

# Analyse von Hydrothermie-Potenzialen im Land Berlin

Jödis Lehmann<sup>1,\*</sup>, Ina Pohle<sup>2</sup>, Benny Selle<sup>1</sup>, Florian Hewelt<sup>3</sup>, Benjamin Creutzfeldt<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup> Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin, Abt. Integrativer Umweltschutz

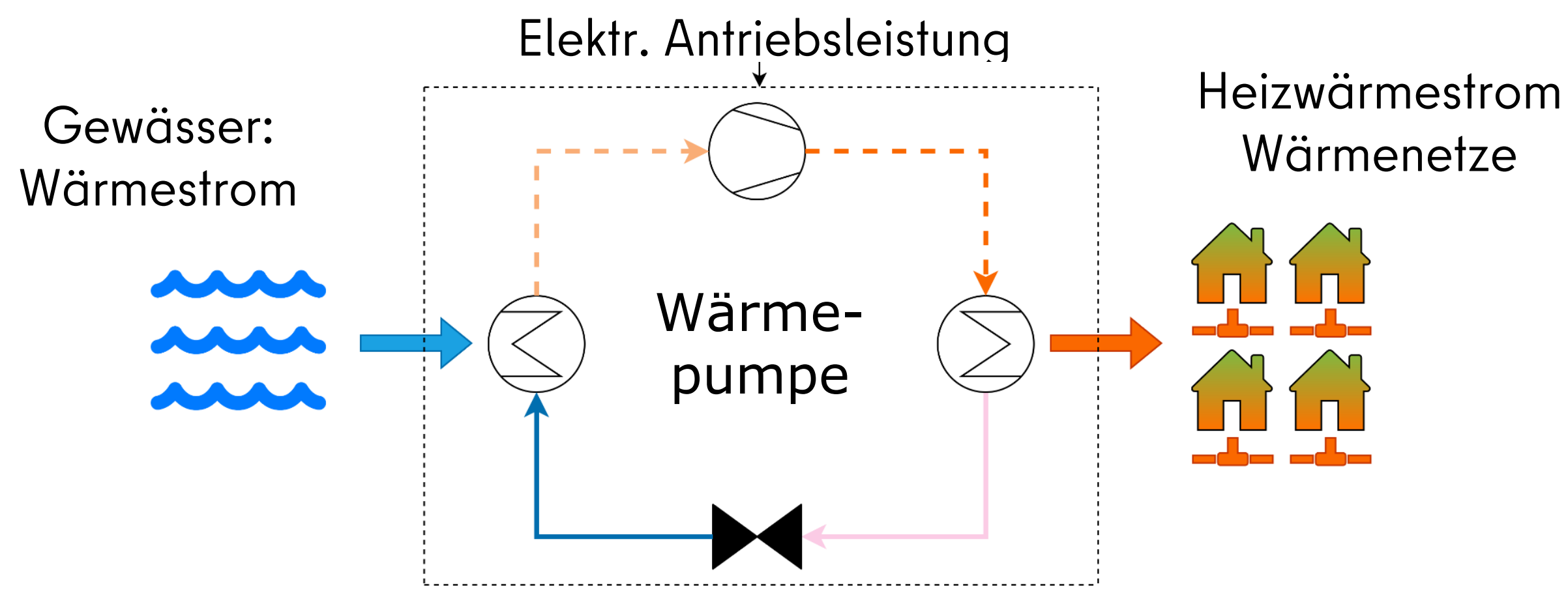
<sup>3</sup> Senatsverwaltung für Mobilität, Verkehr, Klimaschutz und Umwelt Berlin, Abt. Klimaschutz, Naturschutz und Stadtgrün



## 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.

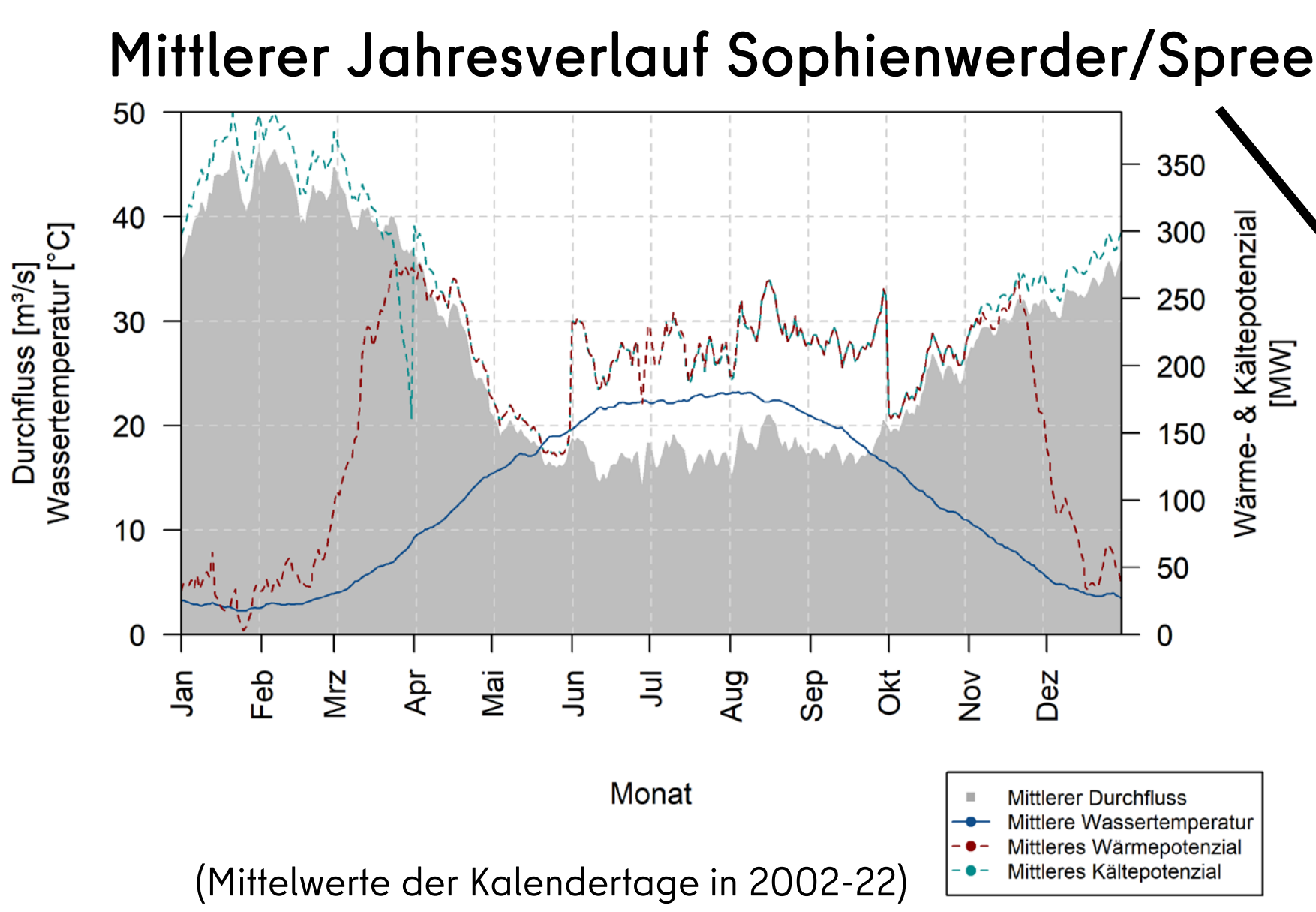
## 3 Datengrundlage & Aufbereitung

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

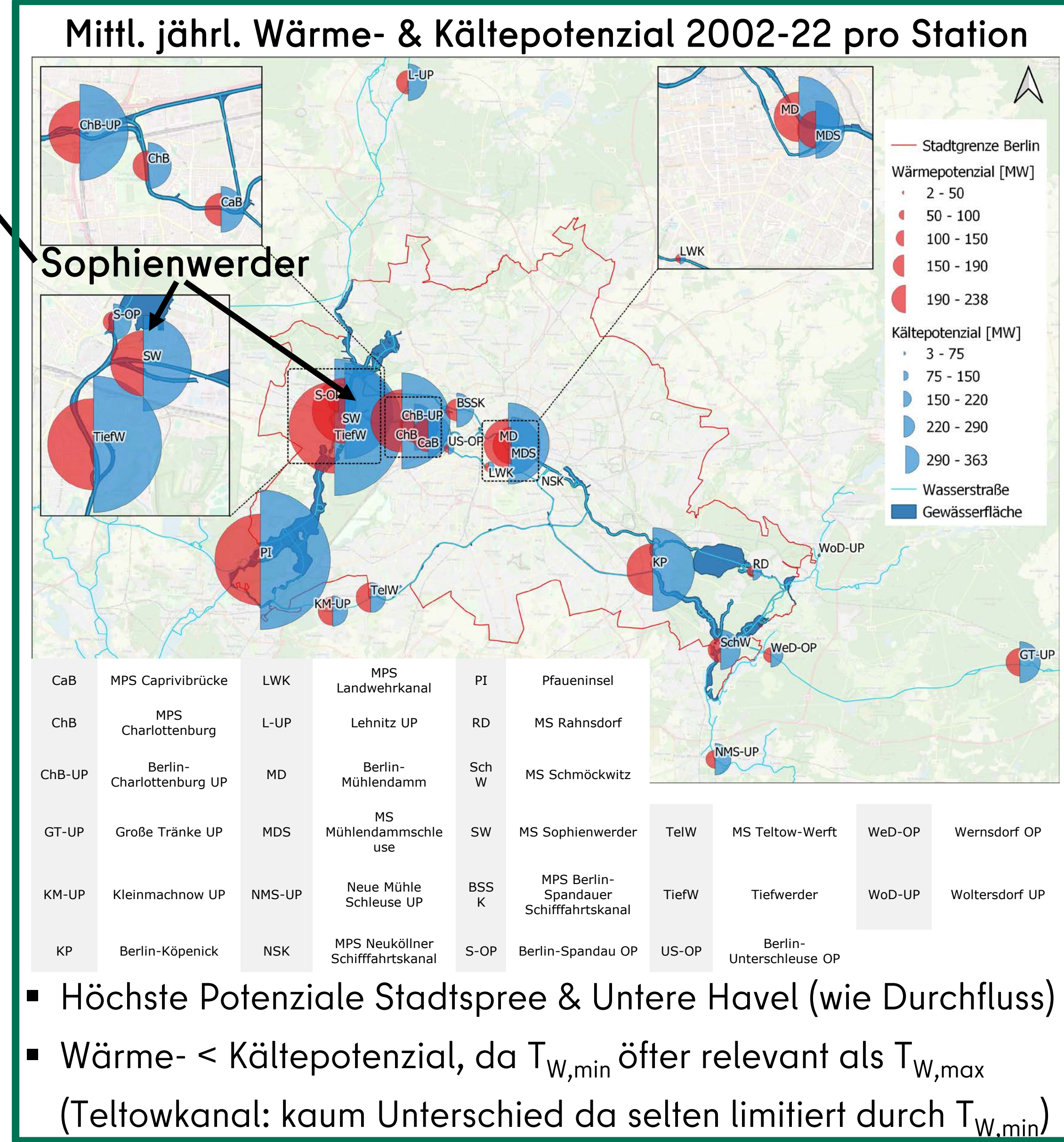
## 4 Potenzialberechnung

- Wärmehaushaltsgleichung:  $W = Q \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T_w$   
 W = Potenzieller Wärmestrom [MW], Q = Durchfluss [m<sup>3</sup>/s], ρ = Dichte Wasser [kg/m<sup>3</sup>],  
 c = spezifische Wärmekapazität [J/kg\*K], Wärmepotenzial zum Heizen (Fluss wird kälter), Kältepotenzial zum Kühlen
  - Annahme: Q vollständig nutzbar, daher auch T<sub>w</sub> Einleitung = T<sub>w</sub> nach Einnischung,
  - Nutzung beschränkt auf sensiblen Bereich
- |   |           |         |   |
|---|-----------|---------|---|
| ΔT <sub>w,öko</sub>                                   | Okt - Mai | +/- 2 K | Ökologisch, gemäß. ÖGewV - Tabelle 2                              |
| Max. ökol. verträgl. ΔT <sub>w</sub> nach Einnischung | Jun - Sep | +/- 3 K |   |
| T <sub>w,min</sub>                                    | Jahr      | 4°C     | Technisch (Verhindern Einfrieren Verdampfer) SenMVKU 2023 Tab. 10 |
| Mindest-T <sub>w</sub> Einleitung                     |           |         |   |
| T <sub>w,max</sub>                                    | Apr - Nov | 28°C    | Ökologisch, gemäß ÖGewV - Tabelle 2,                              |
| Max. T <sub>w</sub> Einleitung                        | Dez - Mrz | 10°C    | angepasst nach van Treeck (2021)                                  |

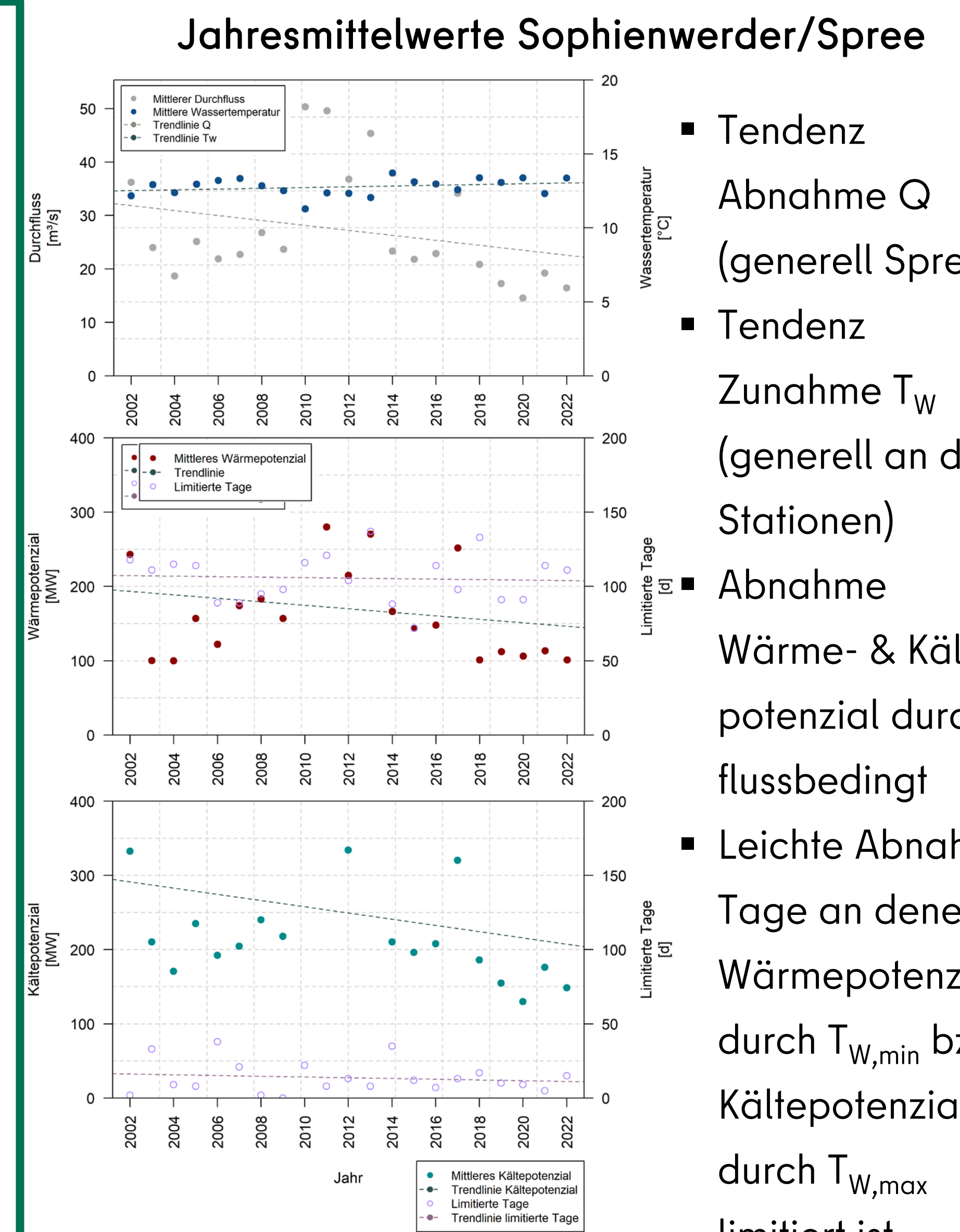
## 5 Ergebnisse



- Hohes Wärme- und Kältepotenzial in durchflussreichen Zeiten & im Sommer bei hohem ΔT<sub>w,öko</sub>
- Wärmepotenzial (limitiert durch T<sub>w,min</sub>) im Winter sehr gering
- Auch bei hohen Wassertemperaturen keine Limitierung des Kältepotenzials, da T<sub>w,max</sub> nicht erreicht

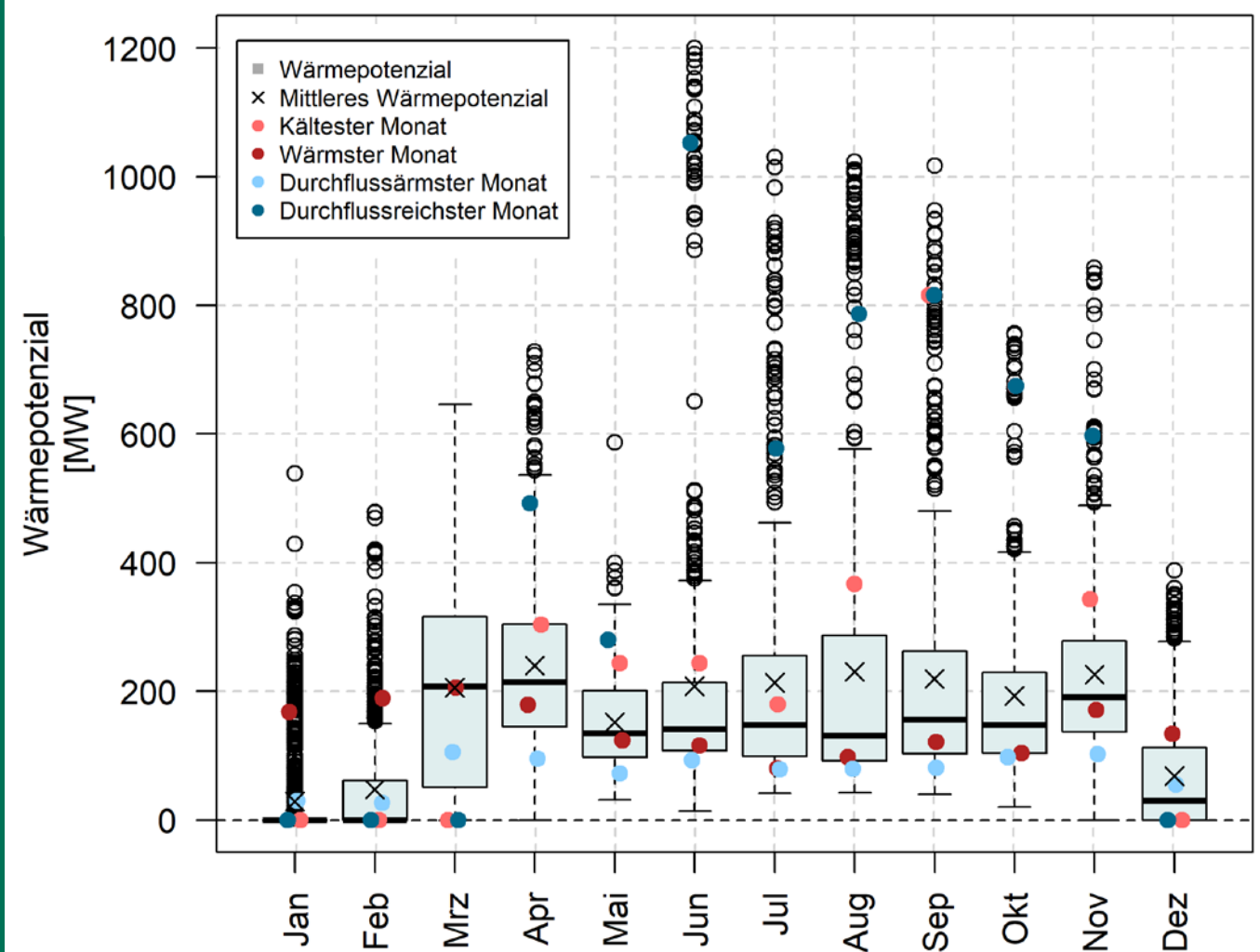


- Höchste Potenziale Stadtspreewald & Untere Havel (wie Durchfluss)
- Wärme- < Kältepotenzial, da T<sub>w,min</sub> öfter relevant als T<sub>w,max</sub> (Teltowkanal: kaum Unterschied da selten limitiert durch T<sub>w,min</sub>)



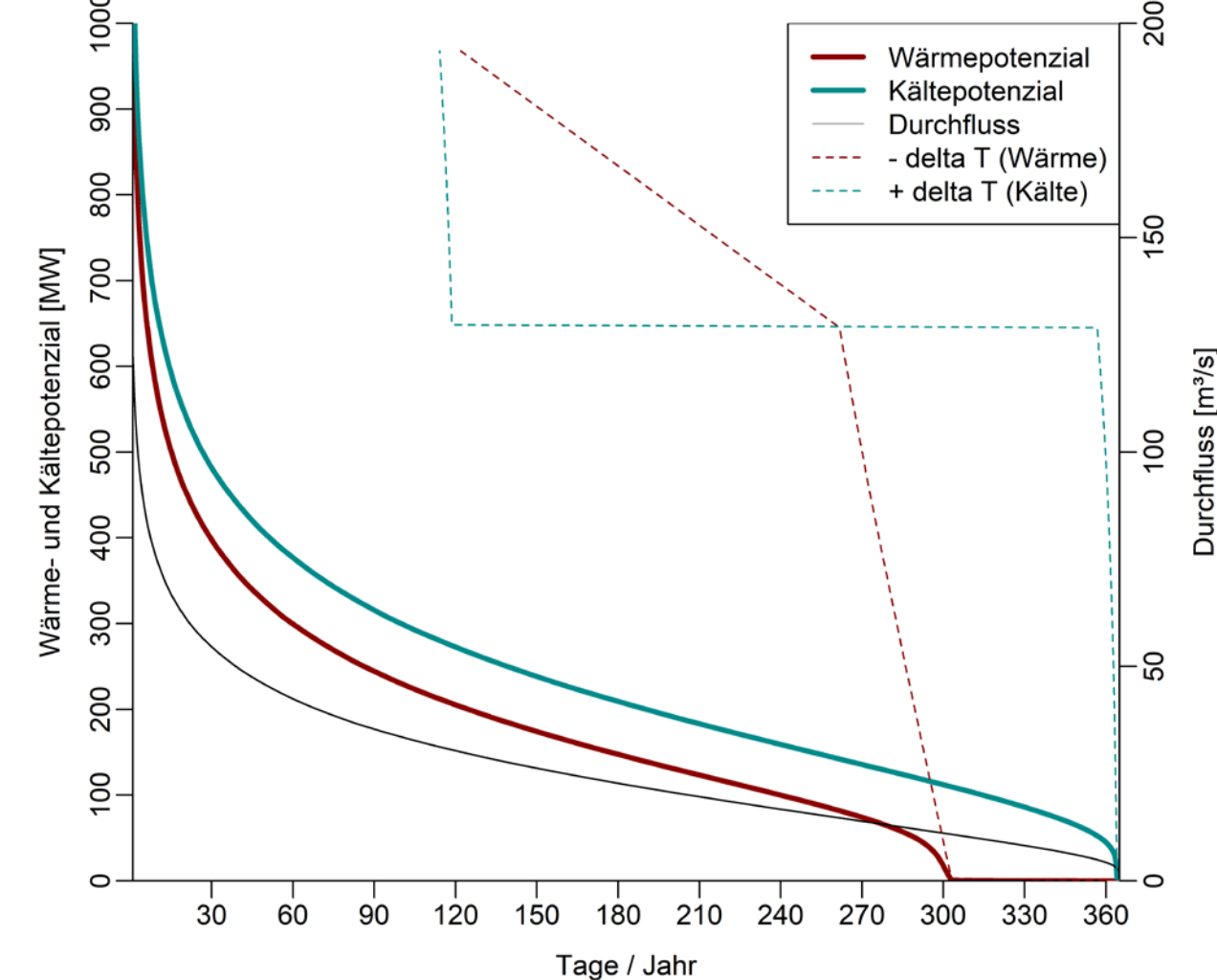
- Tendenz Abnahme Q (generell Spreewald)
- Tendenz Zunahme T<sub>w</sub> (generell an den Stationen)
- Abnahme Wärme- & Kältepotenzial durchflussbedingt
- Leichte Abnahme Tage an denen Wärmepotenzial durch T<sub>w,min</sub> bzw. Kältepotenzial durch T<sub>w,max</sub> limitiert ist

### 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<sub>w,min</sub>
- März: hohe Bandbreite da z.T. limitiert durch T<sub>w,min</sub>

### Dauerlinien basierend auf stochastisch generierten Q und T<sub>w</sub> 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. → 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