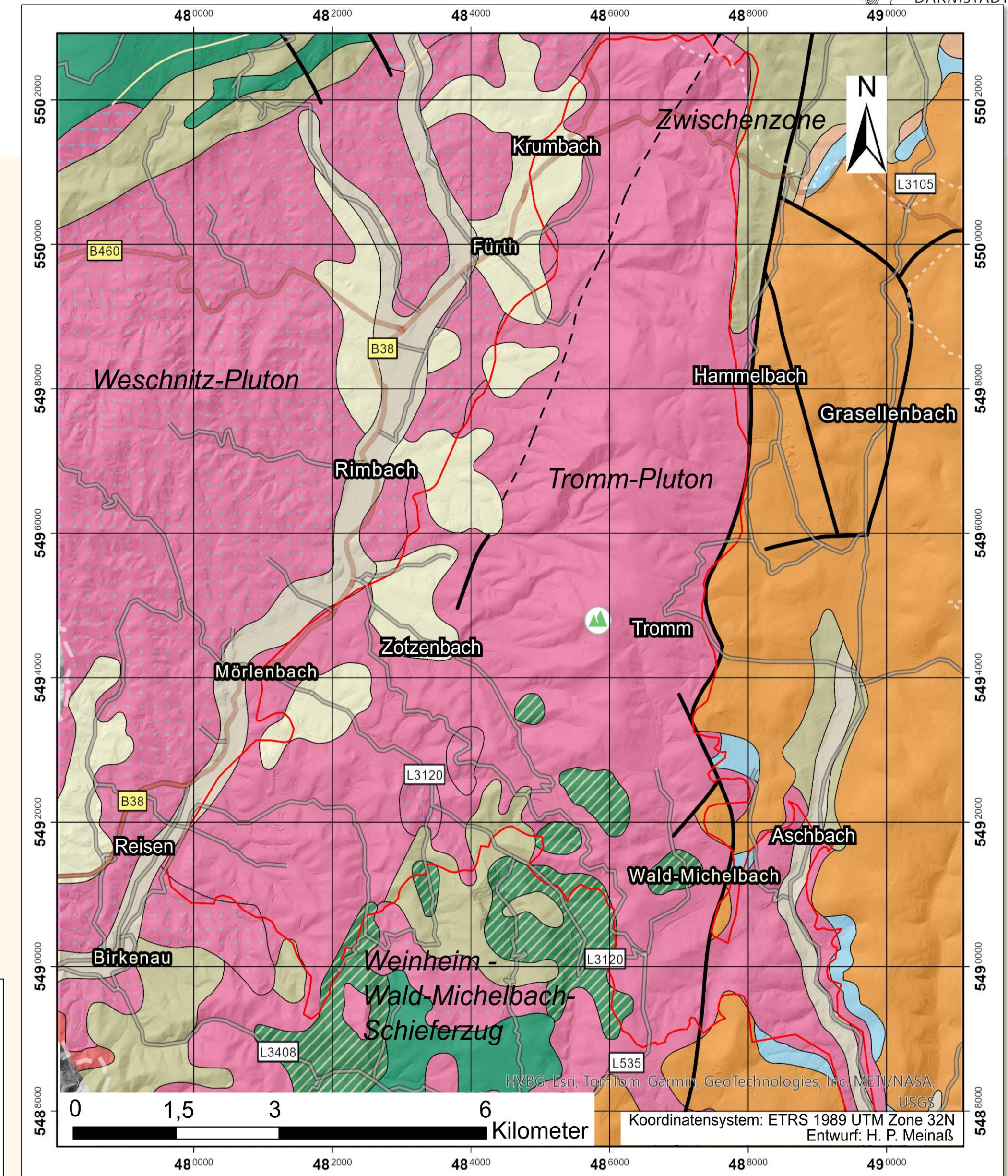
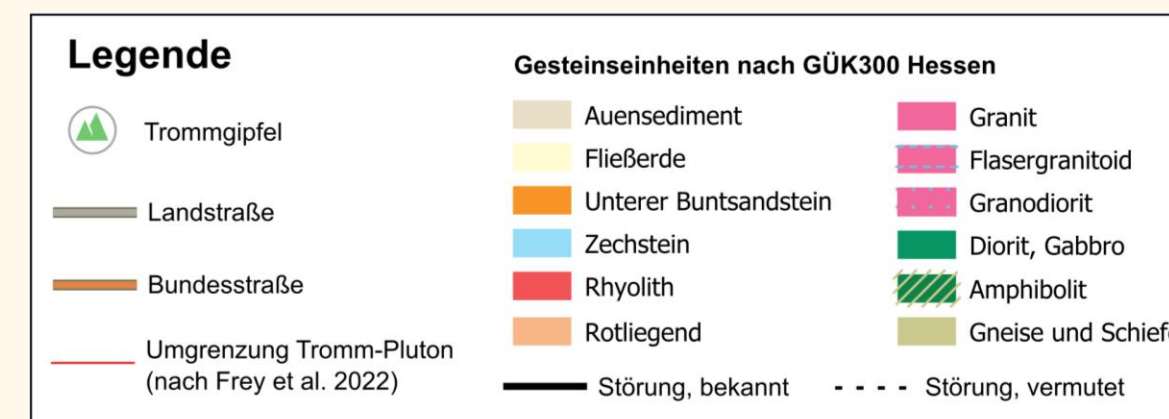
- Brunnen (überwiegend) und Quellen
 - Granite / Talsedimente

Grasellenbach (östlich der Tromm):

- Quellen (überwiegend) und Brunnen
 - Granite / Sandsteine

Wald-Michelbach (östlich der Tromm):

- Quellen
 - Granite / Sandsteine



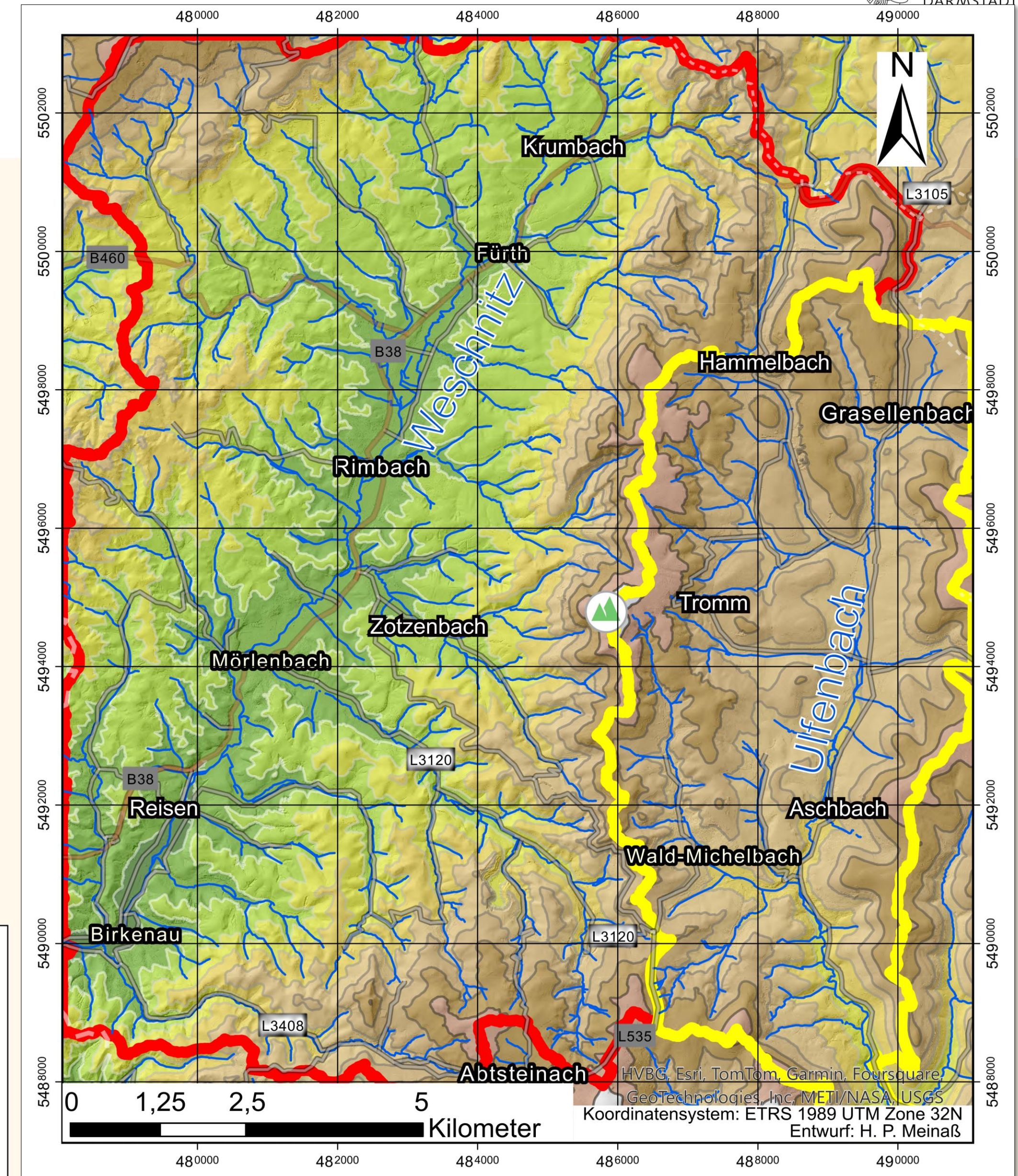
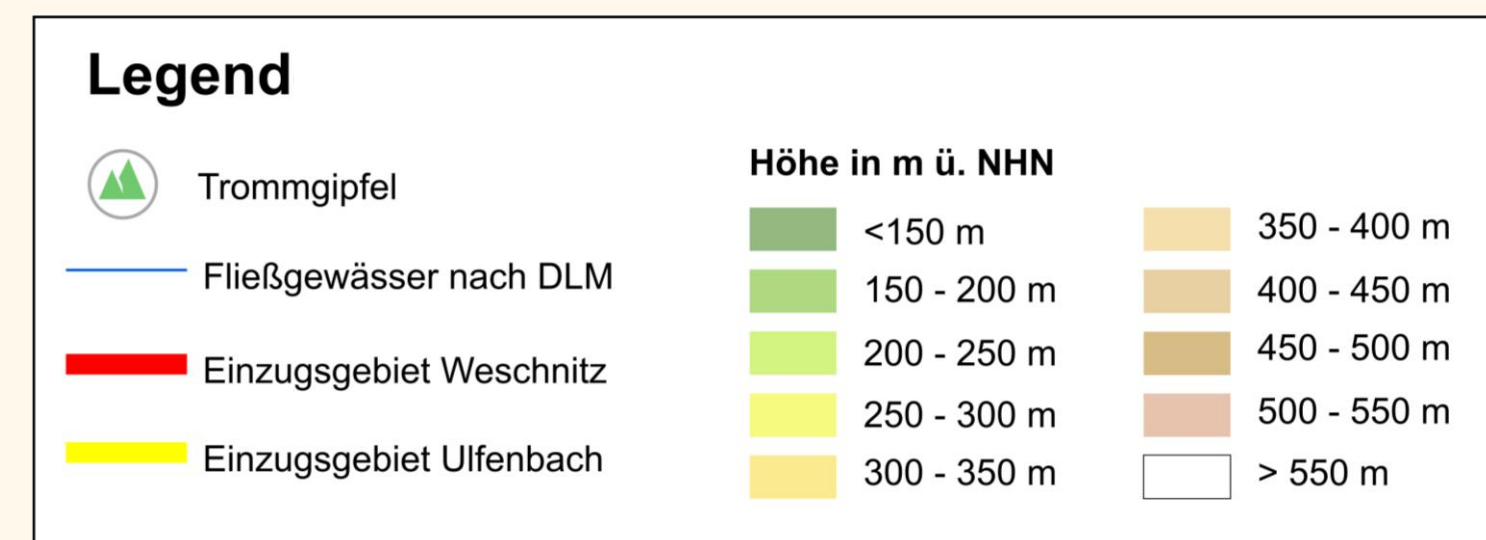
Hydrogeologische Randbedingungen

Der Nord-Süd streichende Tromm Höhenzug bildet eine Wasserscheide, mit dem

- **Ulfenbach** Einzugsgebiet auf der Ostseite
- **Weschnitz** Einzugsgebiet auf der Westseite

und dem

Einzugsgebiet: ist das Gebiet bzw. die Fläche, aus der ein Gewässersystem seinen Abfluss bezieht, also das Areal innerhalb der Wasserscheiden des Gewässers



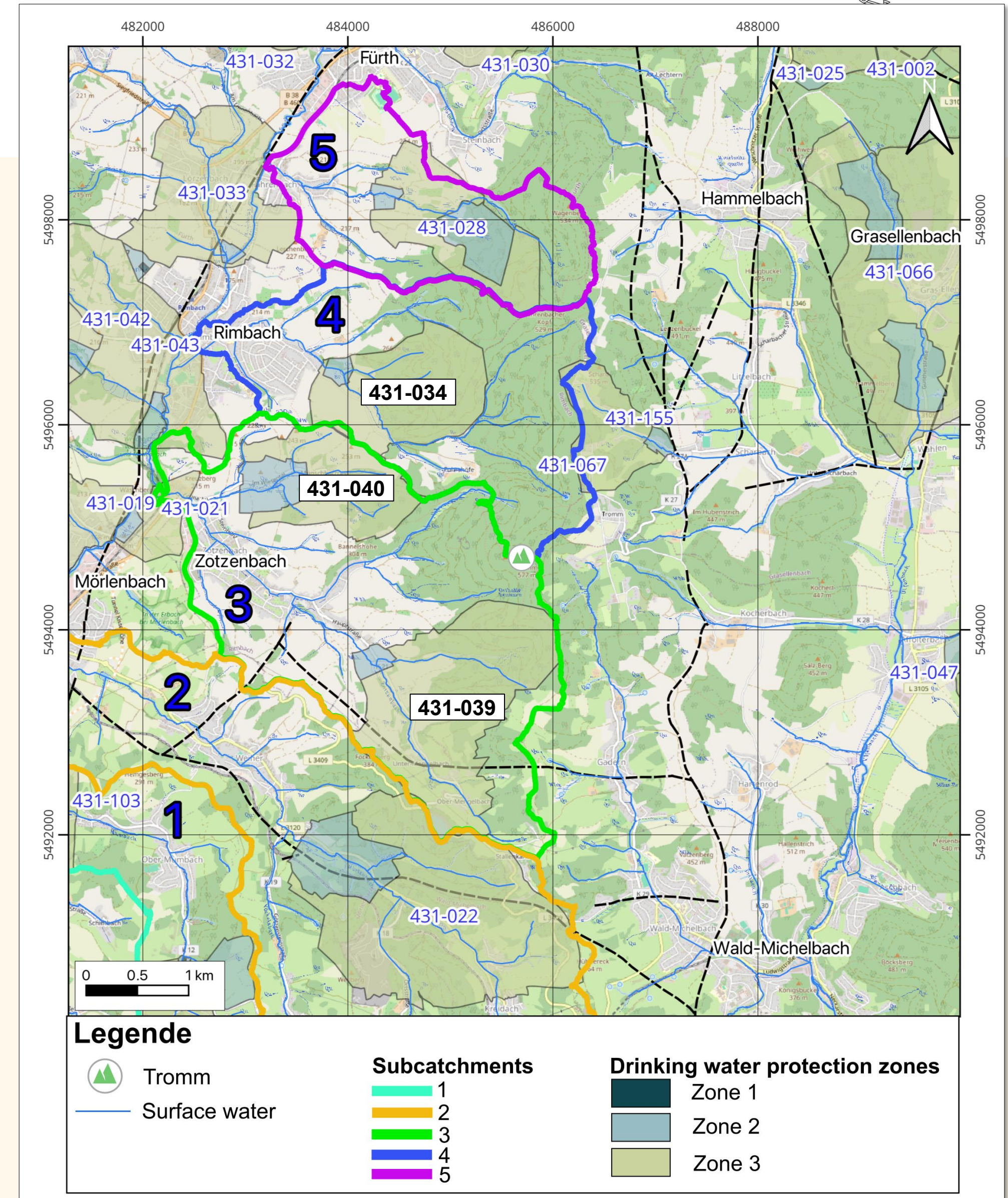
Hydrogeologische Randbedingungen

5 kleinere Einzugsgebiete auf der Westseite der Tromm

2 davon (3 und 4) schließen den Bereich westlich der Tromm bis zur Weschnitz ein, mit einigen km Ausdehnung in den Norden und Süden

Darin befinden sich die Wasserschutzgebiete:

- 431-034 – Wüstenwiese Rimbach
- 431-040 – Münschbachertal-Rimbach
- 431-039 – Zotzenbach Rimbach



Monitoring Konzept

Was machen wir?

- Ermittlung des aktuellen Standes der Wasserressourcen in Bezug auf Qualität und Quantität auf der Westseite und der Ostseite des Tromm-Höhenzugs
- Ermittlung von Wasserbilanzen für relevante Einzugsgebiete

$$P = R + ET + \Delta S$$

P = Precipitation; R = Runoff;
ET = Evapotranspiration; ΔS = Change in Storage

- Monitoring für zunächst 2 hydrologische Jahre (November 2025 bis Oktober 2027).

- In Absprache mit den Wasserversorgern vor-Ort



Monitoring Konzept

1 Wetterstation und 4 Niederschlagssammler

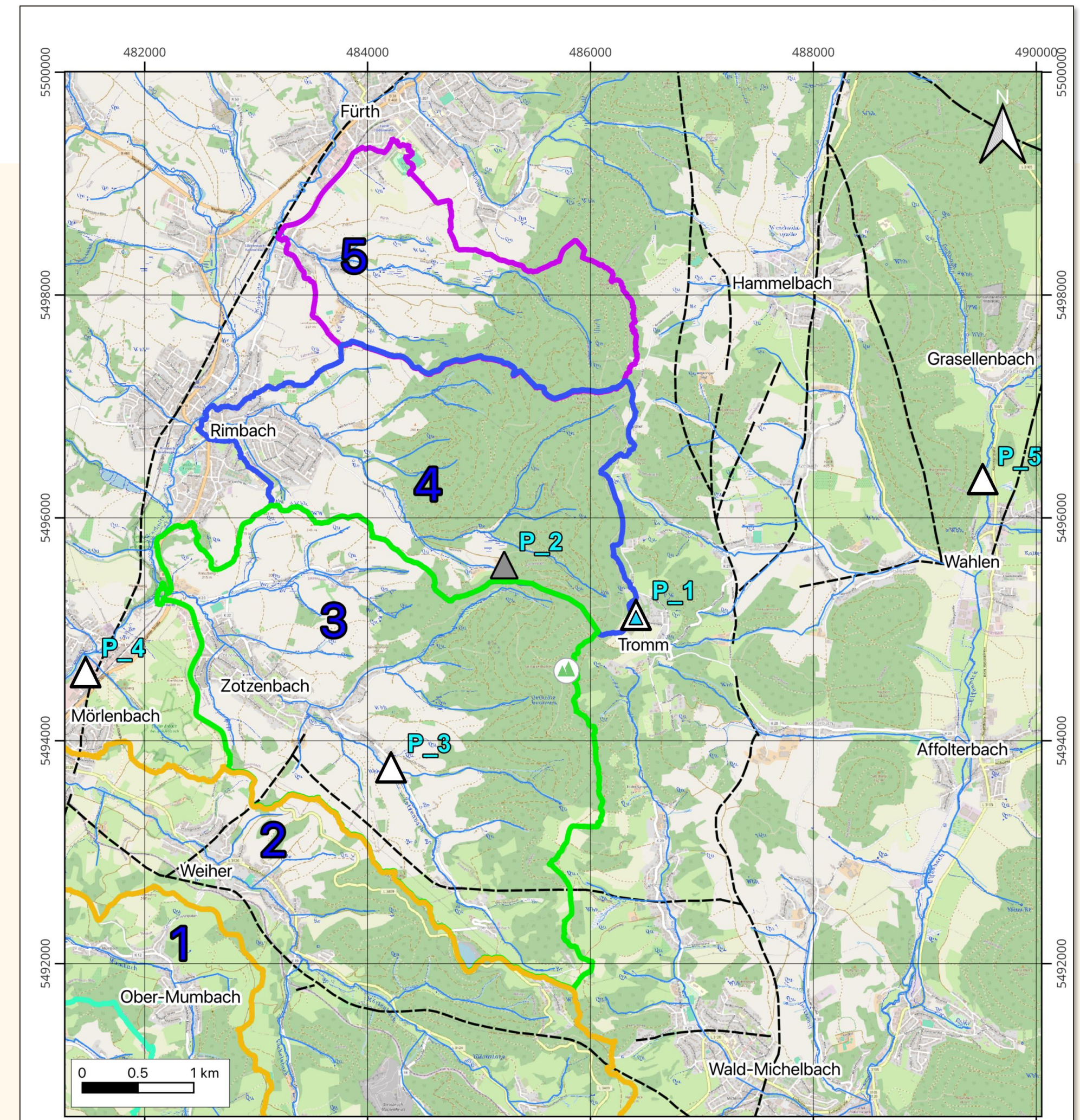
- Ermittlung der Niederschlagsmengen, der Hydrochemie des Niederschlags und der Wasser-Isotopie
- Input Daten für die Wasserbilanzen der Teil-Einzugsgebiete

$$P = R + ET + \Delta S$$

P = Precipitation; R = Runoff;
ET = Evapotranspiration; ΔS = Change in Storage



Wetterstation am Odenwaldinstitut



Legende

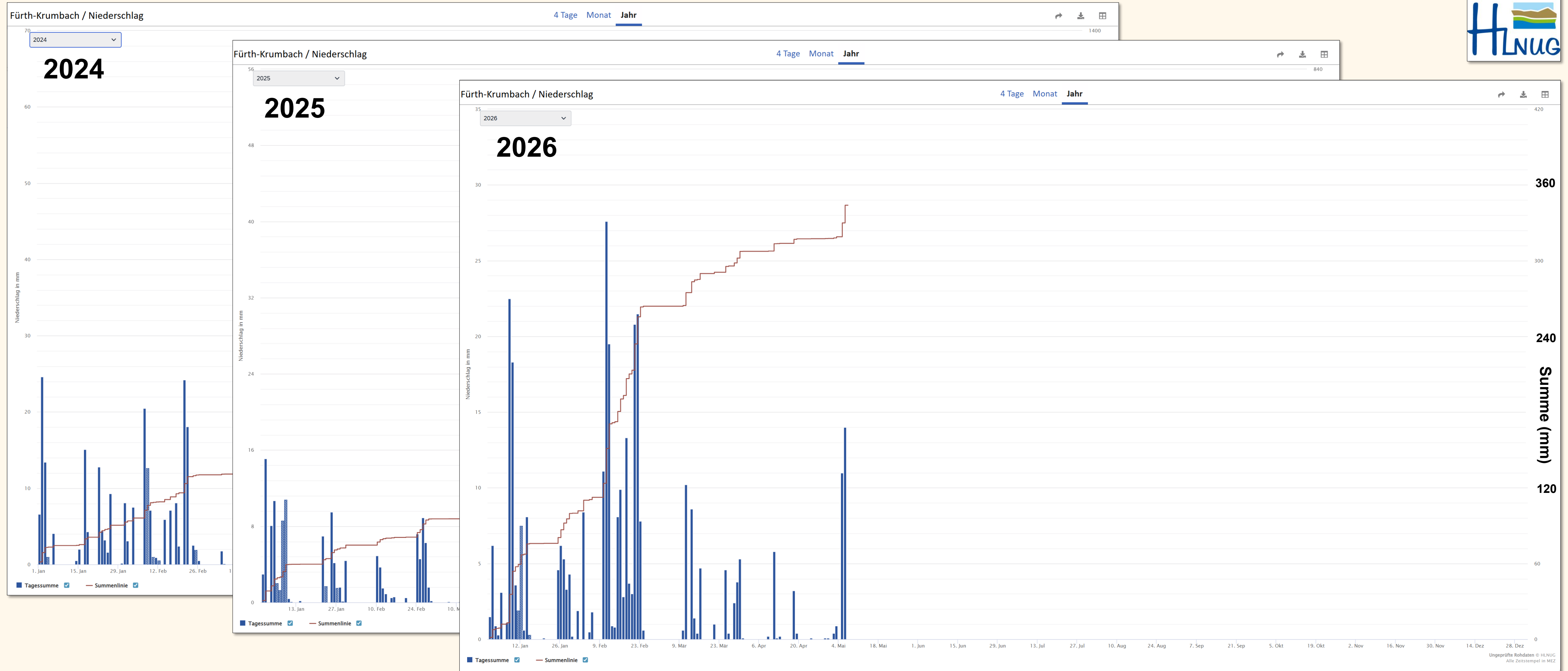
Tromm	Teileinzugsgebiete	Wetterstation + Regensammler
Fließgewässer	1	Wetterstation
	2	Regensammler (installiert)
	3	Regensammler (Installation ausstehend)
	4	
	5	

Source: Gröning et al., 2012, Journal of Hydrology
<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.04.041>

Beispiel Niederschlag

Station Fürth/Krumbach

<https://www.hlnug.de/static/pegel/wiskiweb3/webpublic/#/overview/Niederschlag6?filter=%7B%7D>



Monitoring Konzept

4 Abfluss-Messstationen

- Ermittlung des Abflusses aus den Teil-Einzugsgebieten
- Indikatoren für zeitliche Reaktion des Systems auf Niederschläge

$$P = R + ET + \Delta S$$

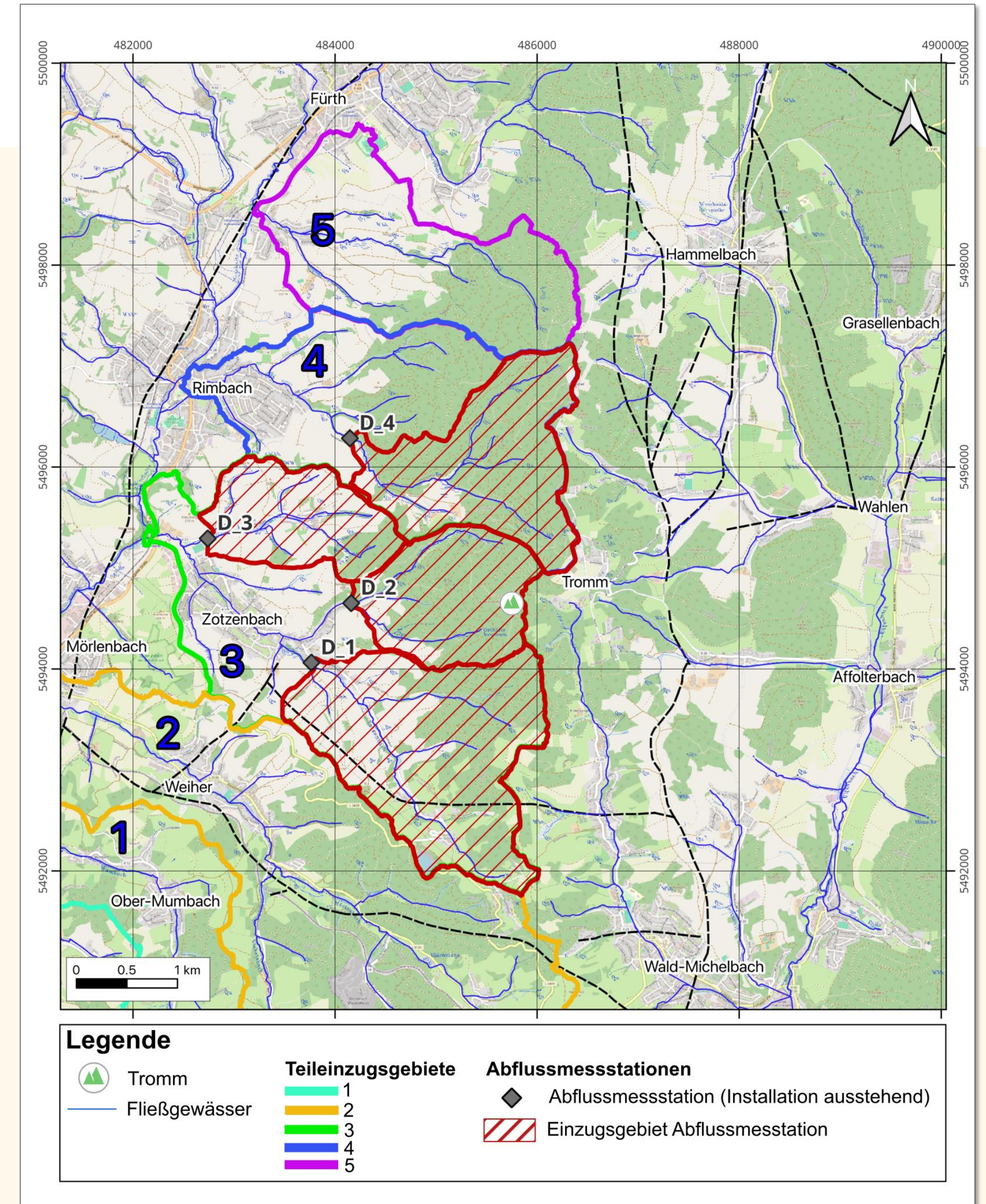
P = Precipitation; R = Runoff;
ET = Evapotranspiration; ΔS = Change in Storage



Station Nr. 1 (Zotzenbach)



Station Nr. 4 (Rimbach)



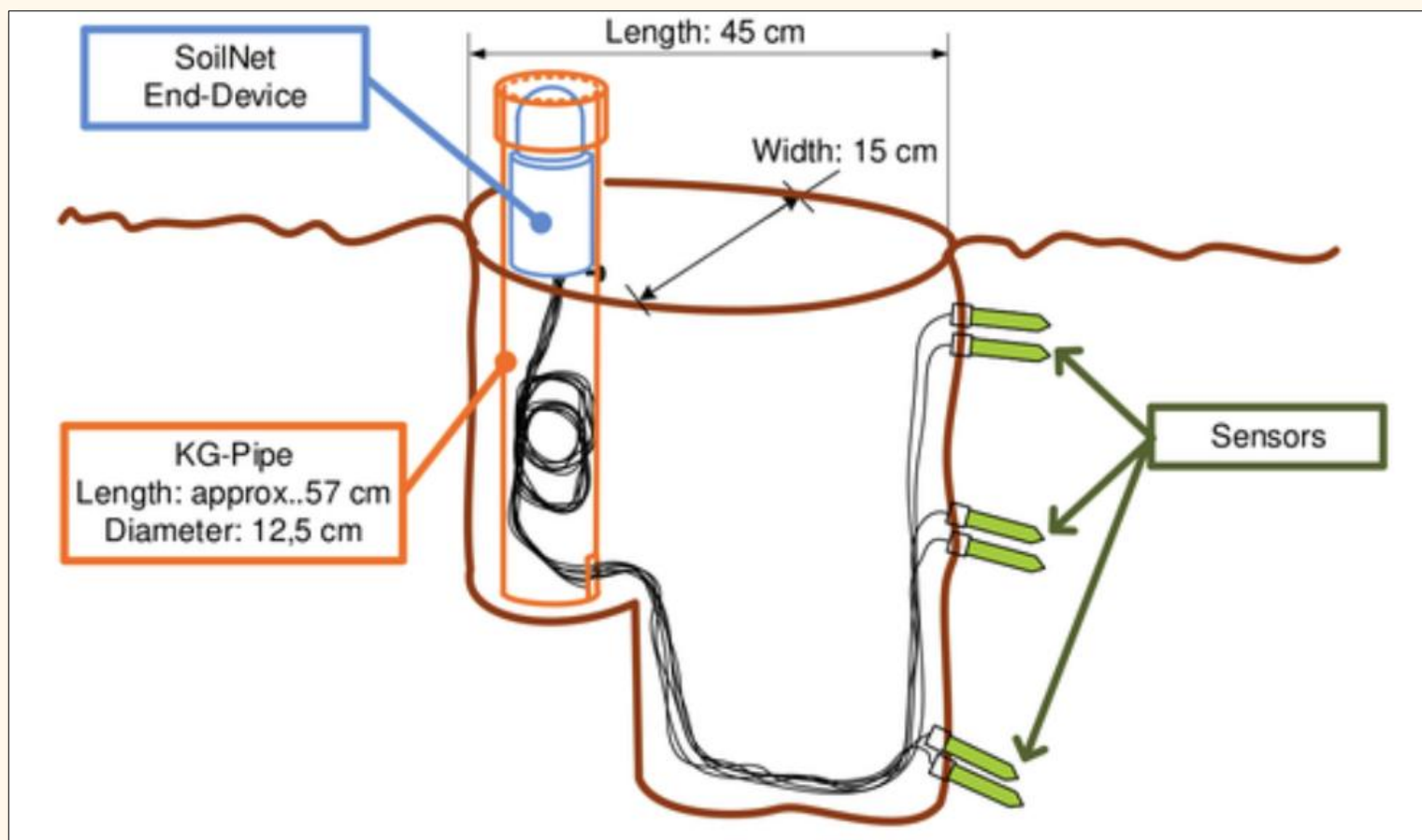
Monitoring Konzept

9 Bodenfeuchte-Messstationen

- Kabelloses Netzwerk von Sensoren zur Messung der Bodenfeuchte, mit bis zu 9 Sensoren pro Messstation
- In unterschiedlichen Bodentypen eingebaut
- Indikatoren für Grundwasserneubildung und Verdunstung

$$P = R + ET + \Delta S$$

P = Precipitation; R = Runoff;
ET = Evapotranspiration; ΔS = Change in Storage

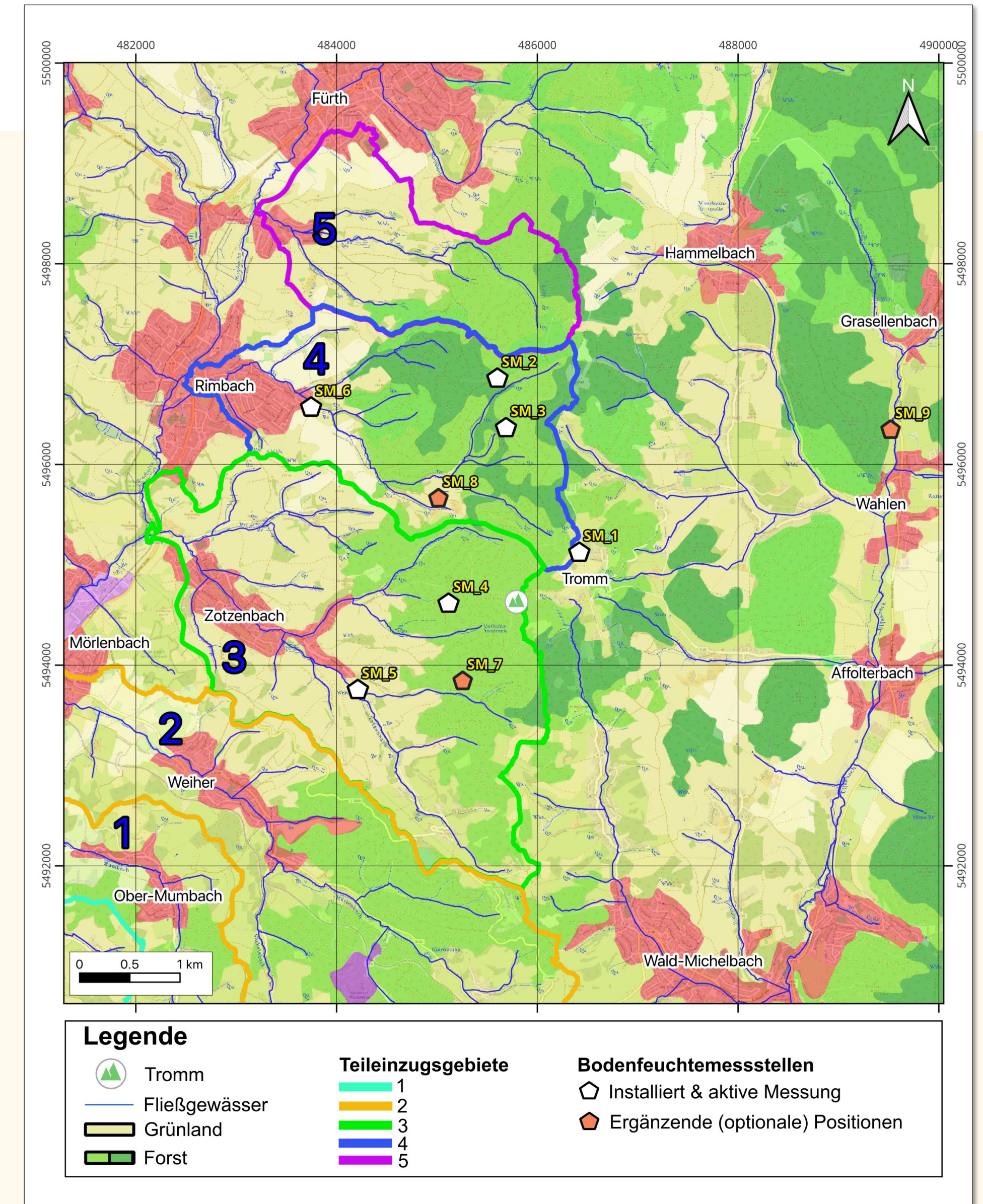


SoilNet (FZ Jülich) scheme:

<https://www.fz-juelich.de/en/ibg/ibg-3/research-groups/environmental-processes-and-technologies/terrestrial-observation-platforms/soilnet/v5-common-features>



Station Nr. 1 (Odenwaldinstitut)



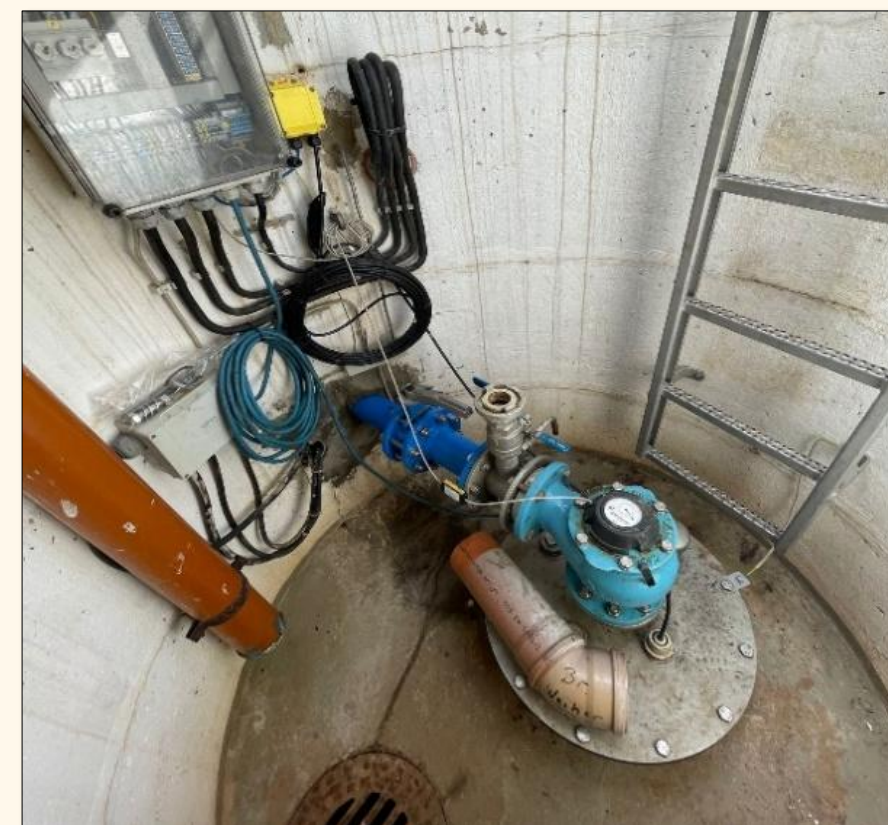
Monitoring Konzept

35 Punkte zur Wasserprobennahme

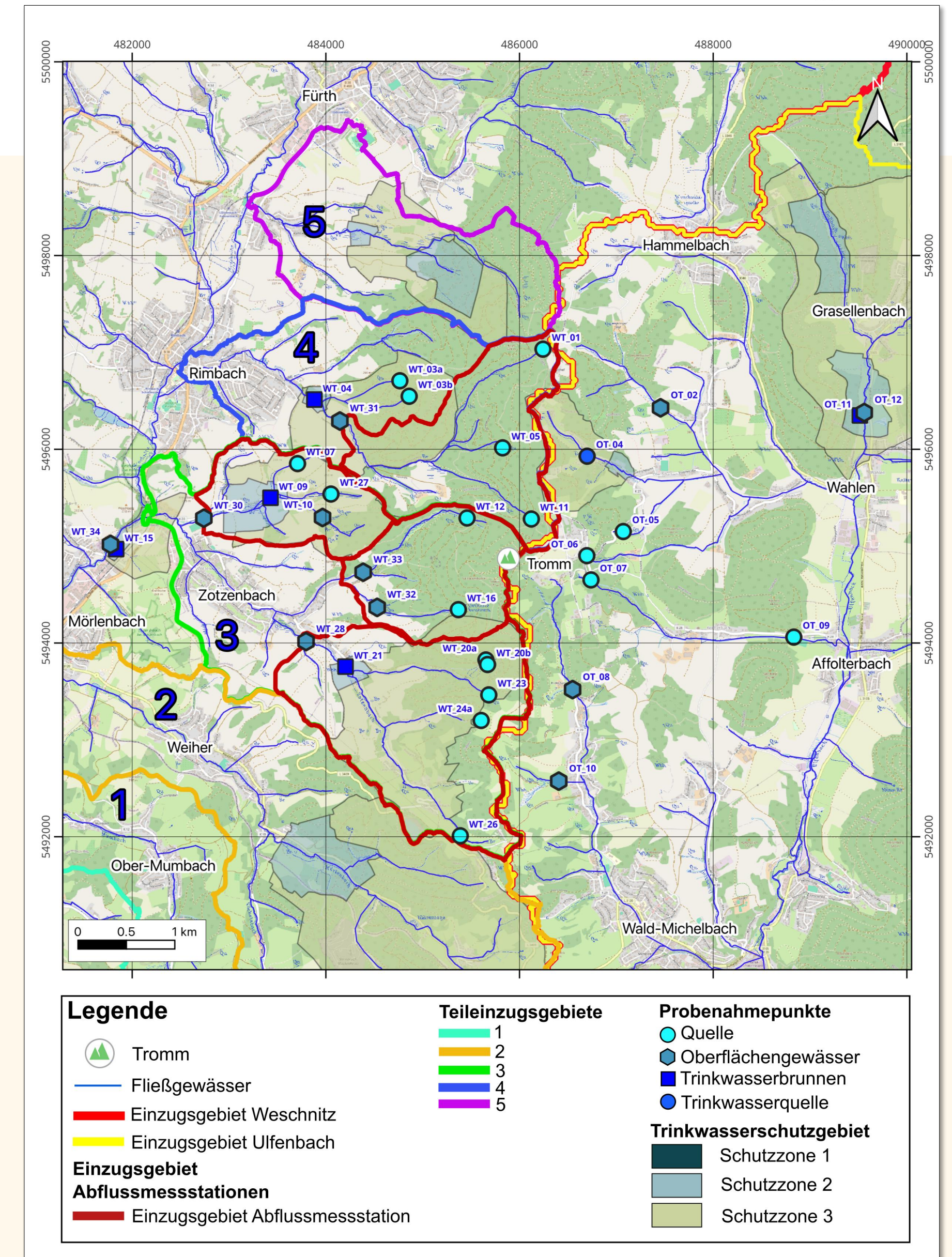
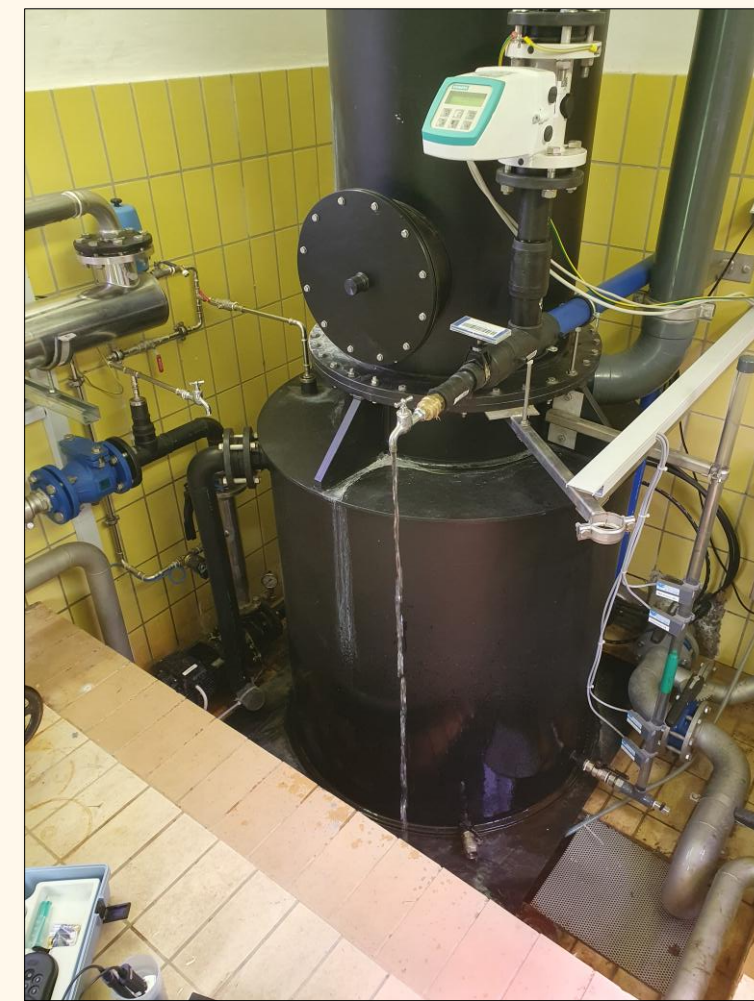
- 25 auf der Westseite der Tromm, 10 auf der Ostseite (Quellen, Oberflächenwasser, Brunnen). Datenaustausch mit den Wasserversorgern vereinbart
- Monatliche Messung von Basisdaten (IC, ICP-MS, CRDS)
- Alle 3 Monate Messung von organischen Spurenstoffen, um etwaigen anthropogenen Einfluss zu ermitteln (Pestizide, Pharmaka, Kohlenwasserstoffe...)
- Alle 3 Monate Isotope zur Altersermittlung des Wassers



Quelle im Waldbereich (Zotzenbach)



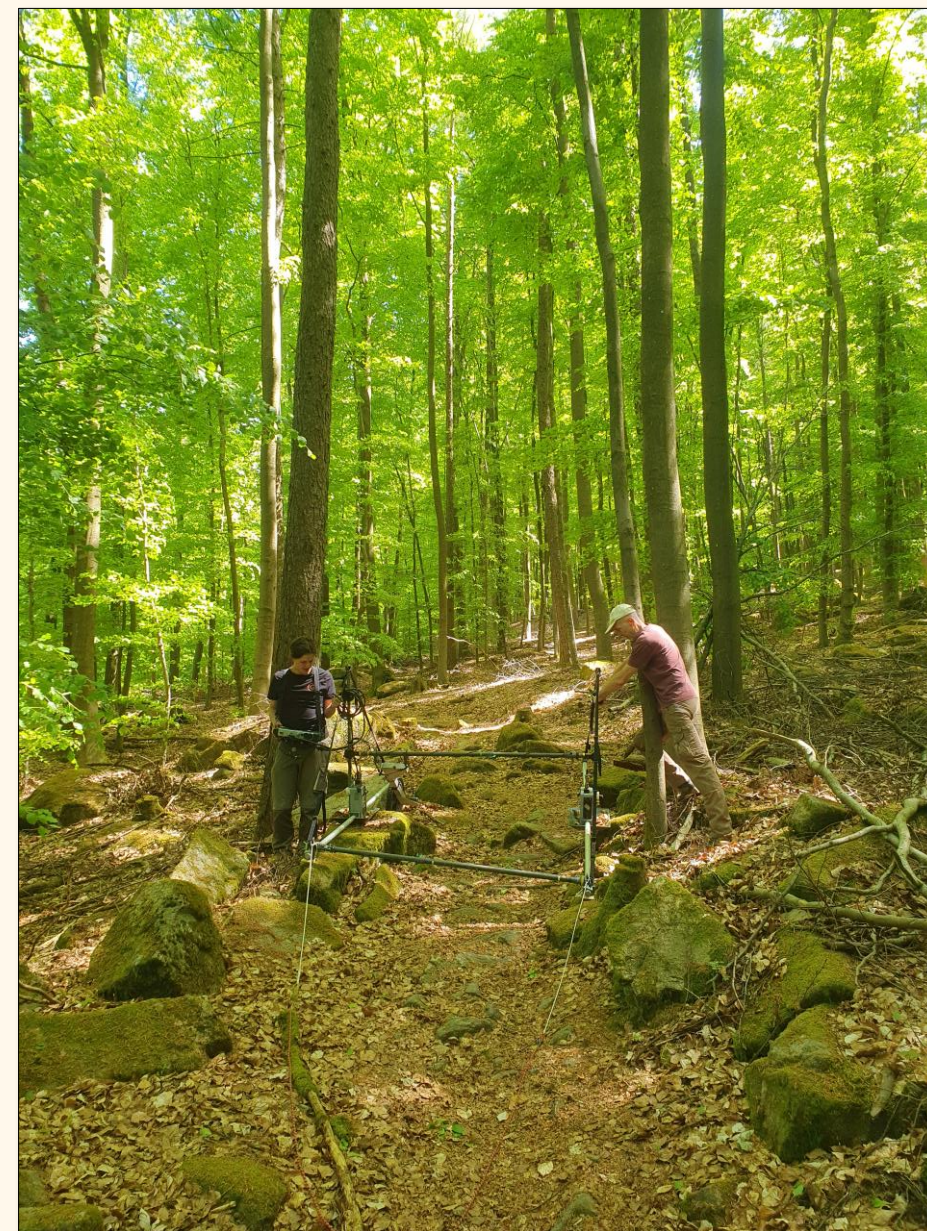
Brunnen des Wasserversorgers (Zotzenbach)



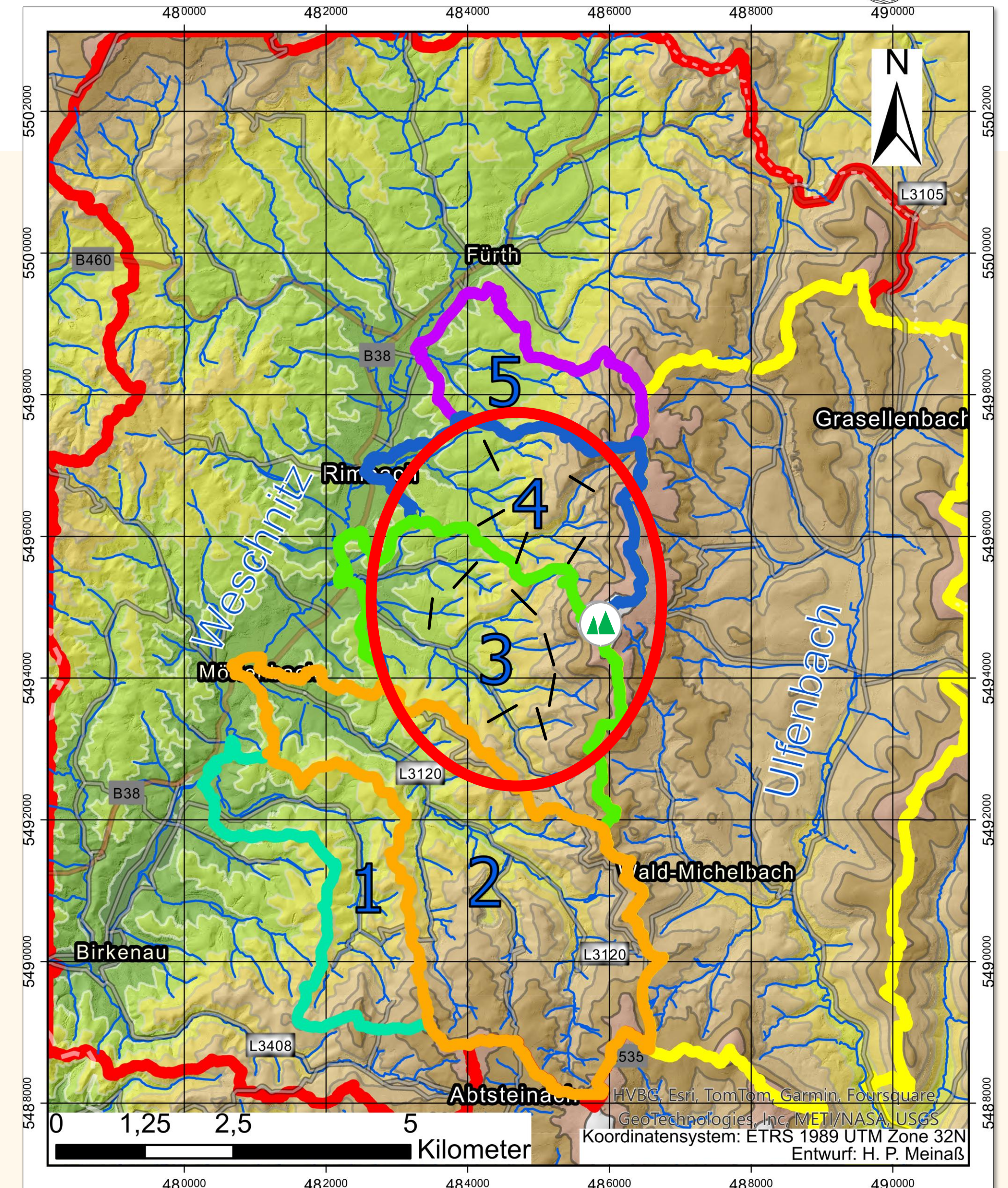
Monitoring Konzept

12 Georadar- und Goelektrikprofile

- Georadar- und Goelektrik-Profile werden in den westlichen Tälern des Tromm Höhenzugs aufgenommen, um die Mächtigkeit der Talfüllungen mit den vergrusten Bereichen oberhalb des massiven Tromm-Granits zu ermitteln



Dr. Jens Hornung
Angewandte Sedimentgeologie
TU Darmstadt



Monitoring Konzept

5 Grundwassermessstellen

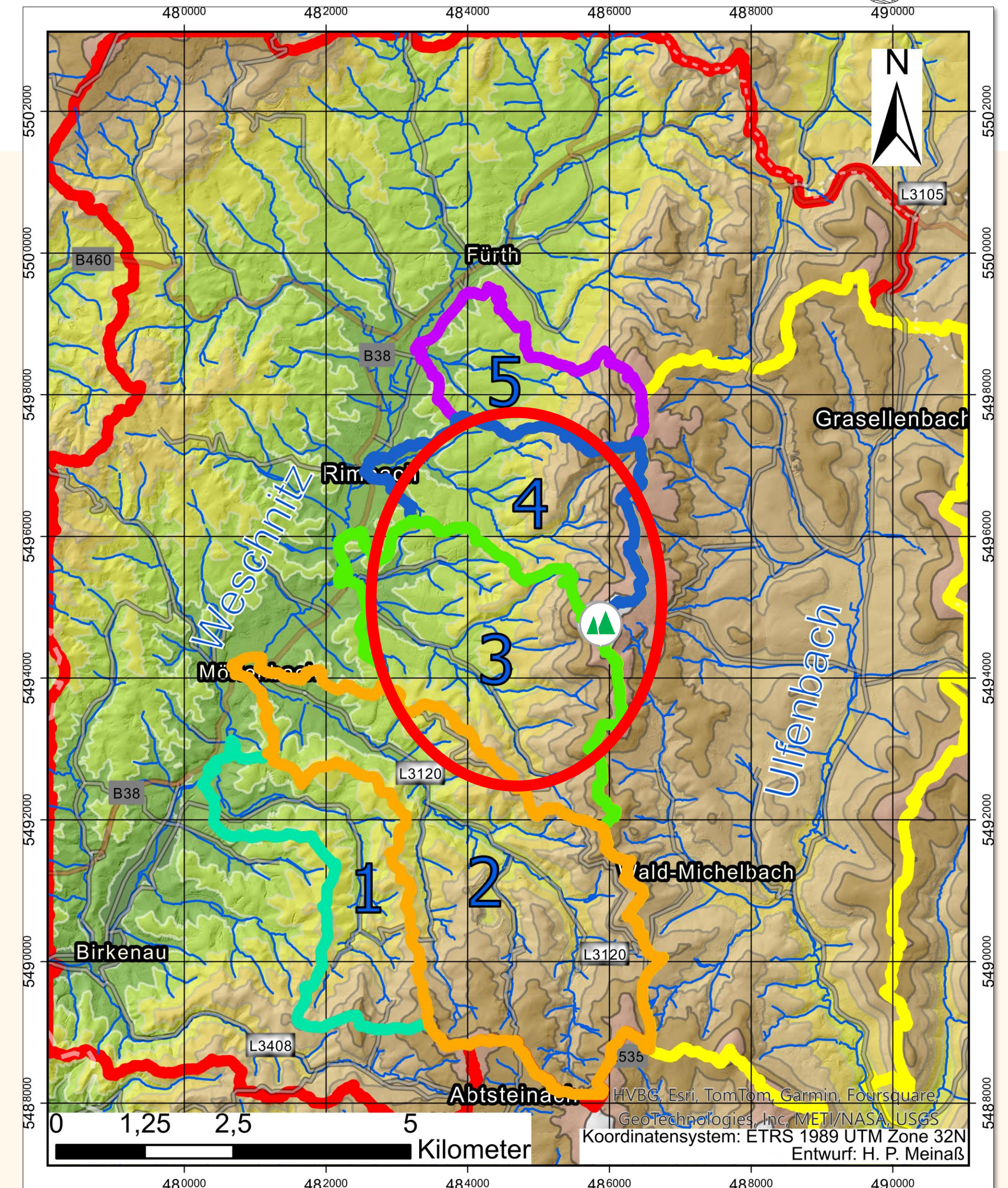
- In Abhängigkeit von den Geophysikprofilen werden zusätzliche Grundwassermessstellen eingerichtet
- Die erbohrte Tiefe sollte die Lockersedimente, die vergrusste Zone des Granits sowie den obersten Bereich des kristallinen Grundgebirges erschließen. Es wird eine Tiefe von etwa 20-30 m angenommen.
- Aufnahme von Grundwasserständen als Indikatoren für Änderungen der gespeicherten Wassermenge sowie Ermittlung von Fließrichtungen

$$P = R + ET + \Delta S$$

P = Precipitation; R = Runoff;
ET = Evapotranspiration; ΔS = Change in Storage

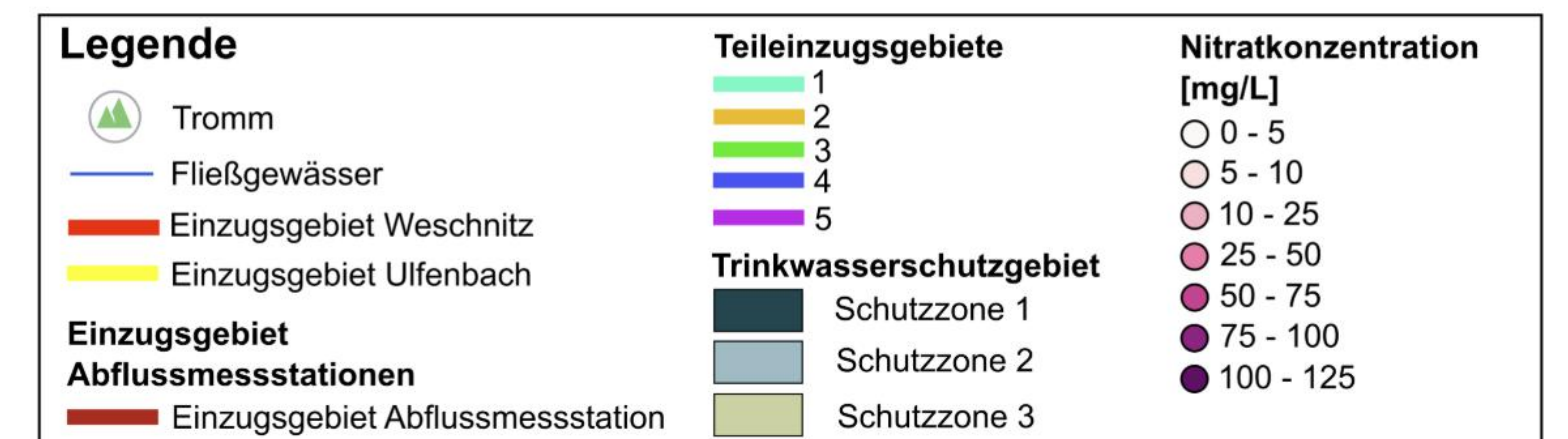
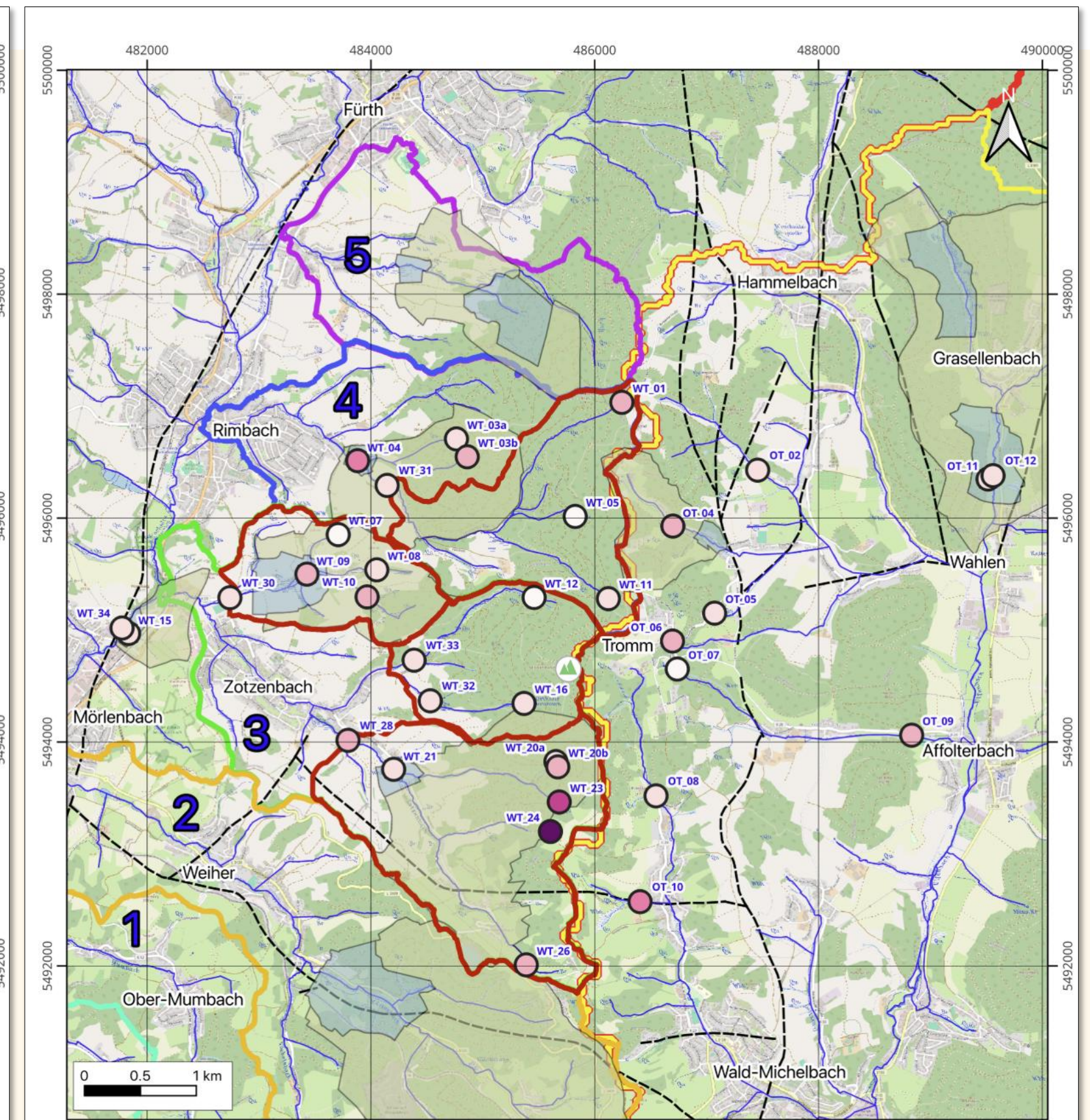
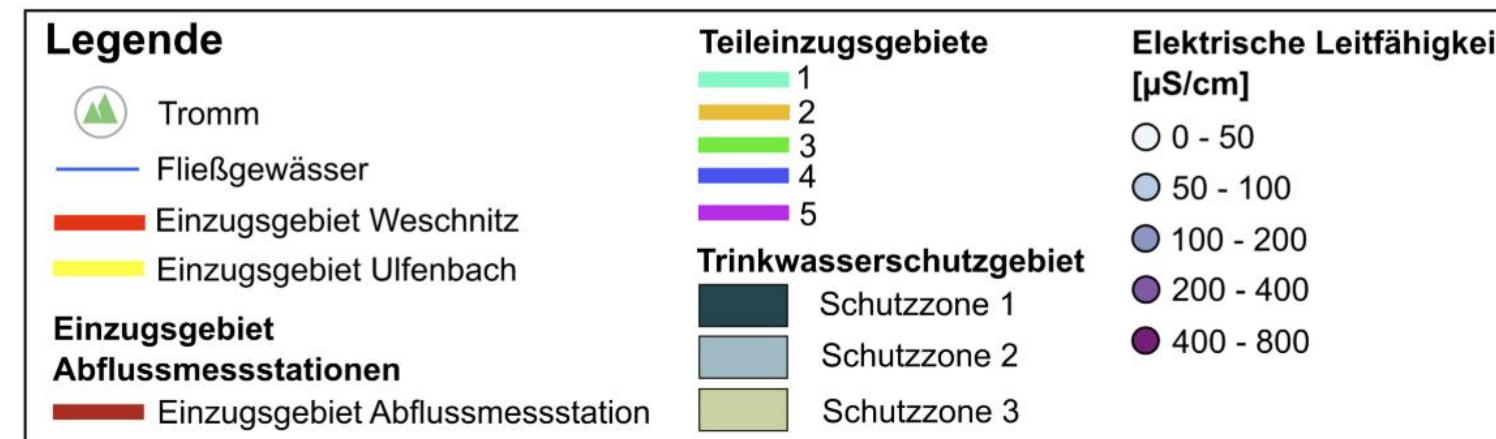
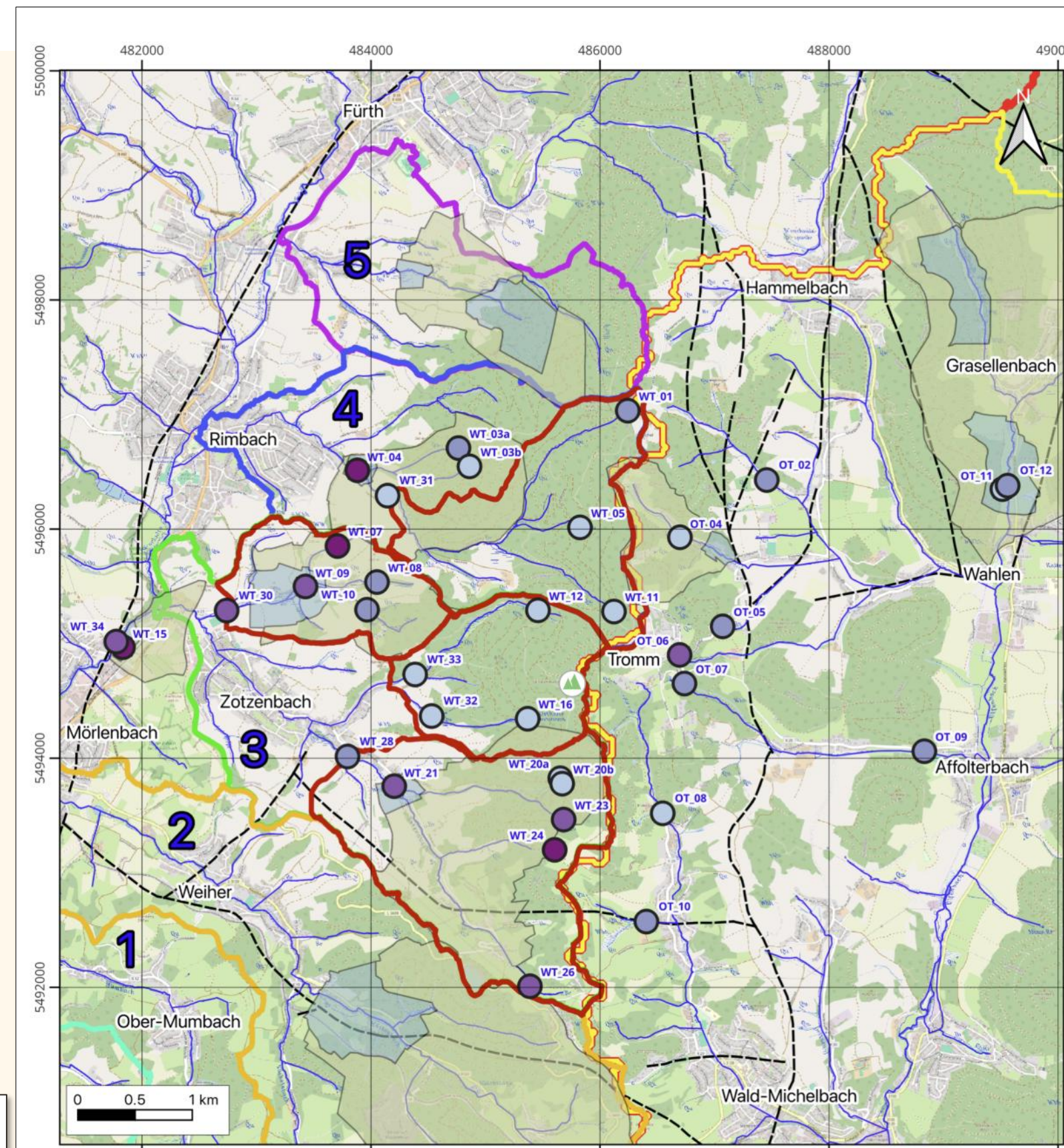
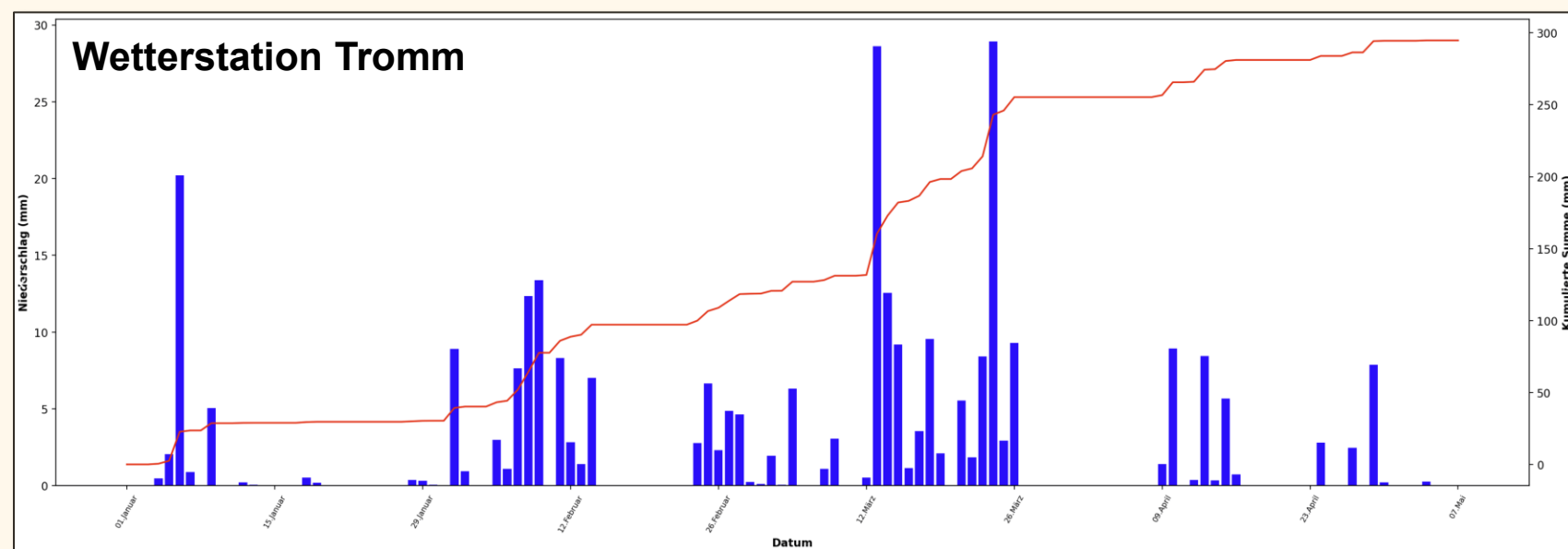


© UFZ



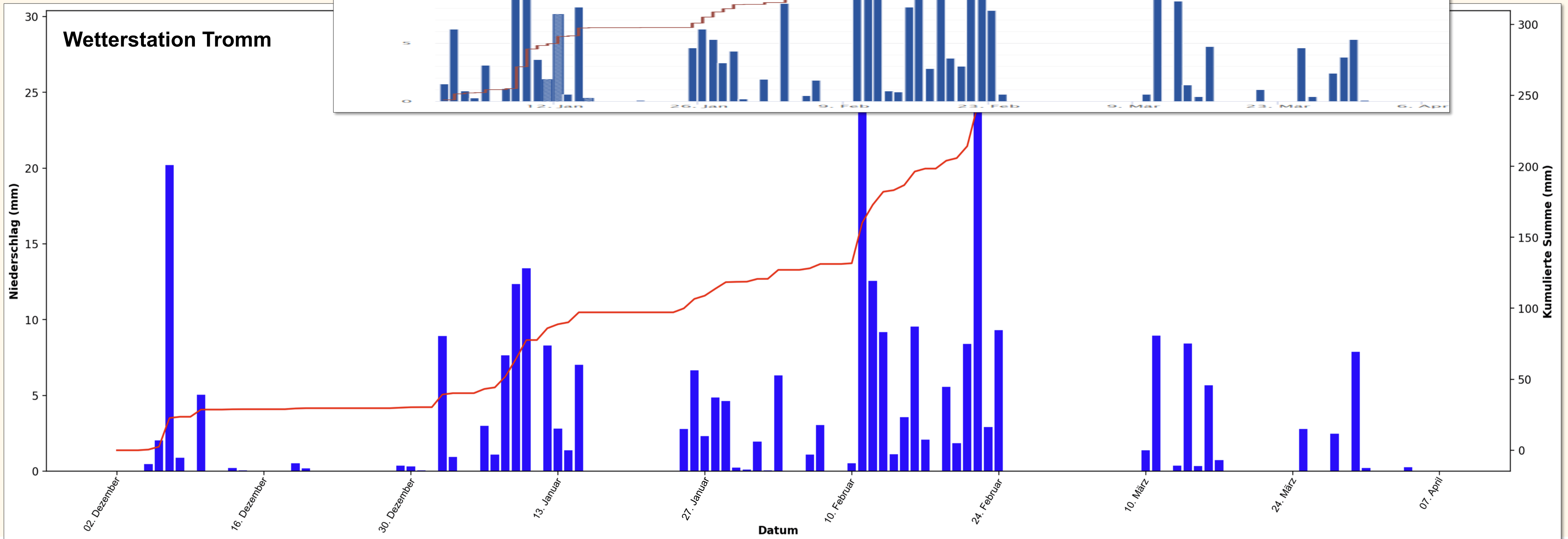
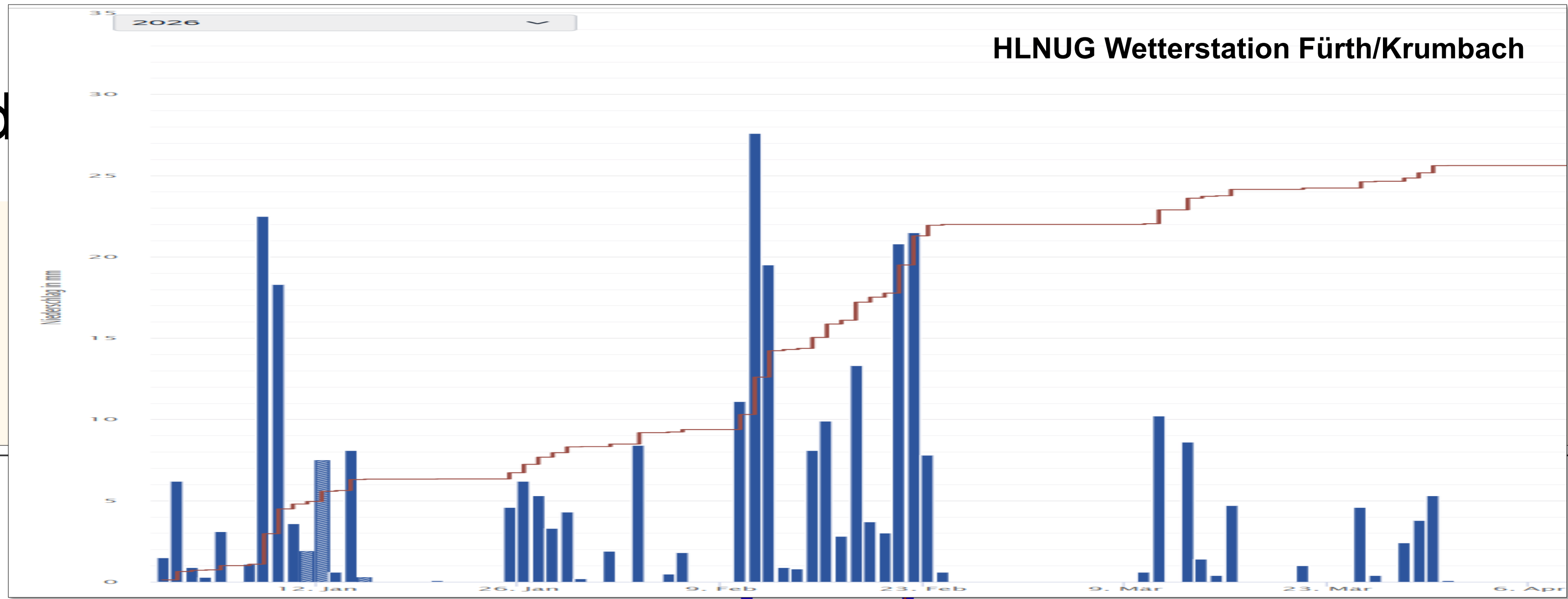
Beispiel Elektrische Leitfähigkeit ($\mu\text{S}/\text{cm}$), Nitrat, Niederschlag

- In der Regel geringe bis sehr geringe Leitfähigkeiten insbesondere in den Hangquellen → “Weiche” Wässer, Resultat der Geologie
- In der Regel geringe Nitratgehalte insbesondere in den Waldgebieten / Natura 2000 Gebiet
- Erhöht in den Tallagen und an Einzelpunkten
- Niederschlagsverlauf im Gebiet recht ähnlich zur Wetterstation des HLNUG in Fürth/Krumbach, aber von Januar bis Anfang Mai kummuliert deutlich mehr im Vergleich zu 2025, und deutlich weniger als 2024

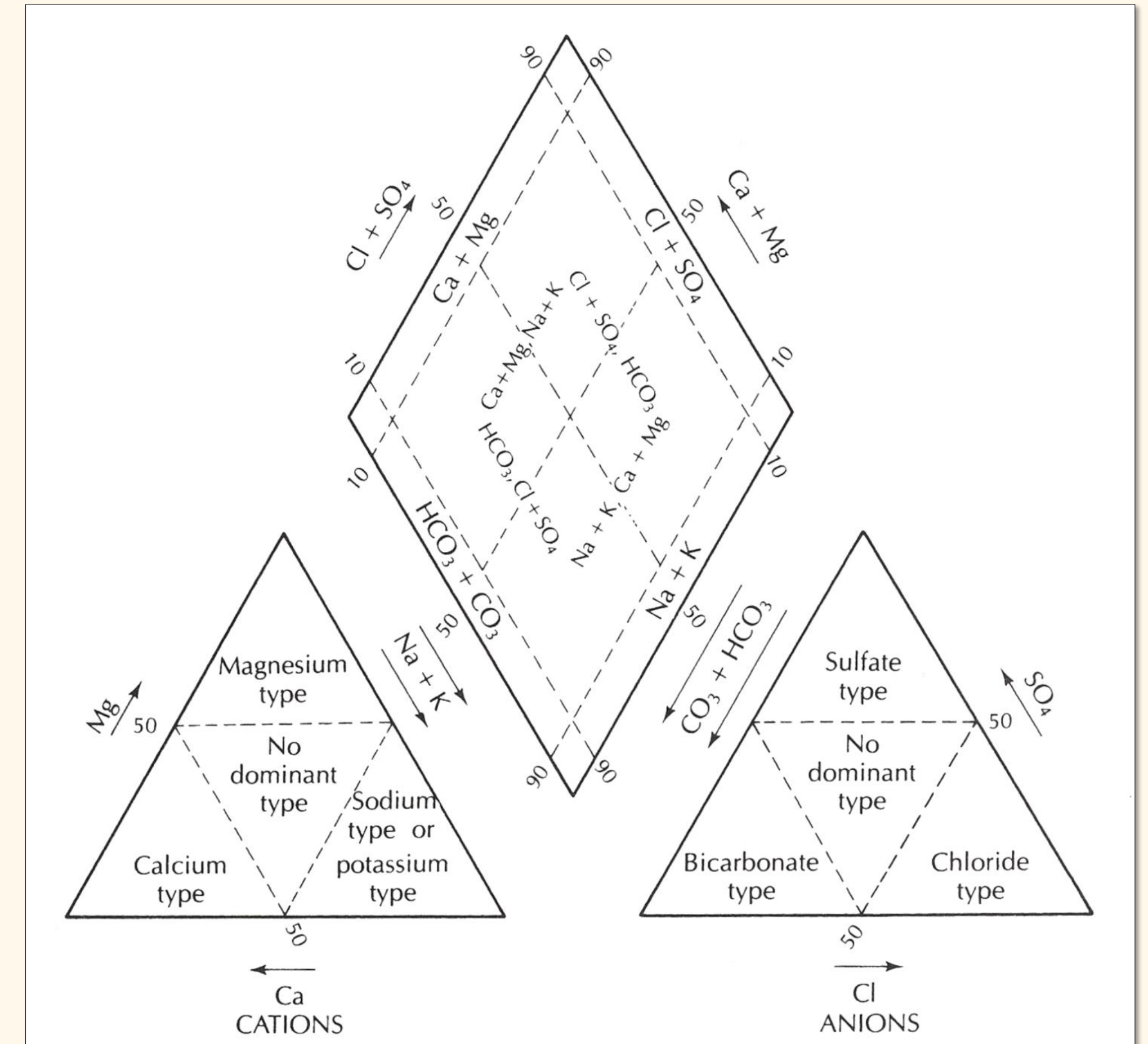
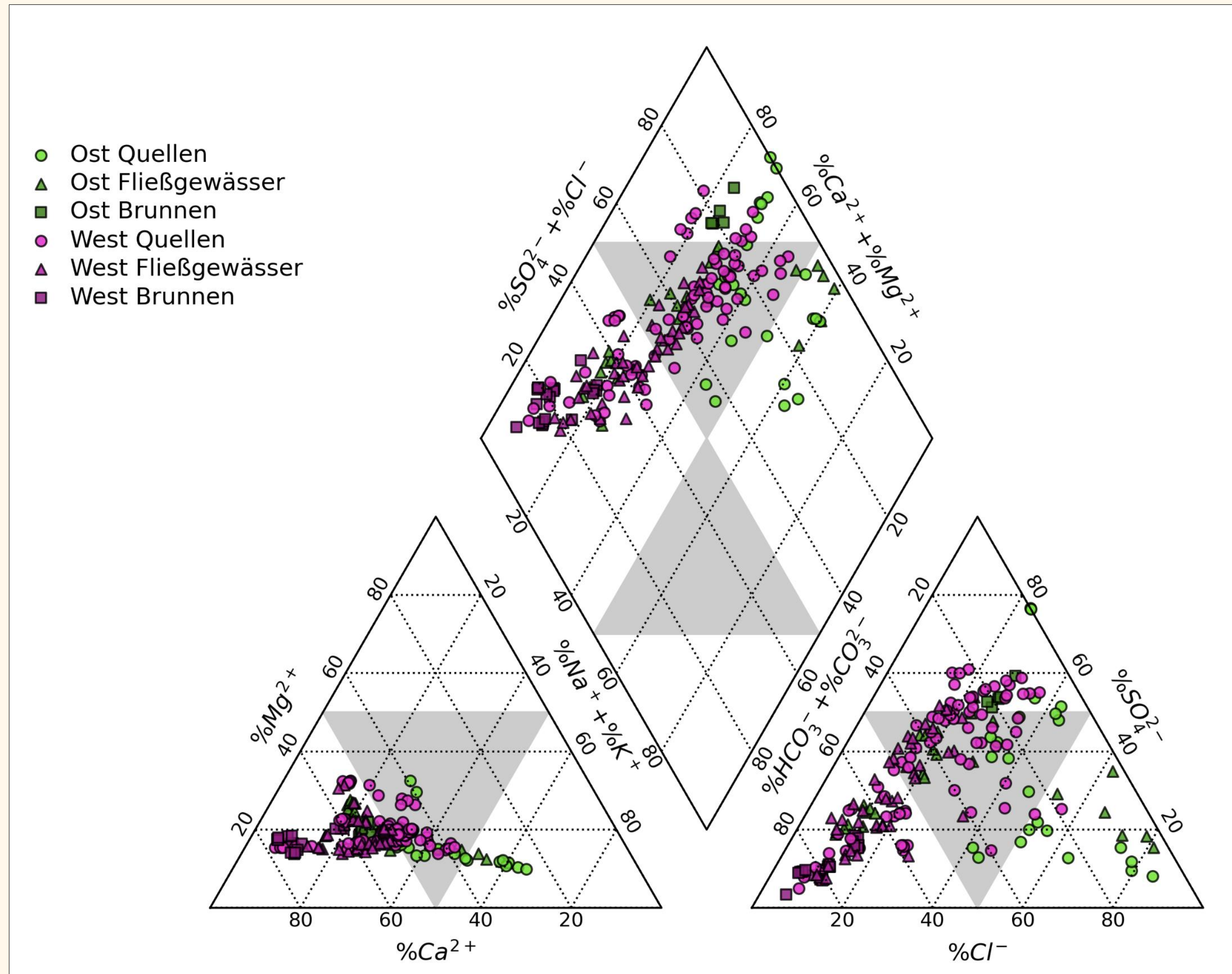


Beispiel Nied

- Niederschlagsverlauf im Gebiet sehr ähnlich zur Wetterstation des HLNUG in Fürth/Krumbach

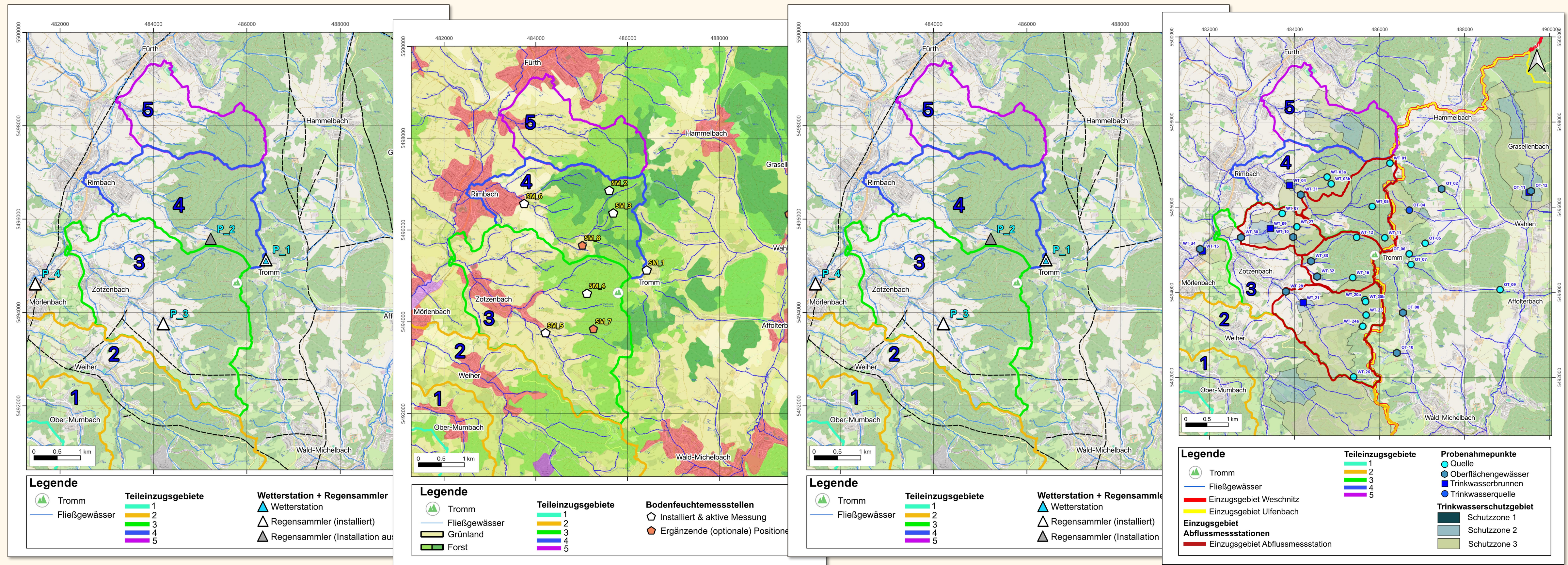


Beispiel Überblick Hydrochemie der Wässer – Piper Diagram



Monitoring Konzept - Weiterführung

Ist der Ansatzpunkt des Stollenmundlochs bekannt, wird das Monitoringnetz entsprechend dort verdichtet und weiter betrieben



„Take-home messages“

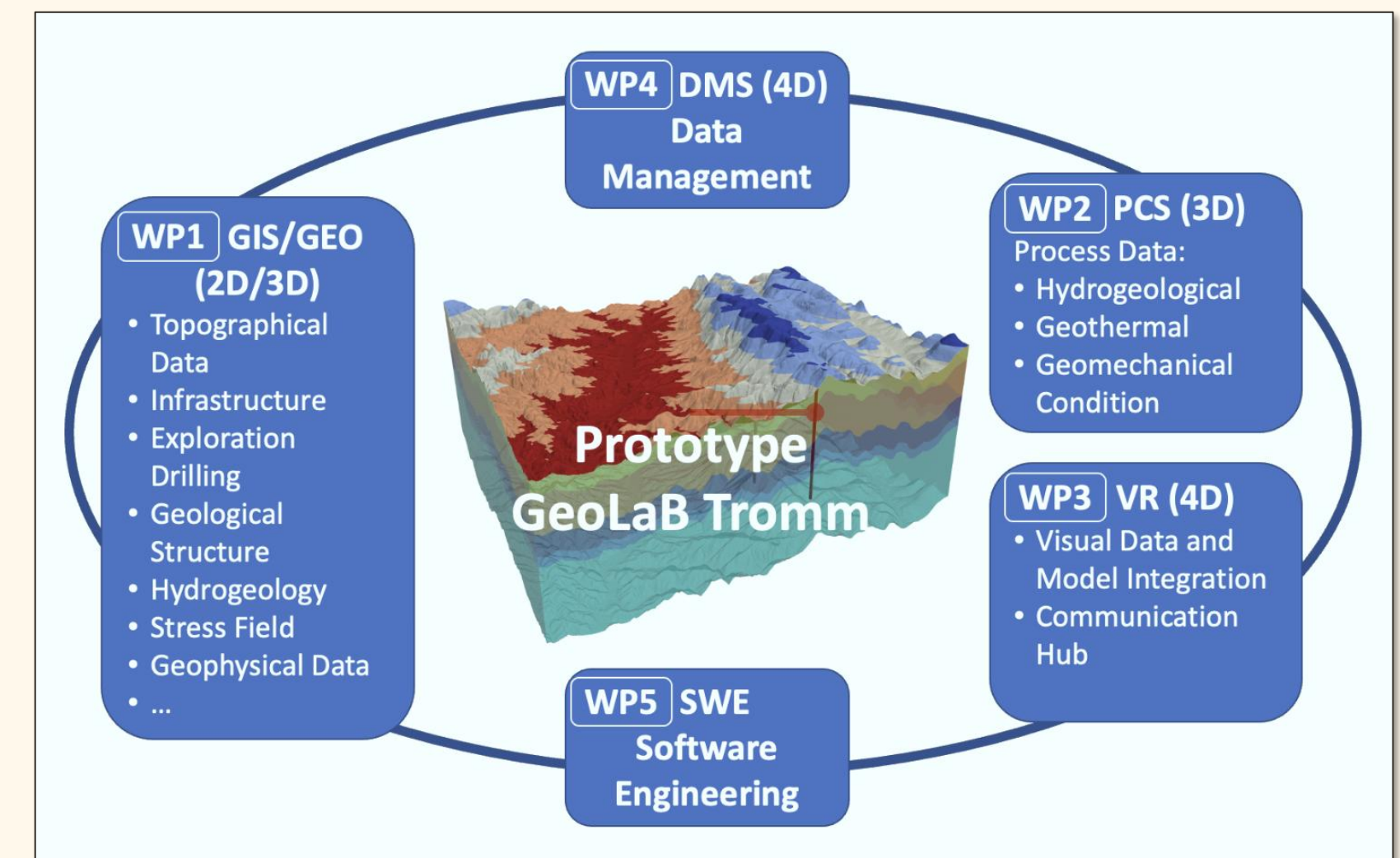
Es erfolgt eine Bestandsaufnahme des hydrogeologischen Systems, sowohl in Bezug auf die Wasserressourcen als auch in Bezug auf deren Qualität

Das Monitoring wird auch während der Bauphase weitergeführt und entsprechend ausgeweitet

Mögliche Auswirkungen der Bauphase werden frühzeitig erkannt

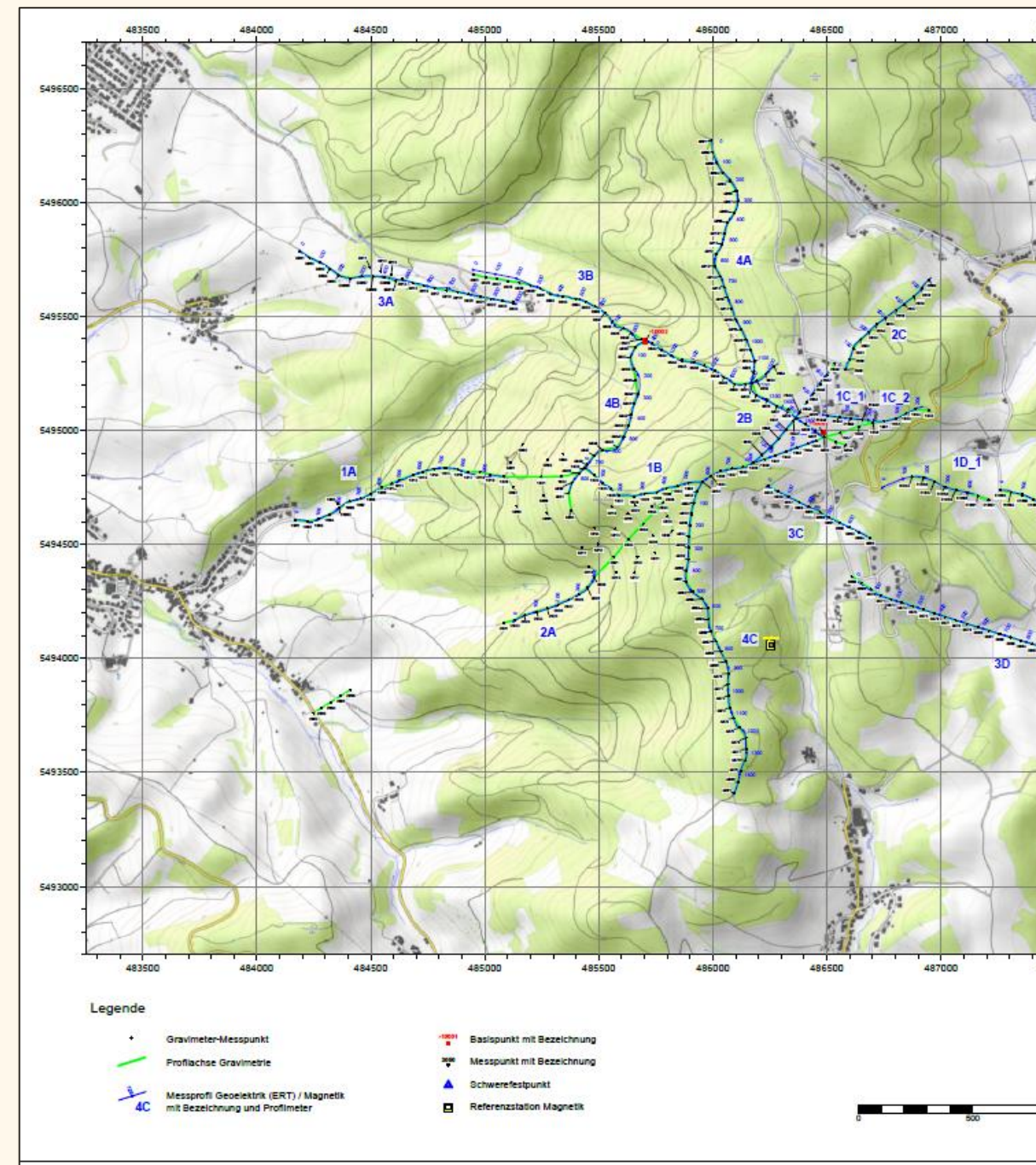
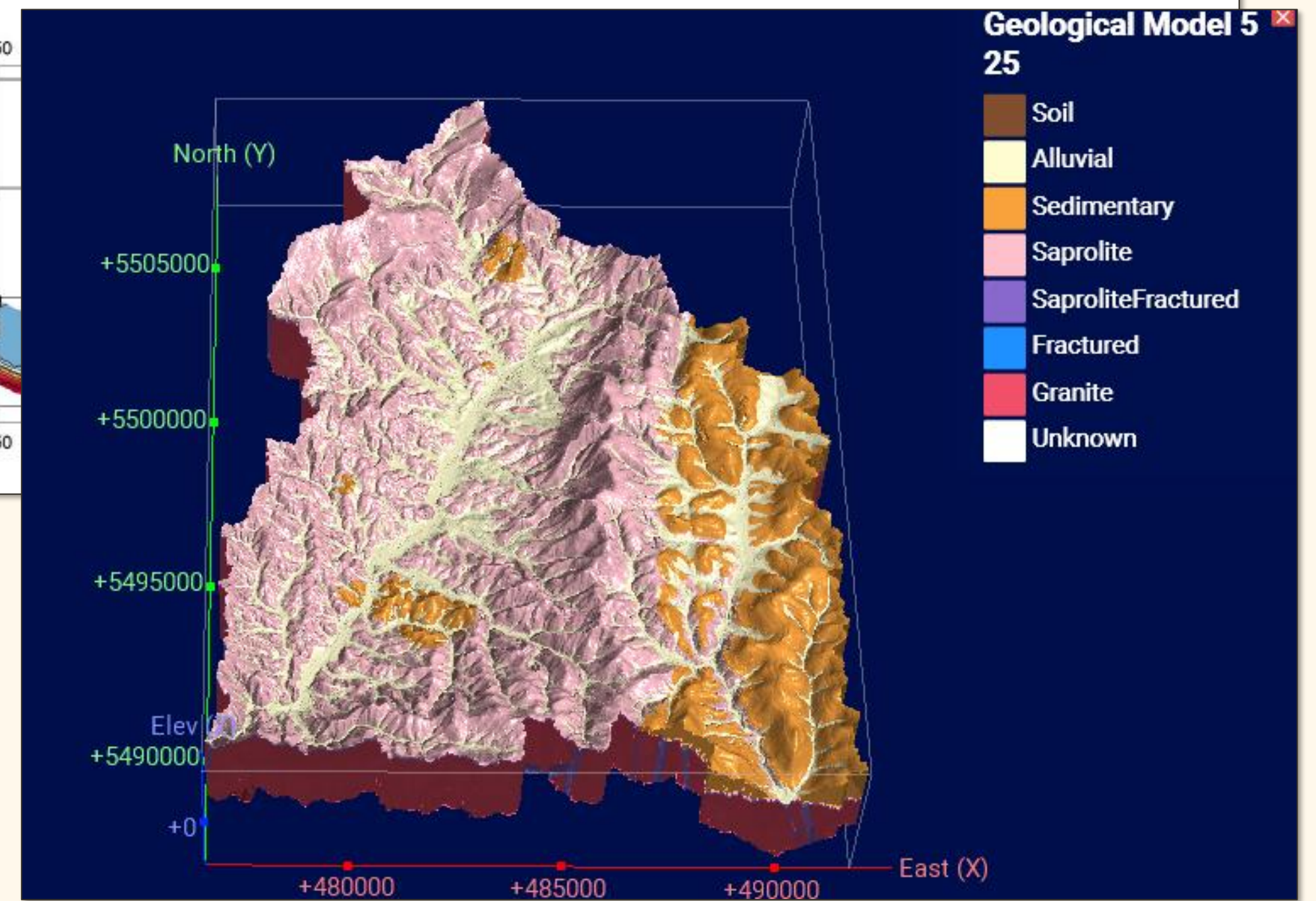
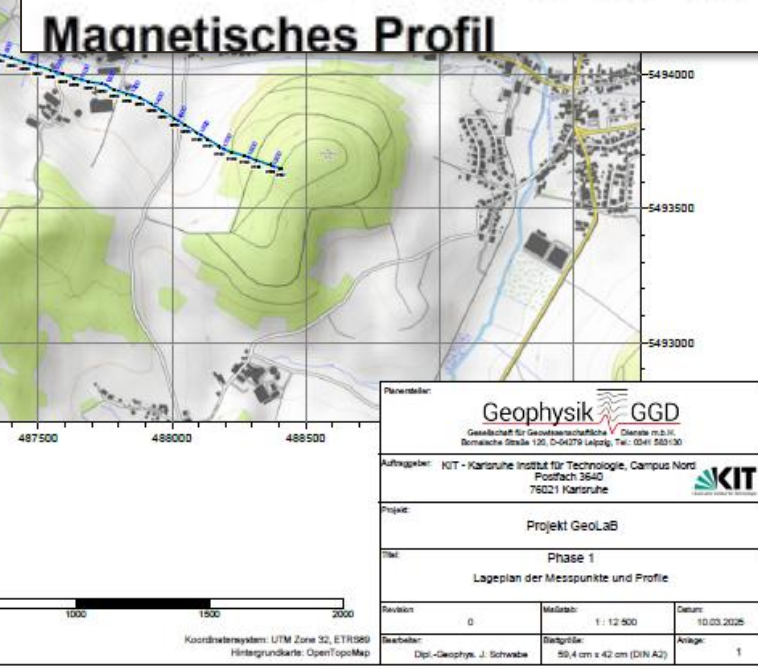
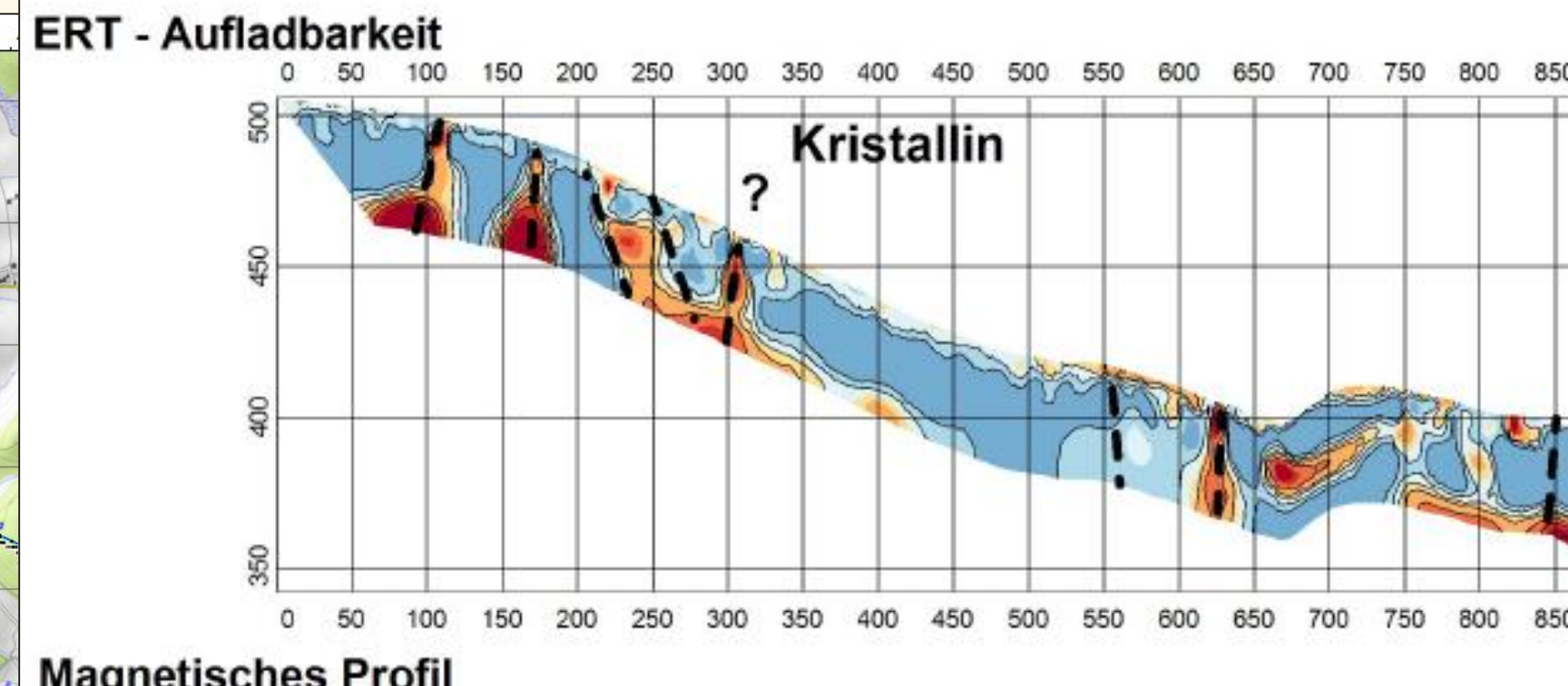
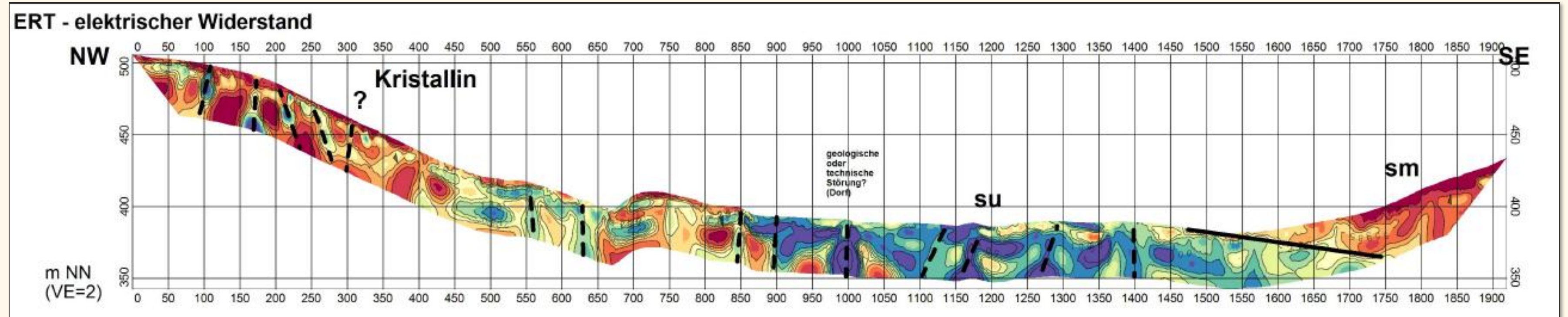
Eine enge Kooperation und Datenaustausch besteht mit dem vom BMFTR geförderten Projekt GeoDT („Digital Twin“ – Digitaler Zwilling)

Dort werden auch hydrogeologische Modelle mit den erzeugten Daten entwickelt, die vorab Prognosen der Auswirkungen von geplanten Maßnahmen ermöglichen



GeoDT

Umsetzung der Daten in geologische und hydro-geologische 3D Modelle



Hydrogeologische Randbedingungen – Höhenprofil

Die einzurichtende Kaverne sollte rund 400 m unterhalb der Tromm Höhe liegen

Das Ulfenbach Einzugsgebiet liegt entsprechend rund 200 m höher, das Weschnitz Einzugsgebiet etwa 50 – 100 m höher als die geplante Kaverne

