



Projekt:

„Datenerhebung und Dargebotsermittlung in den Schwerpunktgebieten
landwirtschaftliche Bewässerung und Erarbeitung von Regelungen
für die Begutachtungspraxis bei Bewässerungsanträgen“

Bewässerungsforum Bayern (BeF)

Fachgespräch:

**Aufstellung von räumlich hochaufgelösten Bodenwasserhaushalts-
modellen in den Schwerpunktgebieten Bewässerung**

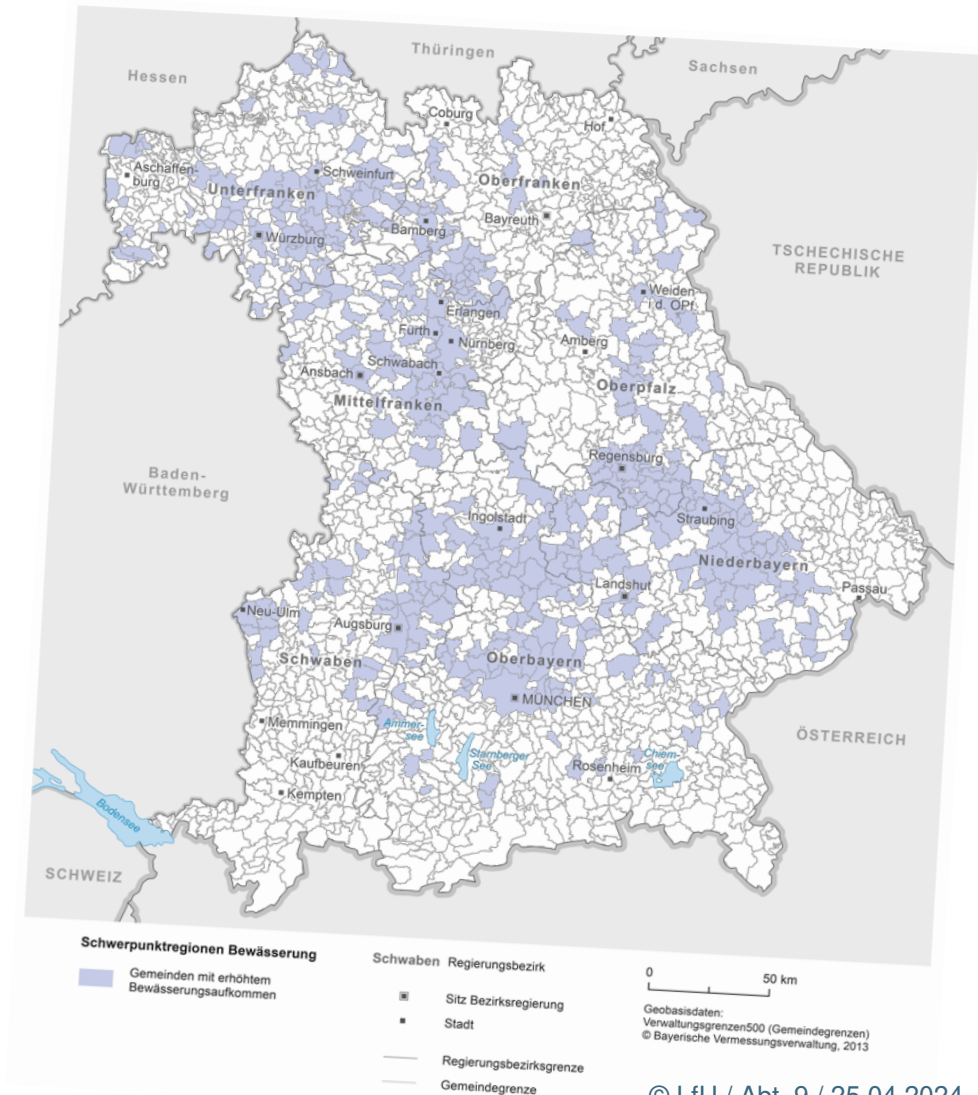
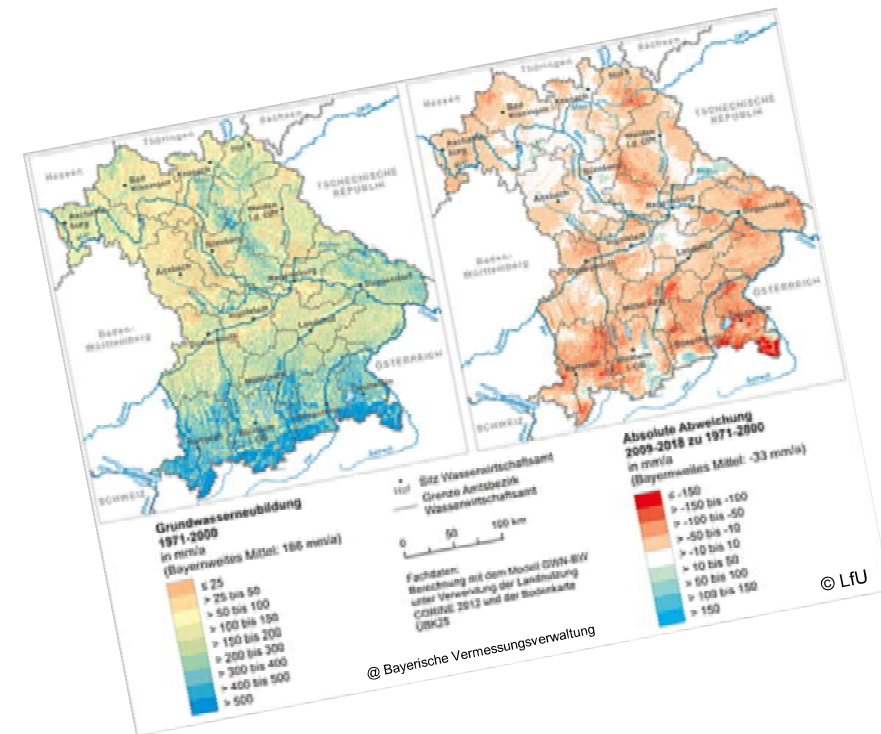
Kathrin Moser

Dr. Jörg Neumann

Wasserentnahmen aus Grundwasser für die Bewässerung

Wasserbedarf → Wieviel Wasser wird benötigt?

Wasserdargebot → Wieviel Wasser steht zur Verfügung?



Grundwasserbilanz

- Wieviel Grundwasser steht nachhaltig zur Verfügung?
- Bilanzräume → Bilanzkomponenten

POSITIV

Grundwasserneubildung
aus Niederschlag

Grundwasserzustrom
Modellrand, benachbarte Teilräume,
angrenzende Grundwasservorkommen

NEGATIV

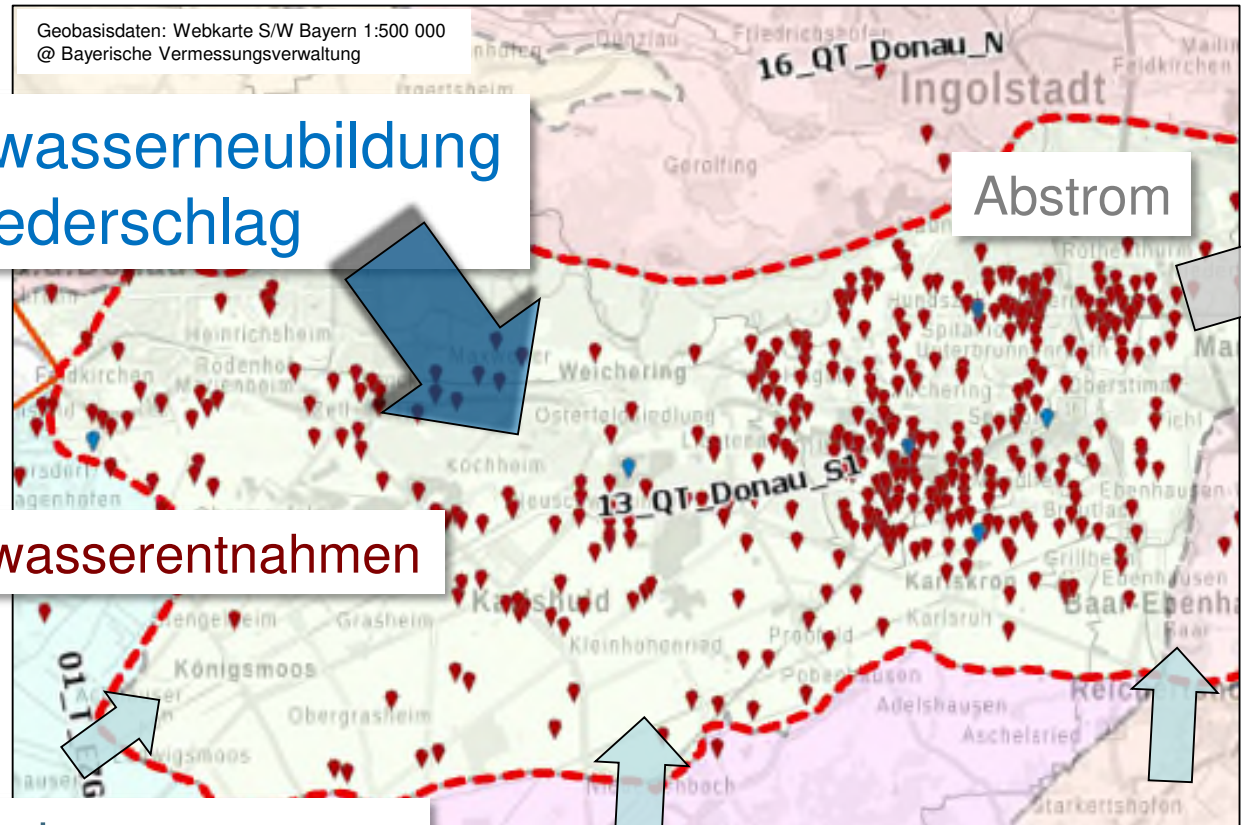
Grundwasserentnahmen

Grundwasserabstrom
Modellrand, benachbarte Teilräume,
angrenzende Grundwasservorkommen, Vorfluter

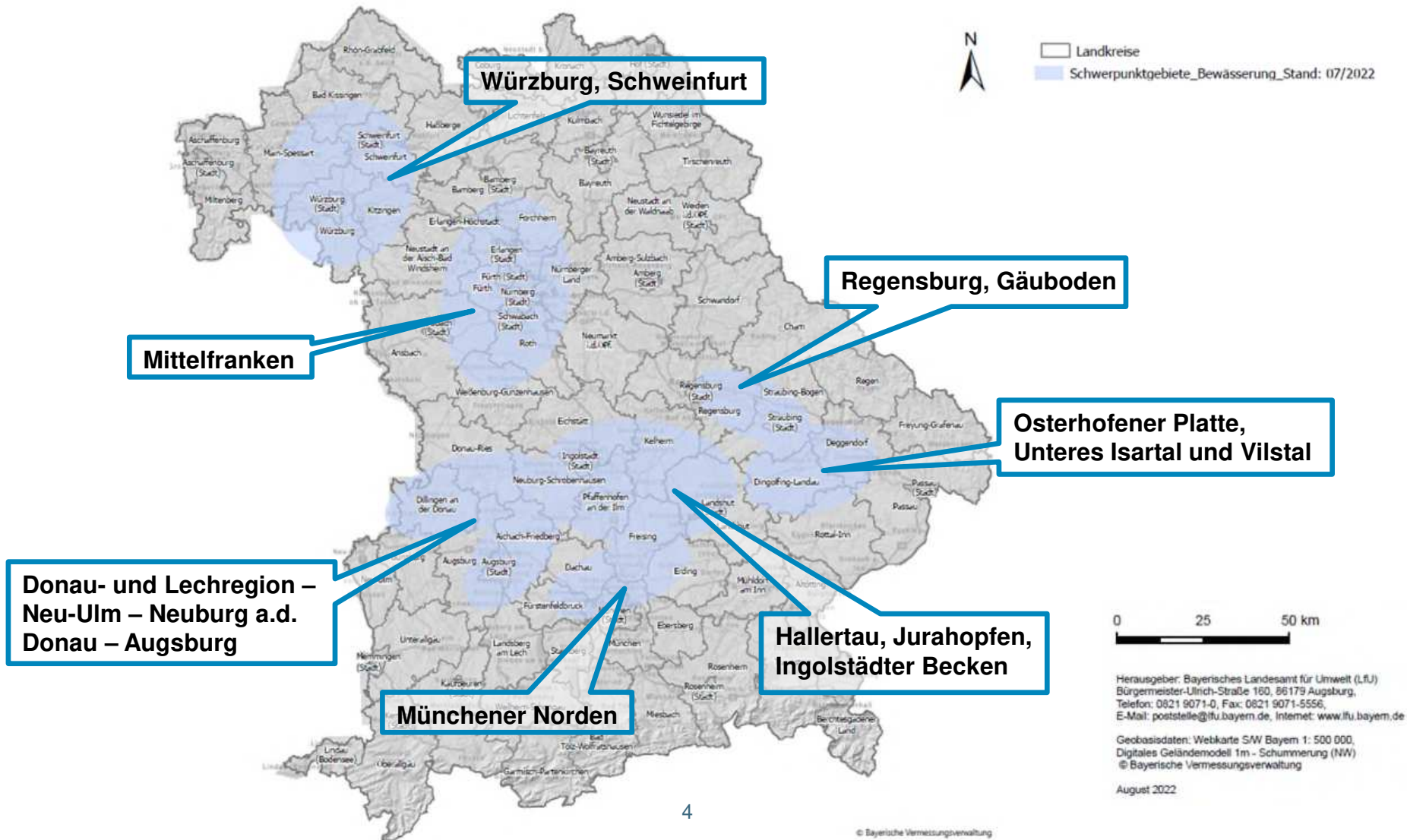
Grundwasserneubildung
aus Niederschlag

Grundwasserentnahmen

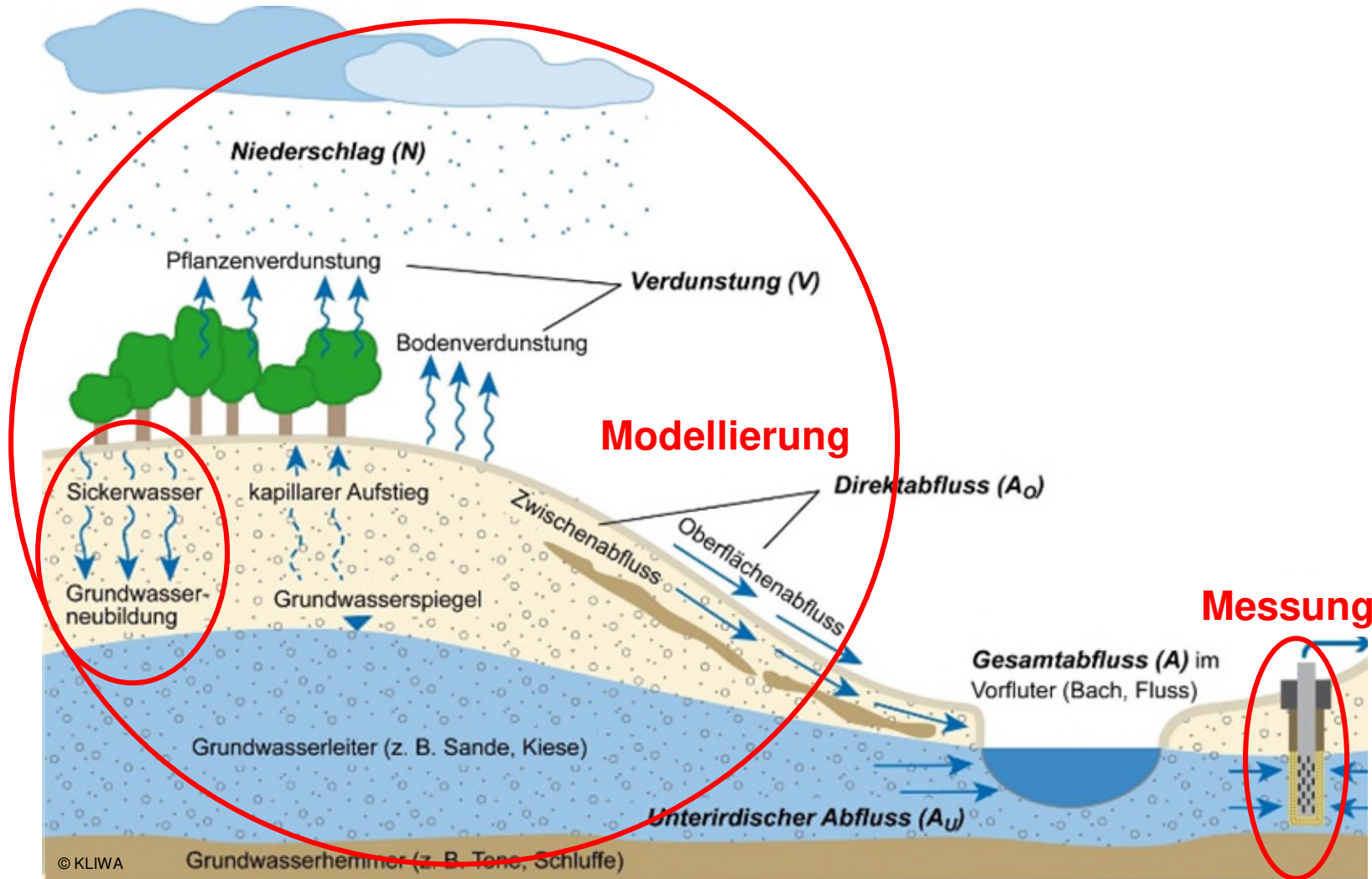
Grundwasserzustrom



Schwerpunktgebiete landwirtschaftlicher Bewässerung



Grundwasser als Teil des Wasserkreislaufs



Vereinfachte Bilanz:

Grundwasserneubildung
= Niederschlag
– Verdunstung
– Direktabfluss

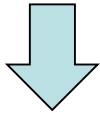


**GWN als Bilanzrest und
klimasensitive Größe !**

Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW - Kurzbeschreibung

GWN-BW (Grundwasserneubildung – Bodenwasserhaushalt; Vers: 3.1)

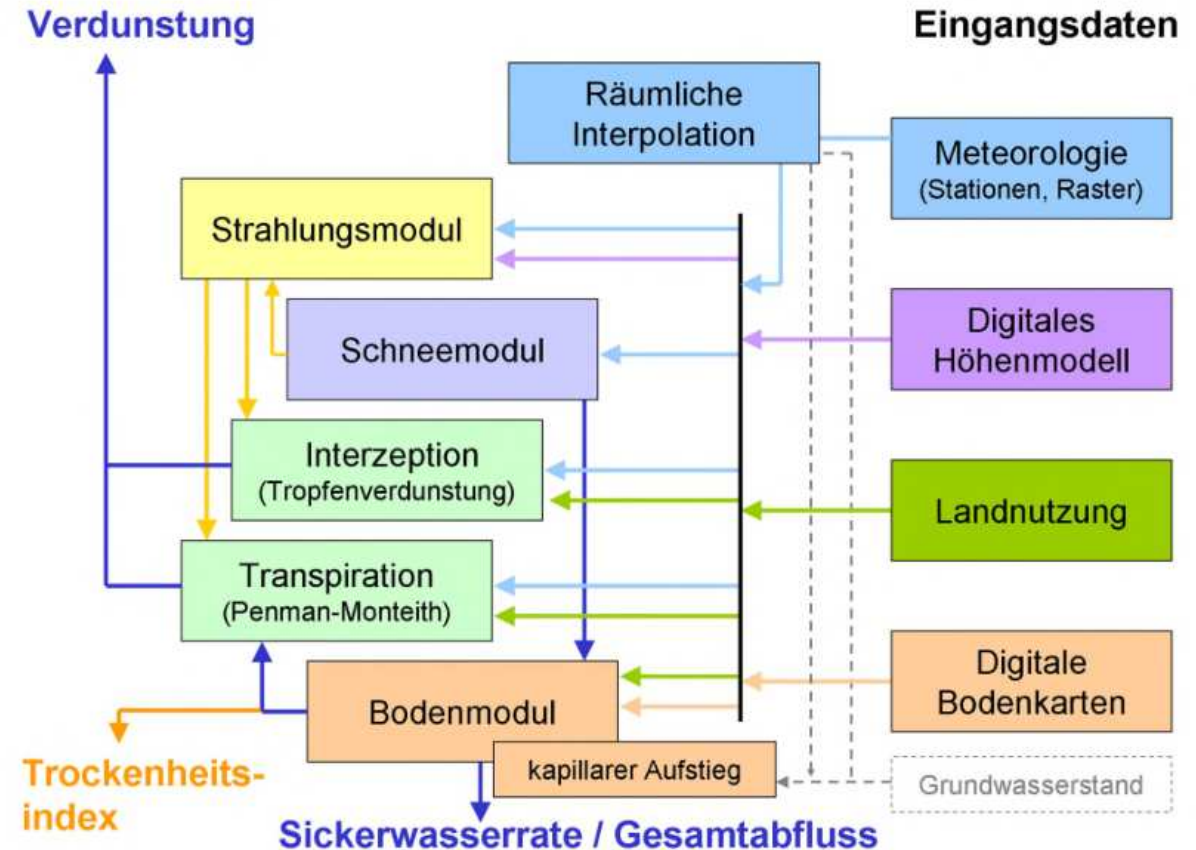
- deterministisches, flächendifferenziertes Modell
- 1D, modular aufgebaut
- physikalische & konzeptionelle Ansätze



(Boden-) Wasserhaushaltsgrößen

Berechnung der Grundwasserneubildung

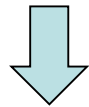
1. Gesamtabfluss = Sickerwasserrate +
Oberflächenabfluss_(versiegelt)
2. Reduktion der Gesamtabflussrate anhand des
Baseflow-Index (BFI) unter Berücksichtigung des
kapillaren Aufstiegs



Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW – Prinzip zur Erstellung der Grundflächen

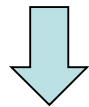
Flächendifferenzierte Modellierung auf Basis von Grundflächen

1. Verschneidung von
 - Bodenkarte (ÜBK25) und
 - Flächennutzung (Atkis)

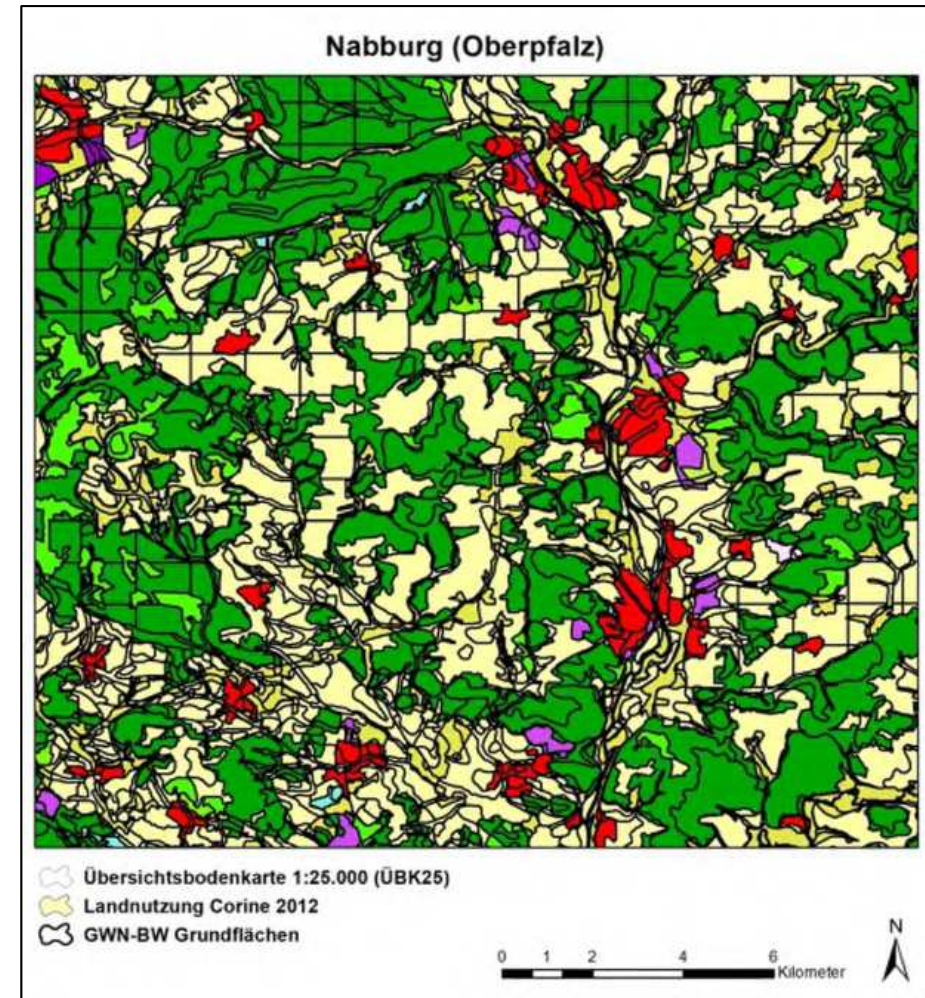


Einheitliche Kombination aus
Landnutzung und Bodentyp

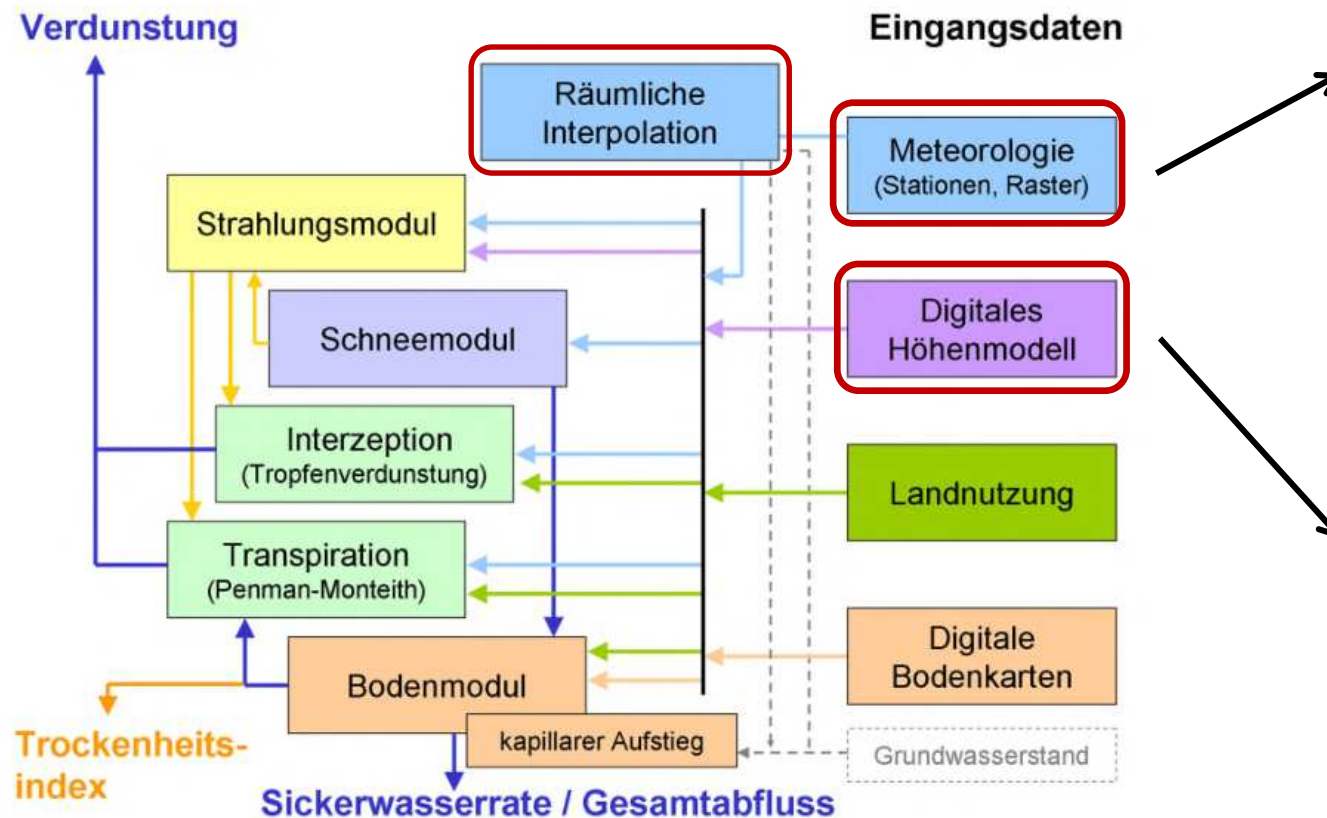
2. Unterteilung von großen Flächen



Vermeidung großer Einzelflächen
(Berücksichtigung meteorologischer Gradienten)



Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW – Eingangsdaten und Parametrisierung



➤ Stationsdaten (DWD)

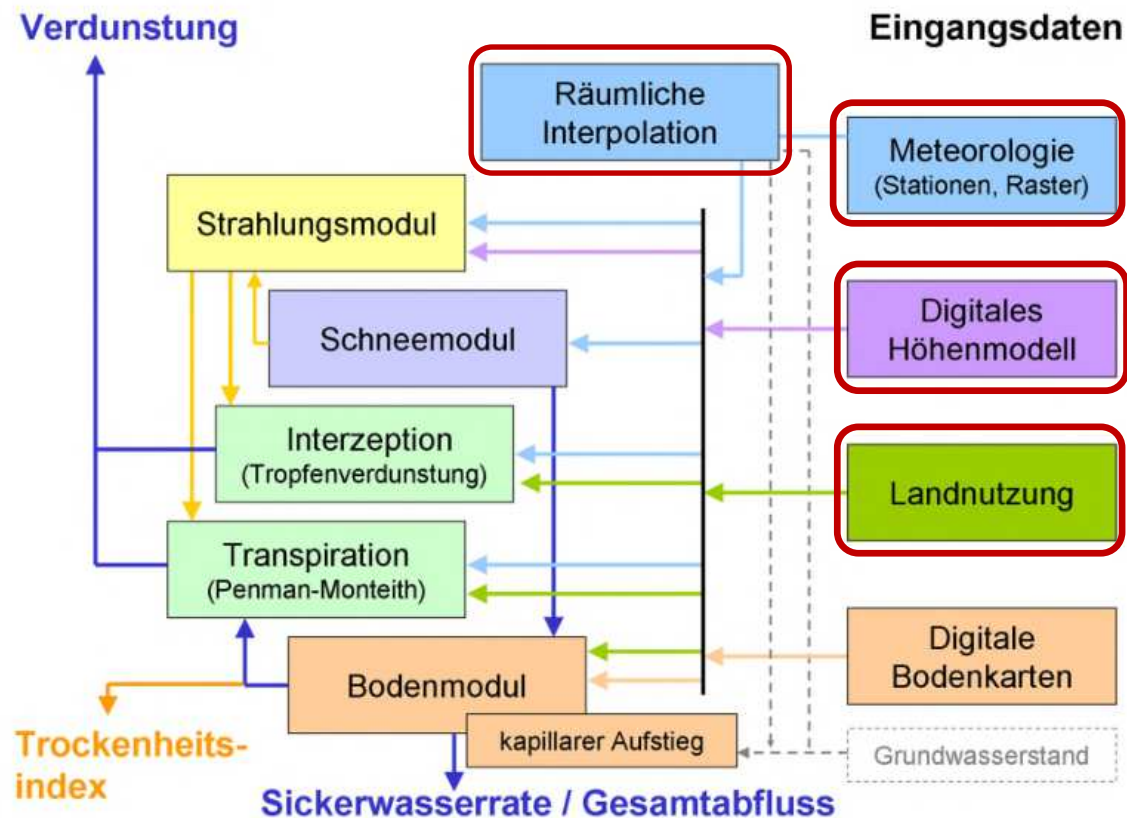
- Temperatur
- Luftfeuchte
- Sonnenscheindauer
- Wind

➤ HYRAS-Rasterdaten (DWD)

➤ Digitales Geländemodell

- Höhe
- Neigung
- Ausrichtung

Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW – Eingangsdaten und Parametrisierung

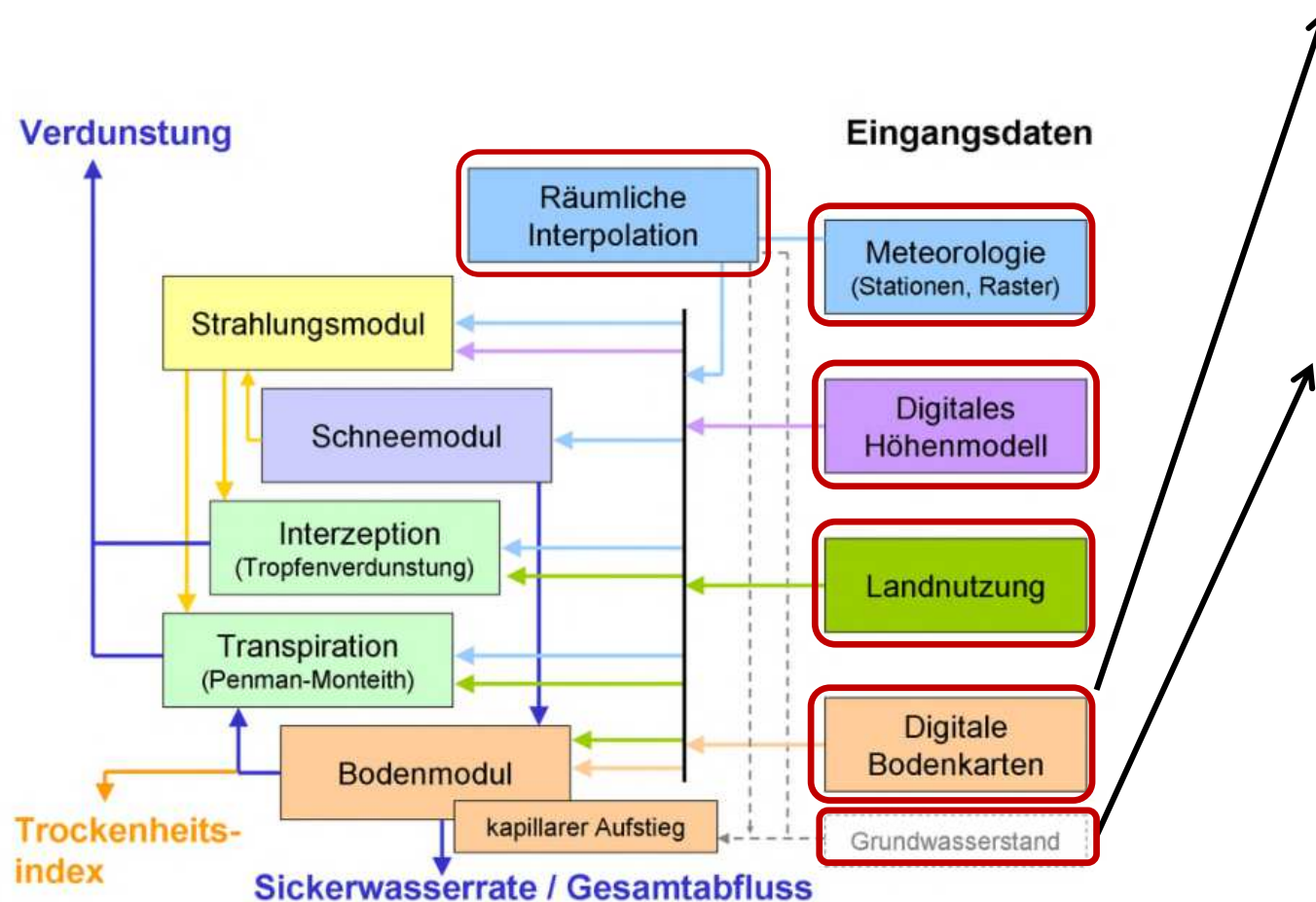


➤ **Landnutzung (Atkis)**

➔ **Ableitung der Wurzeltiefe**

- 0.6m (z.B. Siedlungen, spärliche Vegetation, Grasland)
- 1.0m (z.B. landwirtschaftliche Flächen, Moore)
- 1.5m (Wein- und Obstanbau, Wälder)

Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW – Eingangsdaten und Parametrisierung



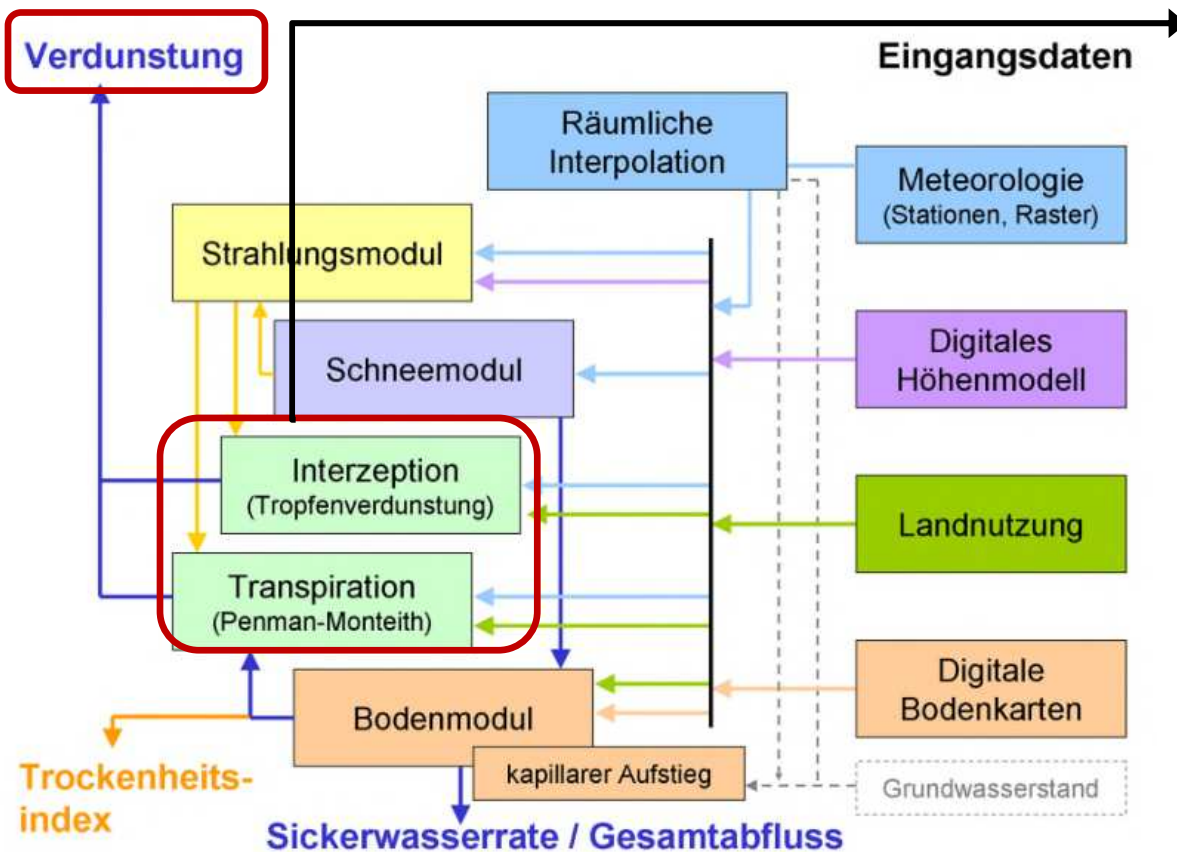
- **Bodenkarte**
 - **Nutzbare Feldkapazität (nFK_{we})**
 - **Grundwasserbeeinflussung**

- **Flurabstand (10m Raster)**
- ➔ **Berechnung des kapillaren Aufstiegs**
(auf Basis der KA5/KA6, anhand von Wurzeltiefe, Flurabstand und grundwasserbeeinflussten Böden)

Kap. Aufstieg begrenzt auf Bereiche, in denen der Flurabstand max. 3 m beträgt!

Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW – Evapotranspiration

Penman-Monteith zur Simulation der Verdunstung



Parametrisierung nach Persephone-Methode

- Basiert auf Penman-Monteith
- Berücksichtigung der Einflüsse von Bedeckungsgrad (→ Pflanzen- bzw. Bodenverdunstung) und Bodenfeuchte
- Orientierung der landnutzungsabhängigen Parameter (z.B. minimaler Bestandswiderstand, Blattflächenindex) an phänologischen Entwicklungsstadien
- **Phänologischer Phasenbeginn kann witterungsabhängig berechnet werden**

Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW – Evapotranspiration

Dynamische Berücksichtigung der Vegetationsentwicklung

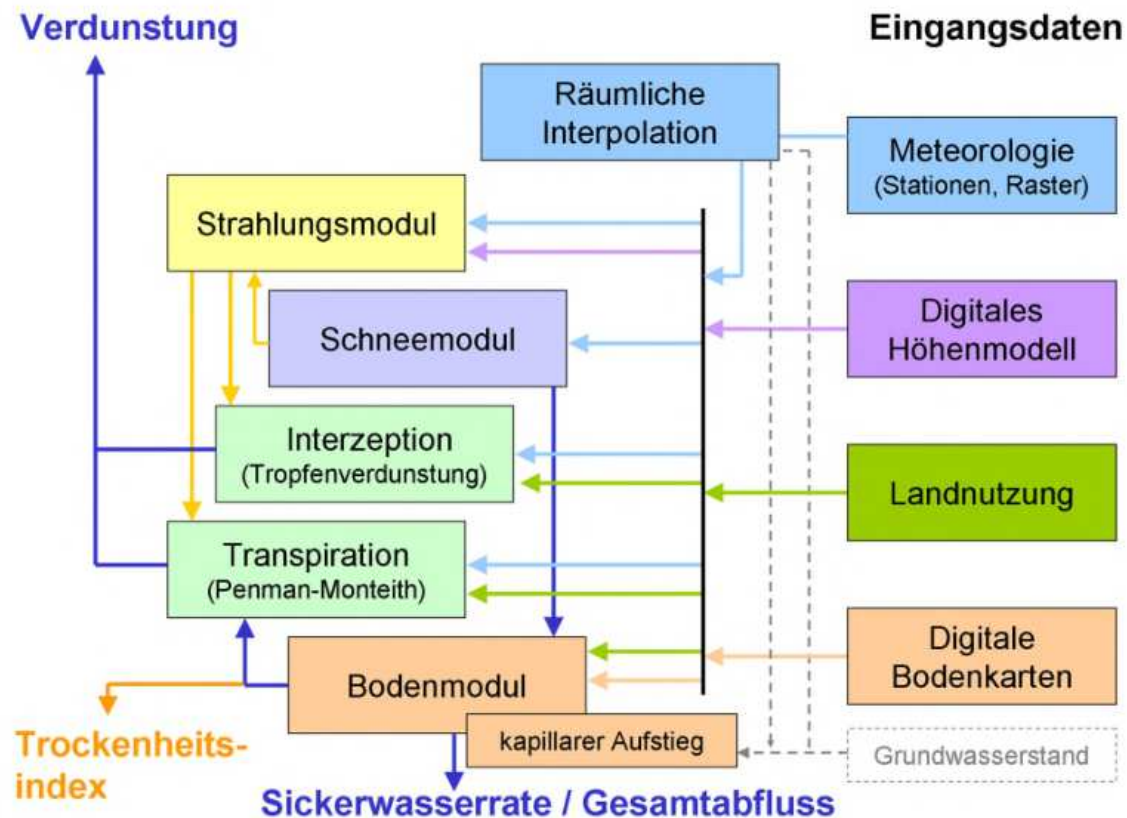
➤ **Grundlegende Annahme:**

Abbildung des Jahresgangs nutzungsabhängiger Parameter durch phänologische (oder durch Bewirtschaftungsmaßnahmen induzierte) Phasen/Stützpunkte

Stützpunkt	phänologische Bedeutung
d1	Aufgang = Ende der Winterperiode
d2	Schossen / Beginn Längenwachstum / Beginn Blattentfaltung / Maitrieb
d3	Ährenschieben / Rispenschieben / max. Blattentfaltung / Blüte
d4	Gelbreife / Teigreife
d5	@Getreide: Vollreife = Zustand am Tag der Ernte
d6	@Getreide: Zustand nach der Ernte
d7	Beginn der Blattverfärbung / Erntetermin für Blattfrüchte
d8	Beginn Blattfall = Beginn der Winterperiode

- **Dynamische Eintrittstermine** der ersten 5 phän. Phasen anhand der Temperatursumme berechnet oder nach Ablauf einer definierten Tagesanzahl
- Parametrisierung von eff. Vegetationshöhe, Blattflächenindex, Albedo und Bestandswiderstand für jede Phase
- Anzahl der phän. Phasen variiert in Abhängigkeit von der Landnutzung (z.B. Grünland kein d4)
- Für Ackerflächen wird die Parametrisierung für Winterweizen verwendet.

Bodenwasserhaushaltsmodell GWN-BW – Ergebnisse



GWN-BW rechnet in Tagesschrittweite

Flächendifferenzierte Ergebnisse der (Boden-) Wasserhaushaltsgrößen (als Monats-, bzw. Jahreswerte)

- Niederschlag
- Tatsächliche und potentielle Verdunstung
- Kapillarer Aufstieg
- Oberflächenabfluss (versiegelten Flächen)
- Sickerwasserrate
- Gesamtabfluss
- Trockenheitsindex

Grundwasserneubildung - Methodik

➤ Grundwasserneubildung (GWN)

$GWN = \text{Gesamtabfluss} \times BFI$

➤ Baseflow-Index (BFI)

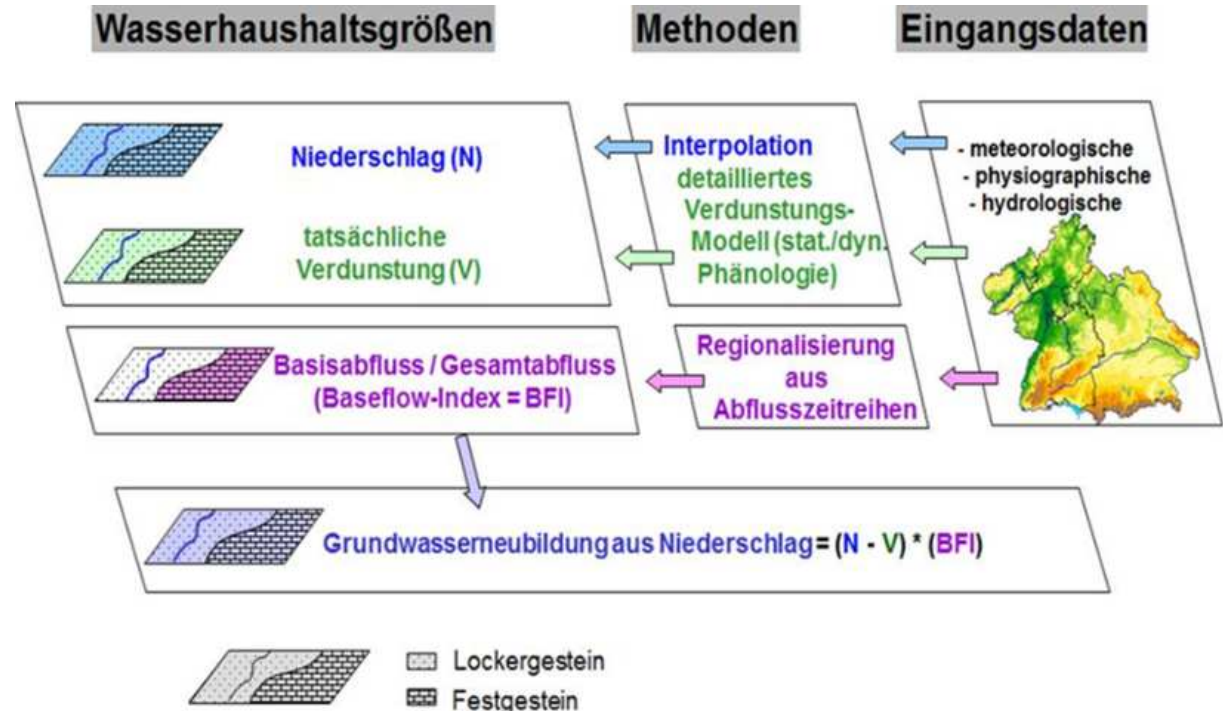
- Reduktionsfaktor [0 bis 1]
- gibt Direktabfluss wieder
(Oberflächenabfluss + Zwischenabfluss)

BFI = Basisabfluss/Gesamtabfluss (ermittelt an 158 Pegeleinzugsgebieten)



Bayernweite Regionalisierung (200m Raster)

durch statistisches Analyseverfahren (Multiple lineare Regression)





Lage des Modellgebiets



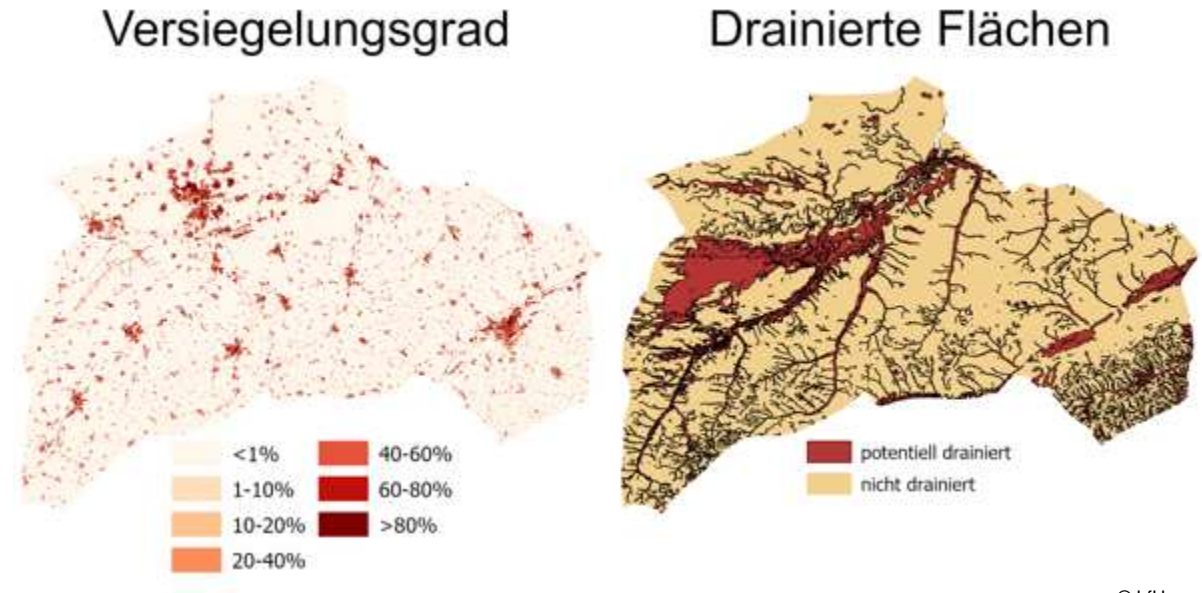
Anpassung BFI

➤ Bisher keine Betrachtung von:

- Siedlungsgebieten
- Dränagen
- Einfluss Wasserhaushalt bzw. BFI

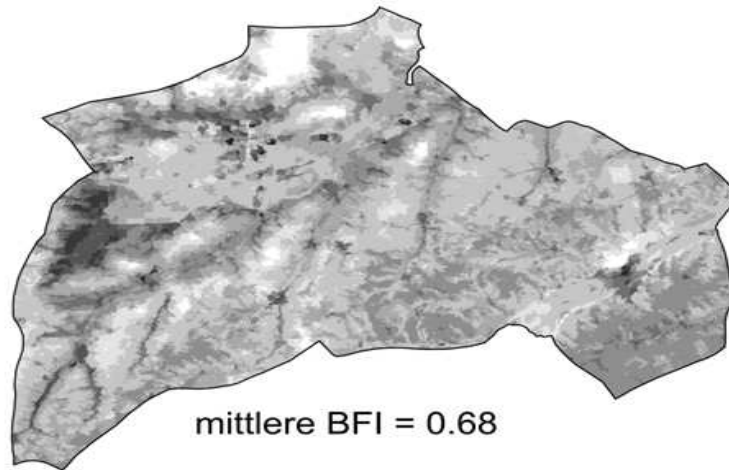
➤ Methodik Anpassung:

- Korrektur von nicht plausiblen Werten
- Entfernen von statistischen Ausreißern
- Berücksichtigung von Siedlungen über Versiegelungsgrad
- Berücksichtigung von Drainagen über potenzielle dränierte Flächen

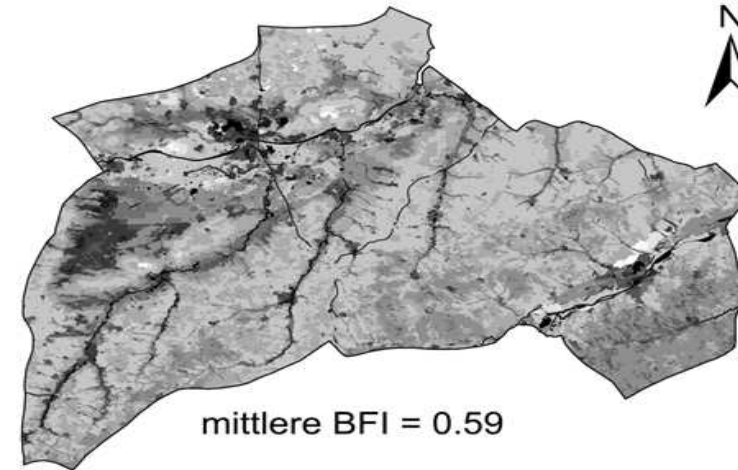


© LfU

BFI Original



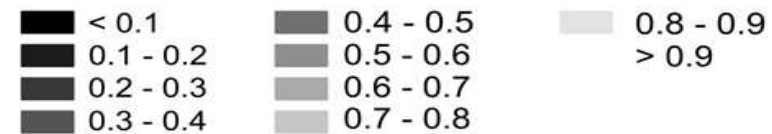
BFI nach der Anpassung



Abweichung des BFI
Angepasst - Original



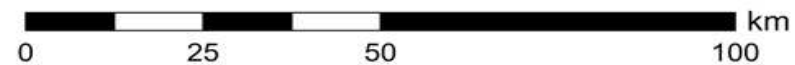
Baseflow Index



Abweichung des Baseflow Index



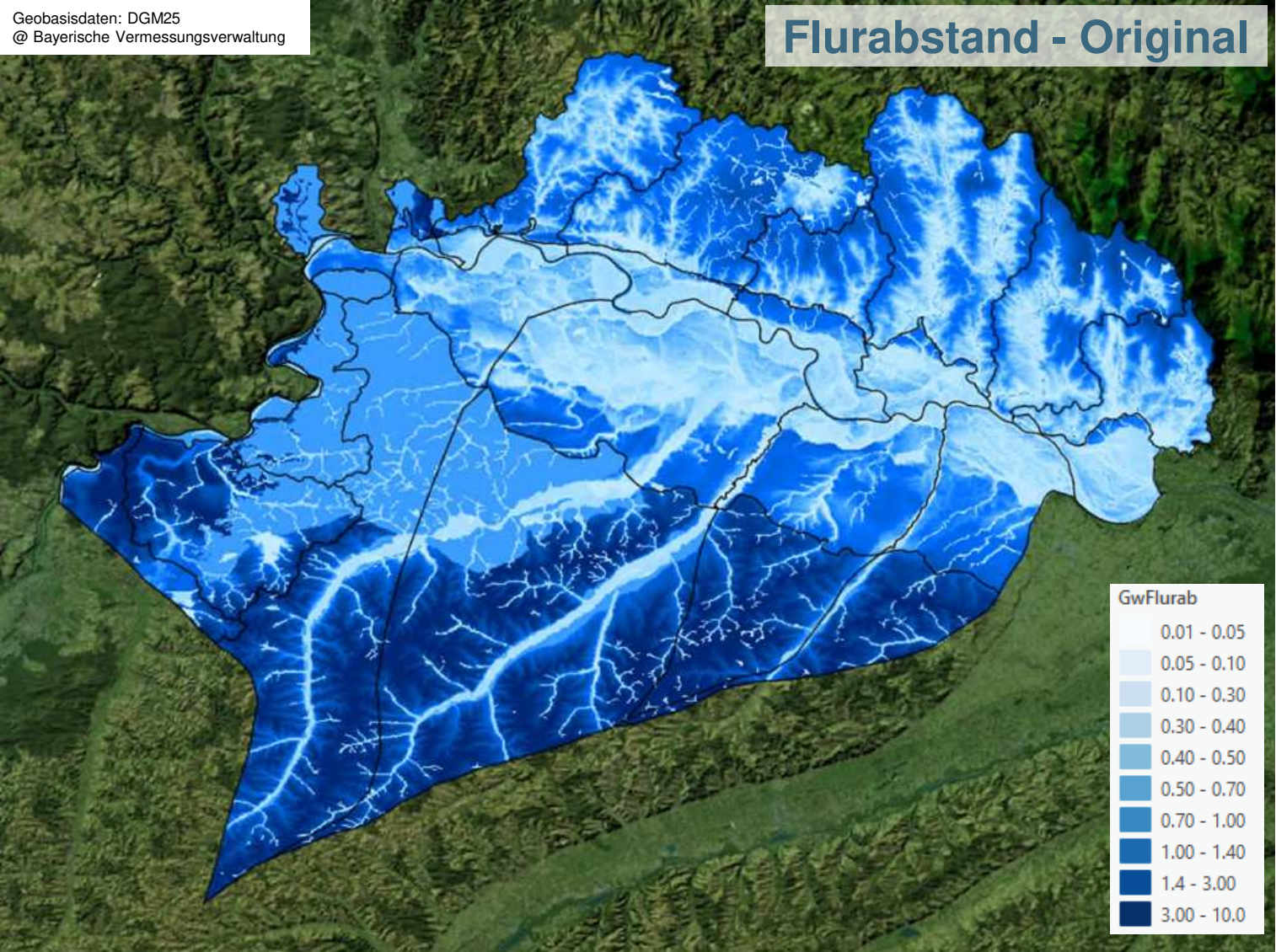
© LfU





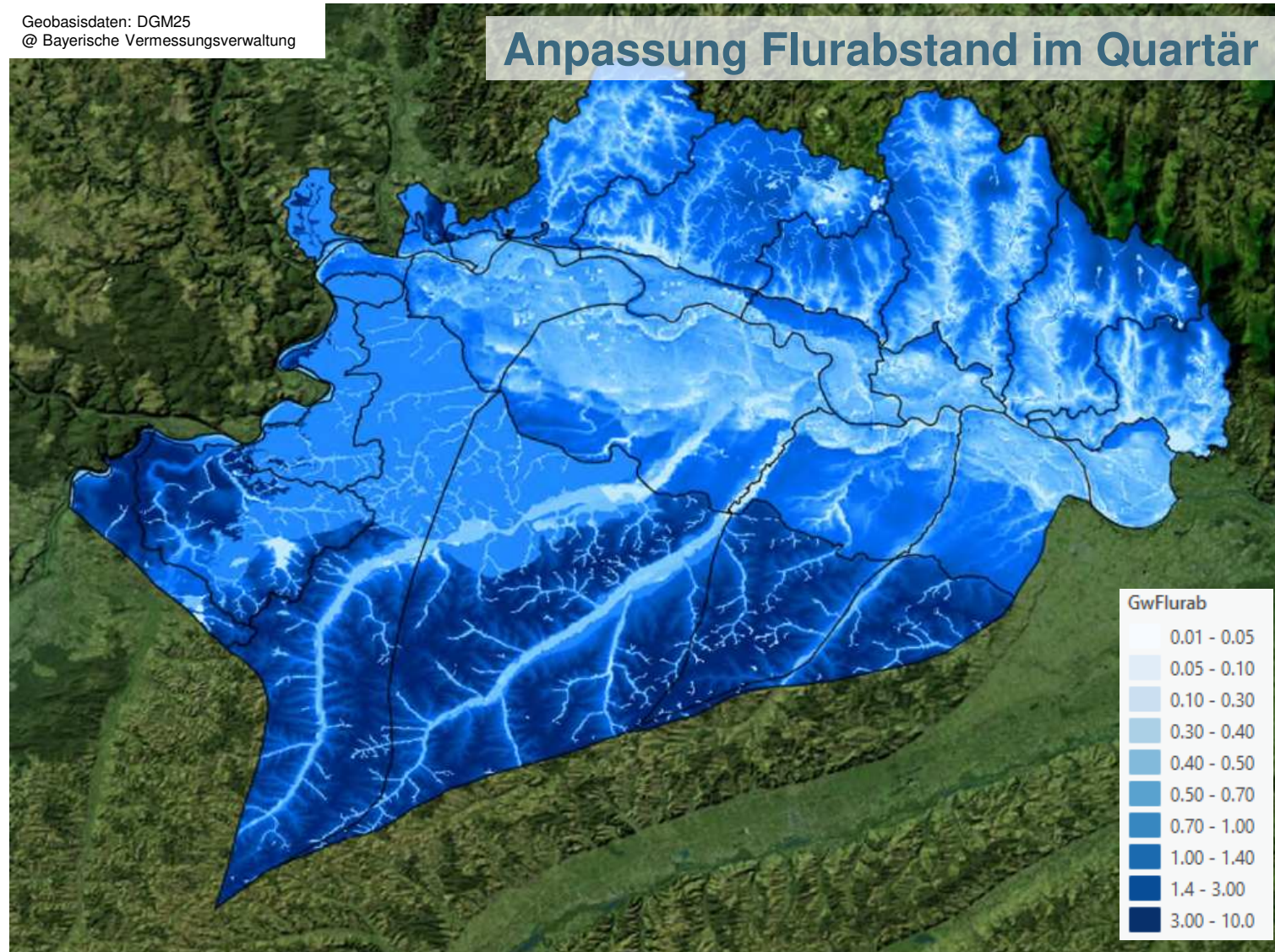
Geobasisdaten: DGM25
@ Bayerische Vermessungsverwaltung

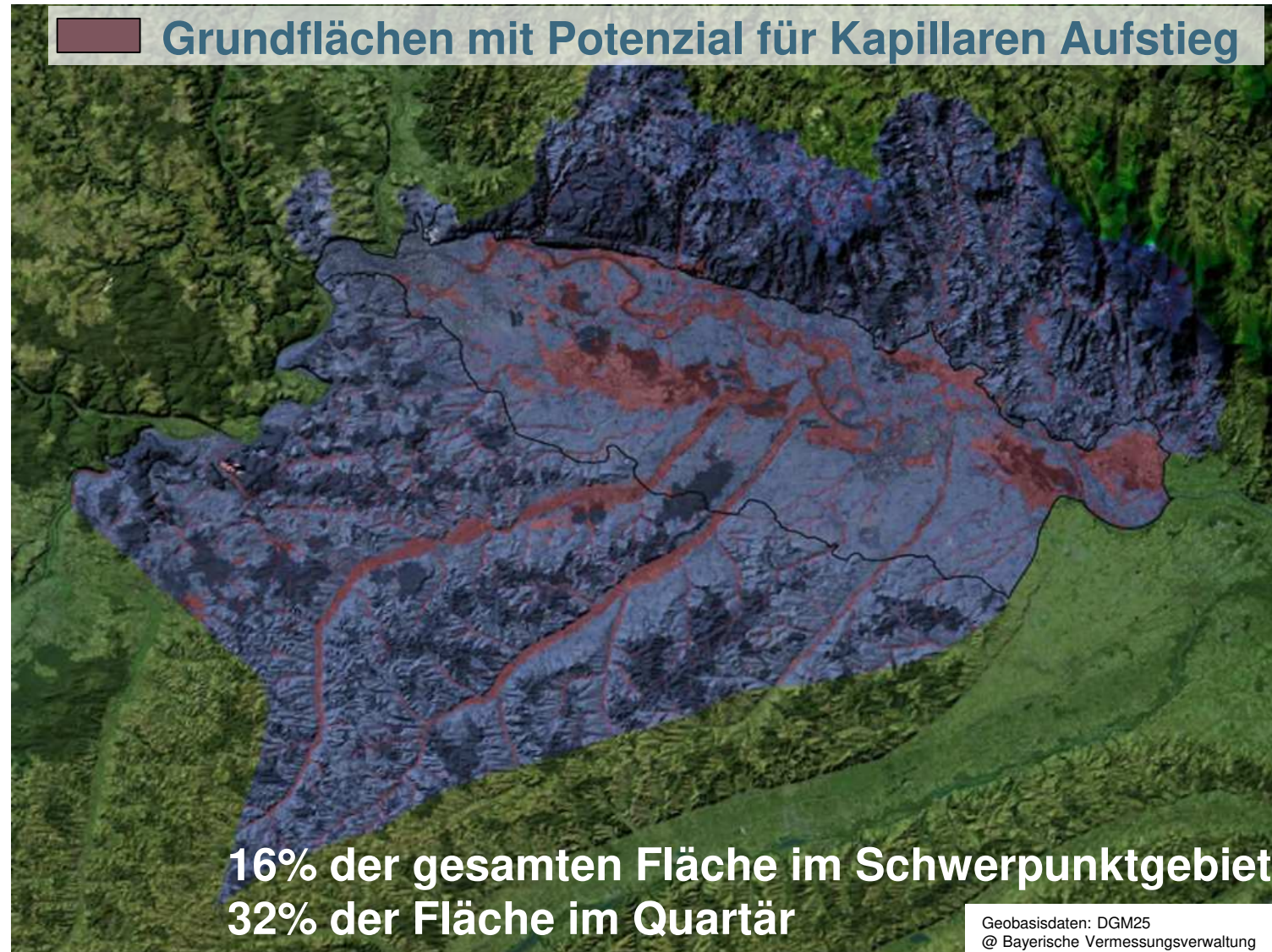
Flurabstand - Original

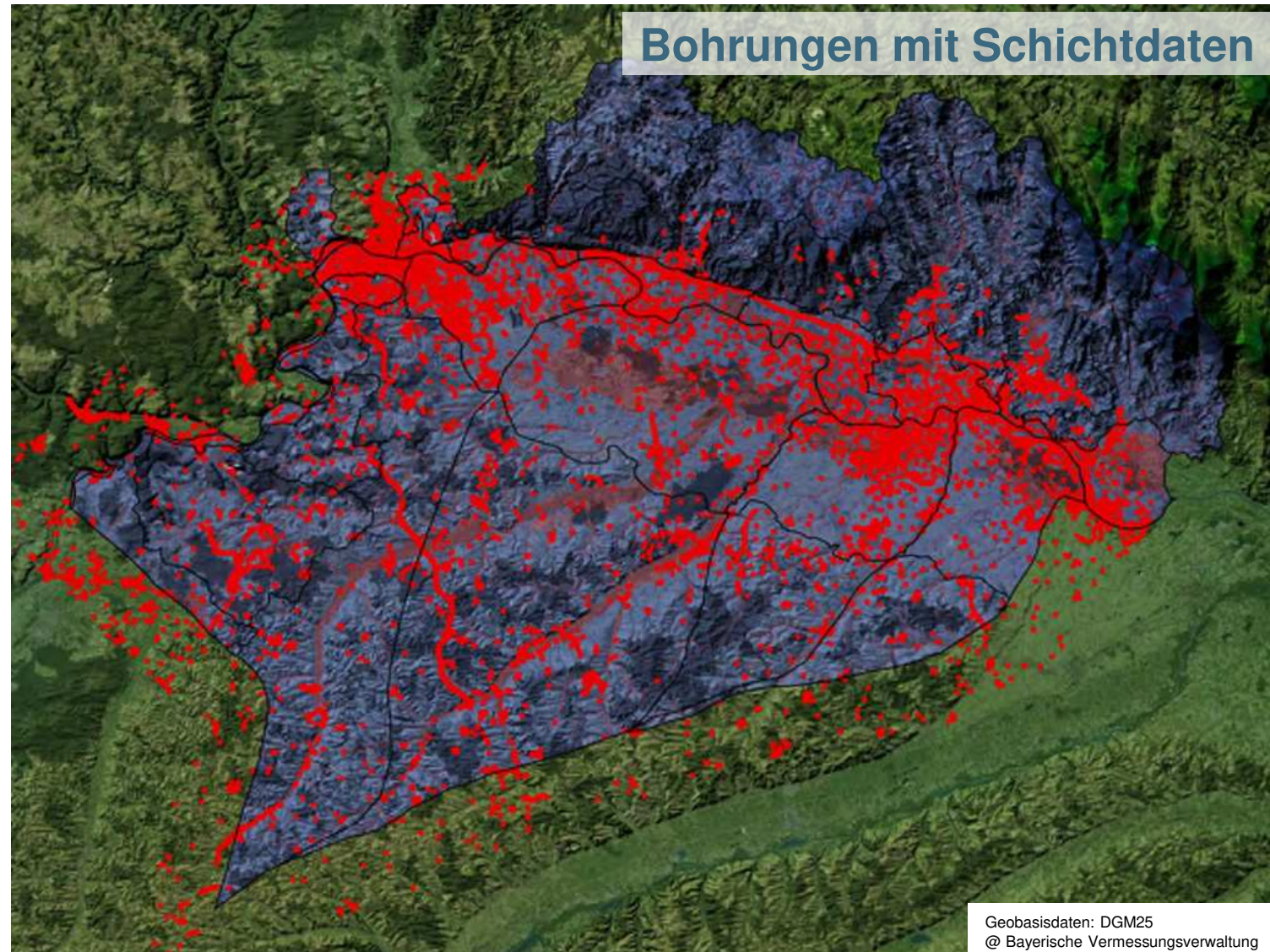


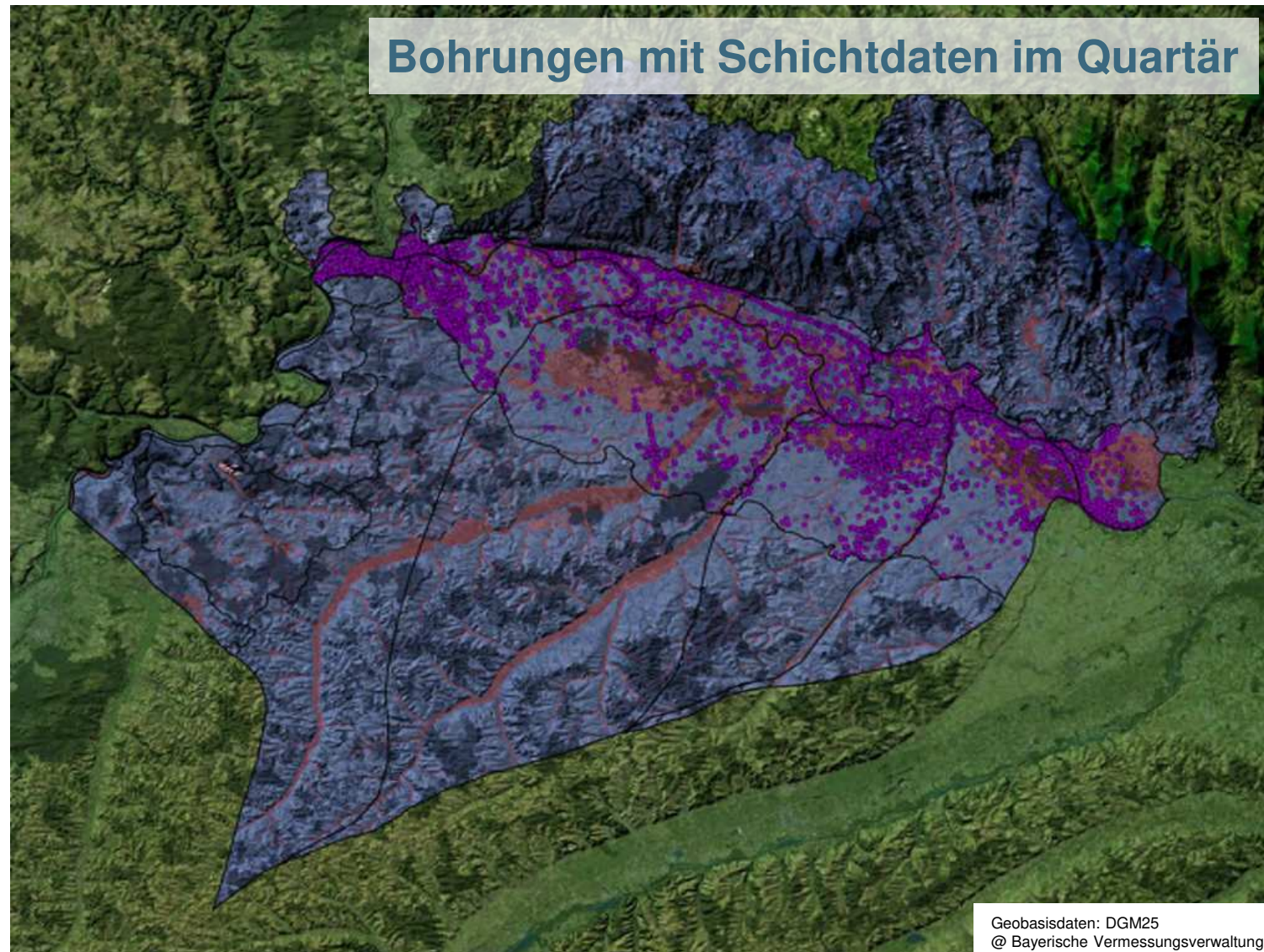
Geobasisdaten: DGM25
@ Bayerische Vermessungsverwaltung

Anpassung Flurabstand im Quartär



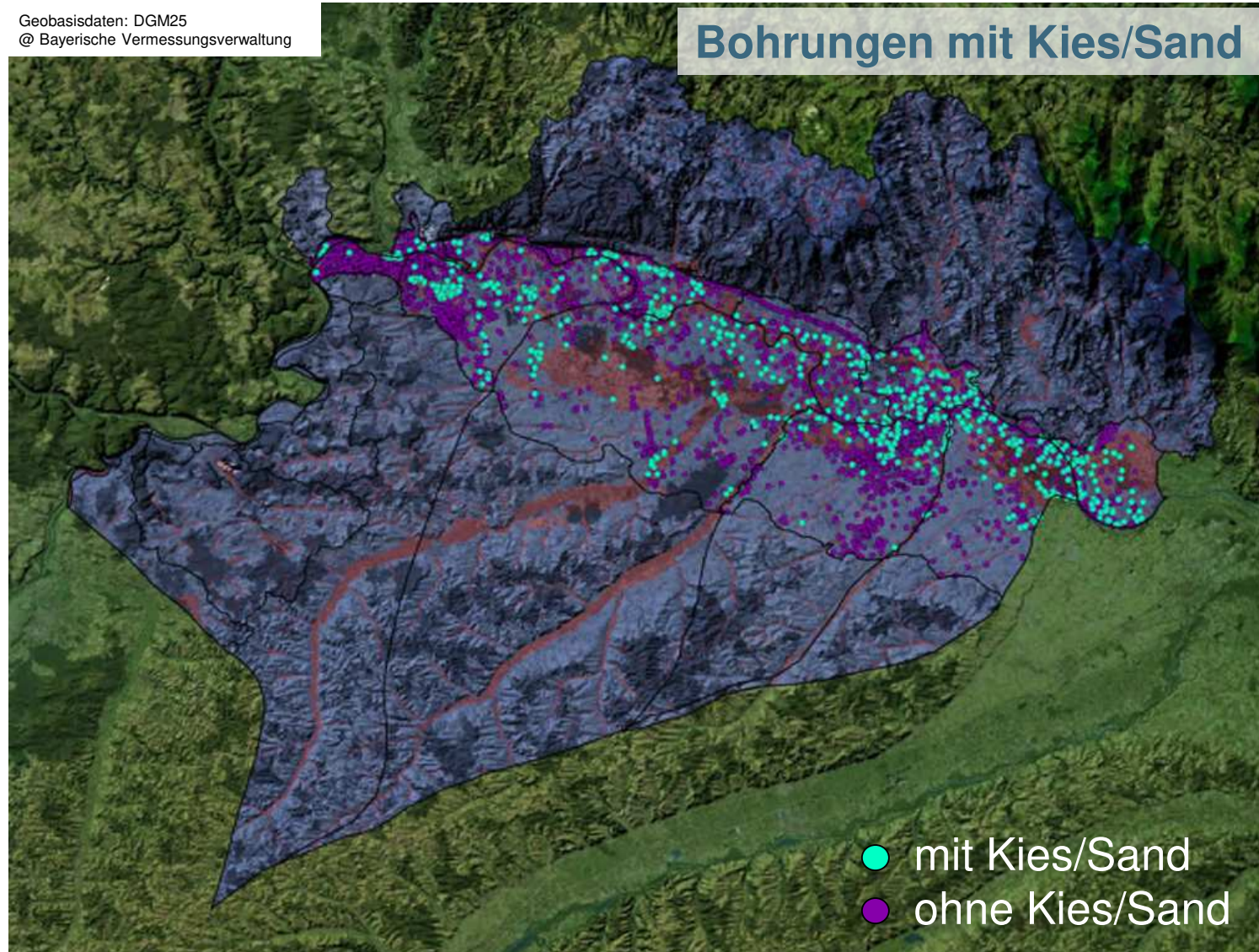






Geobasisdaten: DGM25
@ Bayerische Vermessungsverwaltung

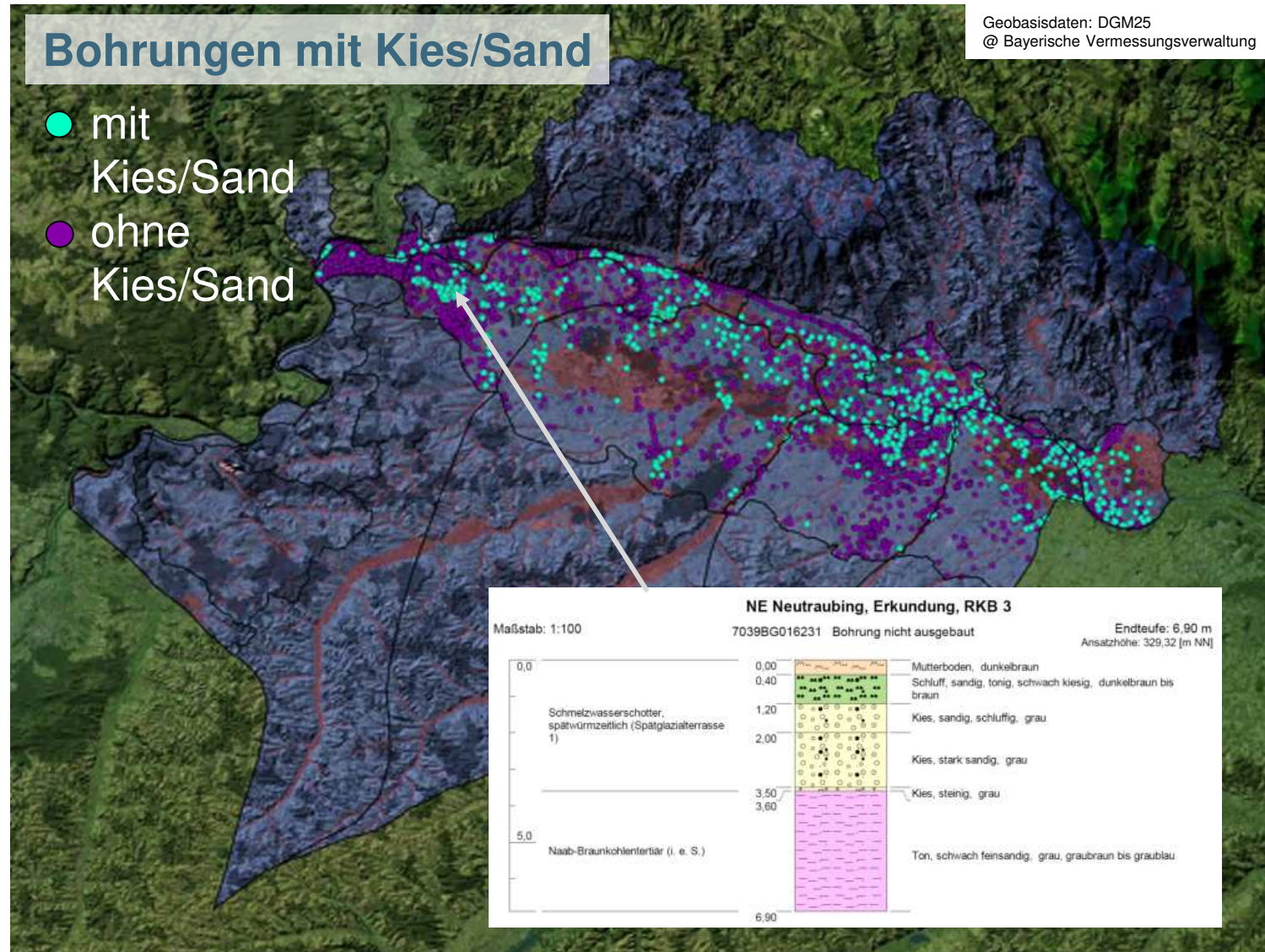
Bohrungen mit Kies/Sand



Bohrungen mit Kies/Sand

- mit
Kies/Sand
- ohne
Kies/Sand

Geobasisdaten: DGM25
@ Bayerische Vermessungsverwaltung

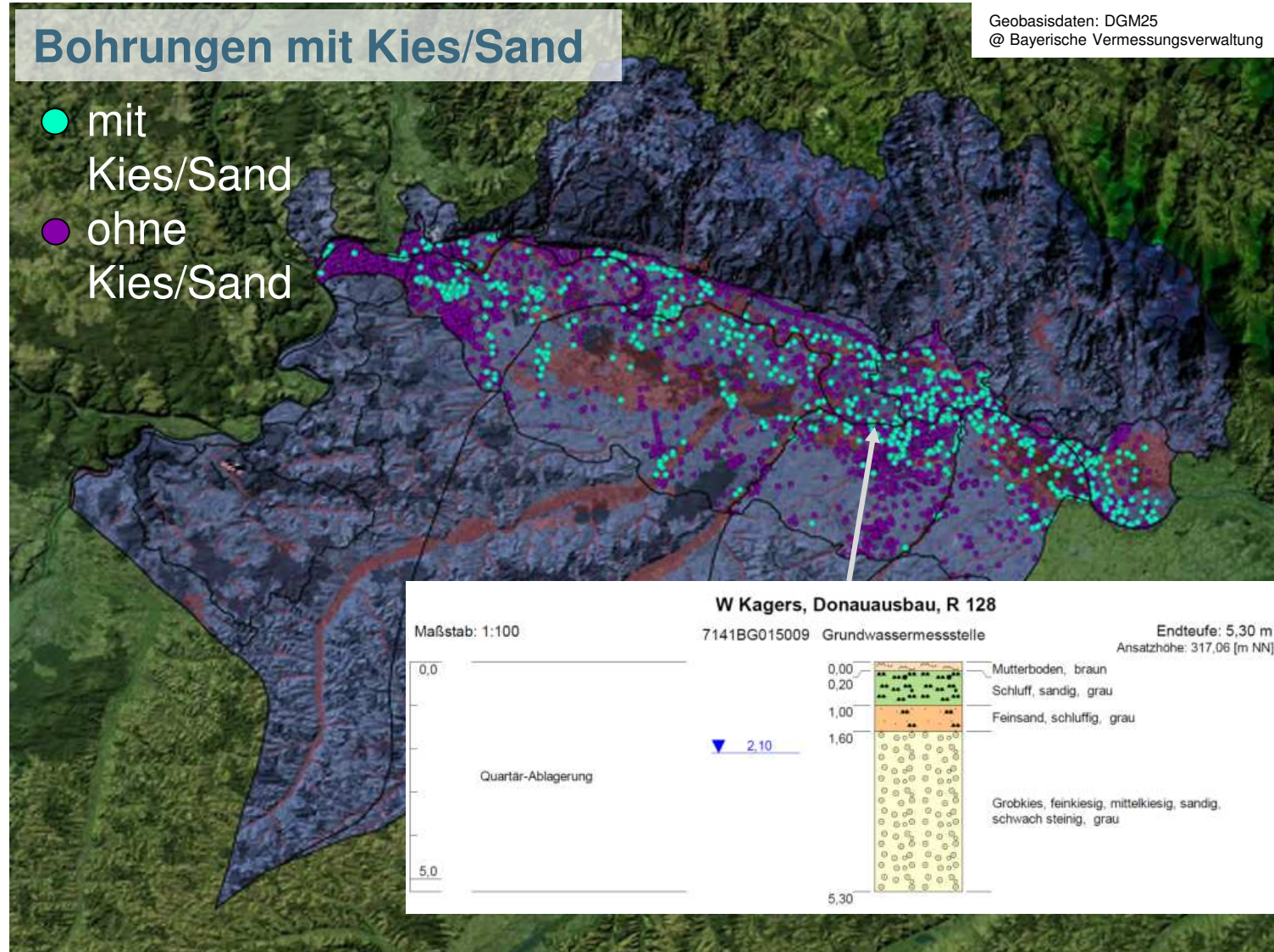




Bohrungen mit Kies/Sand

- mit
Kies/Sand
- ohne
Kies/Sand

Geobasisdaten: DGM25
@ Bayerische Vermessungsverwaltung



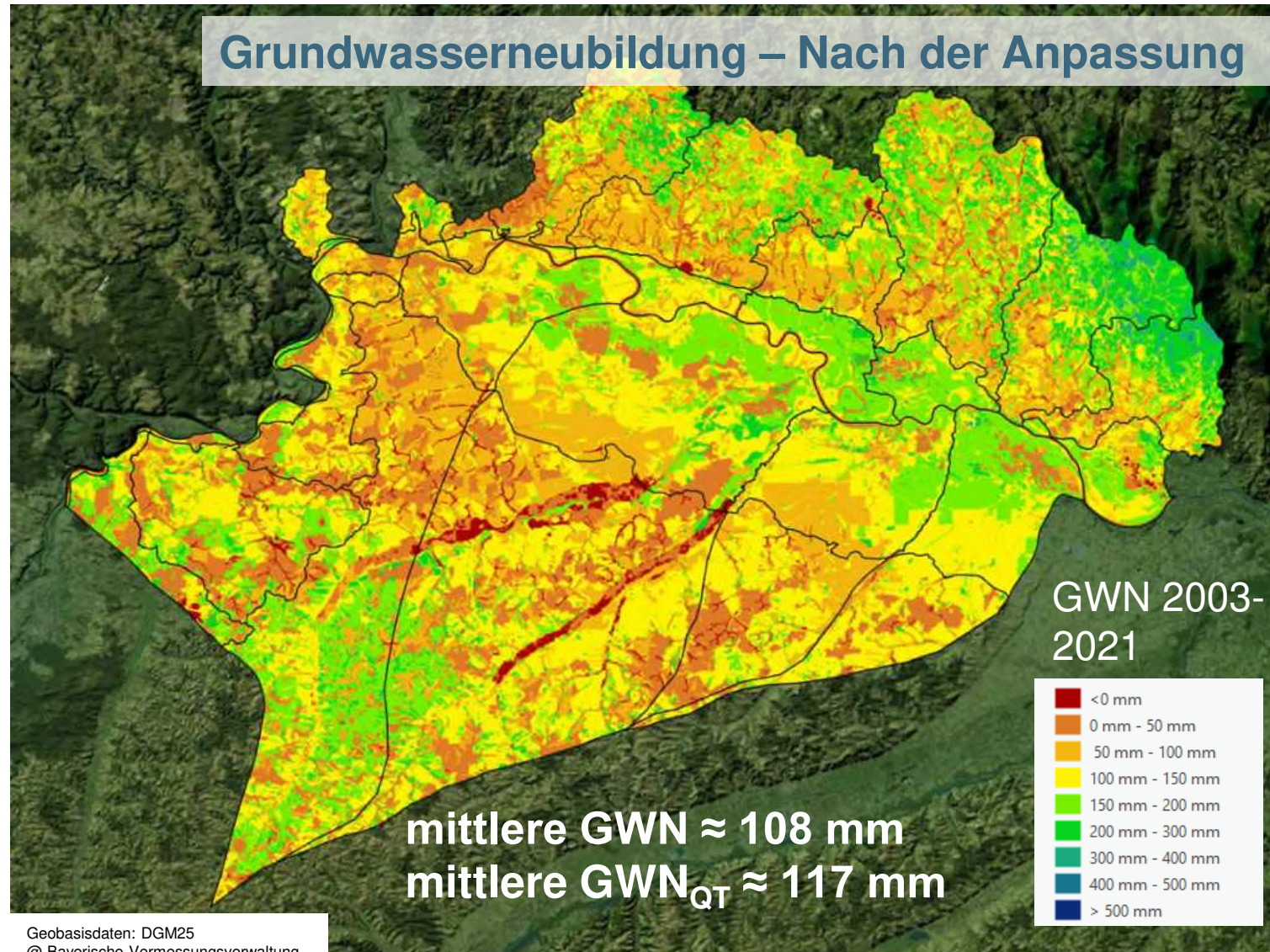
**Grundfläche mit Potenzial für Kapillarer Aufstieg
(Angepasst)**

**Ergebnis: Reduzierung der betroffenen Flächen
im Quartär von 32% auf 4%**

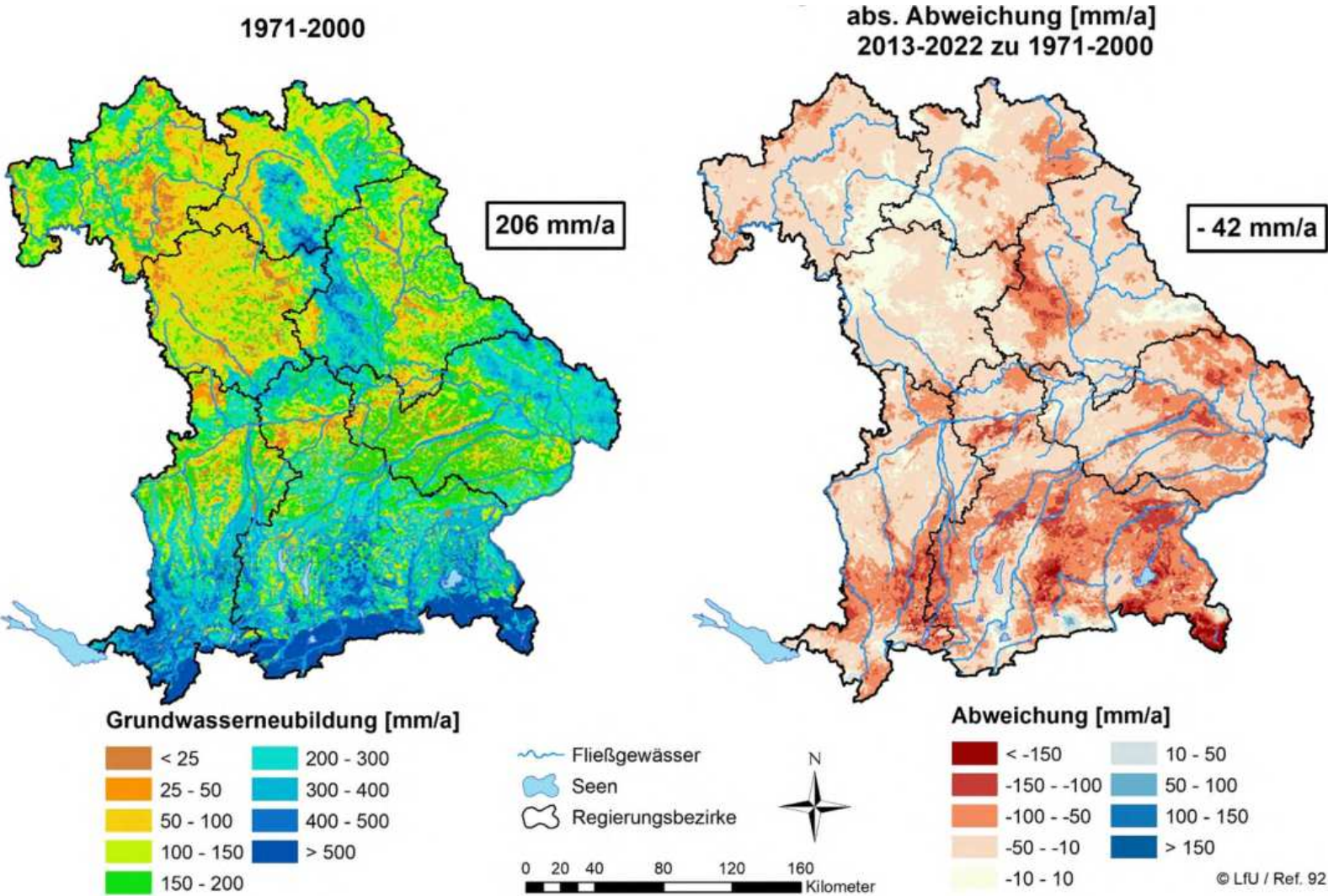
Geobasisdaten: DGM25
@ Bayerische Vermessungsverwaltung



Grundwasserneubildung – Nach der Anpassung



2013 bis 2022 – Grundwasserneubildung aus Niederschlag

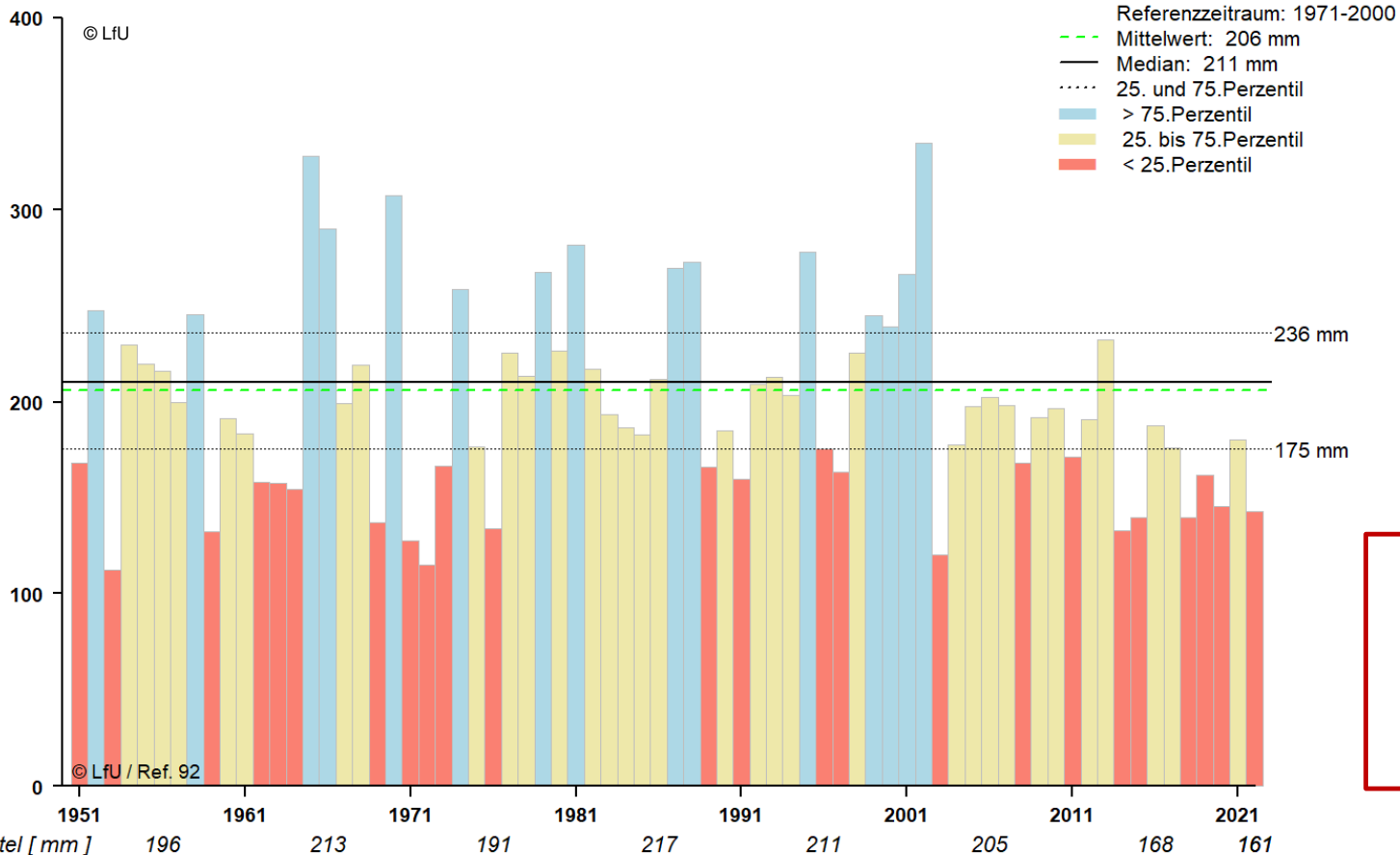


Regierungs- bezirk	Defizit (mm/a)	Defizit (%)
Unterfr.	-27	-23
Mittelfr.	-20	-18
Oberfr.	-30	-19
Oberpfalz	-36	-21
Niederbay.	-49	-26
Oberbay.	-62	-20
Schwaben	-48	-18
Nordbayern	-32	-20
Südbayern	-56	-21



Langfristige Entwicklung – Grundwasserneubildung aus Niederschlag

Grundwasserneubildung [mm]
Bayern, Kalenderjahr



Grundwasserneubildung

2013-2022: -21 %

(gegenüber 1971-2000)

2014: -36 %

2015: -32 %

2018: -32 %

2020: -30 %

2022: -31 %

Gesamtdefizit

In 10 Jahren: rd. 430 Liter/m² !

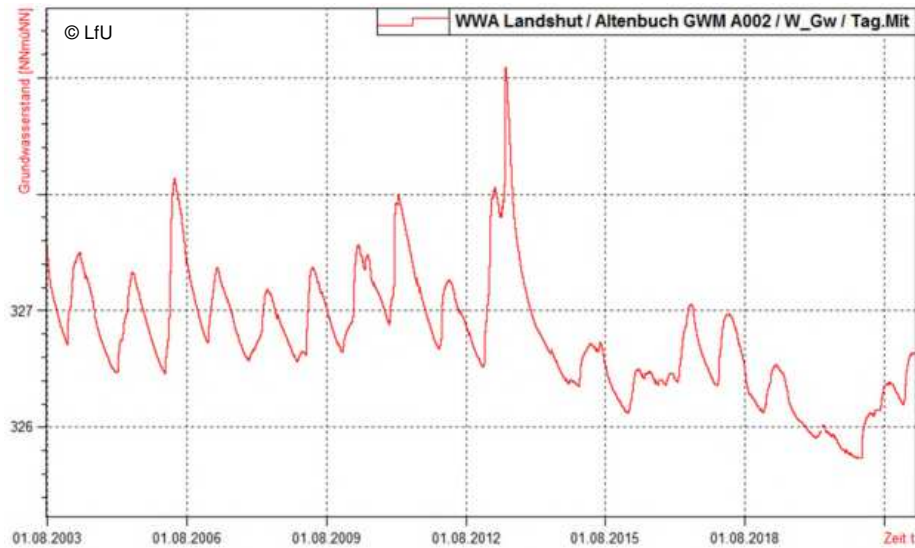
In 20 Jahren: rd. 700 Liter/m² !

Datenquelle: Berechnung mit dem Modell GWN-BW auf Grundlage der REGNIE (bis 2021) und HYRAS Daten (DWD), der CORINE 2000 Landnutzung und der BÜK1000



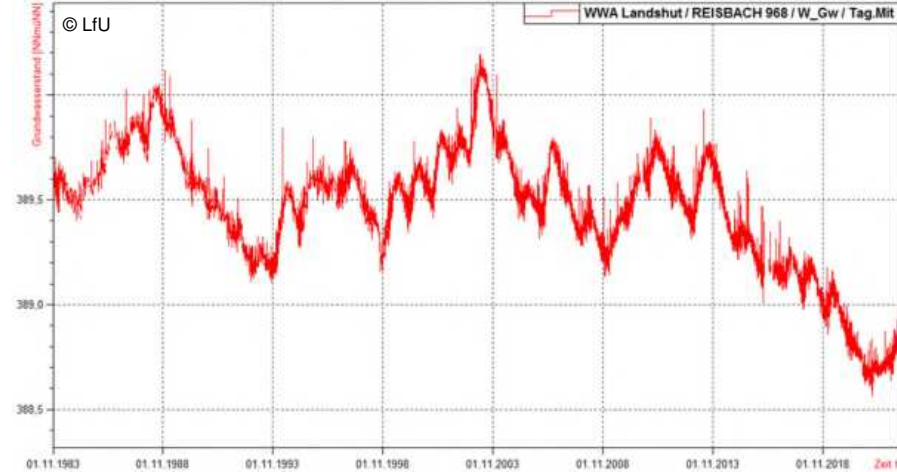
Grundwasserganglinien – Analyse

Nördliches Unteres Isartal (Quartär)

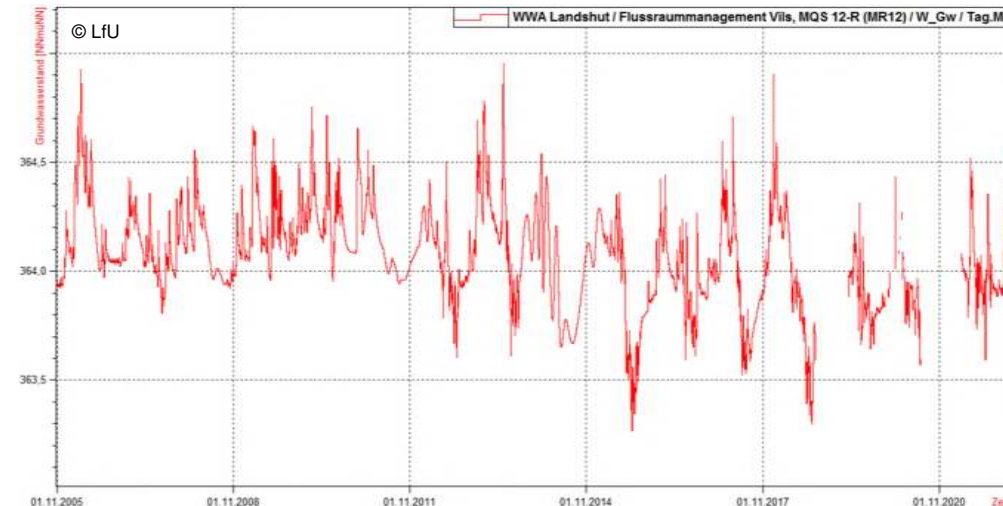


Entwicklung der Grundwasserneubildung aus
Niederschlag u. a. in Messungen erkennbar.

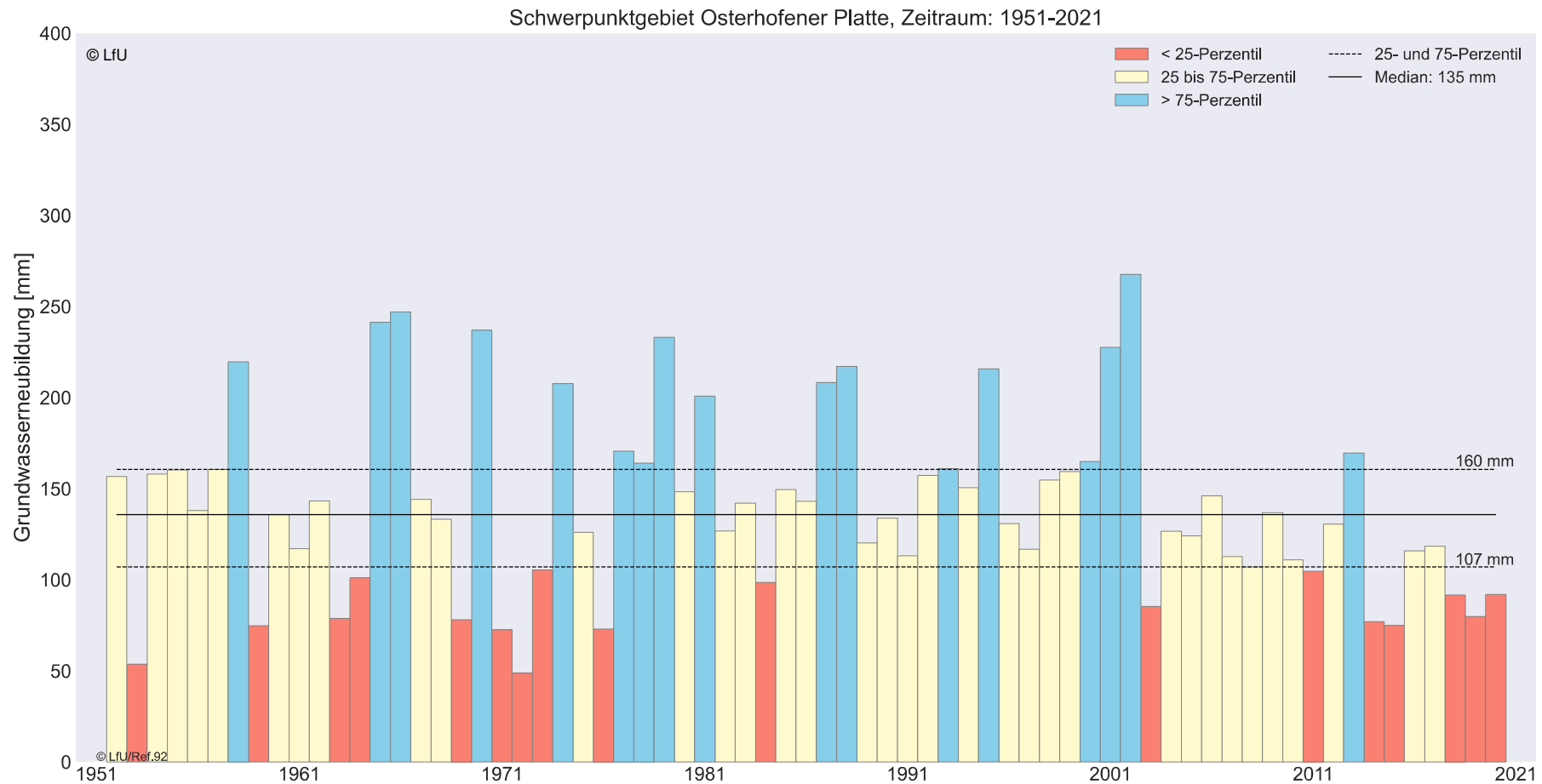
Tertiärgrundwasserleiter



Westliches Vilstal (Quartär)



Langfristige Entwicklung – Schwerpunktgebiet Osterhofener Platte



Weitere Informationen

<https://www.lfu.bayern.de/wasser/bewaesserung>

<https://www.lfu.bayern.de/wasser/grundwasserneubildung>

<https://www.kliwa.de/grundwasser-wasserhaushalt.htm>

www.alb-bayern.de/FGbef2024