

Citizen Science: Niederschlagsdaten von privaten Wetterstationen

Micha Eisele¹⁾, András Bárdossy, Abbas El Hachem, Jochen Seidel

Überblick

Während die Anzahl zeitlich hochaufgelöster Niederschlagsschreiber in Deutschland nahezu konstant bleibt, nimmt die Anzahl an privaten Niederschlagsschreibern jährlich zu. Die französische Firma NETATMO betreibt weltweit eines der größten Netzwerke an privaten Wetterstationen (PWS). Stand Juli 2021 liefern deutschlandweit ca. 31.000 Stationen frei zugängliche Niederschlagsdaten mit einer zeitlichen Auflösung von 5 Minuten, Tendenz steigend. Eine Aussage über fachgerechte Aufstellungsbedingungen und Wartung der einzelnen Stationen lässt sich dabei meist nicht treffen, was einen sehr hohen Aufwand in der Datenaufbereitung mit sich zieht. Durch fehlende Heizsysteme an den Niederschlagsschreibern ist die wissenschaftliche Verwertung der Messergebnisse nur bei Temperaturen oberhalb des Gefrierpunktes sinnvoll.

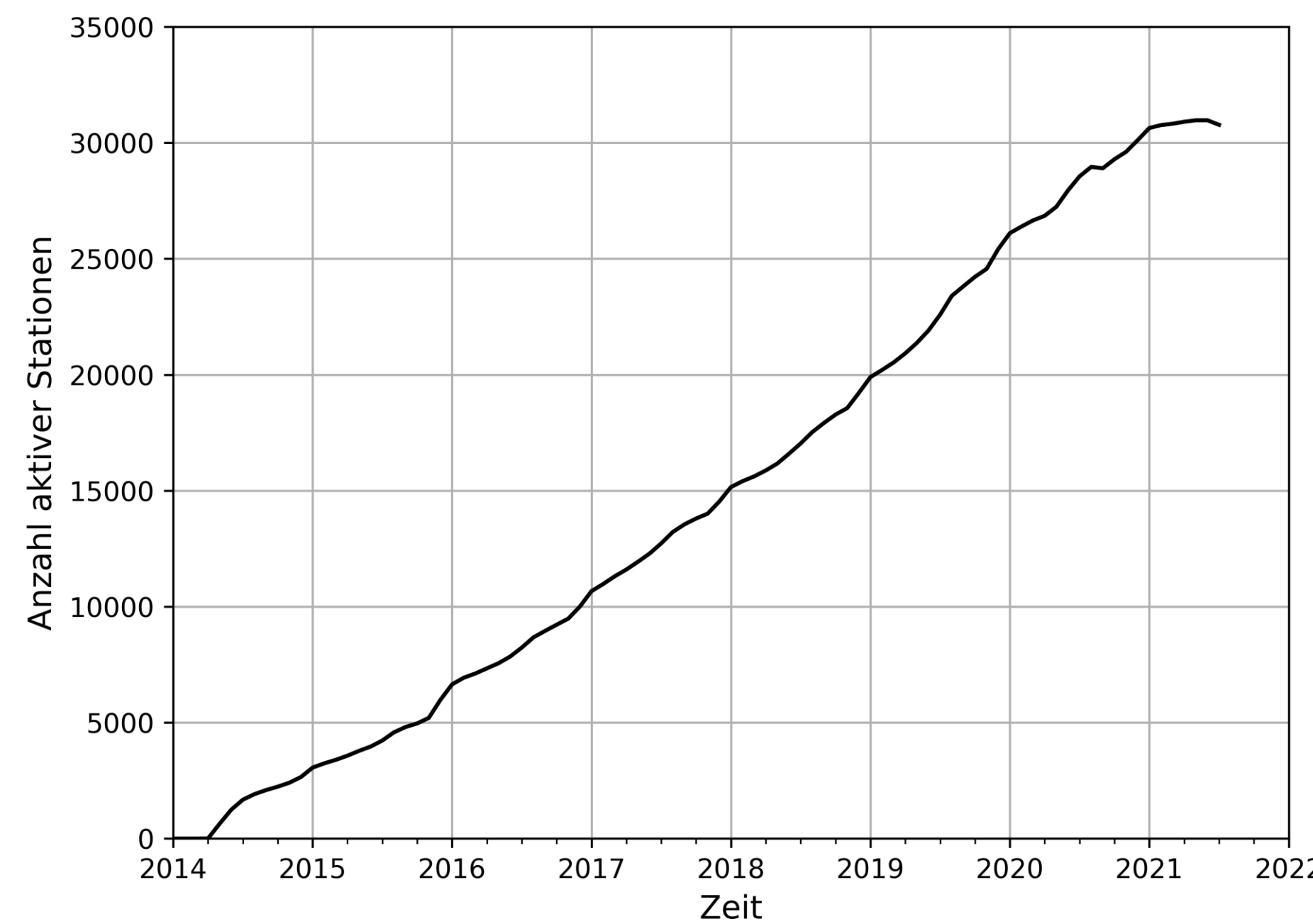


Abb. 1: Anzahl der aktiven privaten Niederschlagsschreiber in Deutschland von 2014 – Juli 2021.

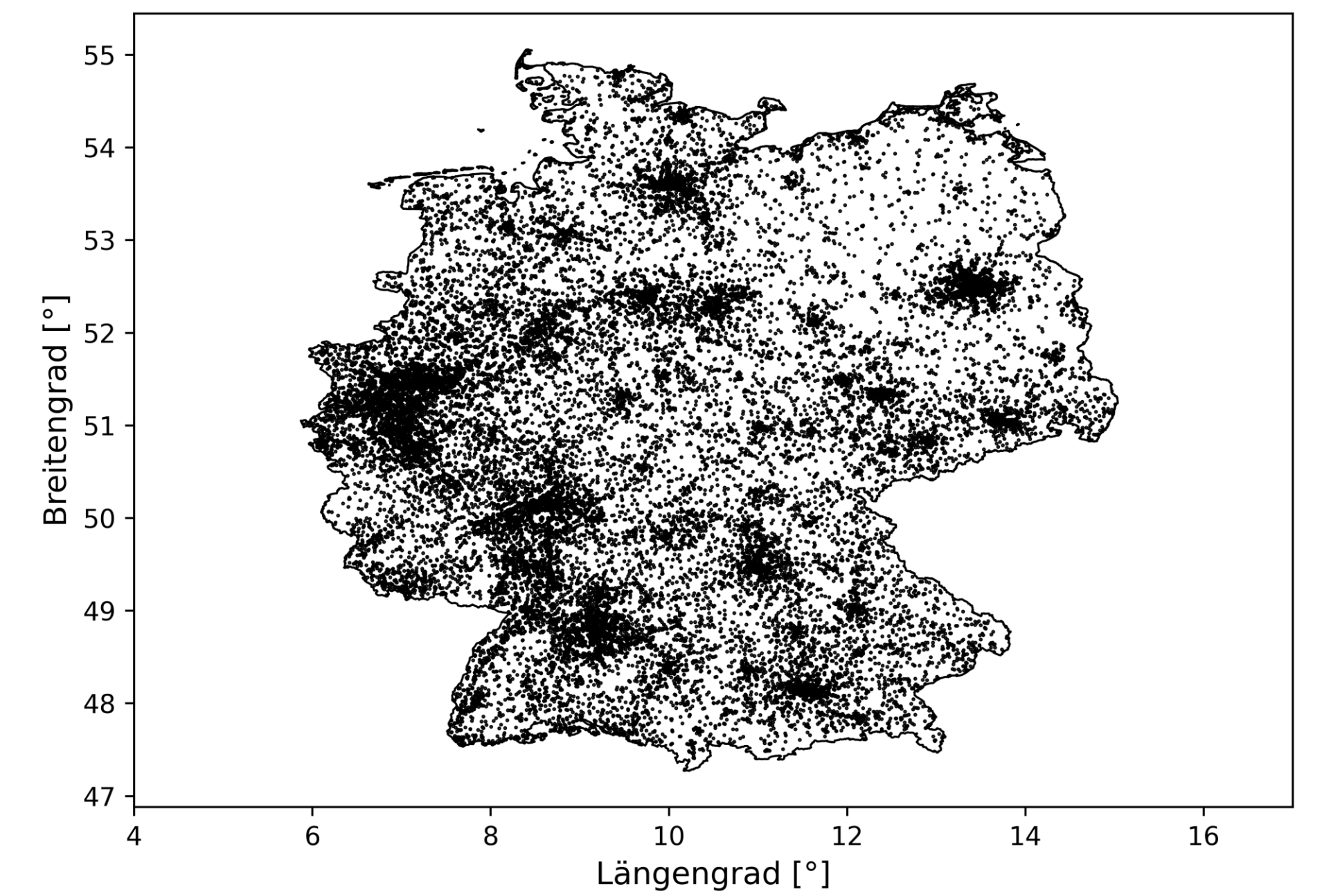


Abb. 2: Standorte der privaten Niederschlagsstationen innerhalb Deutschlands.

Datenaufbereitung von PWS-Daten (stündlich)

1. Indikator-Korrelation hoher Intensitäten

- Berechnung der Indikator-Korrelation ($\geq p_{99}$) zwischen jeder PWS- bzw. DWD-Station und der jeweiligen nächstgelegenen DWD-Station ($\rho_{PWS-DWD}$ bzw. $\rho_{DWD-DWD}$).
- PWS wird akzeptiert, wenn $\rho_{PWS-DWD} \geq \rho_{DWD-DWD}$.

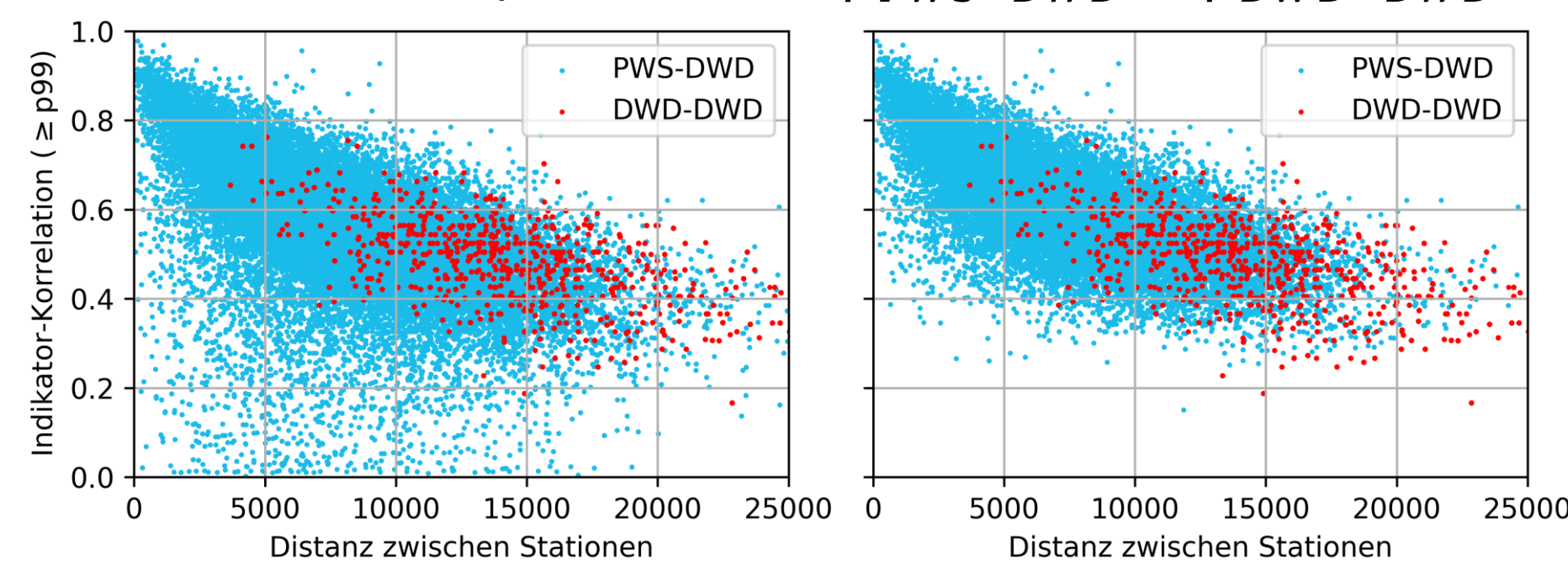


Abb. 3: Indikator-Korrelation für PWS-DWD (blau) und DWD-DWD (rot) vor (links) und nach (rechts) Anwendung des Filters.

2. Bias-Korrektur

Annahme: Die gemessenen PWS-Daten können in ihren Werten fehlerhaft sein, sind aber gut in ihrer Reihenfolge (zumindest für hohe Niederschlagsmengen):

$$Y_{\Delta t}(y_i, t_1) < Y_{\Delta t}(y_i, t_2) \rightarrow Z_{\Delta t}(y_i, t_1) < Z_{\Delta t}(y_i, t_2)$$

Korrektur der PWS-Niederschlagsdaten mithilfe eines Primärnetzes (hier: DWD).

Beispiel anhand des 99. Quantils

$$F_{DWD_1}^{-1}(0,99) = 3,1mm \quad F_{DWD_2}^{-1}(0,99) = 3,0mm$$

$$F_{DWD_3}^{-1}(0,99) = 3,2mm \quad F_{DWD_4}^{-1}(0,99) = 3,5mm$$

$$PWS: \sum_{i=1}^4 \lambda_i F_{DWD_i}^{-1}(0,99) = 3,2mm$$

3. Ereignisbasierte räumliche Filterung

Mithilfe des Primärnetzes (hier: DWD) wird an jedem PWS-Standort y_j für jeden Zeitschritt t ein Niederschlagswert $Z^*(y_j, t)$ mittels Ordinary Kriging geschätzt. Ist die Differenz zwischen dem geschätzten und gemessenen Niederschlagswert $Z^0(y_j, t)$ größer als dreimal der Kriging-Standardabweichung, wird $Z^0(y_j, t)$ als Fehlwert betrachtet:

$$\left| \frac{Z^*(y_j, t) - Z^0(y_j, t)}{\sigma(y_j, t)} \right| > 3$$

Dieser Filter dient überwiegend dazu falsche Nullen, die z.B. durch eine vorübergehende Verbindungsunterbrechung zwischen dem Regenmessermodule und der Basisstation entstehen können, zu entfernen.

Interpolation

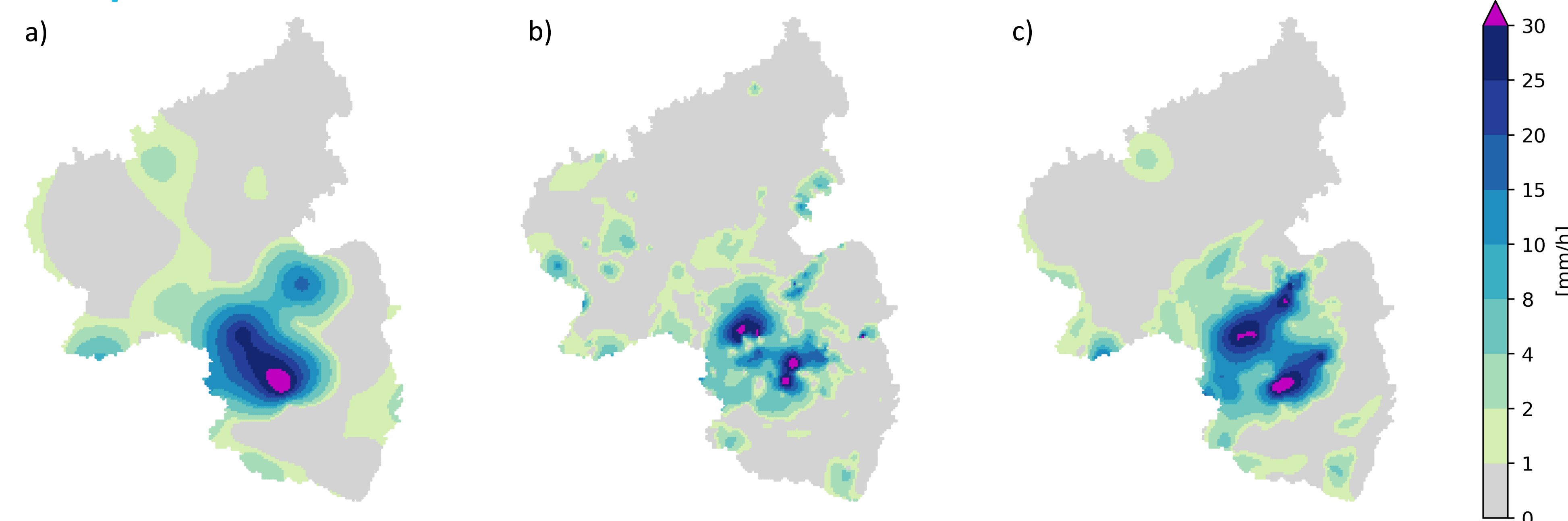


Abb. 4: Interpolationsergebnisse für ein Niederschlagsereignis in Rheinland-Pfalz am 11.06.2018 14:00Uhr mit folgenden Eingangsdaten: a) DWD, b) ungefilterte PWS, c) gefilterte PWS und DWD.

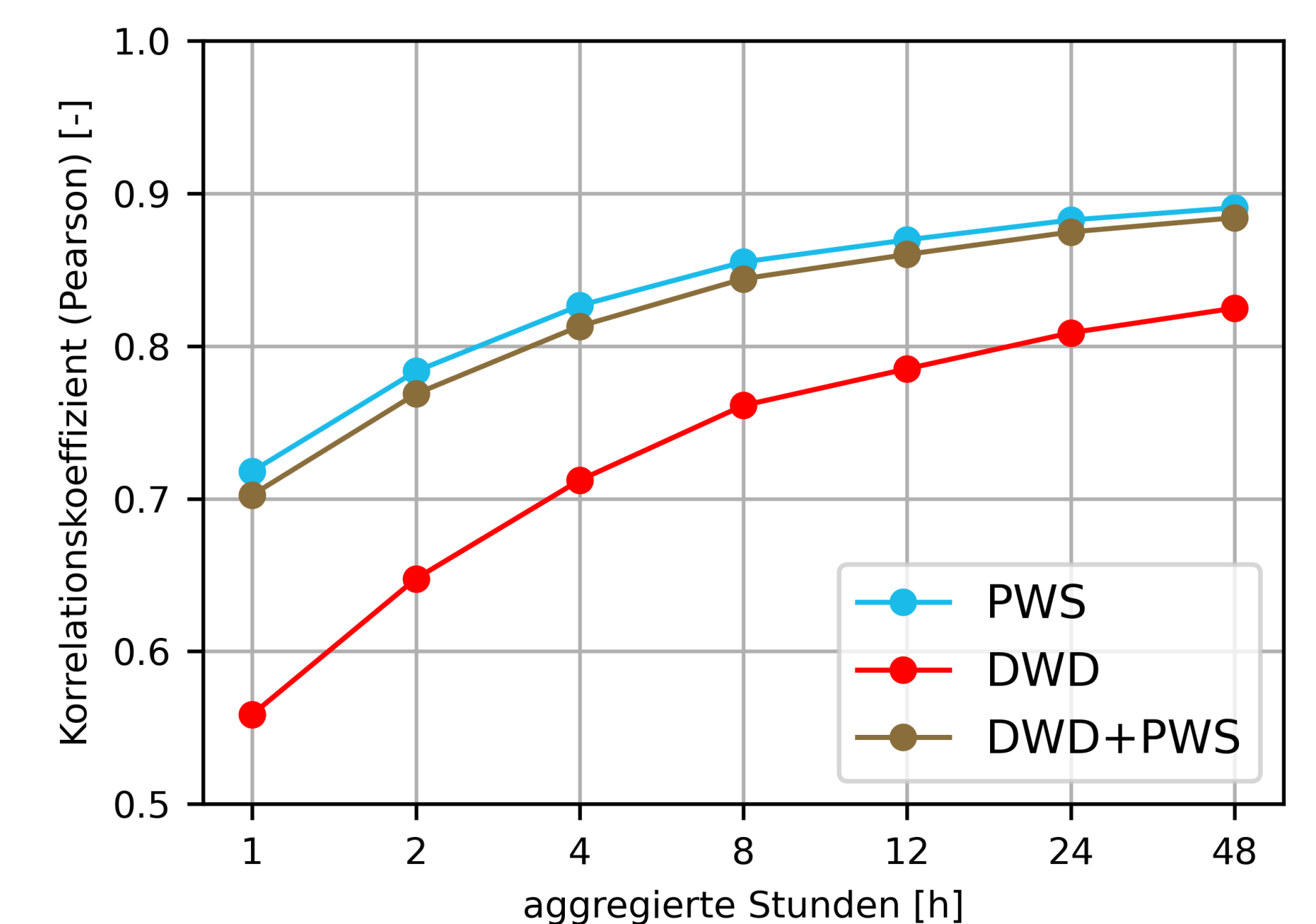


Abb. 5: Korrelationskoeffizient der Kreuzvalidierung für verschiedene zeitliche Aggregationen in Deutschland für die Jahre 2018 und 2019 (jeweils April bis Oktober).

Vergleich mit Radar

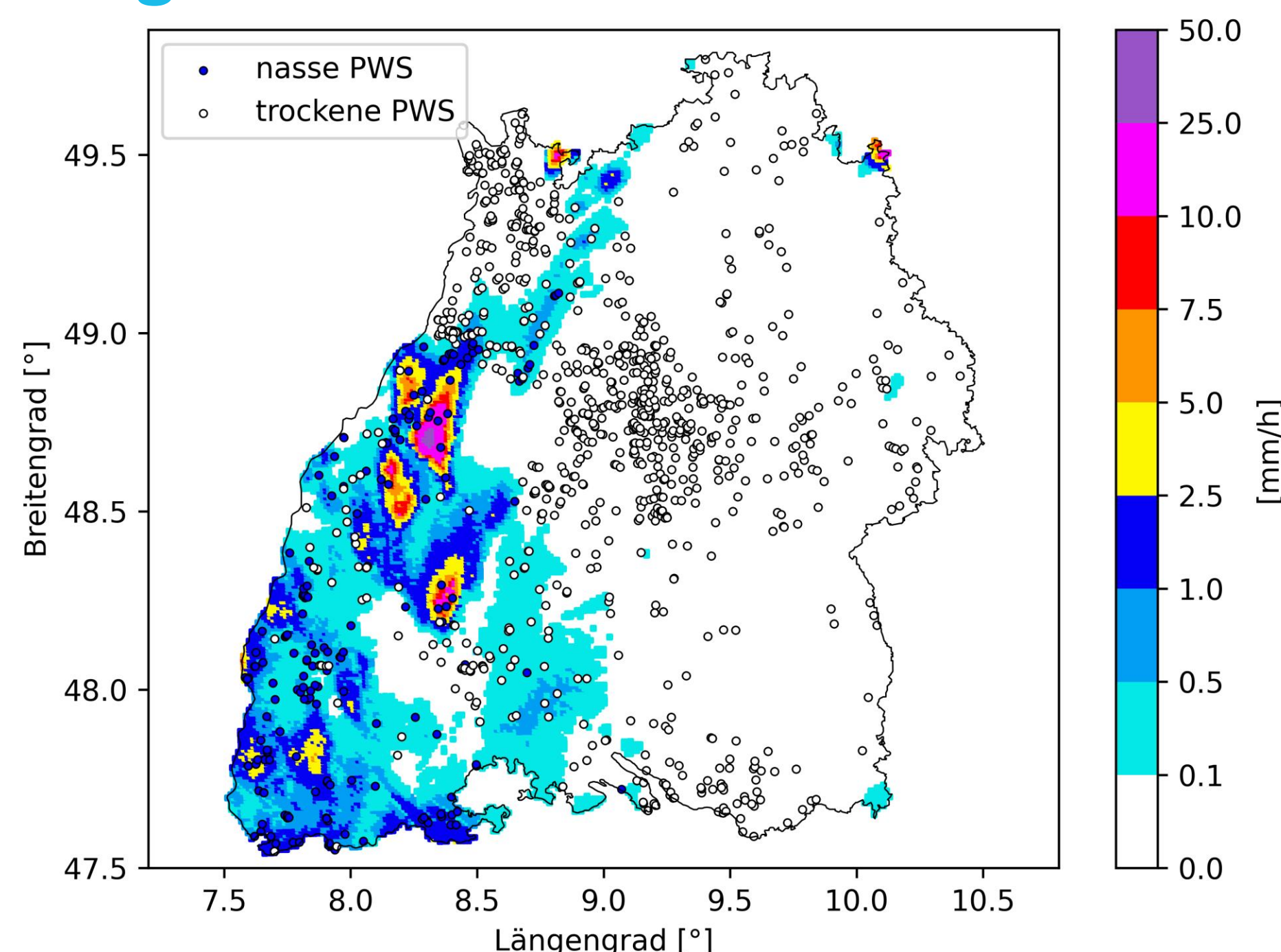


Abb. 6: RADOLAN-RW am 11.06.2018 13:50Uhr mit nassen (blau) und trockenen (weiß) PWS in Baden-Württemberg.

Tab. 1: Normierte Konfusionsmatrix für nasse und trockene Radarpixel an PWS-Standorten in Deutschland für den Zeitraum April – August 2020 in stündlicher Auflösung.

Anzahl Paare: 67,3 Mio.		PWS	
		Nass	Trocken
Radar (RADOLAN RW)	Nass	0,677	0,323
	Trocken	0,012	0,988

Weitere Informationen / Literatur

Bárdossy, A., Seidel, J. and El Hachem, A.: The use of personal weather station observations to improve precipitation estimation and interpolation, <https://doi.org/10.5194/hess-25-583-2021>

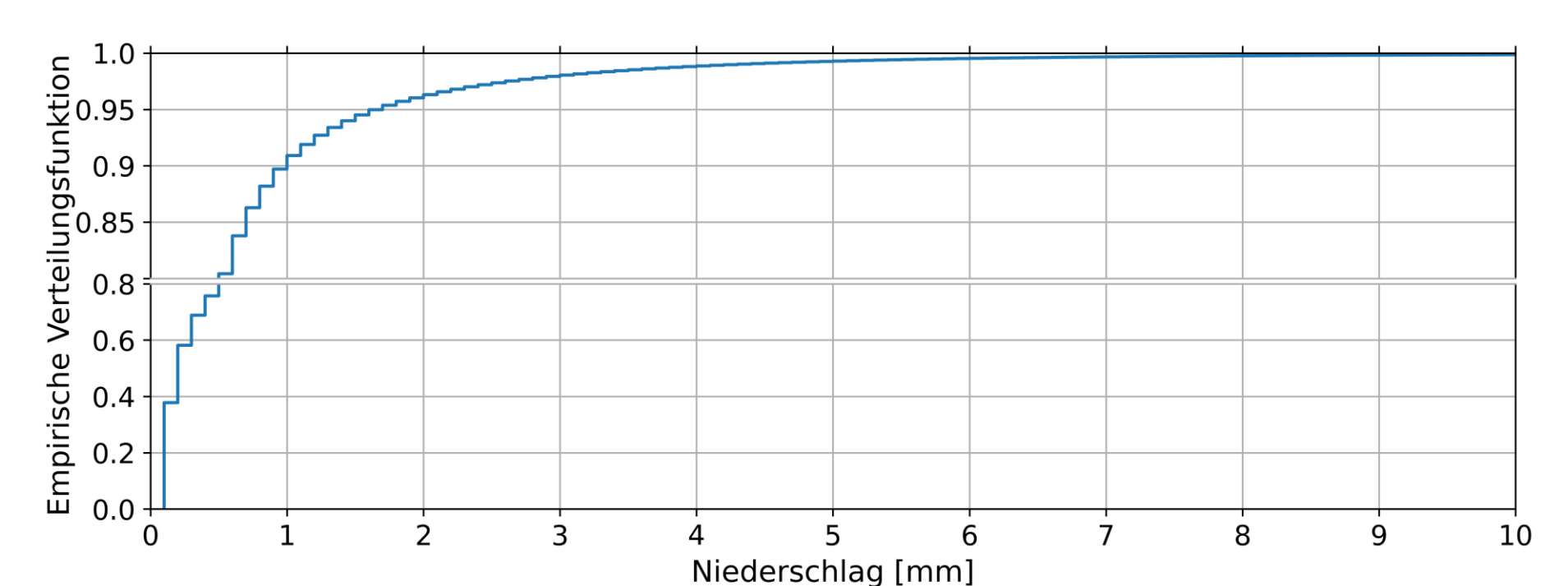


Abb. 7: Empirische Verteilungsfunktion der Niederschlagswerte „Radar Nass – PWS – trocken“ (ca. 1,5 Mio. Werte).

Graf, M., El Hachem, A., Eisele, M., Seidel, J., Chwala, C., Kunstmann, H. and Bárdossy, A.: Rainfall estimates from opportunistic sensors in Germany across spatio-temporal scales, <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2021.100883>

¹⁾ Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung
Pfaffenwaldring 61
70569 Stuttgart
Micha.Eisele@iws.uni-stuttgart.de