

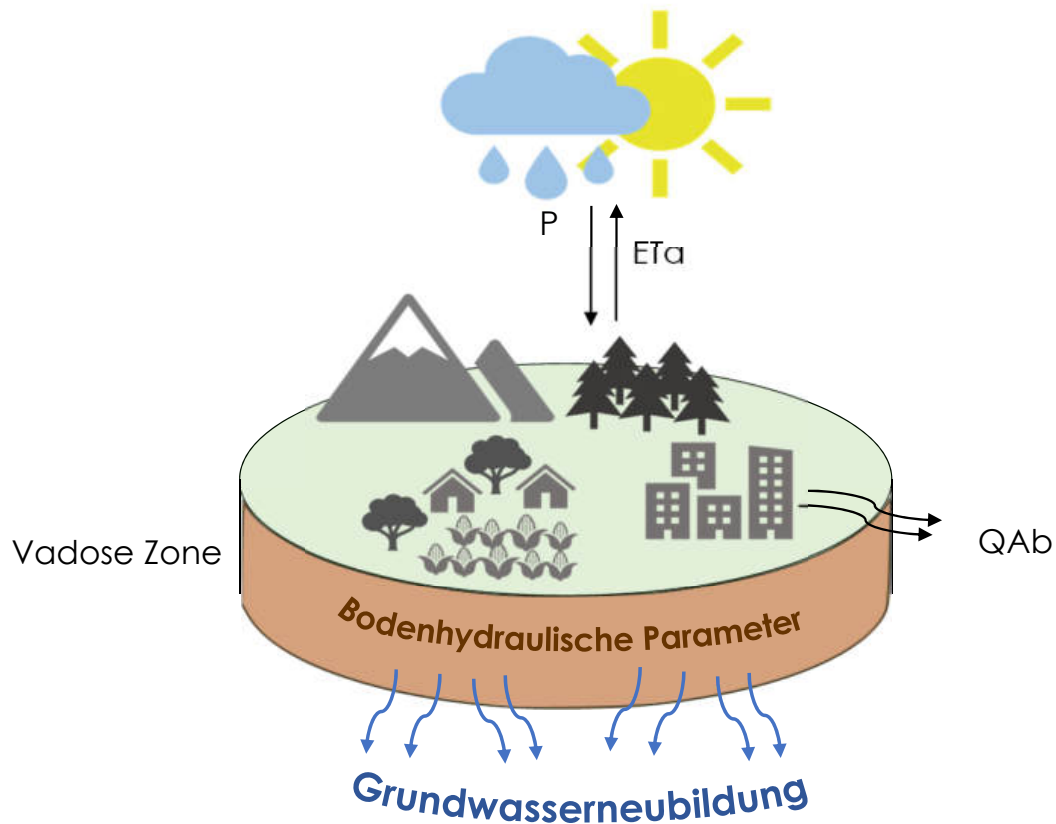


Saisonalitäten der Grundwasserneubildung in Österreich

Hanna Zeifogel, Mathew Herrnegger & Karsten Schulz
hanna.zeitfogel@boku.ac.at

Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft (HyWa)
Universität für Bodenkultur (BOKU)

EINLEITUNG & ZIELSETZUNG



- Ermittlung der aktuellen (räumlich verteilten) **Grundwasserneubildung** in **Österreich** (WMO reference period 1991-2020)
- Räumlich konsistente Darstellung der WB-Komponenten

DATENGRUNDLAGE & METHODIK

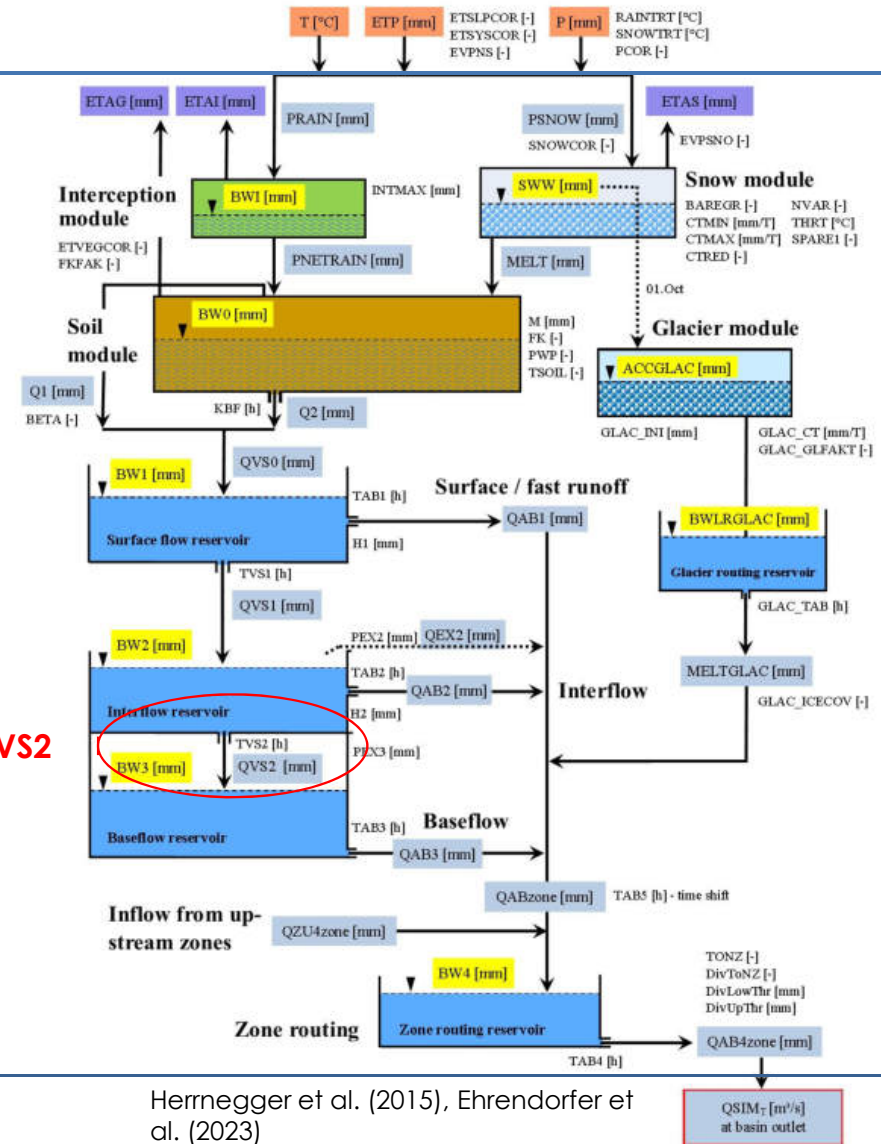
Datenbasis:

- Abflusszeitreihen 1981-2020 (eHYD, LamaH-CE)
- Niederschlag, Temperatur (Spartacus)
- DGM, Landnutzung
- **Bodenkarten**
- Institutsinterne Datensätze (Modellkonstante, Schmelzparameter)

Methodik:

- Hydrolog. Modell COSERO
- 2-stufige Optimierung (Pegelabfluss & Basisabfluss (Laaha&Koffler, 2022))

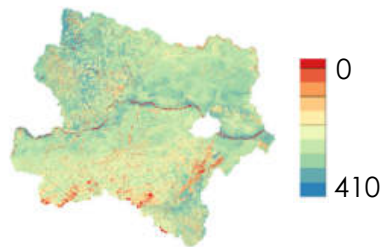
GW-Neubildung: QVS2



MODELLPARAMETER - BODEN

HYDROBOD

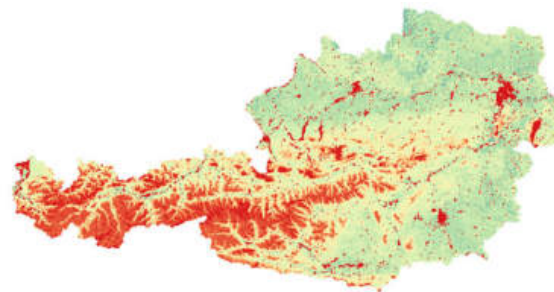
Bodenspeicher (mm)



XGBoost

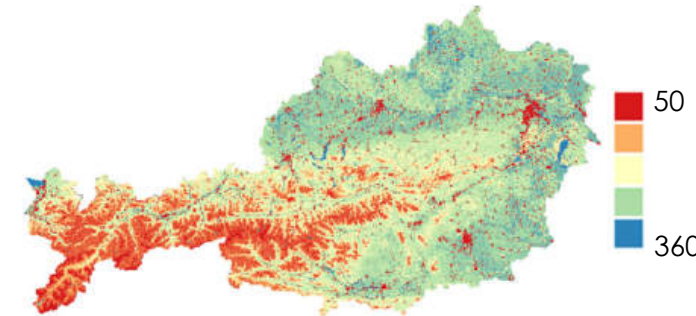


REGIONALISIERUNG

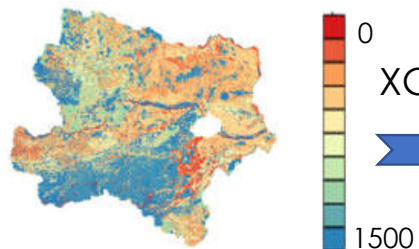


MODELL PARAMETER

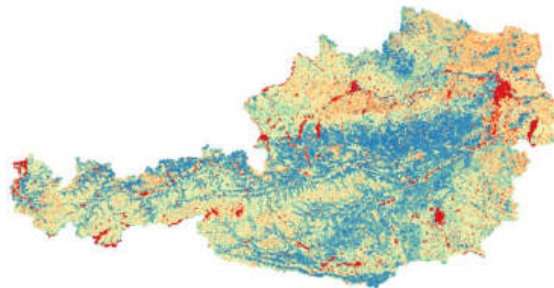
M (mm)



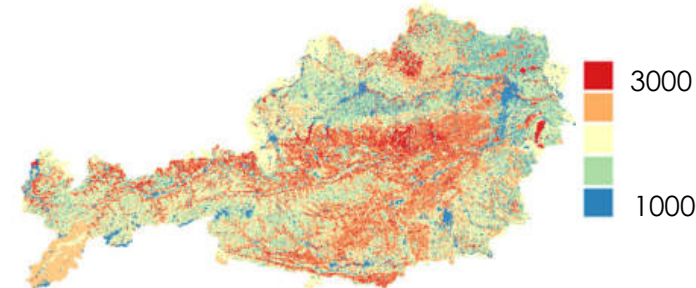
Gesättigte hydraulische
Leitfähigkeit (mm/d)



XGBoost



KBF (h)

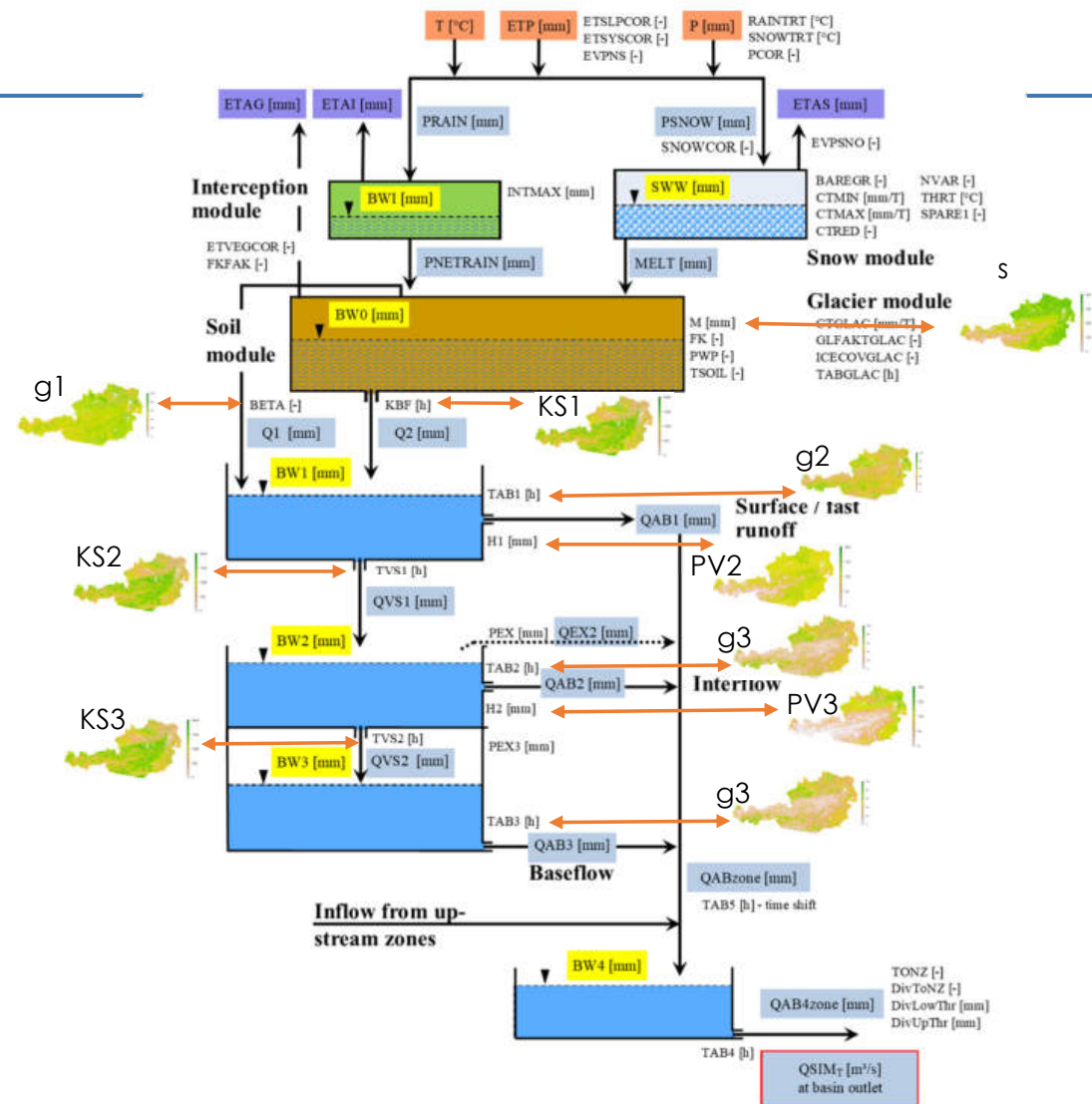


Methodik publiziert in *Zeitfogel et al. 2022*

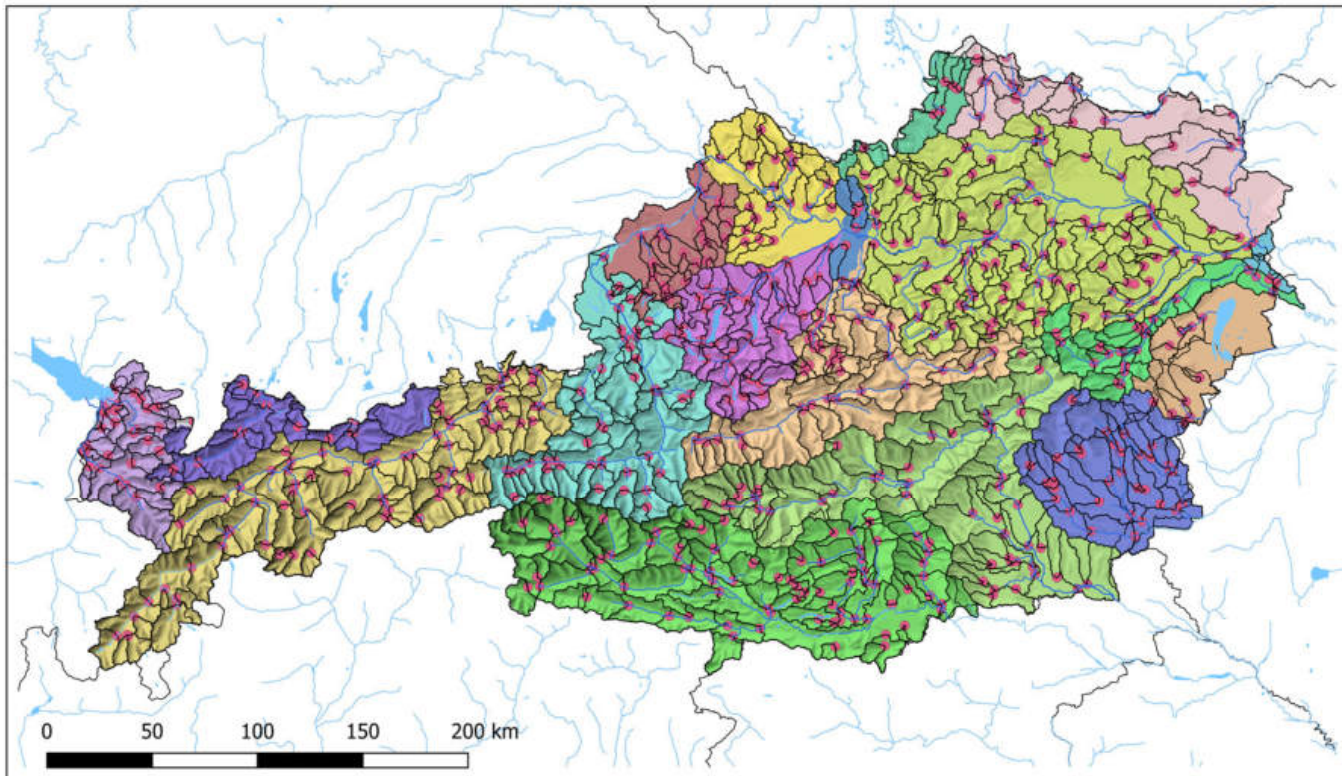
Parametrisierung nach Schulz et. al. (2020)

MODELL PARAMETER

- Räumlich verteilte bodenhydraulische Parameter



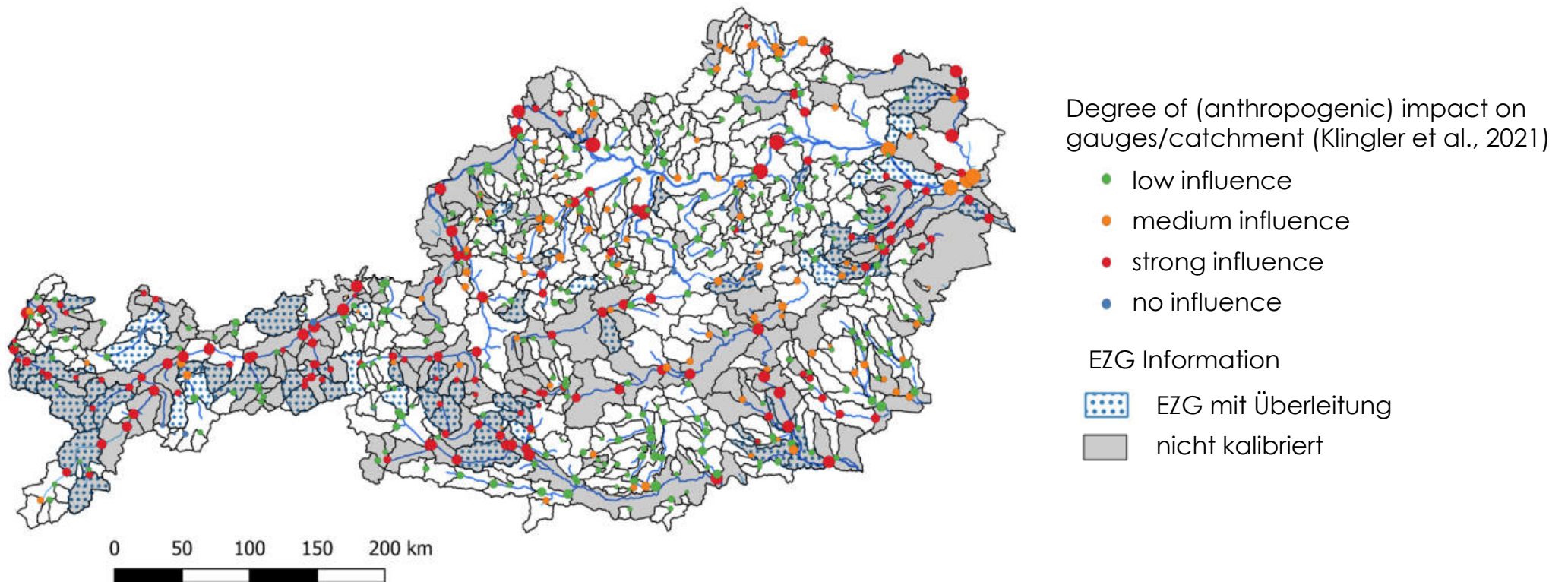
HYDROLOGISCHES MODELL



□ Einzugsgebietsgrenzen	■ Donaugebiet zwischen March und Leitha	■ Leithagebiet	■ Rheingebiet
● Pegel	■ Donaugebiet zwischen Traun und Enns	■ Marchgebiet	■ Salzachgebiet
Einzugsgebiete (digHAO)			
■ Donaugebiet oberhalb des Inns	■ Draugebiet	■ Moldaugebiet	■ Traungebiet
■ Donaugebiet zwischen Enns und March	■ Ennsgebiet	■ Murgebiet	— Landesgrenzen
■ Donaugebiet zwischen Inn und Traun	■ Inngebiet oberhalb der Salzach	■ Raabgebiet	
	■ Inngebiet unterhalb der Salzach	■ Rabnitzgebiet	

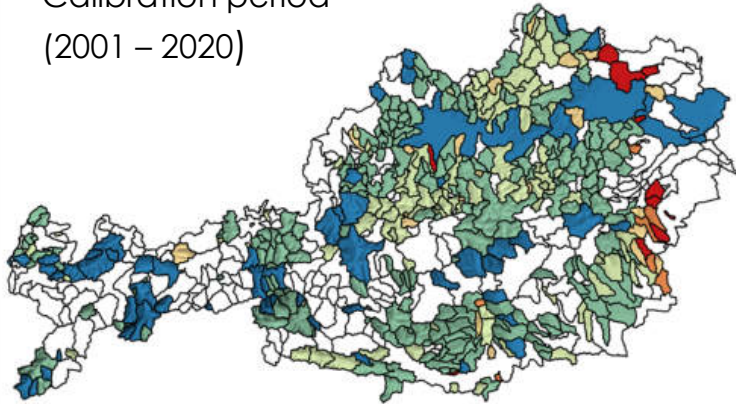
- 630 Einzugsgebiete (608 Beobachtungspegel - digHAO, Klingler et al, 2021)
- Auflösung: monatlich, 1 x 1 km²
- Integration von 70 Überleitungen (Kraftwerk, Trinkwasserentnahme...)

ANTHROPOGEN BEEINFLUSSTE PEGELMESSUNGEN

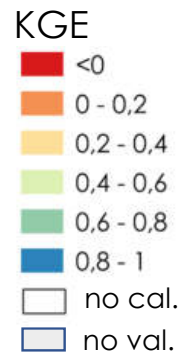
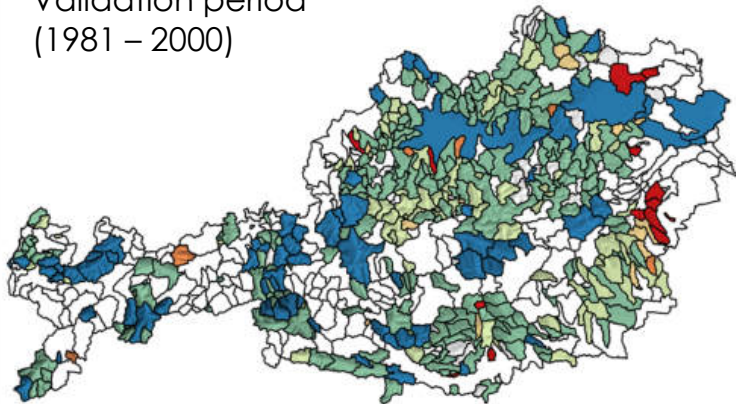


ERGEBNISSE – KLING-GUPTA-EFFICIENCY (KGE)

Calibration period
(2001 – 2020)

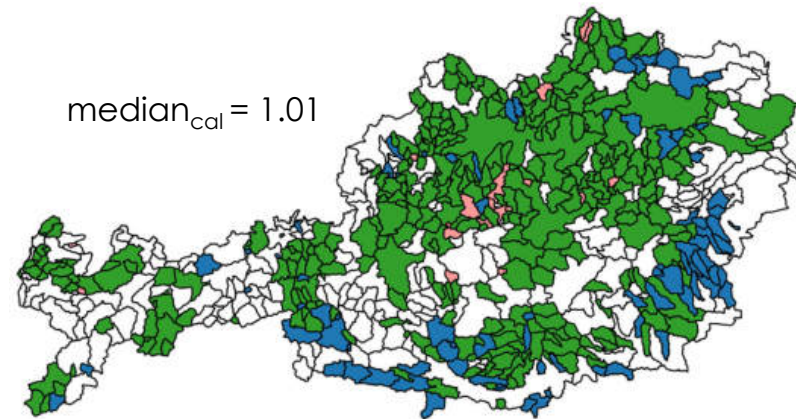


Validation period
(1981 – 2000)



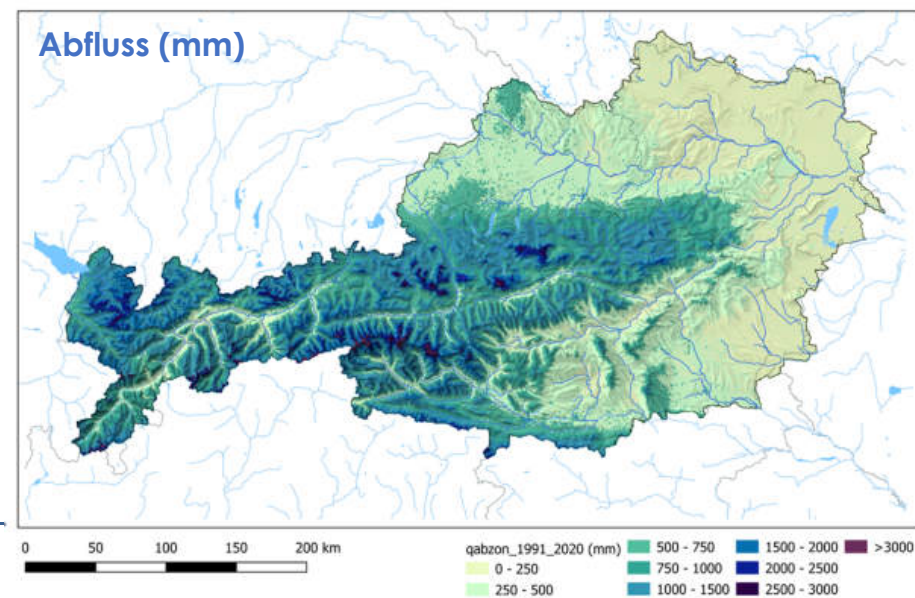
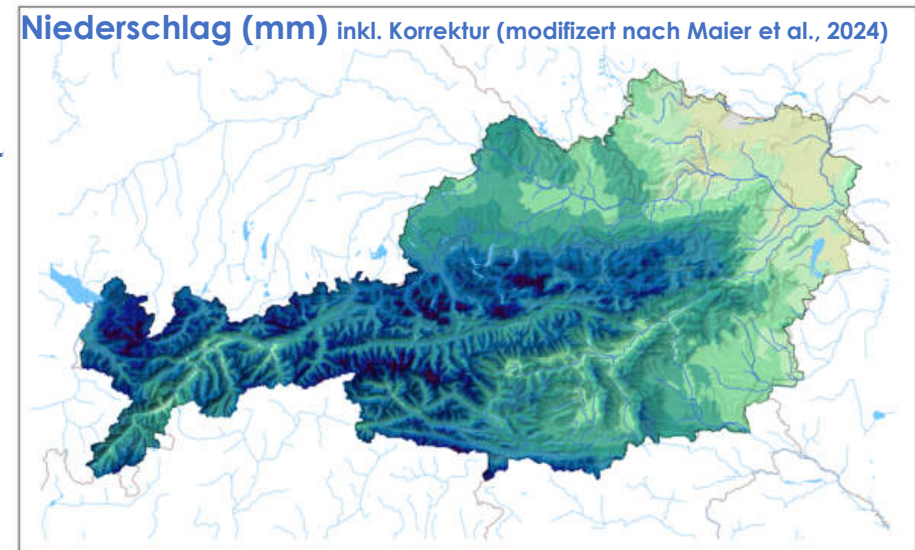
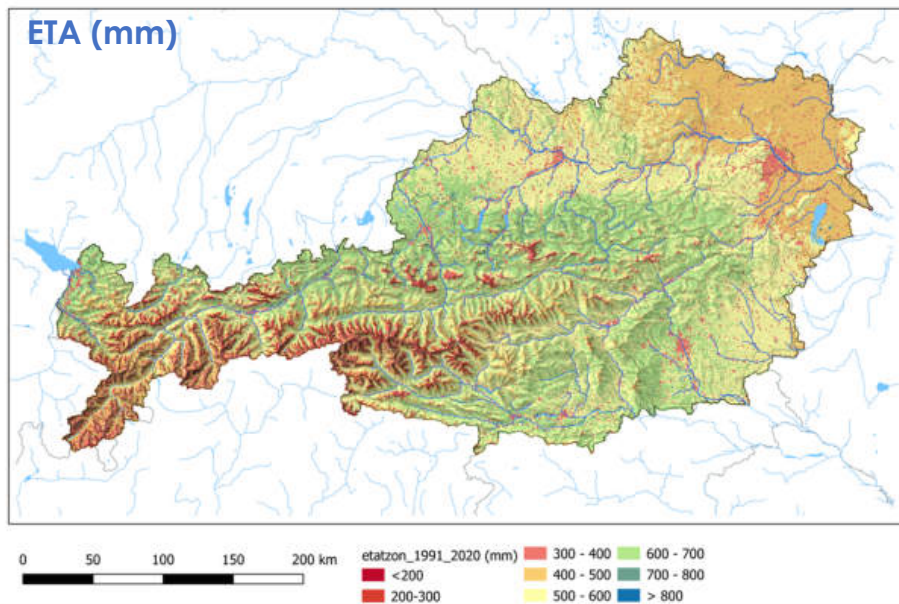
KGE	median _{calibr.}	median _{val.}
1. Optimierung ($Q_{\text{Pegelabfluss}}$)	0.70	0.70
2. Optimierung ($Q_{\text{Basisabfluss}}$)	0.68	0.67

median_{cal} = 1.01



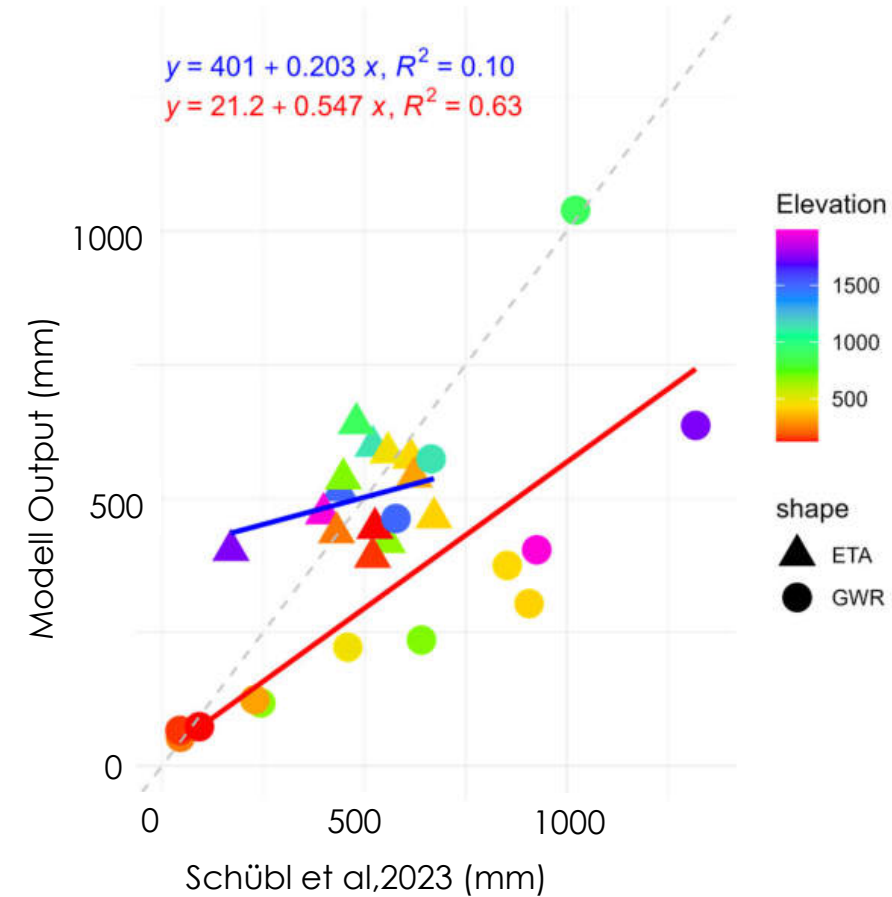
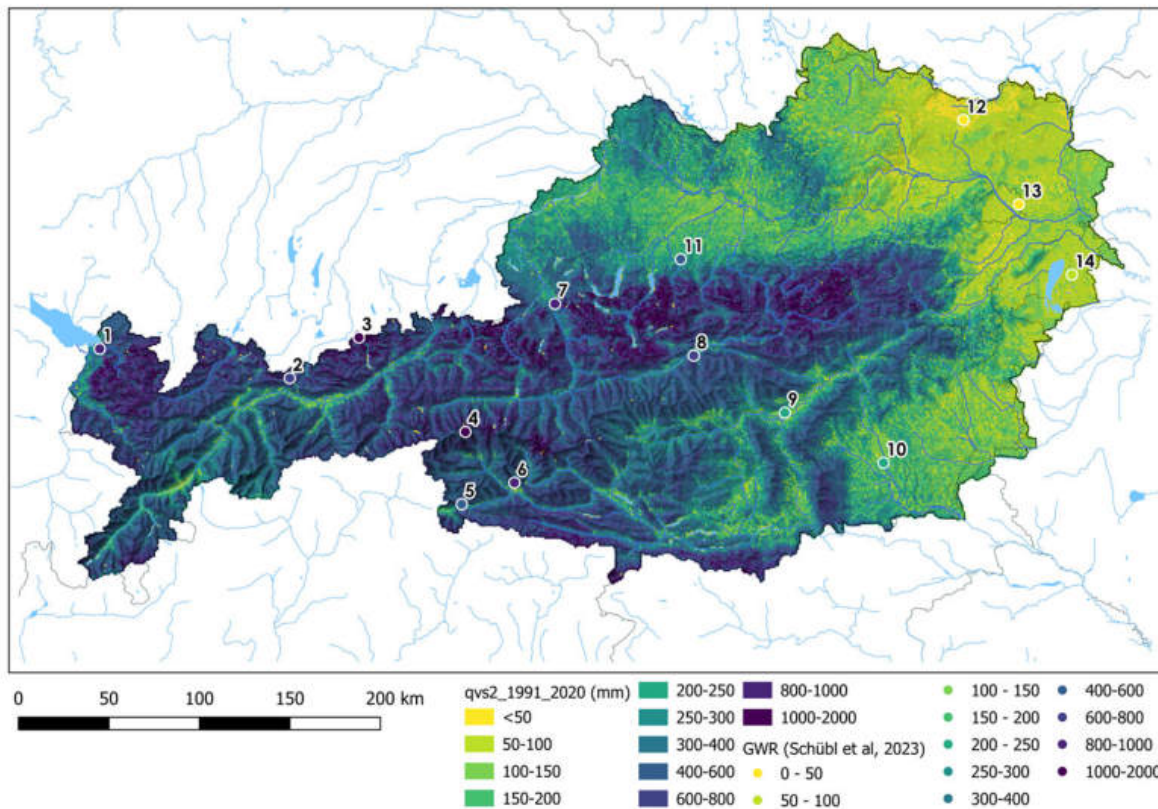
ERGEBNISSE – WASSERBILANZ (1991-2020)

	mean
Niederschlag (mm/a)	1193
Abfluss (mm/a)	657
ETA (mm/a)	536



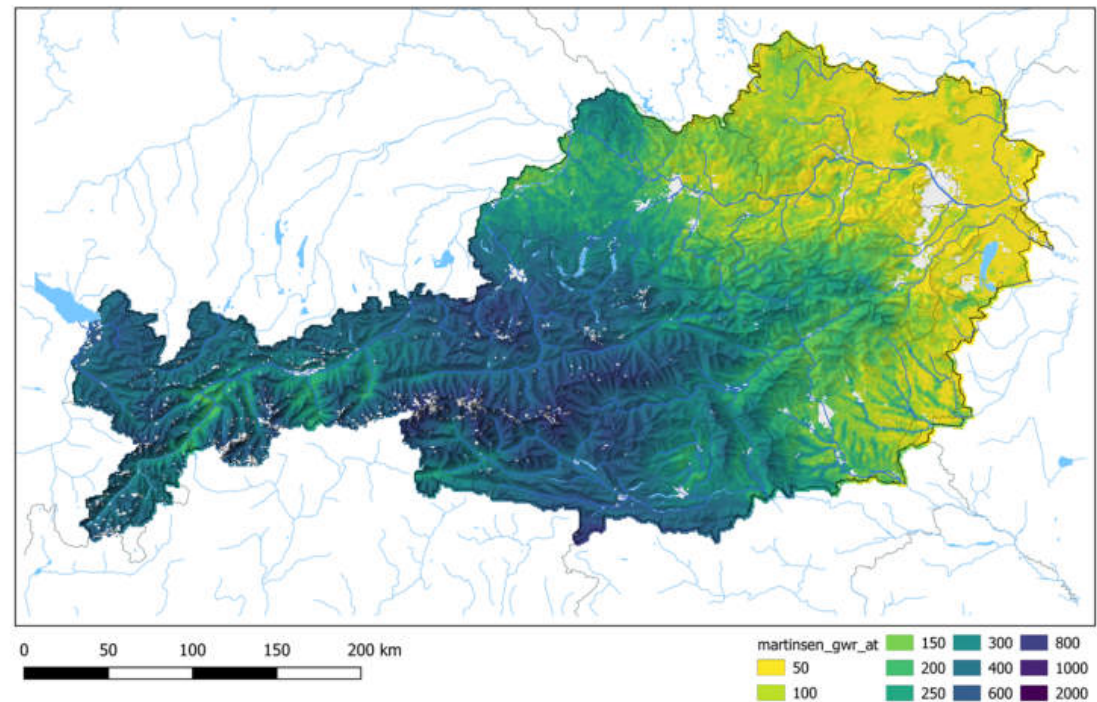
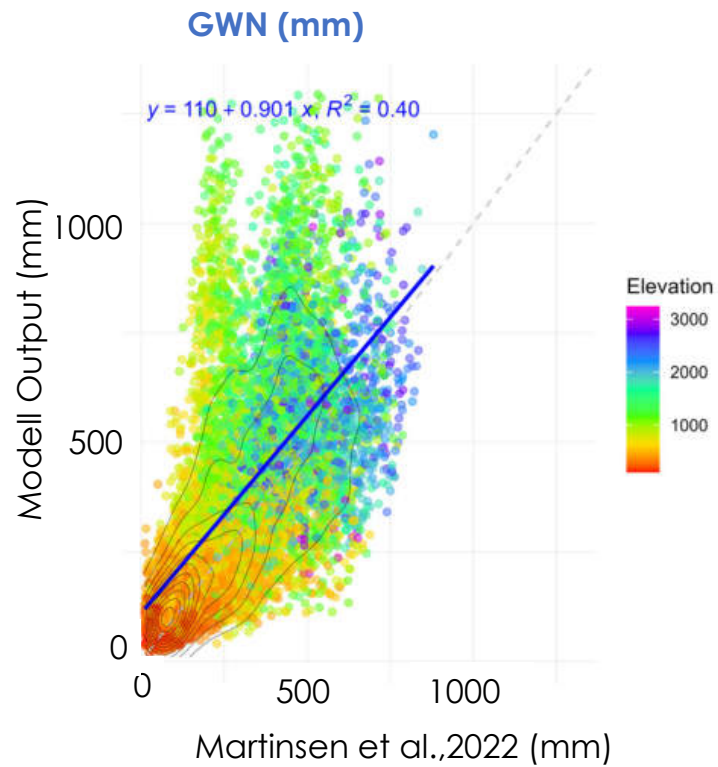
LANGJÄHRIGE GRUNDWASSERNEUBILDUNG (1991–2000)

	min	median	mean	max
GWN (mm)	0	310	374	1781

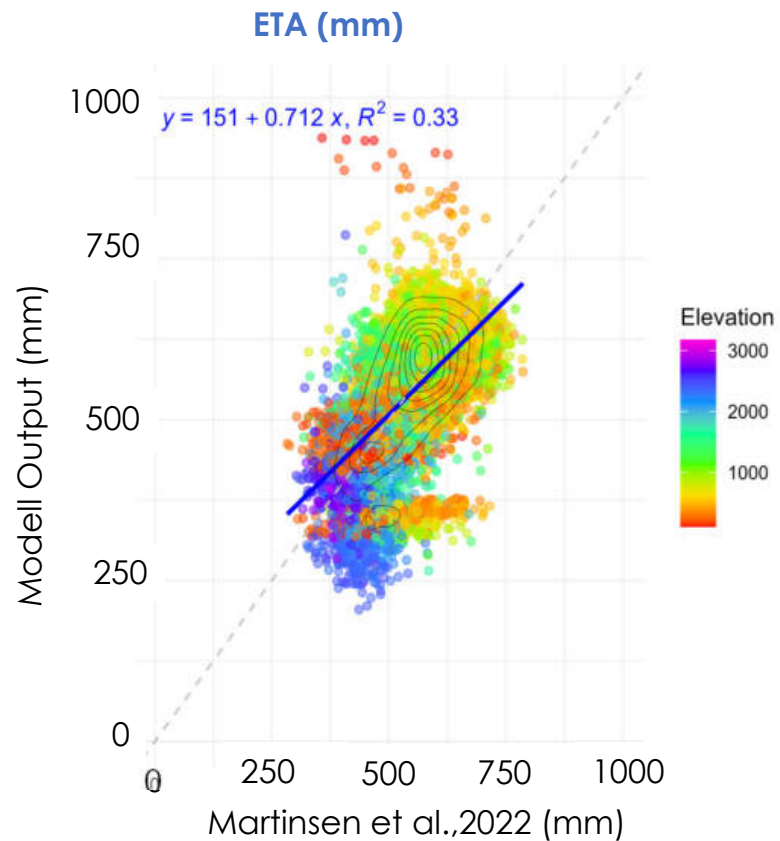


MARTINSEN ET AL. (2022) – PAN-EUROPEAN GWR & ETA MAPS

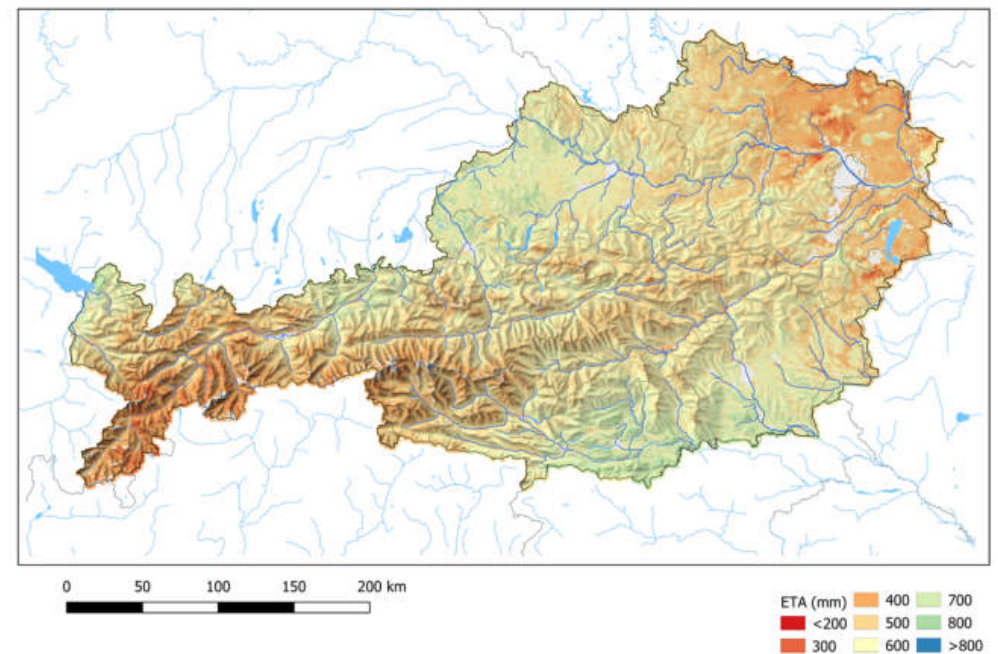
1981-2010	min	median	mean	max
GWN (mm)	0	271	296	886



MARTINSEN ET AL. (2022) – PAN-EUROPEAN GWR & ETA MAPS

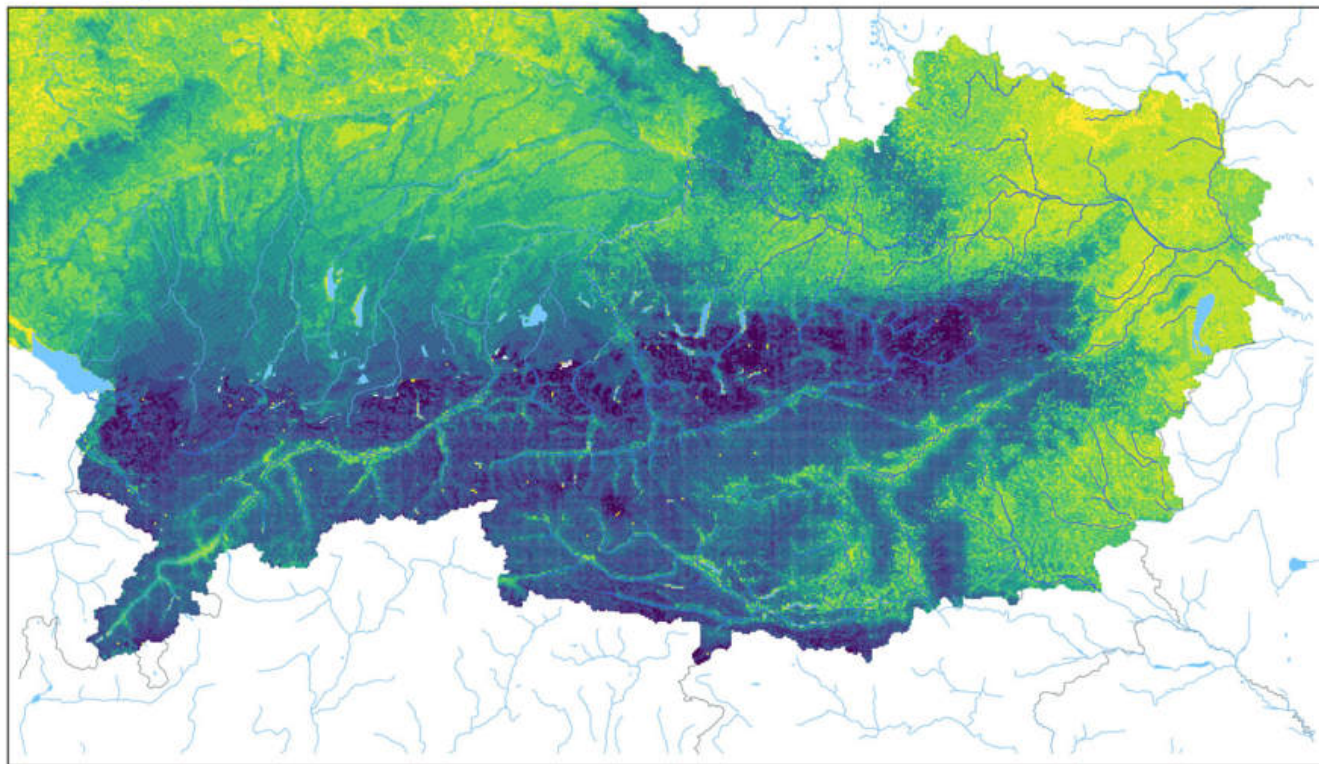


	ETA_COSERO (mm)	ETA_Martinsen (mm)
min	127	273
median	558	551
mean	536	543
max	943	840



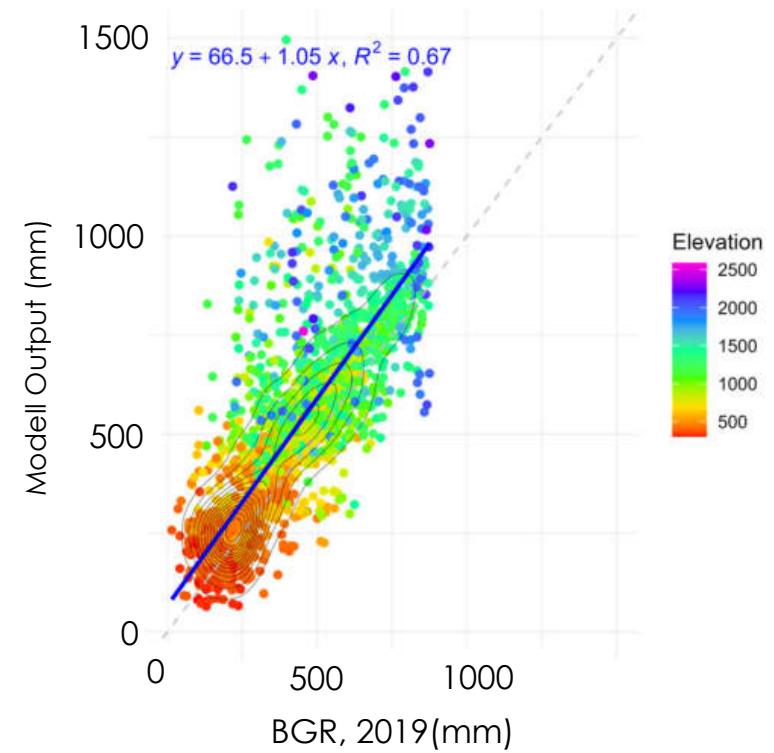
LANGJÄHRIGE GRUNDWASSERNEUBILDUNG DEUTSCHLAND (1961-1990)

BGR (2019)

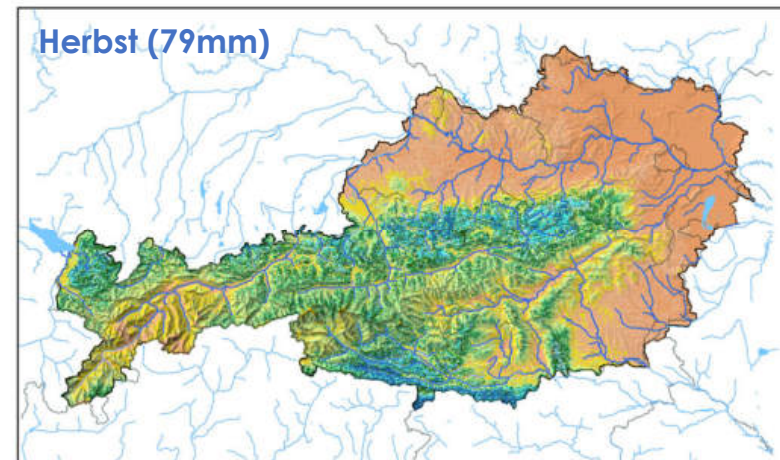
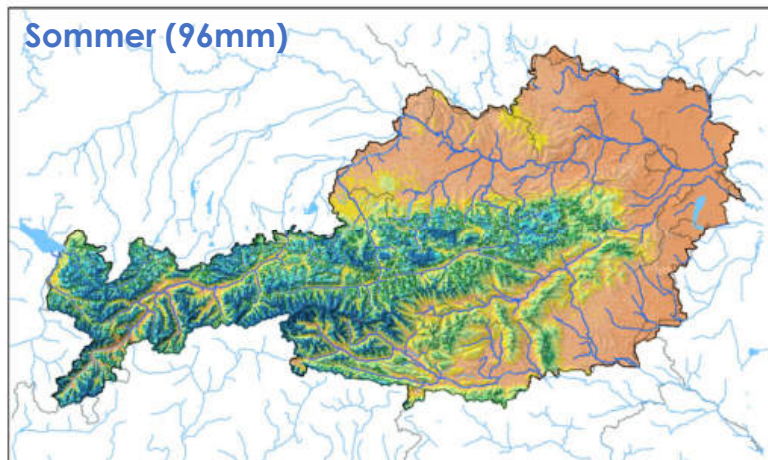
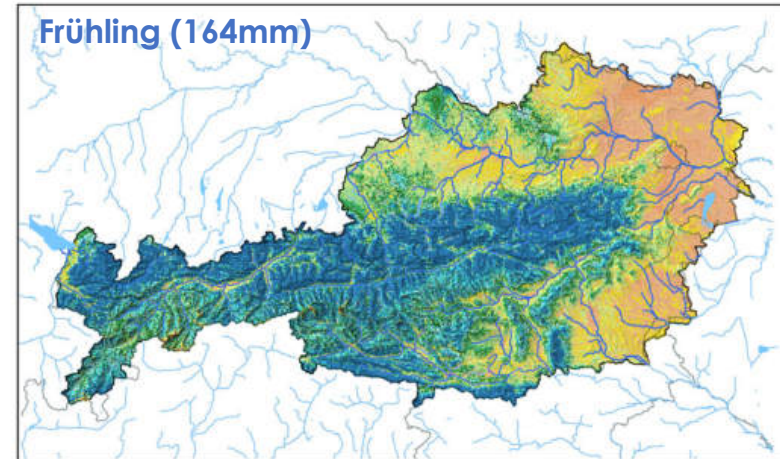
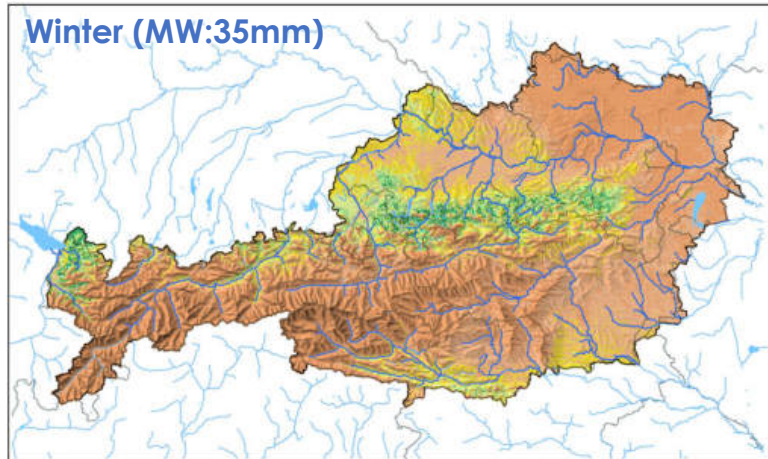


0 50 100 150 200 km

qvs2_1991_2020 (mm)	100-150	250-300	600-800
<50	150-200	300-400	800-1000
50-100	200-250	400-600	1000-2000



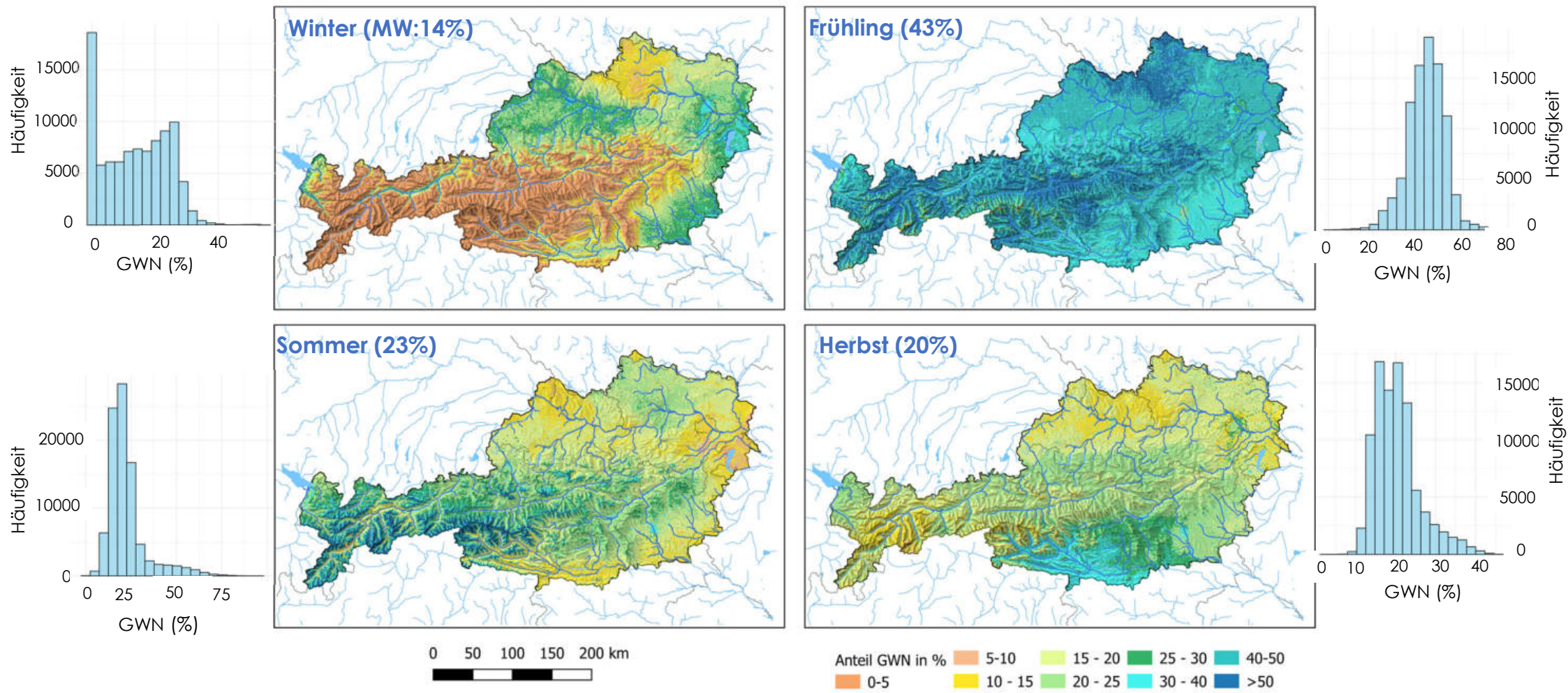
SAISONALE GRUNDWASSERNEUBILDUNG (1991-2020)



0 50 100 150 200 km



SAISONALE GRUNDWASSERNEUBILDUNG (1991-2020)



ZUSAMMENFASSUNG & AUSBLICK

- Hydrologisches Modell mit raum-zeitlich konsistenten und verteilten Modellparametern für Österreich in 1x1 km² Auflösung implementiert
 - **Plausible** Größenordnungen & räumliche Verteilung für **Wasserbilanzgrößen** (Niederschlag, aktuelle Evapotranspiration und Abfluss)
 - **Unsicherheiten** betreffend Niederschlag und aktuelle Evapotranspiration
 - **Grundwasserneubildung** im Vergleich mit Punktdaten (Skalenproblematik!) und unabh. publizierter Daten **plausibel**
 - Für Österreich ergibt sich im Mittel für den Zeitraum 1991-2020 folgende Wasserbilanz: **1193 mm Niederschlag, 536 mm aktuelle Verdunstung** und **657 mm Abfluss**. Die **Grundwasserneubildung** beträgt im Mittel **374 mm** pro Jahr.
 - Saisonale Trends zeigen höchste Grundwasserneubildungsraten im Frühjahr, wobei eine Abhängigkeit der Grundwasserneubildung von der Höhe besteht; Überlagert werden diese Trends fallweise durch lokale hydroklimatische Bedingungen (z.B. Kärnten)
- Ausblick: Analyse von Änderungen in raumzeitlichen Trends aufgrund des **Klimawandels**

LITERATUR

BGR (2019): Mittlere jährliche Grundwasserneubildung von Deutschland 1:1.000.000 (GWN1000). Digital map data v1 Hannover.

Herrnegger M., Senoner T., Klotz D., Wesemann J., Nachtnebel H.P. and Schulz K., 2015. „Rainfall-Runoff-Model COSERO“. Handbook 2015.2. University of Natural Resources and Life Sciences. Vienna.

Hiebl, J., Frei, C., 2016. Daily temperature grids for Austria since 1961—concept, creation and applicability. *Theoretical and Applied Climatology*, 124, 161–178. URL: <https://doi.org/10.1007/s00704-015-1411-4>, doi:10.1007/s00704-015-1411-4.

Hiebl, J., Frei, C., 2018. Daily precipitation grids for Austria since 1961—development and evaluation of a spatial dataset for hydroclimatic monitoring and modelling. *Theoretical and Applied Climatology* 132, 327–345. URL: <https://doi.org/10.1007/s00704-017-2093-x>, doi:10.1007/s00704-017-2093-x.

HZB: Federal Ministry of Agriculture, Regions and Tourism – Hydrographic Central Office, Vienna, Austria, 2024

Klingler, C., Schulz, K., and Herrnegger, M.: LamAH-CE: LARge-SaMPle DAta for Hydrology and Environmental Sciences for Central Europe, *Earth Syst. Sci. Data*, 13, 4529–4565, <https://doi.org/10.5194/essd-13-4529-2021>, 2021.

Laaha G, Koffler D (2022). „lfstat: Calculation of Low Flow Statistics for Daily Stream Flow Data“. R package version 0.9.12, <https://CRAN.R-project.org/package=lfstat>

Maier, P, Formayer H., Lehner, F., Ehrendorfer, C., Herrnegger, M., Holzmann H., Lücking, S., Pulka, T., Koch F.. 2024. “Improving snowpack and hydrological modelling by performing an undercatch correction on high resolution spatial precipitation data, Klimatag 2024, Vienna.

Martinsen G, Bessiere H, Caballero Y, Koch J, Collados-Lara AJ, Mansour M, Sallasmaa O, Pulido-Velazquez D, Williams NH, Zaadnoordijk WJ, Stisen S. Developing a pan-European high-resolution groundwater recharge map - Combining satellite data and national survey data using machine learning. *Sci Total Environ.* 2022 May 20;822:153464. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.153464. Epub 2022 Jan 29. PMID: 35093341.

Schübl, M., Brunetti, G., Fuchs, G., and Stumpp, C.: Estimating vadose zone water fluxes from soil water monitoring data: a comprehensive field study in Austria, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 27, 1431–1455, <https://doi.org/10.5194/hess-27-1431-2023>, 2023.

Schulz M., Herrnegger M., Fürst J. and Salamon J., 2020. „Ermittlung des nutzbaren Grundwasserdargebotes in Niederösterreich und dessen voraussichtliche Entwicklung bis zum Jahr 2050. Endbericht. University of Natural Resources and Life Sciences. Vienna.

Sotier, B., Klebinder, K., Bauer, T., Markart, G., Strauss, P., 2017. „Hydrologische Bodenkenndaten Niederösterreich – HYDROBOD-NÖ“, zweite Projektphase (Ergänzungsbericht (unveröffentlicht)).

Zeitfogel, H., Feigl, M. & Schulz, K. Österreichweite Regionalisierung bodenhydraulischer Eigenschaften. *Österr Wasser- und Abfallw* 74, 166–178 (2022). <https://doi.org/10.1007/s00506-022-00842-z>