

Analyse von Hydrothermie-Potenzialen im Land Berlin

Jödis Lehmann^{1,*}, Ina Pohle², Benny Selle¹, Florian Hewelt³, Benjamin Creutzfeldt²

¹ Berliner Hochschule für Technik, Fachbereich III: Bauingenieur- und Geoinformationswesen *s86690@bht-berlin.de

² Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin, Abt. Integrativer Umweltschutz

³ Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin, Abt. Klimaschutz, Naturschutz und Stadtgrün



Senatsverwaltung
für Mobilität, Verkehr,
Klimaschutz und Umwelt

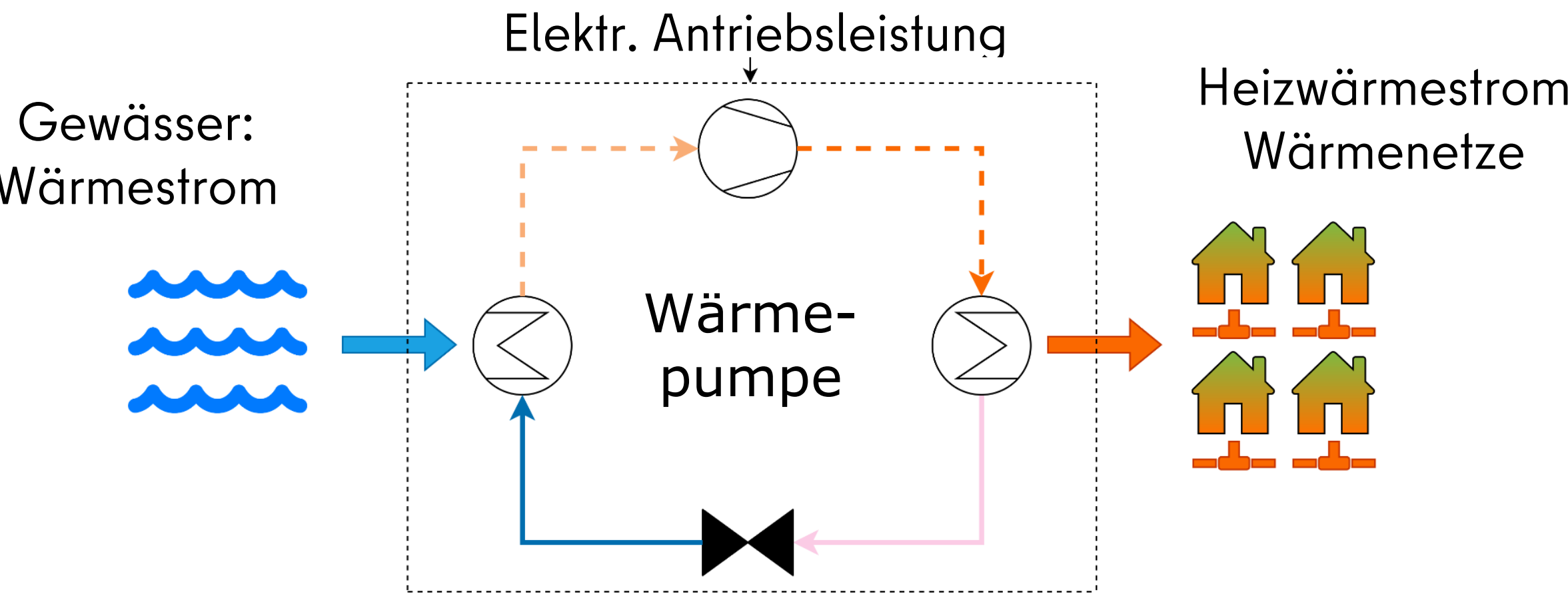
BERLIN



1 Hintergrund

- ca. 50 % der Treibhausgasemissionen Berlins aus Wärmesektor
- Berliner Klimaschutz- u. Energiewendegesetz: Klimaneutralität ab 2045
- Wärmewende zur Erreichung der Klimaziele
- Hydrothermie: thermische Nutzung von Oberflächengewässern (Heizen & Kühlen) mit Flusswärmepumpe

Prinzip Hydrothermische Nutzung



2 Ziel

Bestimmung des hydrothermischen Potenzials für Stationen an Berliner Fließgewässern 1. Ordnung auf Basis von Beobachtungsdaten und unter Beachtung wasserwirtschaftlicher Bedingungen und rechtlicher, ökologischer, energiewirtschaftlicher Anforderungen.

3 Datengrundlage & Aufbereitung

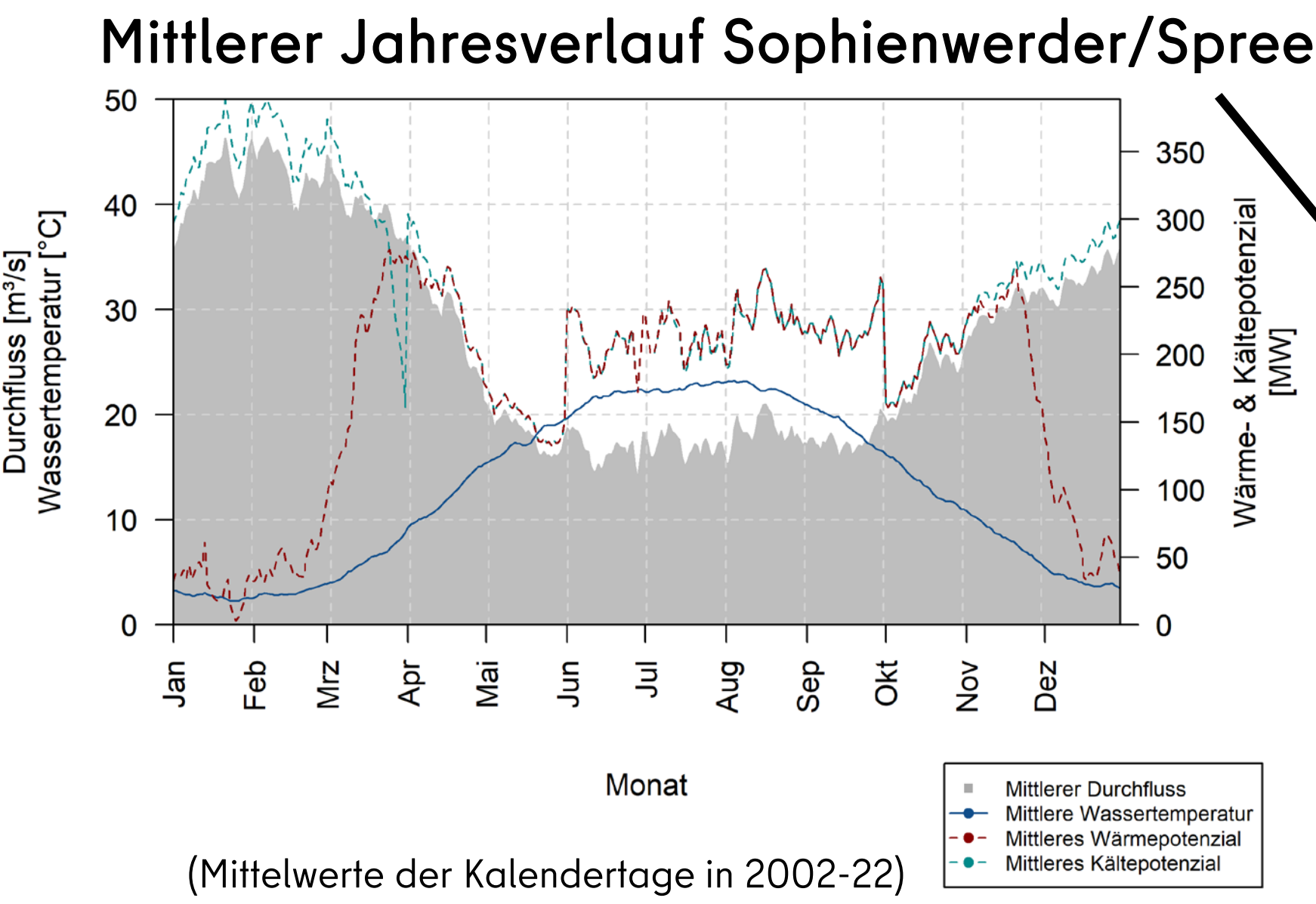
- Täglicher Durchfluss Q & Wassertemperatur T_w an 23 Stationen (2002-2022)
 - Q : bilanzkorrigierte Ergebnisse BIBER (1D-Berechnungs- und Informationssystem Berliner Oberflächengewässer, Schumacher 2019) auf Basis von Beobachtungen
 - T_w : beobachtete Tagesmittel der Wasserstraßen- und Schifffahrtsämter und SenMVKU, bereinigt und ergänzt durch Regressionsmodelle T_w mit Lufttemp. (Buch, Dahlem (FU), Tempelhof, BER) nach Mohseni et al. (1998), Koch et al. (2010).
 - Sehr gute Modellanpassung ($R^2 > 0,96$, $NSE > 0,95$; $Bias \leq \pm 0,5$ K)
 - Parameterübertragung um an Stationen im Sommerbetrieb ganzjährige Datensätze zu erhalten, gute Anpassung ($R^2 > 0,90$, $NSE > 0,80$; $Bias \leq \pm 2$ K)
- Stochastische Generierung von 1000 Jahren Q und T_w mit saisonal angepassten Verteilungsfunktionen für Q (Log-Norm-3) und T_w (Normalverteilung)

4 Potenzialberechnung

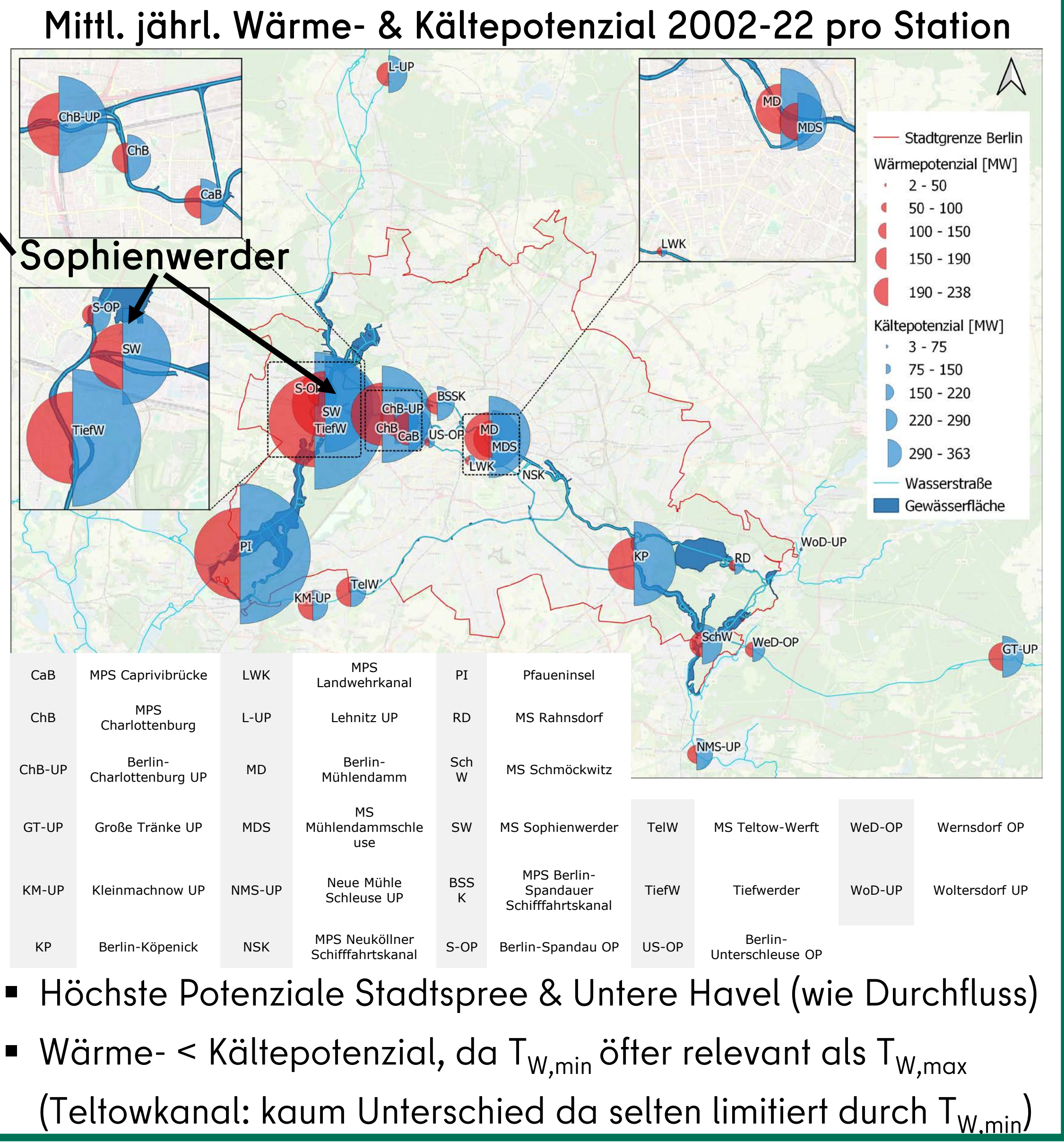
- Wärmehaushaltsgleichung: $W = Q \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T_w$
 W = Potenzieller Wärmestrom [MW], Q = Durchfluss [m^3/s], ρ = Dichte Wasser [kg/m^3],
 c = spezifische Wärmekapazität [$J/kg \cdot K$], Wärmepotenzial zum Heizen (Fluss wird kälter), Kältepotenzial zum Kühlen
- Annahme: Q vollständig nutzbar, daher auch T_w Einleitung = T_w nach Einmischung,
- Nutzung beschränkt auf sensiblen Bereich

$\Delta T_{w, \text{öko}}$ Max. ökol. verträgl. ΔT_w nach Einmischung	Okt - Mai Jun - Sep Jahr	+/- 2 K +/- 3 K 4°C	Ökologisch, gemäß. OGewV - Tabelle 2 Technisch (Verhindern Einfrieren Verdampfer) SenMVKU 2023 Tab. 10
$T_{w, \text{min}}$ Mindest- T_w Einleitung	Apr - Nov Dez - Mrz	28°C 10°C	Ökologisch, gemäß OGewV - Tabelle 2, angepasst nach van Treeck (2021)
$T_{w, \text{max}}$ Max. T_w Einleitung			

5 Ergebnisse

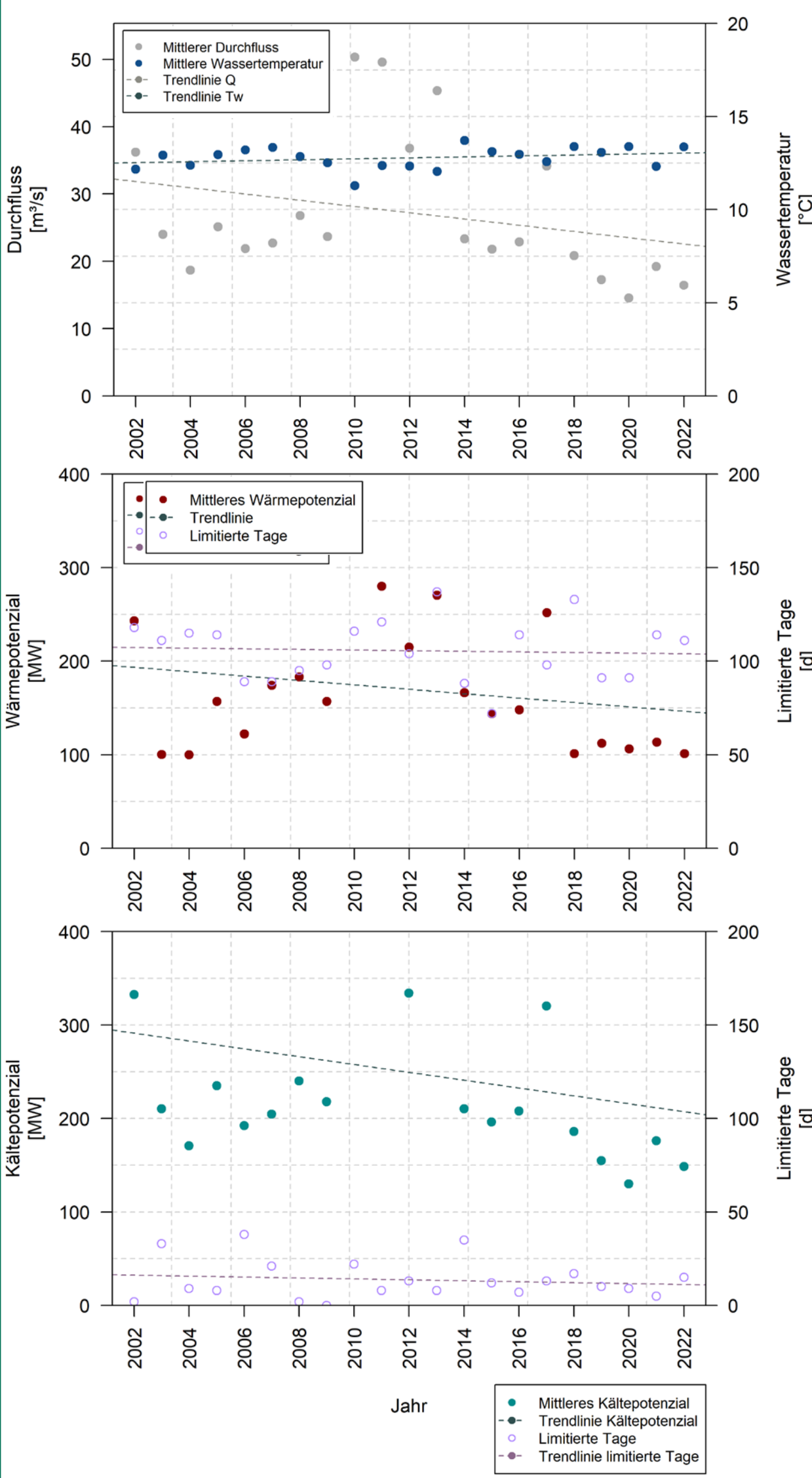


- Hohes Wärme- und Kältepotenzial in durchflussreichen Zeiten & im Sommer bei hohem $\Delta T_{w, \text{öko}}$
- Wärmepotenzial (limitiert durch $T_{w, \text{min}}$) im Winter sehr gering
- Auch bei hohen Wassertemperaturen keine Limitierung des Kältepotenzials, da $T_{w, \text{max}}$ nicht erreicht



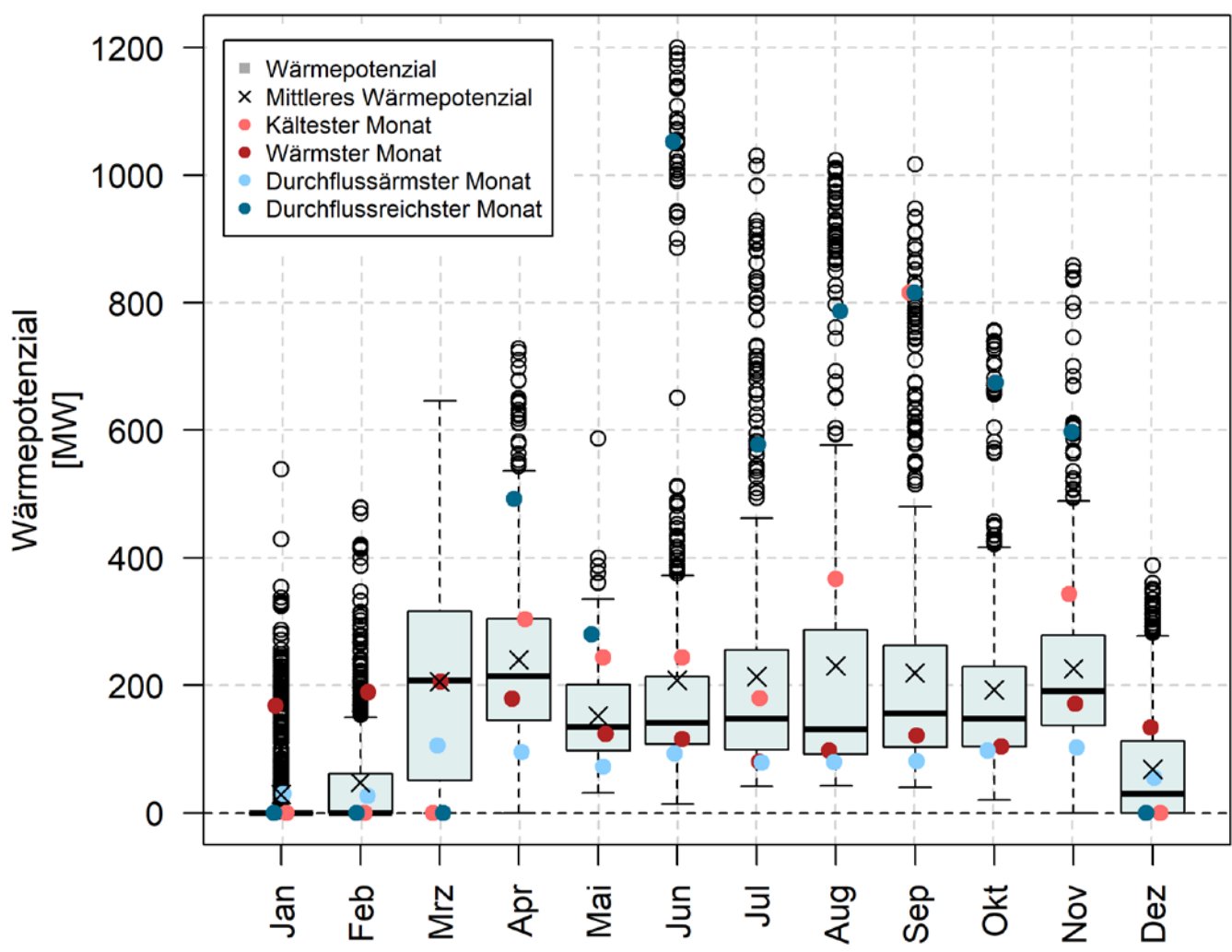
- Höchste Potenziale Stadtspre & Untere Havel (wie Durchfluss)
- Wärme- < Kältepotenzial, da $T_{w, \text{min}}$ öfter relevant als $T_{w, \text{max}}$ (Teltowkanal: kaum Unterschied da selten limitiert durch $T_{w, \text{min}}$)

Jahresmittelwerte Sophienwerder/Spree



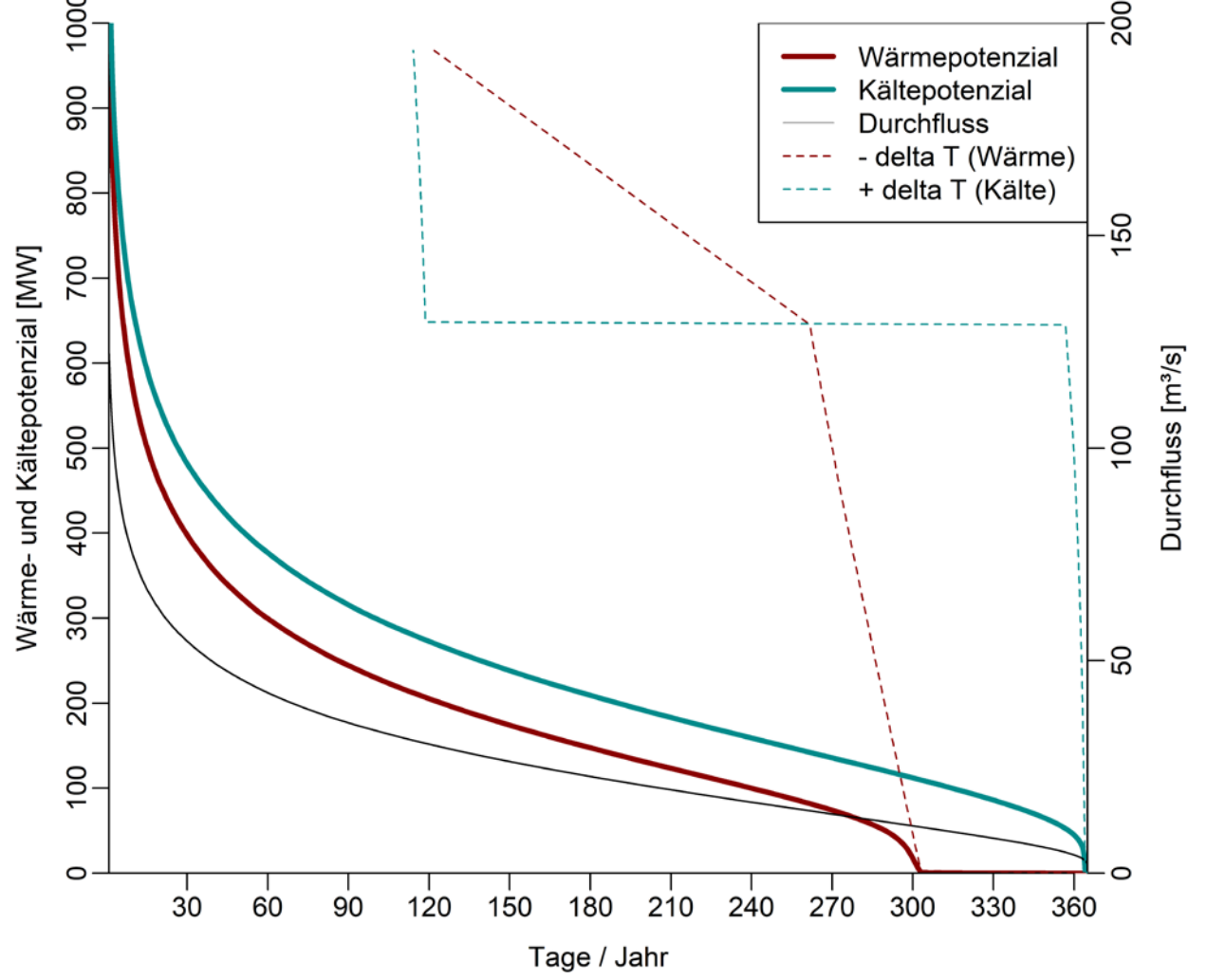
- Tendenz Abnahme Q (generell Spree)
- Tendenz Zunahme T_w (generell an den Stationen)
- Abnahme Wärme- & Kältepotenzial durchflussbedingt
- Leichte Abnahme Tage an denen Wärmepotenzial durch $T_{w, \text{min}}$ bzw. Kältepotenzial durch $T_{w, \text{max}}$ limitiert ist

Wärmepotenzial Monatswerte Sophienwerder (2002-22)



- Größtes Potenzial in durchflussreichen Zeiten, in den Sommermonaten sind dies oft die kälteren Jahre
- Dez - Feb geringes Potenzial da oft limitiert durch $T_{w, \text{min}}$
- März: hohe Bandbreite da z.T. limitiert durch $T_{w, \text{min}}$

Dauerlinien basierend auf stochastisch generierten Q und T_w Sophienwerder



- An dieser Station an ca. 20 % der Tage des Jahres kein Wärmeentzug möglich
- ca. 30 % des Jahres Wärmepotenzial ≥ 200 MW, Temperaturabnahme um 3 K bei Wärmenutzung
- Kältenutzung durchgängig möglich

6 Zusammenfassung & Fazit

- Datensatz aus langjährigen Beobachtungsdaten vervollständigt durch modellierte Wassertemperaturen geeignet zur Bestimmung von Hydrothermiepotenzialen an Stationen
- Zeitlich und räumlich Wärme- und Kältepotenzial wesentlich durch Durchfluss bestimmt
- Temperaturlimitiert v.a. beim Wärmepotenzial von Dez. bis Mrz. $\rightarrow$ Trend geht in Richtung Limitation des Kältepotenzials in den Sommermonaten
- Abnehmende Tendenz Wärme- u. Kältepotenzial der Stationen durchflussbedingt
- Die gewässerverträgliche thermische Nutzung von Oberflächengewässern (Heizen & Warmwasser) kann die Erreichung der Berliner Klimaziele unterstützen

7 Ausblick

- Bestimmung räumlich verteilter Wärmepotenziale unter Berücksichtigung der Regeneration der Wassertemperatur
- Physikalisch basierte Modellierung der Wärmepotenziale im Berliner Fließgewässersystem
- Bestimmung von Wärmepotenzialen unter Berücksichtigung von Szenarien zu Durchfluss, Wassertemperatur (der Zuflüsse) und Wasser- und Wärmenutzungen, um Veränderungen durch Struktur- und Klimawandel zu berücksichtigen
- Aufsummierung der Potenziale zu Energie und Einordnung in Energieträgermix zur Erreichung der Klimaziele