



<https://www.thueringer-staedte.de/staedte/jena>

Workshop: Kommunale Wärmeplanung in Thüringen
26. Mai 2026 von 09:30 – 12:00 Uhr, online

**Karsten Rinke,
Taynara Fernandes,
Rohini Kumar**

Helmholtz-Zentrum für
Umweltforschung

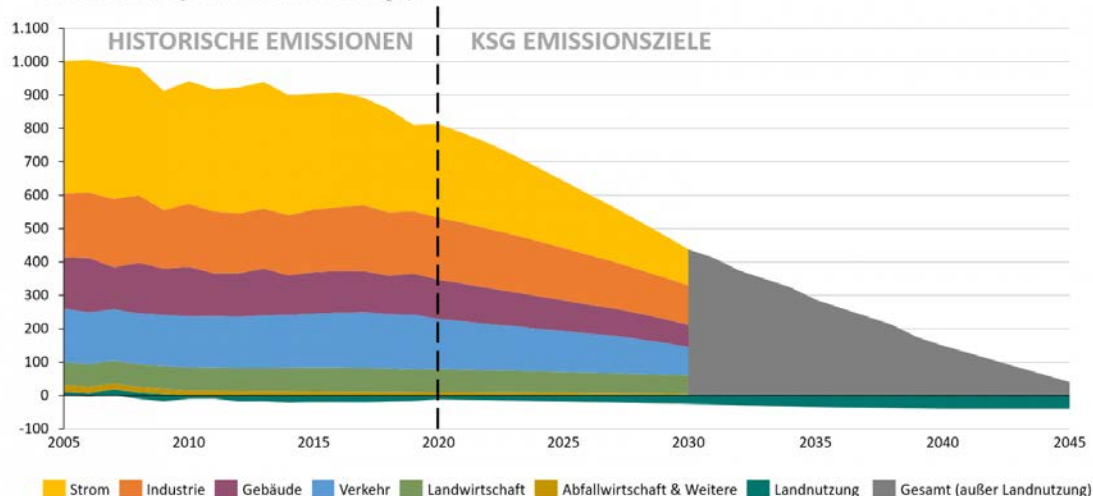
Finanziert durch:



Energiewende und Großwärmepumpen

Klimaschutzgesetz: -65 % Emissionen bis 2030 (gegenüber 1990)

Historische Treibhausgasemissionen und zukünftige Emissionsziele,
Jährliche Treibhausgas Emissionen in Mio. t CO₂eq.



Roll-out von
Großwärmepumpe
in Deutschland

Strategien für den Markthochlauf in
Wärmenetzen und Industrie

STUDIE

Agora
Energiewende

Entwicklung des Technologie- und Energieträgermix zur Fernwärmeerzeugung
in den T45-Szenarien

Abbildung 11

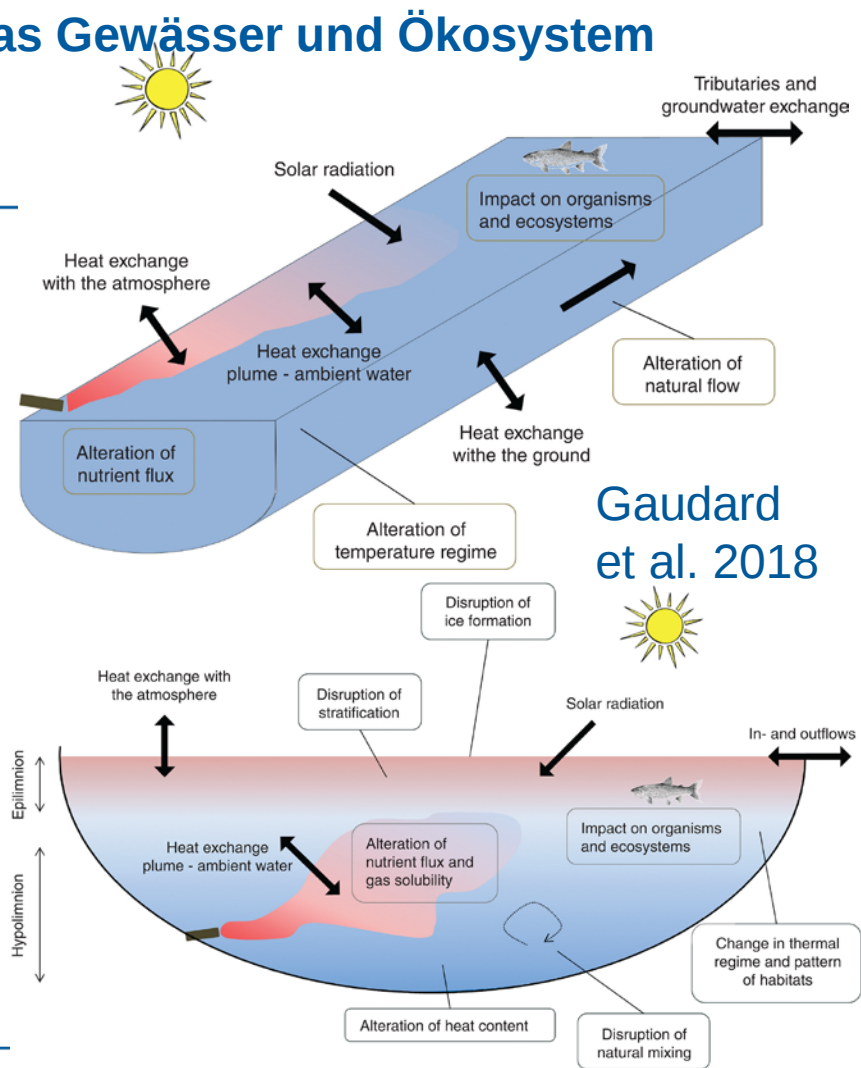


Fraunhofer IEG basierend auf AGEb (2022a), AGEE (2022), AGFW (2022), Fraunhofer ISI et al. (2022b)

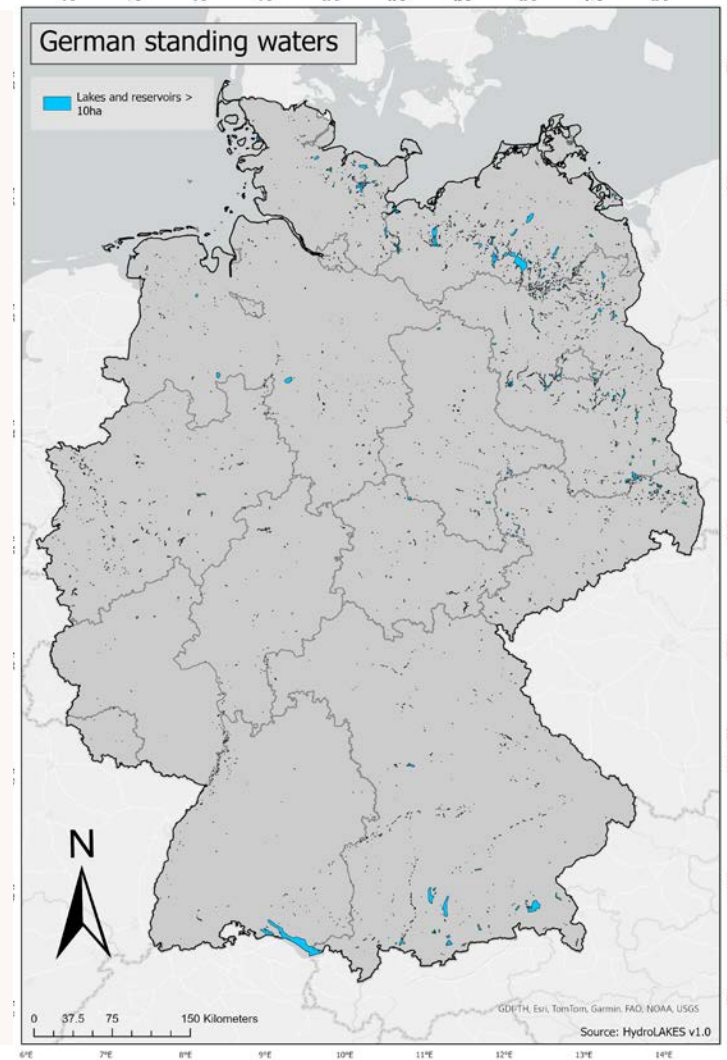
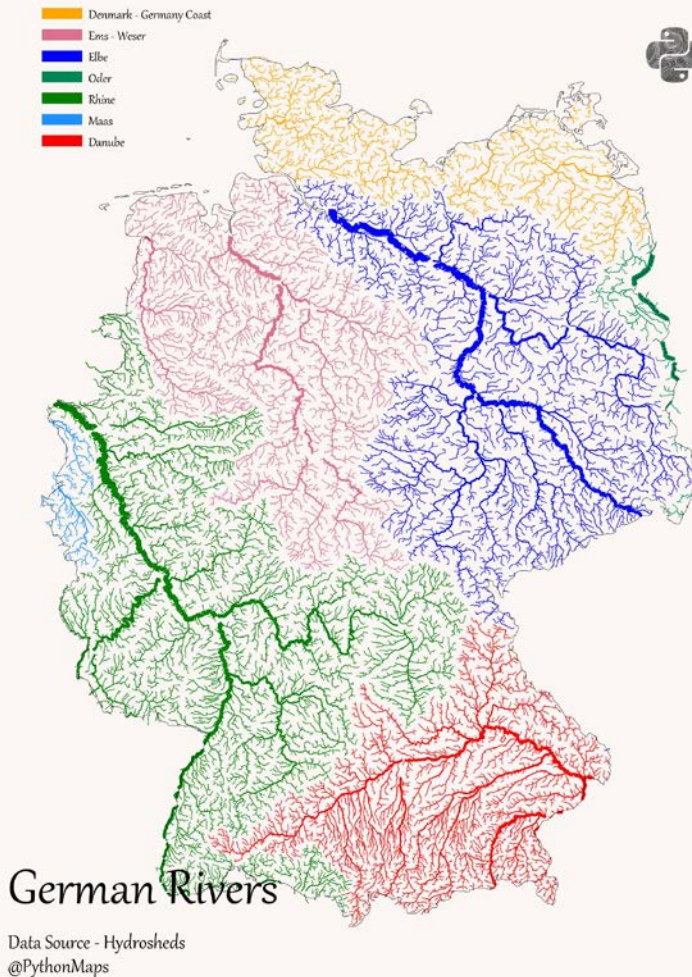
Eingriffe in das Gewässer und Ökosystem

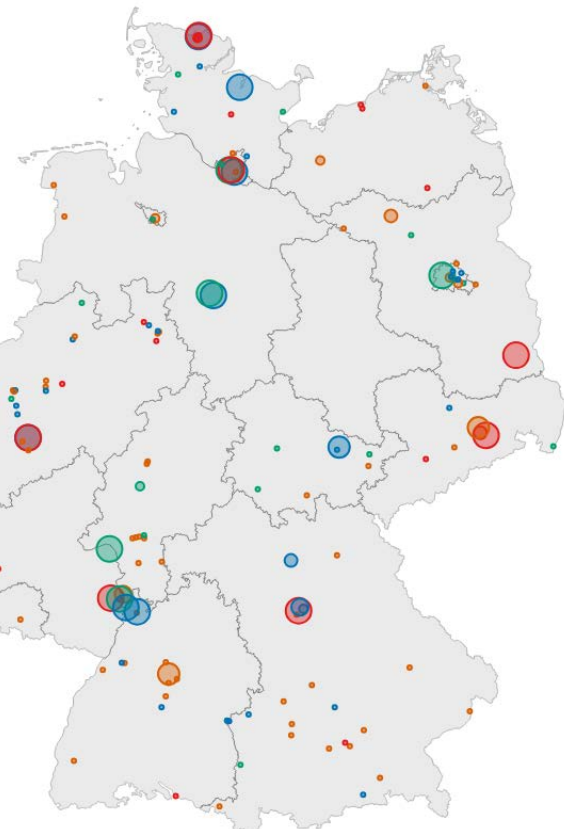


„Kalte Energie“ aus dem Bodensee“,
FORUM GAS WASSER WÄRME 4/2025



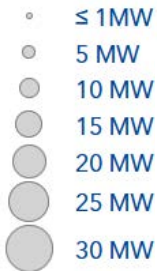
Deutschland's Gewässer





Hydrologisches Model mHM für Fließgewässernetz

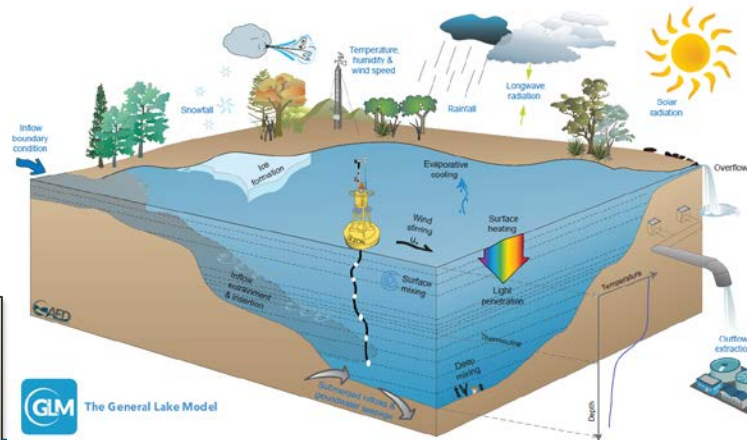
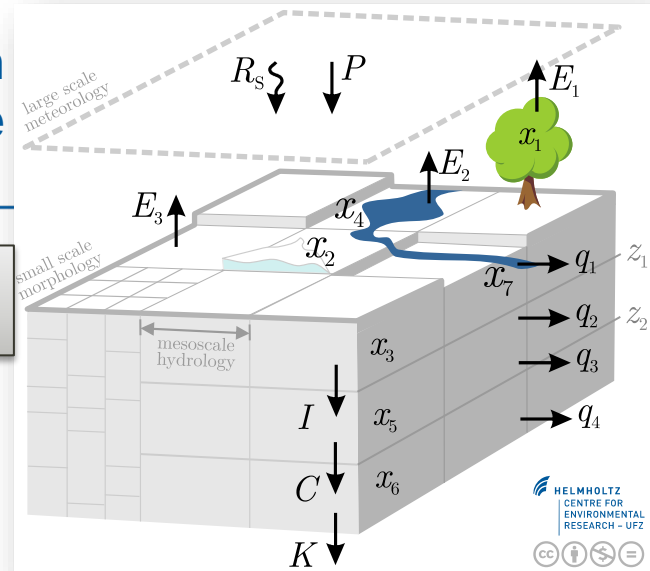
Thermische Leistung



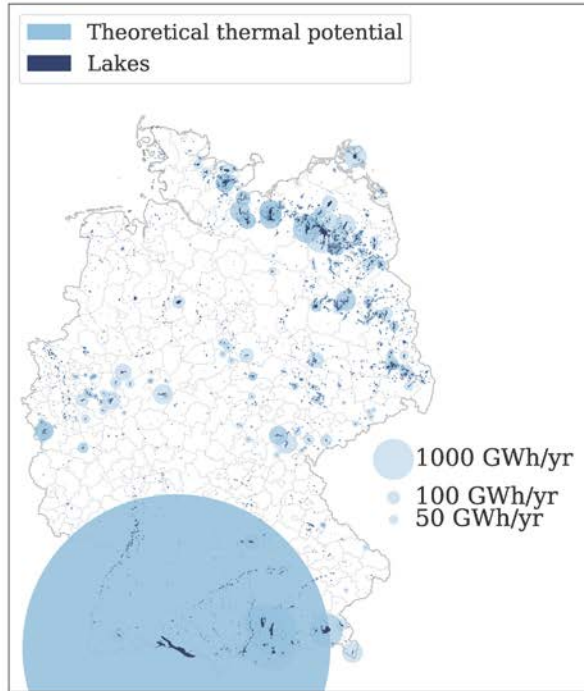
Projektstatus

- Geplant
- In Betrieb
- Im Bau
- Projekt angekündigt
- Unbekannt

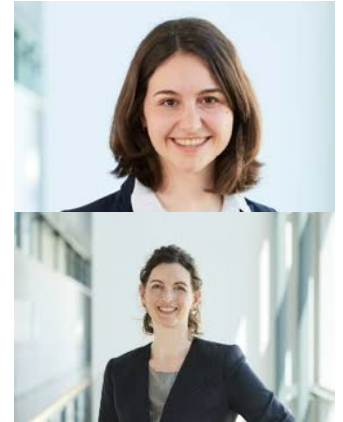
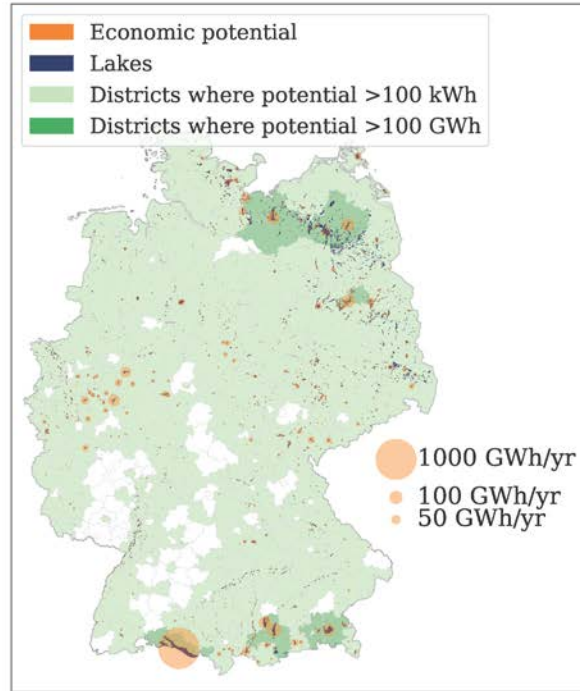
Hydrophysikalisches Seenmodel Model GLM für Seen und Talsperren

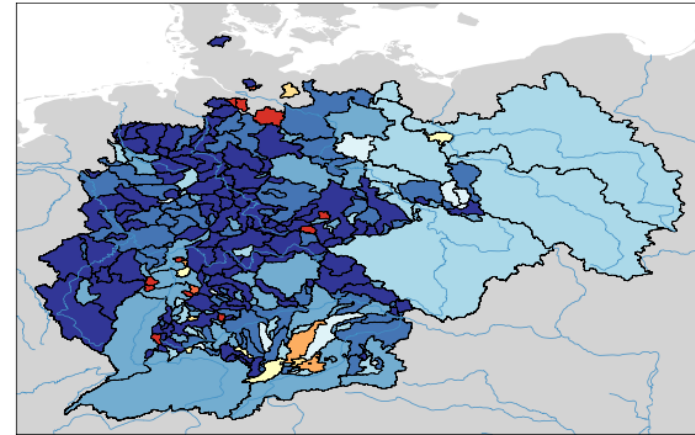
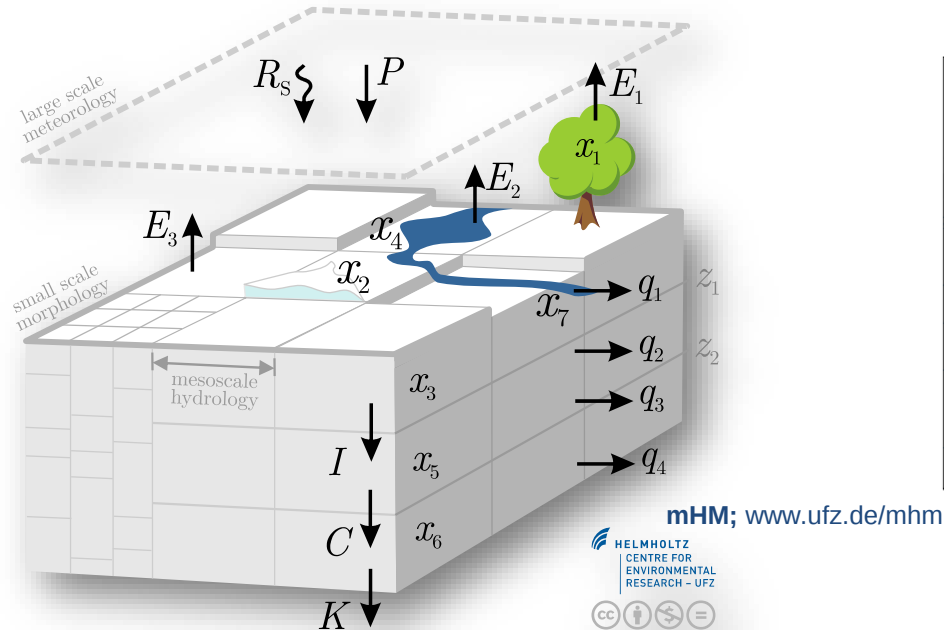


Theoretical Thermal Potential

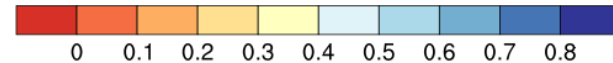


Economic Potential



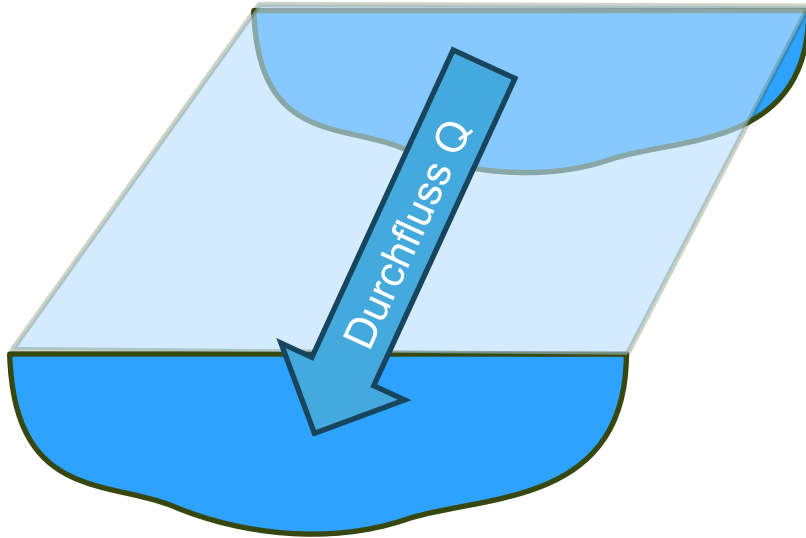


KGE



- Grid-basiertes hydrologisches Modell
- 3 Tiefenhorizonte, Flussabschnitt in Zelle
- Thüringen: Auflösung 1x1 km

- Robuste Parameterisierung mit Skalen-unabhängiger Parameterisierung
- Multiscale parameter regionalisation



$$E_{HTP} = \rho_{w,i} \cdot c_{p,w} \cdot Q_i \cdot \Delta T$$

mit

$E_{HTP,i}$ = Hydrothermisches Potential an Gewässerabschnitt i

$\rho_{w,i}$ = Dichte an Gewässerabschnitt i

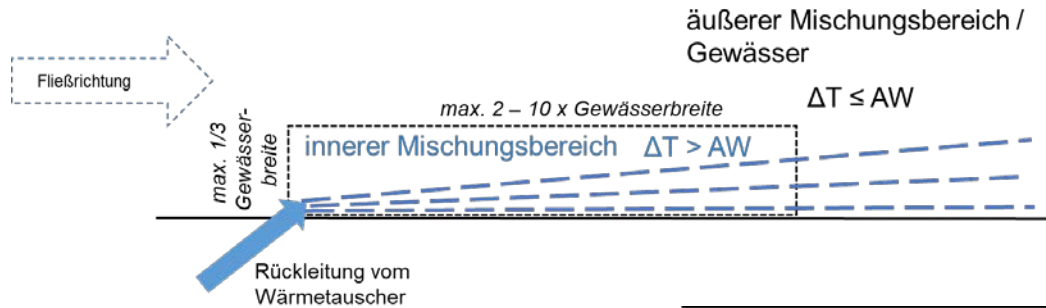
$c_{p,w,i}$ = spezifische Wärmekapazität des Wassers

Q_i = Durchfluss an Gewässerabschnitt i

ΔT = Temperaturdifferenz der Wärmeentnahme

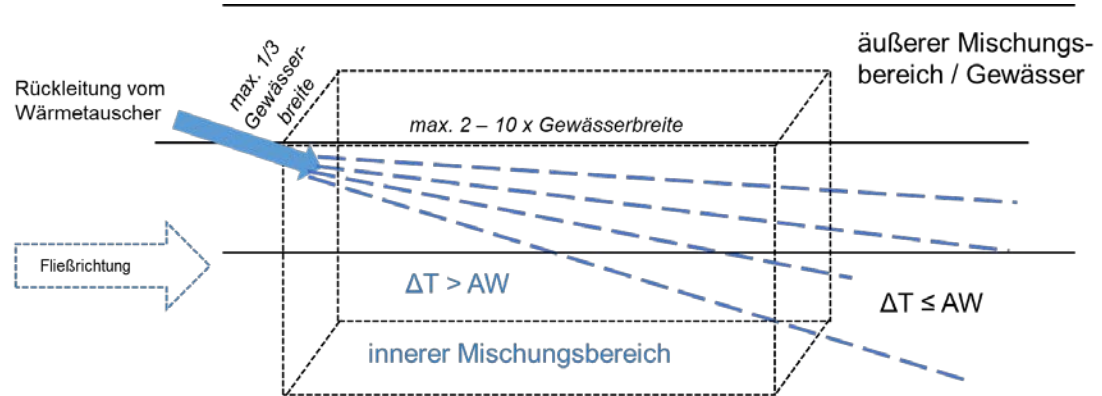
Empfehlung gewässerökologisch verträglicher Anforderungswerte für Temperaturverminderungen und die zusätzlich nicht zu unterschreitende Mindesttemperatur durch die thermische Gewässernutzung zur Wärmegewinnung außerhalb des einleitungsnahen inneren Mischungsbereichs bzw. nach vollständiger Durchmischung in Fließgewässern entsprechend der längszonalen Gliederung nach Fischgemeinschaften

Fischgemeinschaft	Sa-ER	Sa-MR	Sa-HR	Cyp-R	EP	MP	HP
Minimalwerte [°C]							
sehr guter und guter Zustand/höchstes und gutes ökologisches Potenzial – Anwendung nur zur Regelung von Kälteeinleitungen → keine Eignung für ACP-Bewertung!							
T _{min} *	> 3	> 3	> 3	> 3	> 3	> 3	> 3
Temperaturverminderung [ΔT in K]							
sehr guter Zustand/höchstes ökologisches Potenzial							
ganzjährig	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2
guter Zustand/gutes ökologisches Potenzial							
Sommer (Apr-Nov)	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Winter (Dez-Mär)	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 2	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Sa: Salmoniden -geprägt, ER/MR/HR = Epi/Meta/Hypo-Rhithral , Cyp: Cypriniden -geprägt, EP/MP/HP = Epi/Meta/Hypo-Potamal							



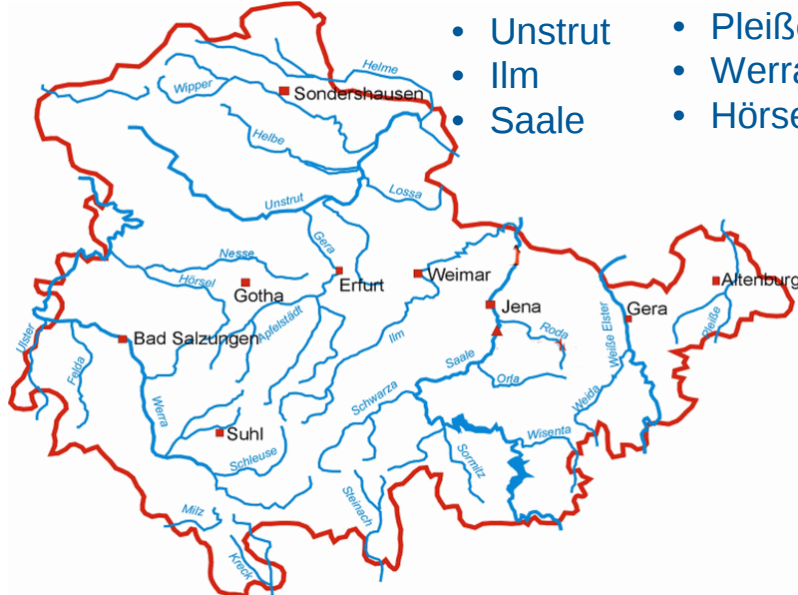
Gewässer in
Aufsicht

Gewässer in
Seitenansicht



- $MNQ > 0.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, Mindestwassertiefe: 20cm
- Abgrenzung eines einleitungsnahen inneren Mischungsbereichs (2-10fache der Gewässerbreite)
- Ausserhalb dieses Bereiches müssen Grenzwerte eingehalten werden: Äußerer Mischungsbereich
- Keine Unterschreitung von 3°C , keine Grundeisbildung
- Vermeidung der Ausbildung einer Ausleitungsstrecke, keine Querbauwerke

Thüringer Fließgewässer



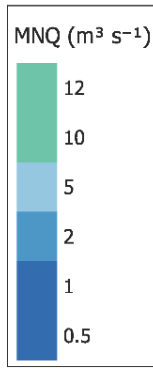
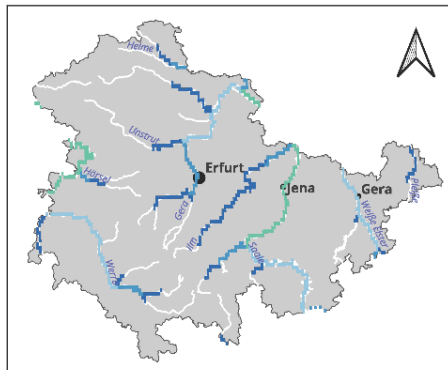
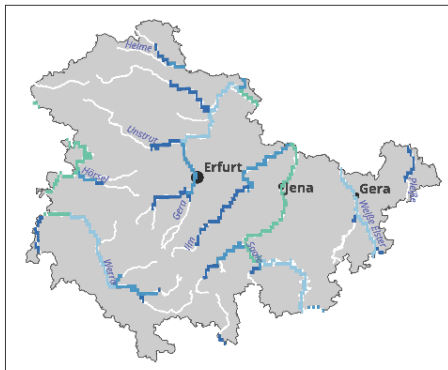
- Helme
- Unstrut
- Ilm
- Saale
- Weiße Elster
- Pleiße
- Werra
- Hörsel

- Simulationszeitraum 1971-2018
- Auswertung der Abflussverhältnisse in der Heizperiode, d.h. von Oktober bis April
- Berücksichtigung von Fließgewässerabschnitten von 1.2km Länge mit $MNQ > 0.5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (bestimmt aus dem gesamten Simulationszeitraum).
- Klimaszenario RCP8.5 (CORDEX-Datensatz)

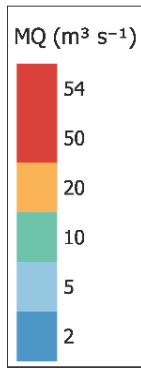
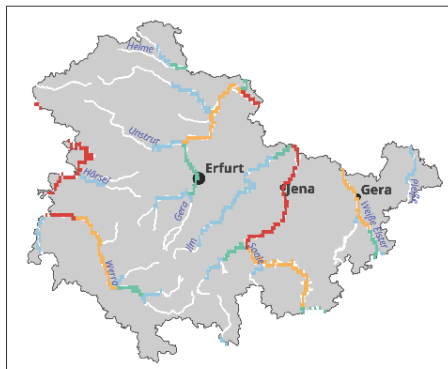
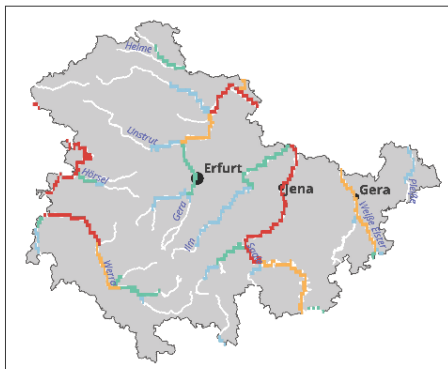
Heizperiode (Okt-Apr)

Ganzjährig

Mittlerer Niedrigwasserabfluss



Mittlerer Abfluss

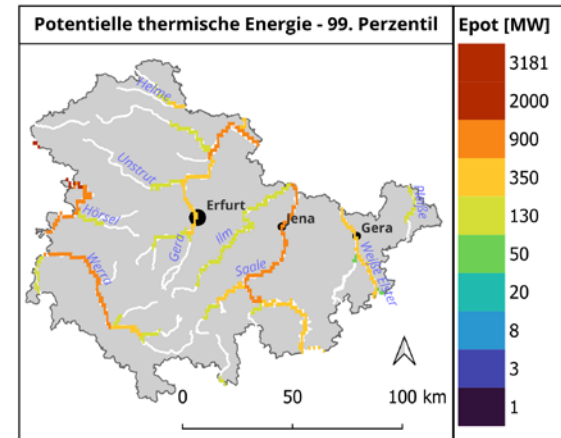
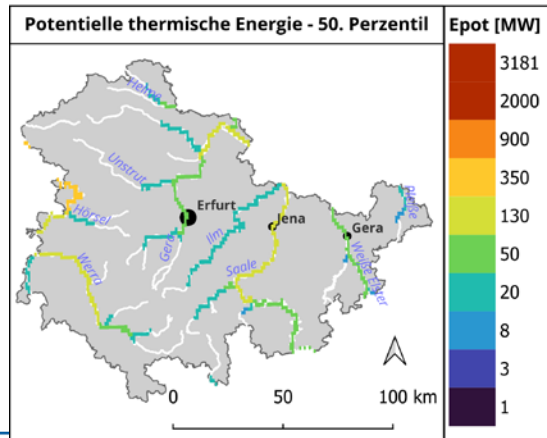
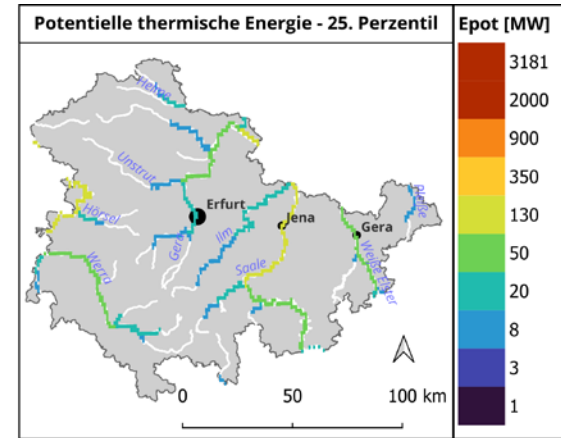
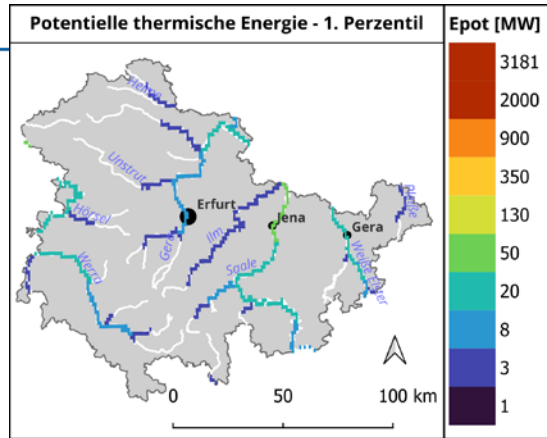


0 50 100 km

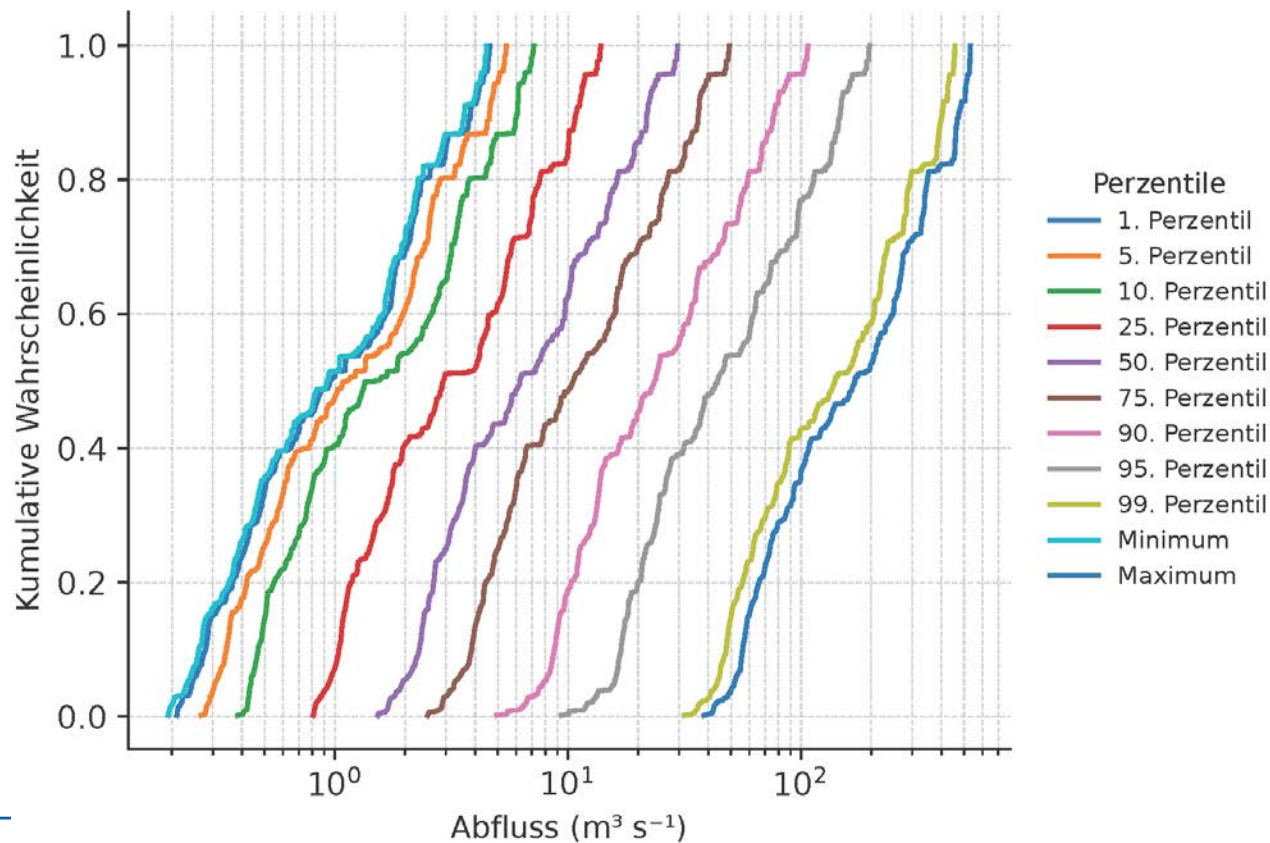
**Abflussverhältnisse
(MNQ und MQ) in
Thüringen**

$$\Delta T = 1K$$

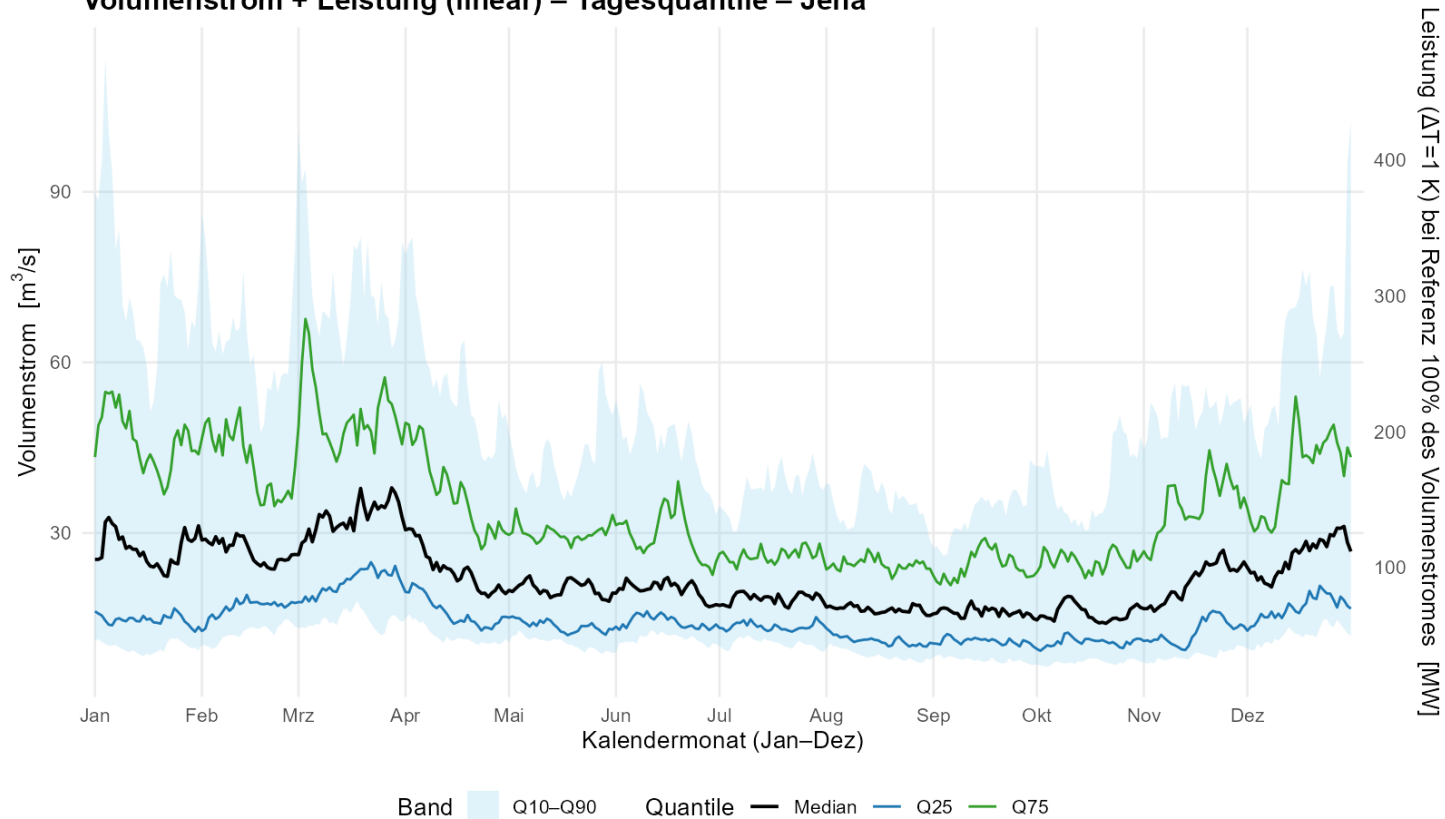
- n=619 Fließgewässerabschnitte mit MNQ > 0.5 m³ s⁻¹ in Thüringen
- Dies entspricht 700 Flusskilometer und rund 5% der Landesfläche
- Abfluss bestimmt das Potential
- Variabilität des Abfluss über 2 Größenordnungen
- Klimaszenario (CORDEX-Datensatz, RCP8.5)



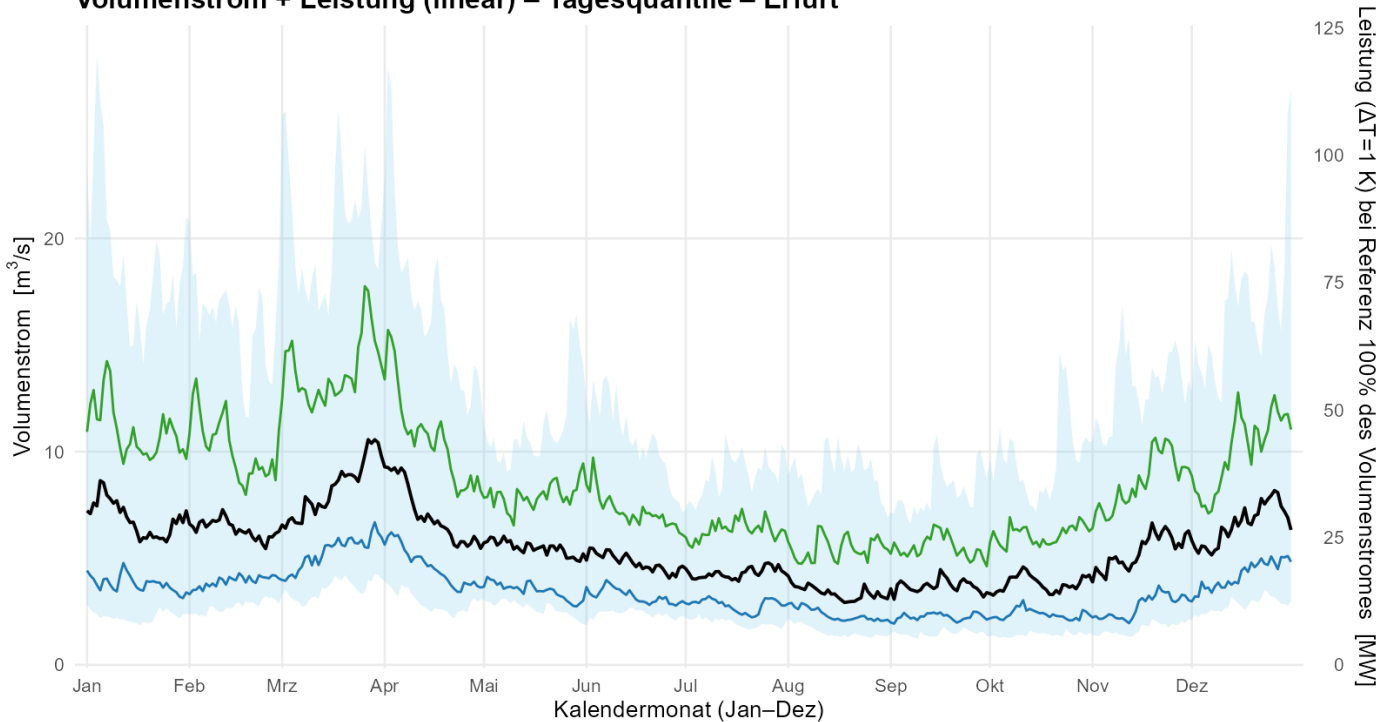
Hydrothermisches Potential



Volumenstrom + Leistung (linear) – Tagesquantile – Jena

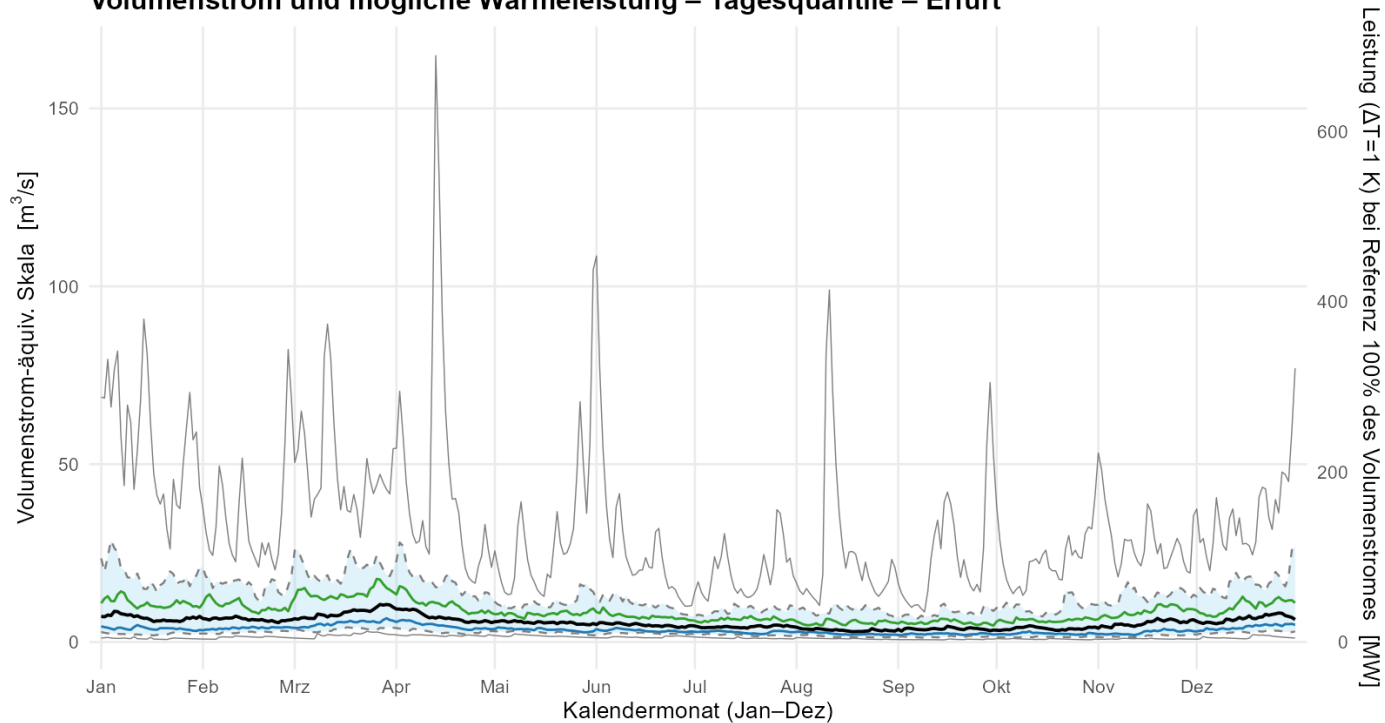


Volumenstrom + Leistung (linear) – Tagesquantile – Erfurt

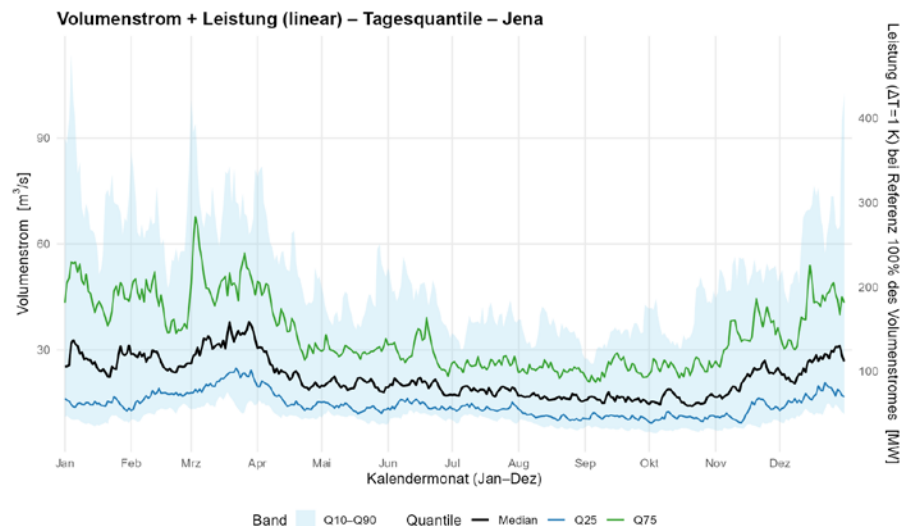
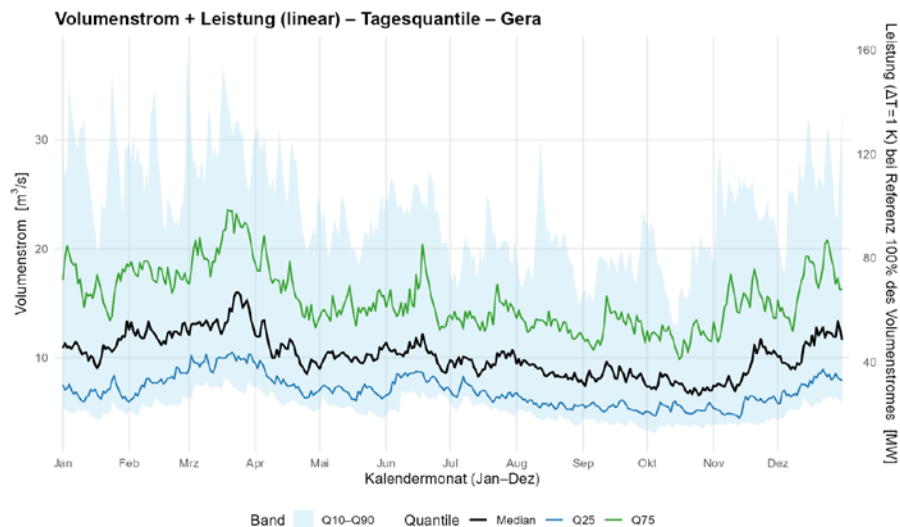


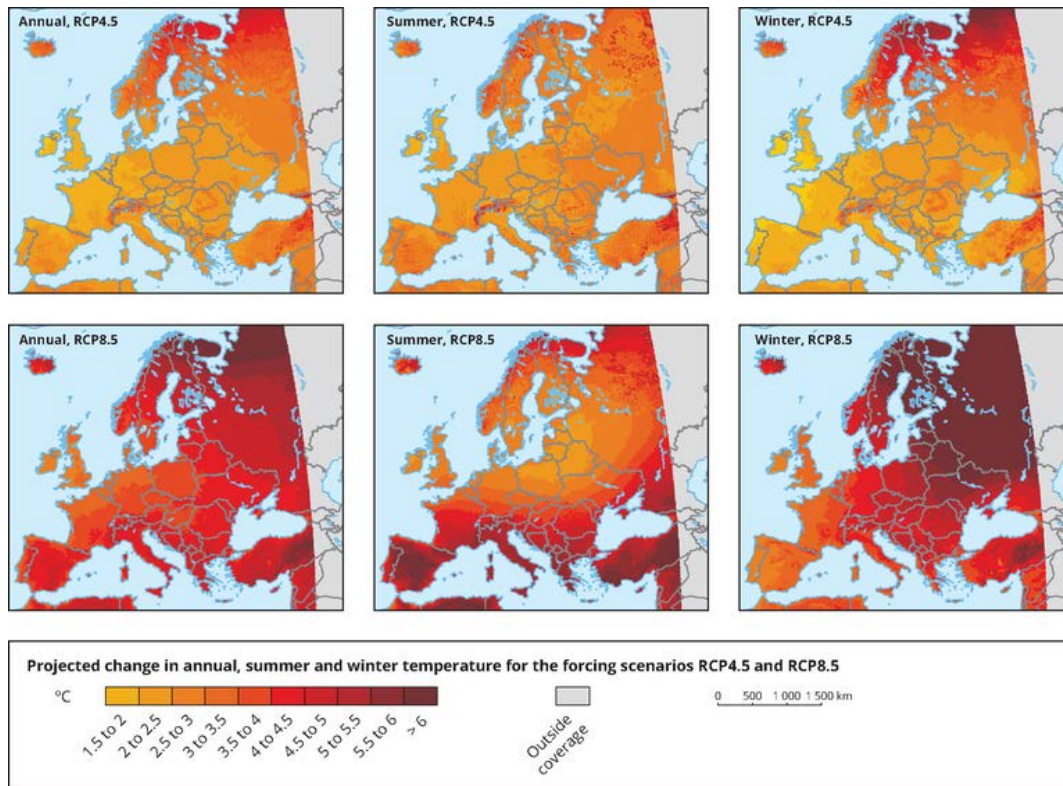
Band Q10-Q90 Quantile — Median — Q25 — Q75

Volumenstrom und mögliche Wärmeleistung – Tagesquantile – Erfurt

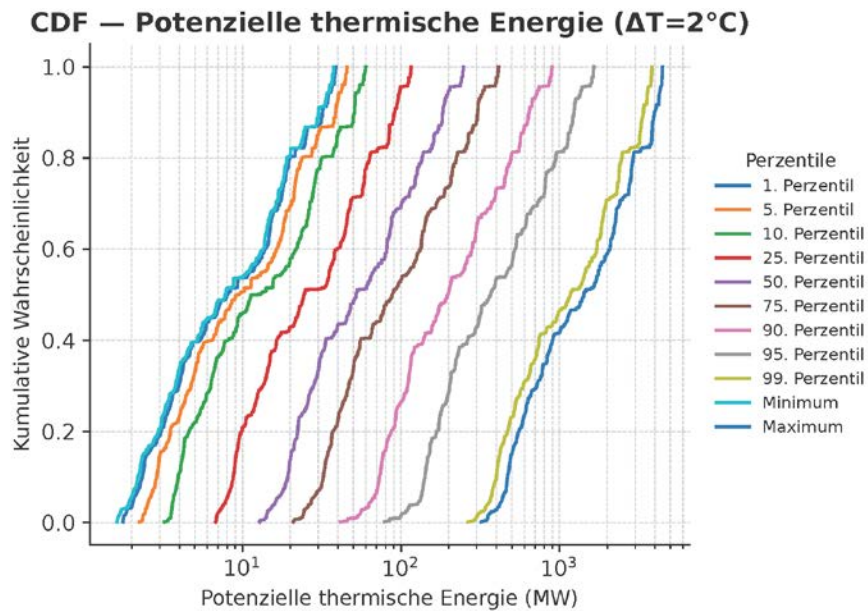


Band Q10–Q90 Quantile / Grenzen Median Min/Max Q25 Q75

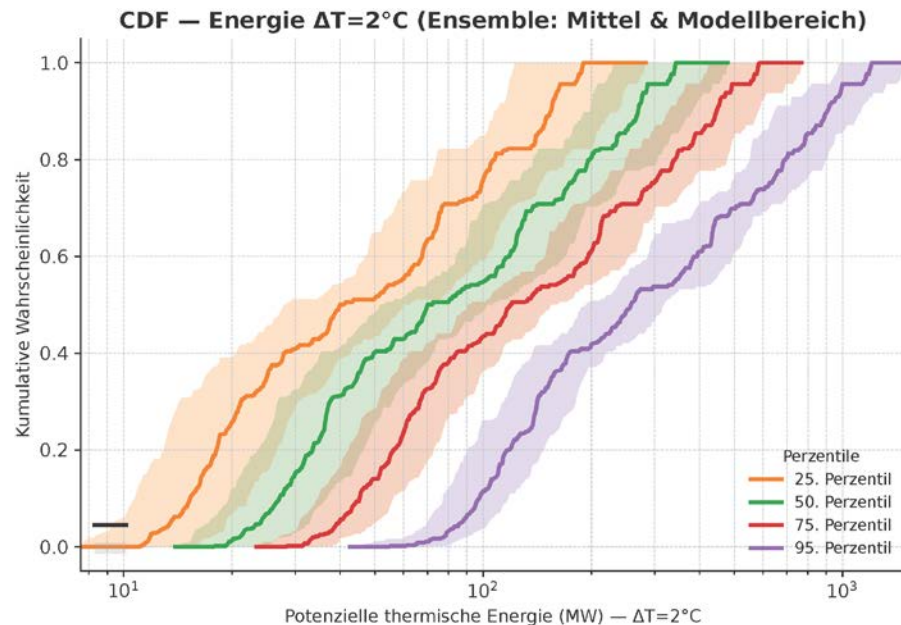




Historisch (1971-2018)



RCP 8.5



- Fließgewässer sind attraktive Wärmequellen für Anlieger und können einen wichtigen Beitrag zur Energiewende leisten durch Großwärmepumpen
- Gewässermodelle bieten gute Möglichkeiten zur Potentialermittlung
- Fließgewässer: Potential hängt größtenteils vom Abfluss und dessen Variabilität ab
- Gestaffelte Wärmepumpenleistung ist hilfreich
- Genehmigungsverfahren technischer Analysen sind lokal oft der limitierende Faktor, nicht die Potentialermittlung

Danke!
