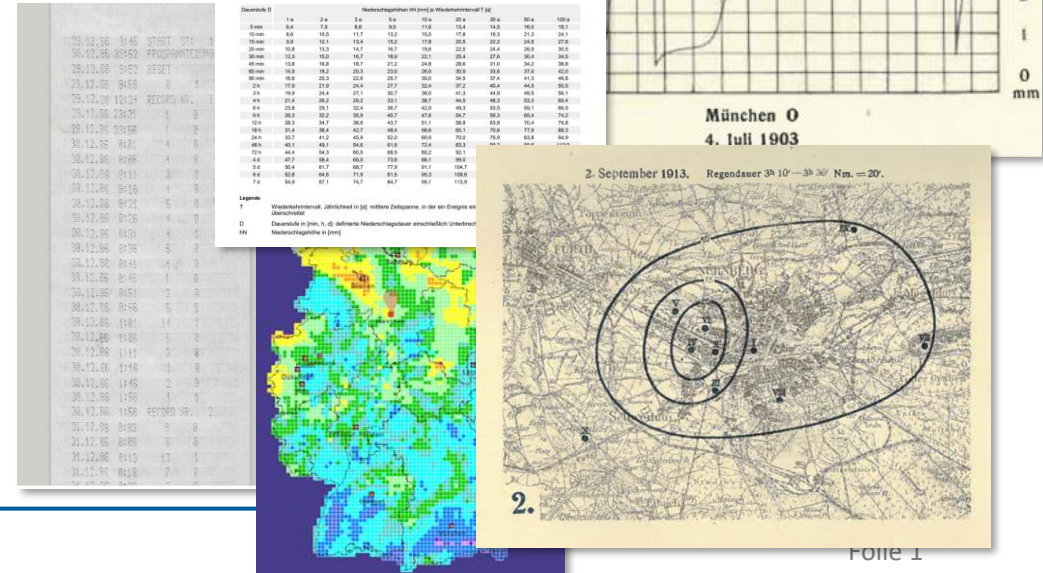


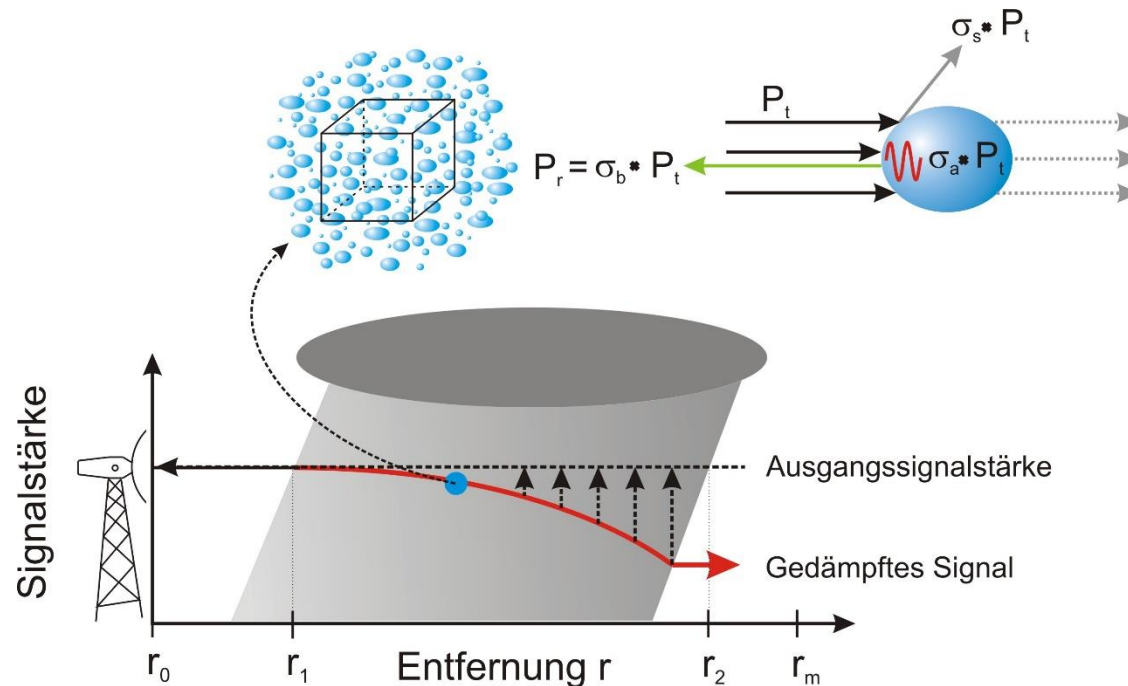
Die Bedeutung raum-zeitlich ungleich verteilter Niederschläge für den Mischwassernachweis

*Stefan Krämer, Daniel Fitzner-Pukade, Hanna Leberke, Helge Günther, Martin Lindenberg,
Fabian Frieze und Sebastian Würfel*

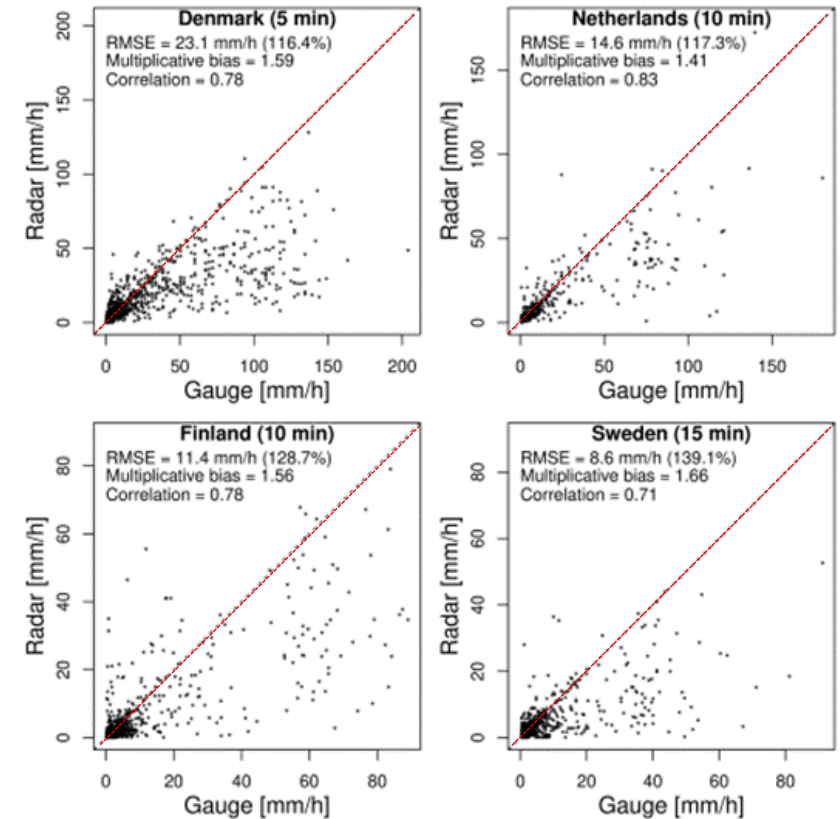




Radarsignaldämpfung infolge von Niederschlag führt zu systematischer Unterschätzung der Radarregenmessung



Radare-Regenschreiber Anpassungsverfahren ohne Dämpfungskorrektur (Schleiss et al. 2020)

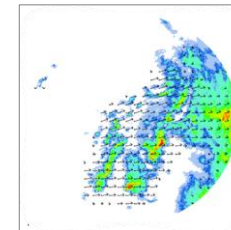
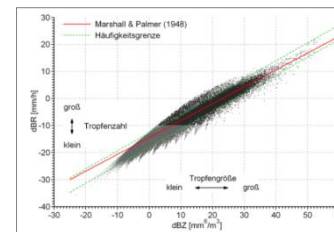
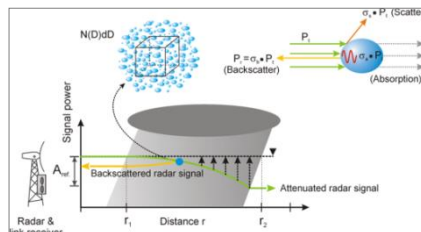
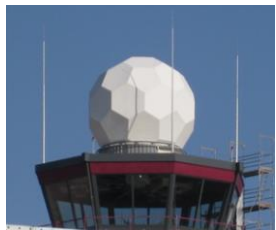
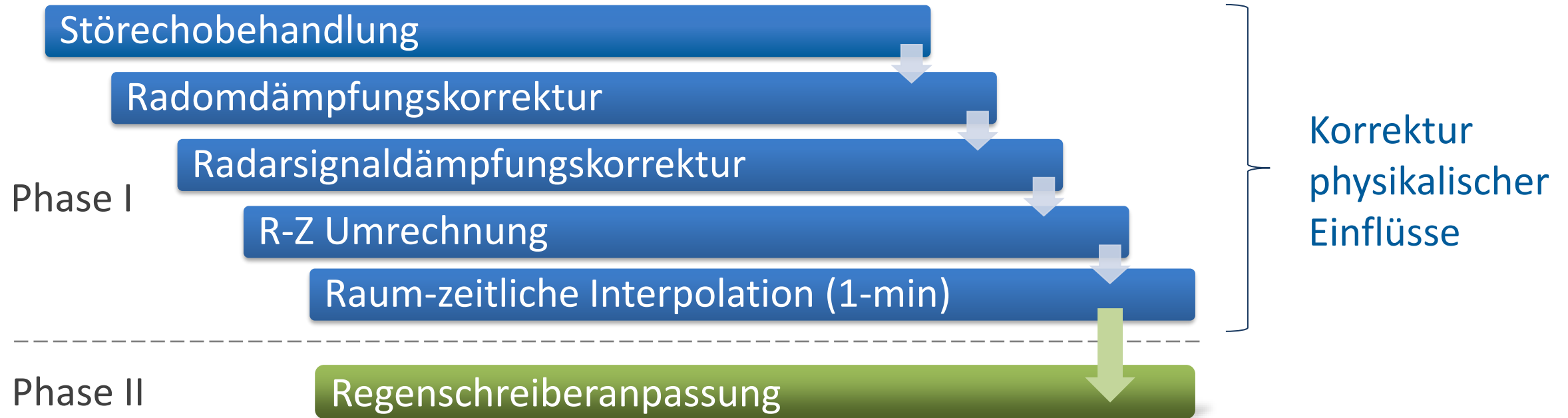


Radarsignaldämpfung in Abhängigkeit statistischer Regenhöhen bzw. Intensität nach KOSTRA-DWD 2020

Duration D	Wiederkehrzeit T [a]									
	Design					20 a	30 a	50 a	100 a	
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a					
5 min	8,6	10,4	11,5	13	15,1	17,2	18,7	20,5	23,2	mm
	0,95	1,18	1,33	1,54	1,83	2,13	2,35	2,62	3,02	dB/km
60 min	18,5	22,4	24,9	28	32,6	37,3	40,4	44,5	50,3	mm
	0,13	0,16	0,18	0,21	0,25	0,29	0,32	0,36	0,41	dB/km

Statistische Regenhöhen nach KOSTRA DWD 2020 (S 108/ Z 216)

3 dB Dämpfung \approx 35% Unterschätzung der Regenintensität

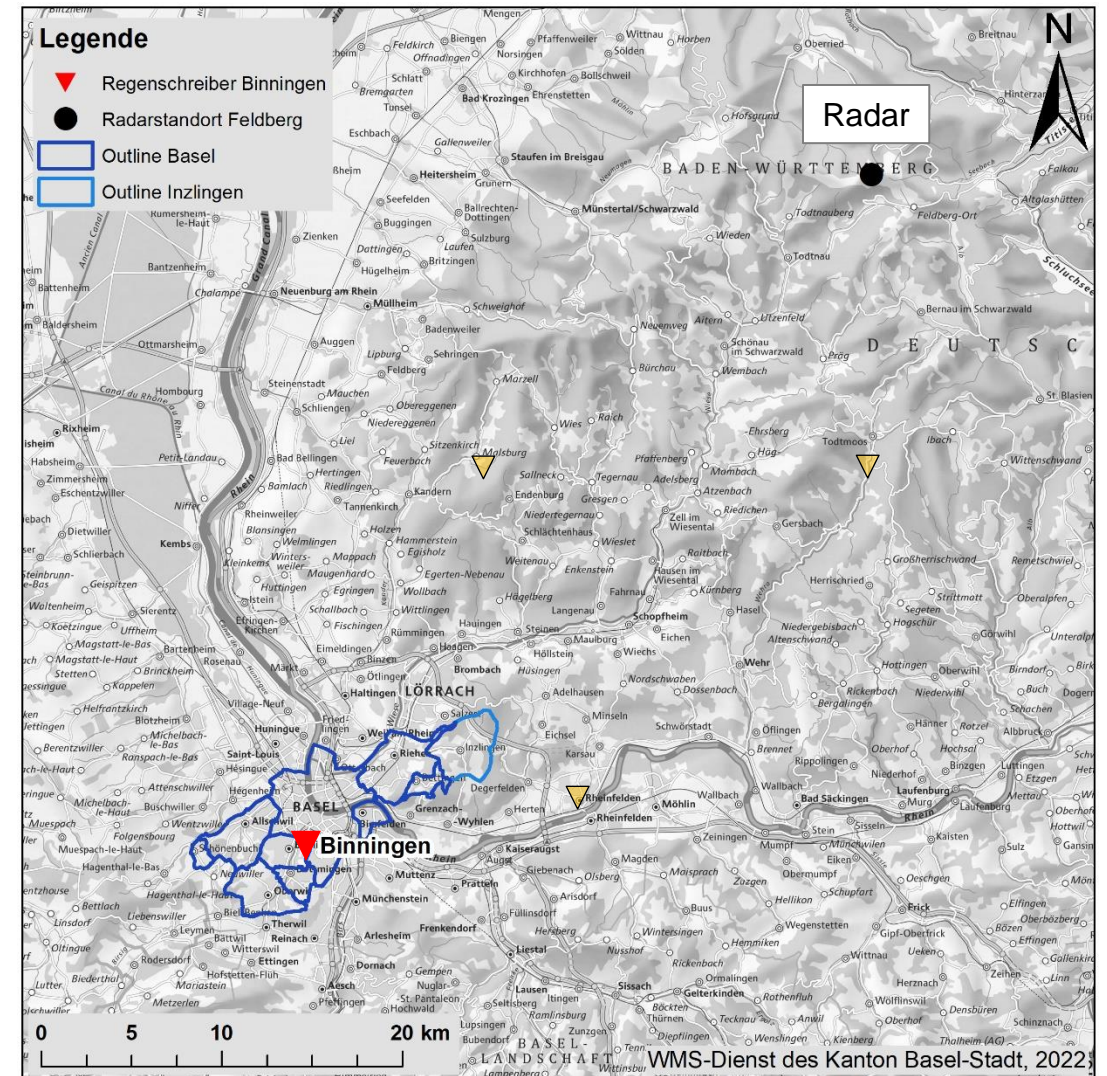


Ausgangsdaten

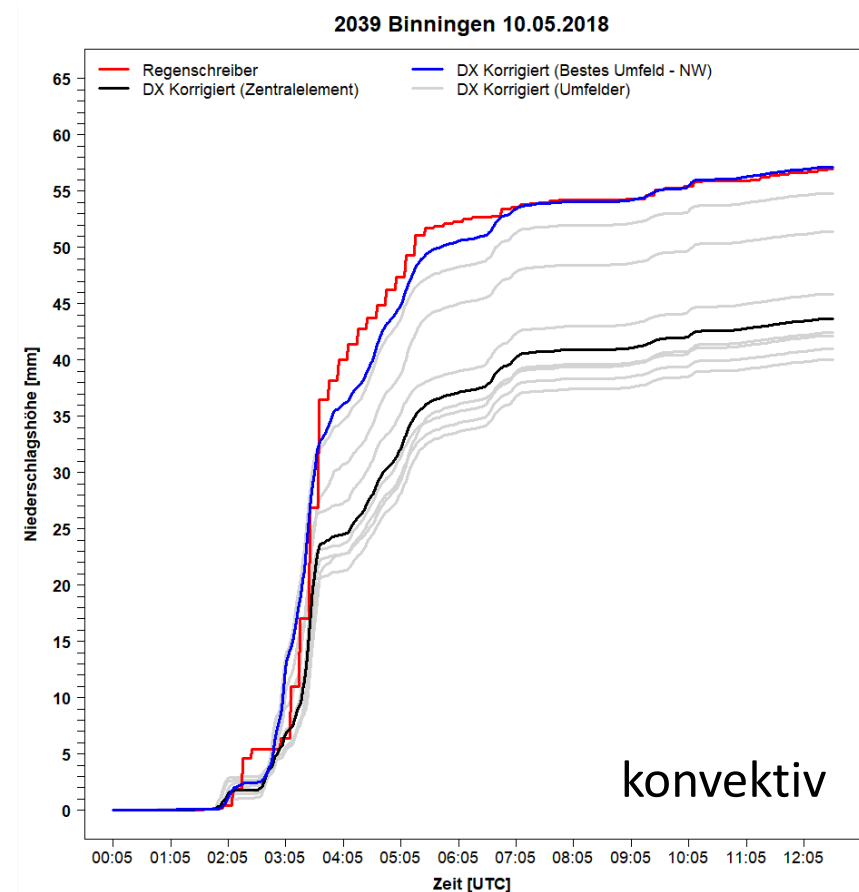
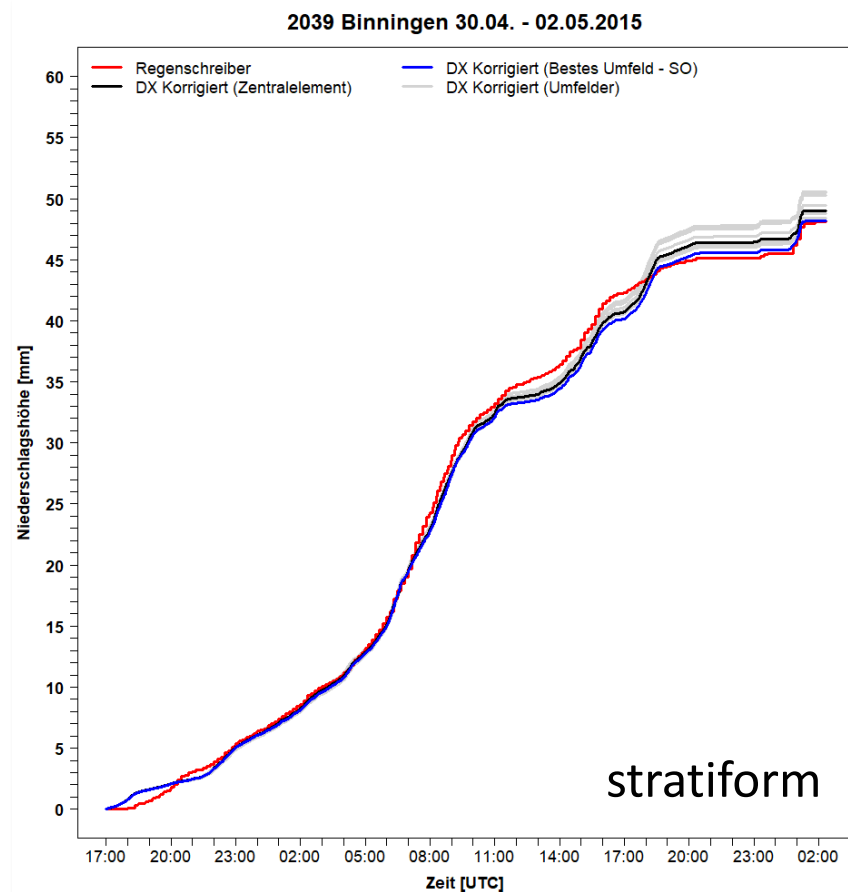
- Radardaten (C-Band, DX-Produkt)
 - DWD, Standort Feldberg
 - Radarreflektivität (dBZ)
 - Polardaten (Azimut: 1°, Feldlänge: 1km)
 - Zeitl. Auflösung: $dt = 5 \text{ min}$
- Regenschreiber (RS): Binningen

Ereignisserie

- Zeitraum: 2001 – 2020 (20 J.)
- Auswahl basierend auf RS und Radardaten
- 1.884 Ereignisse bezügl. Entlastungsrelevanz
 - $\approx 94 \text{ Ereignisse / Jahr}$

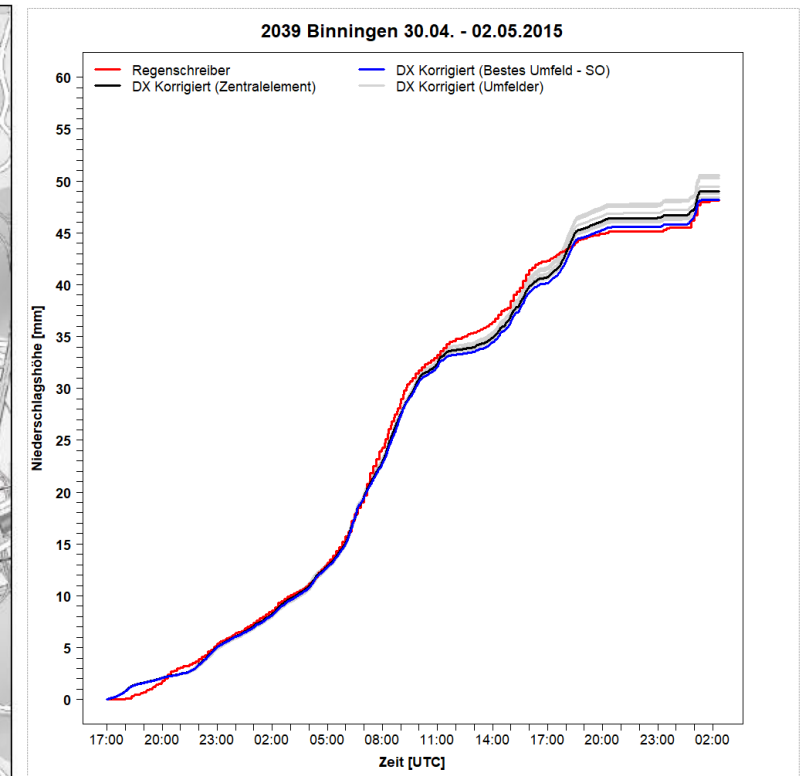
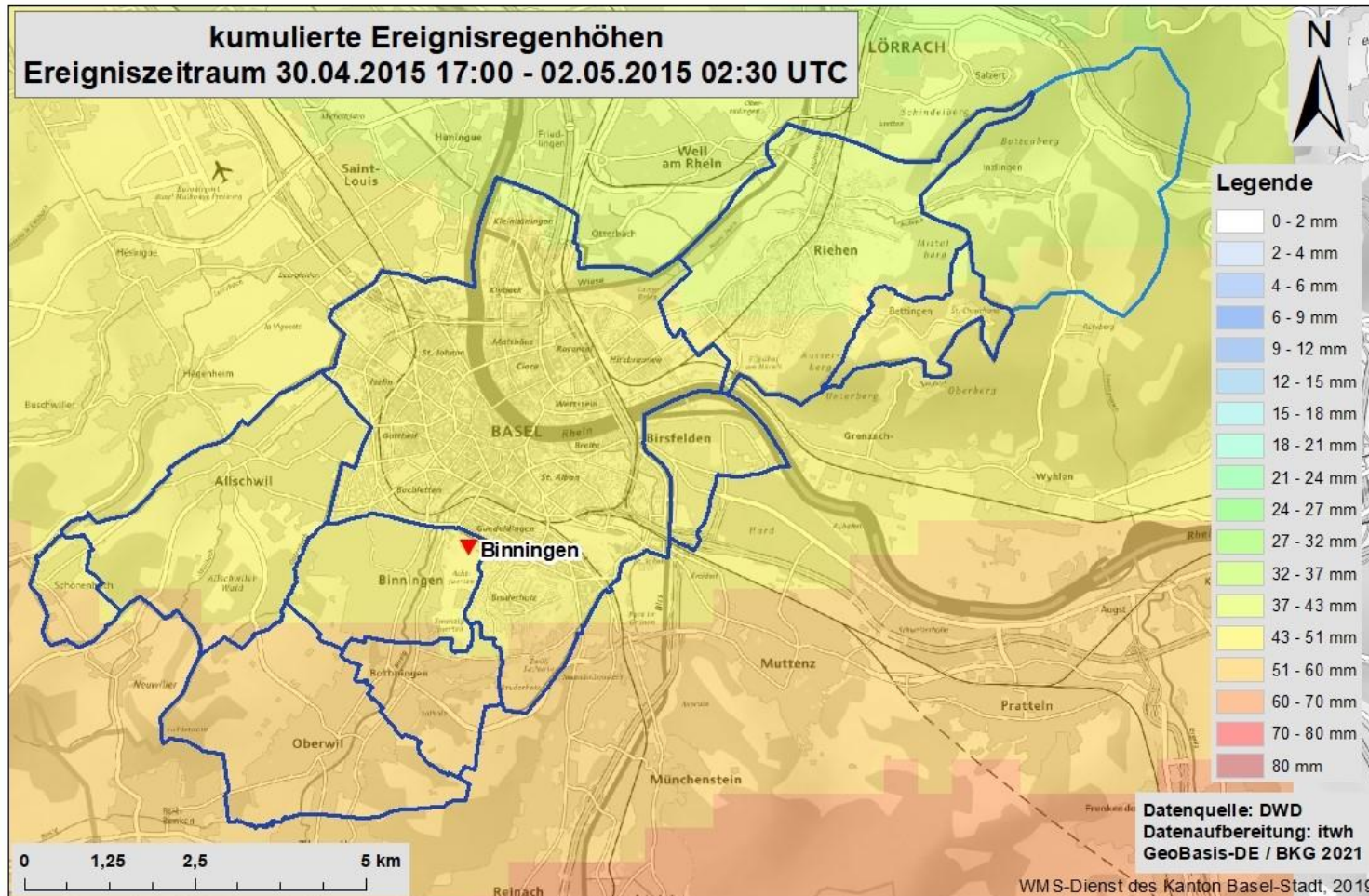


Stationsvergleiche RS- Binningen vs. Radar korrigiert

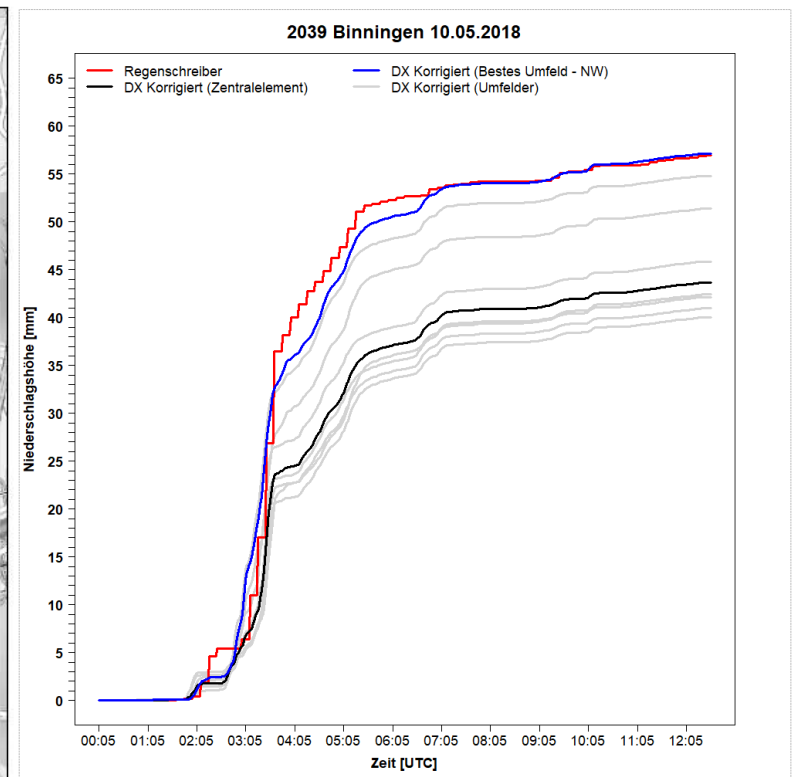
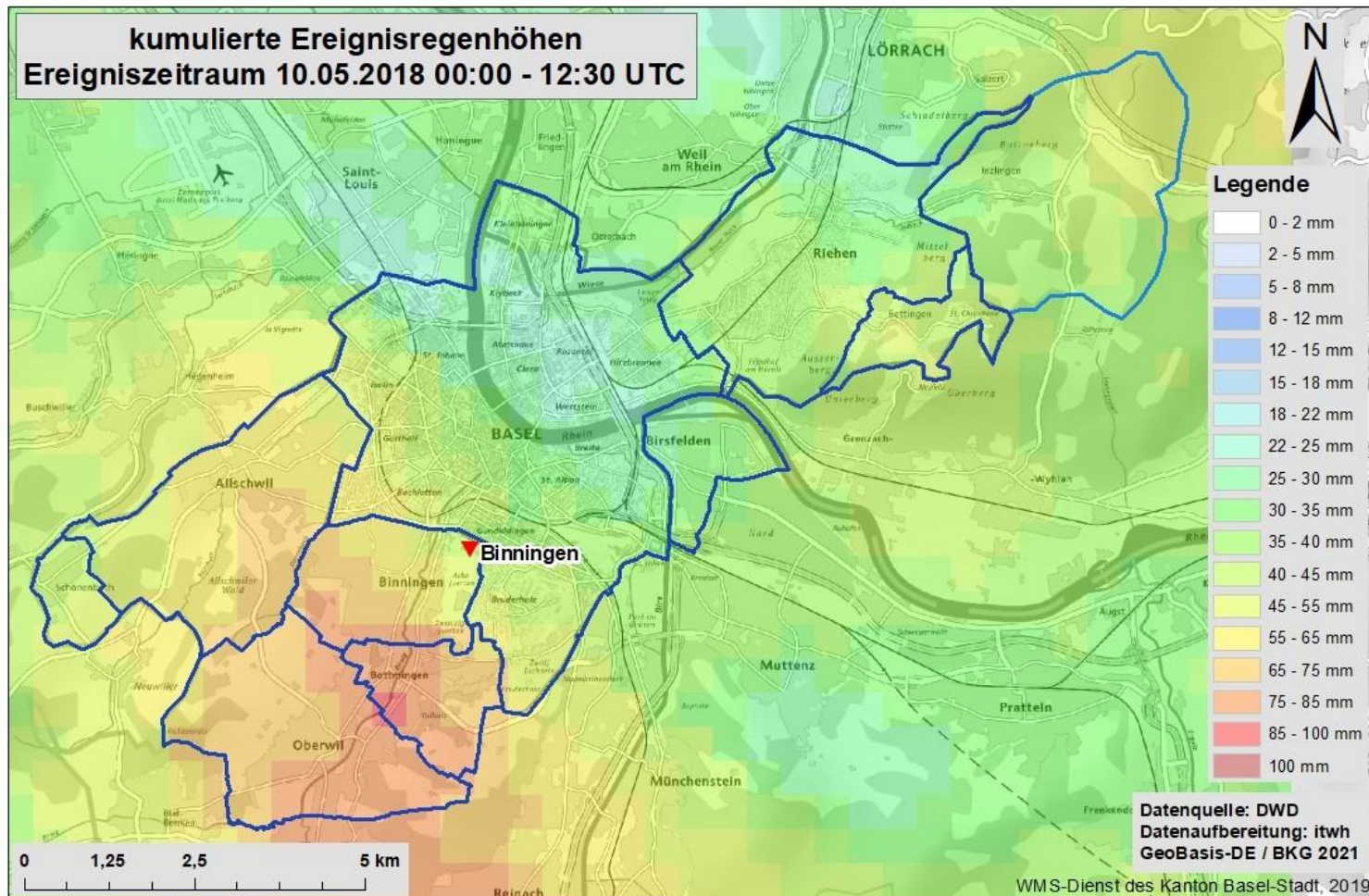


Kleinräumige
Variabilität,
Winddrift

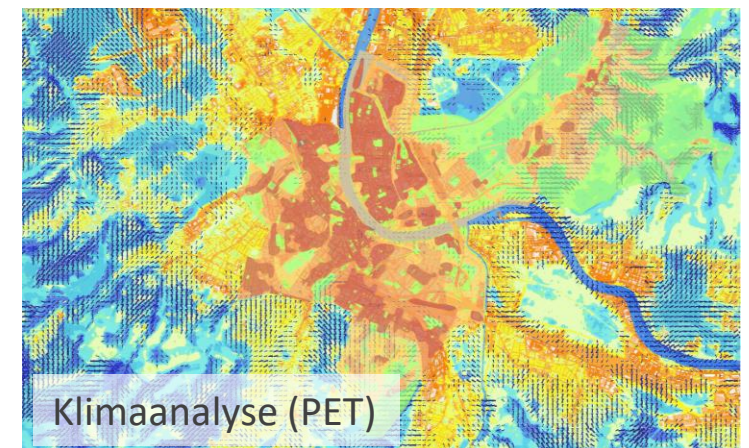
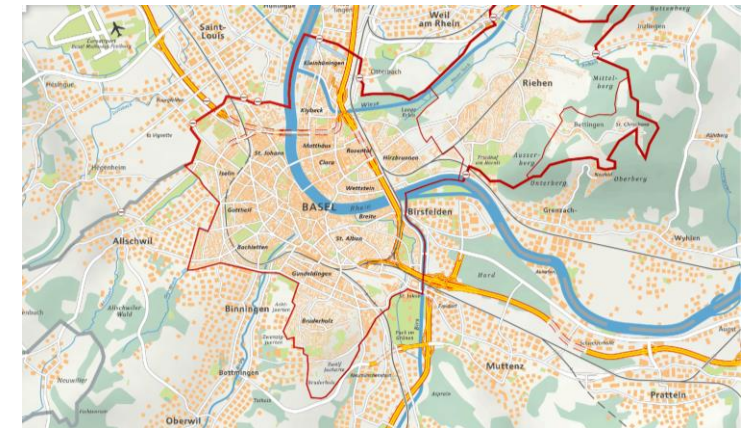
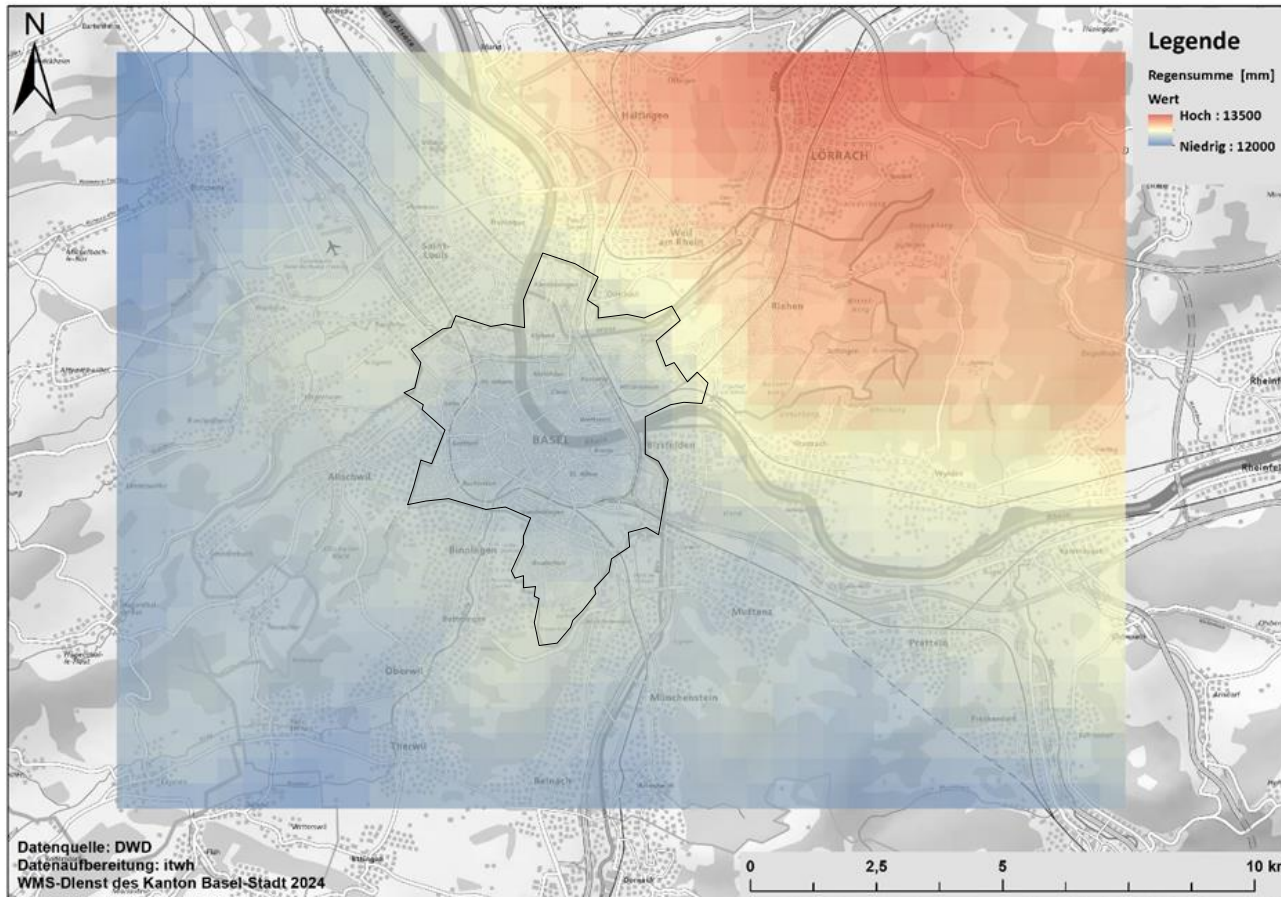
Radarereignisregenhöhen (räuml. Auflösung 500 m × 500 m)



Radarereignisregenhöhen (räuml. Auflösung 500 m x 500 m)



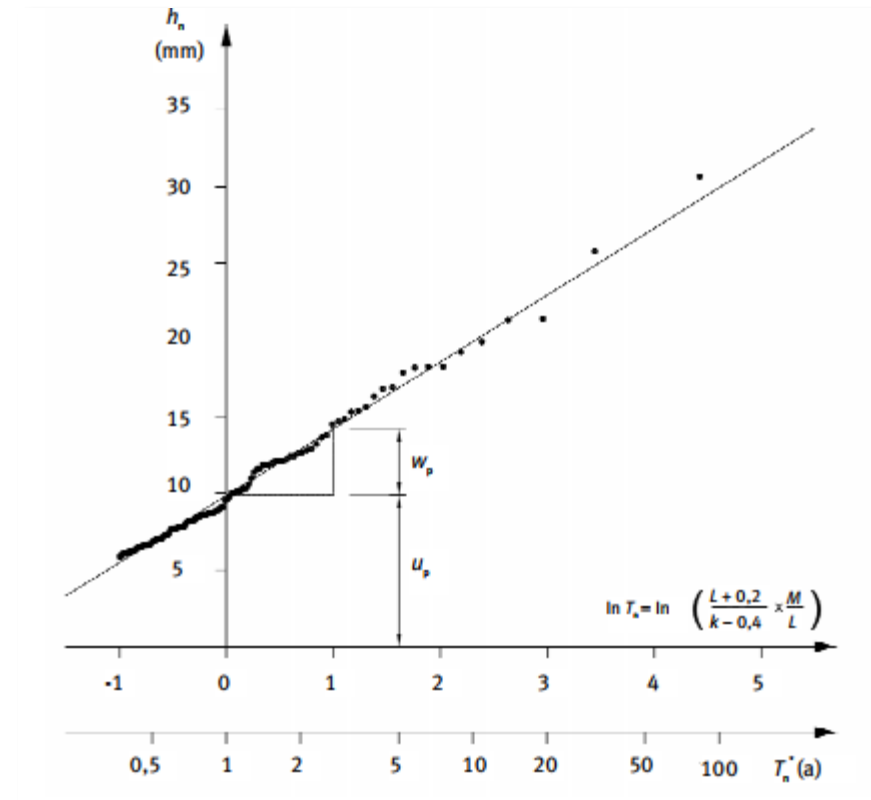
Räumliche Verteilung der Radarregenhöhen (1.884 Ereignisse)



Quelle: <https://map.geo.bs.ch>

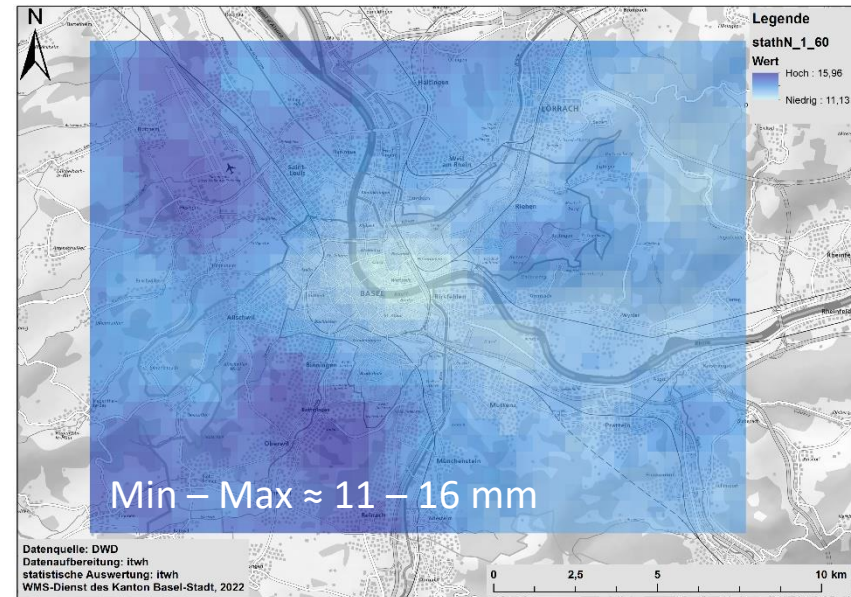
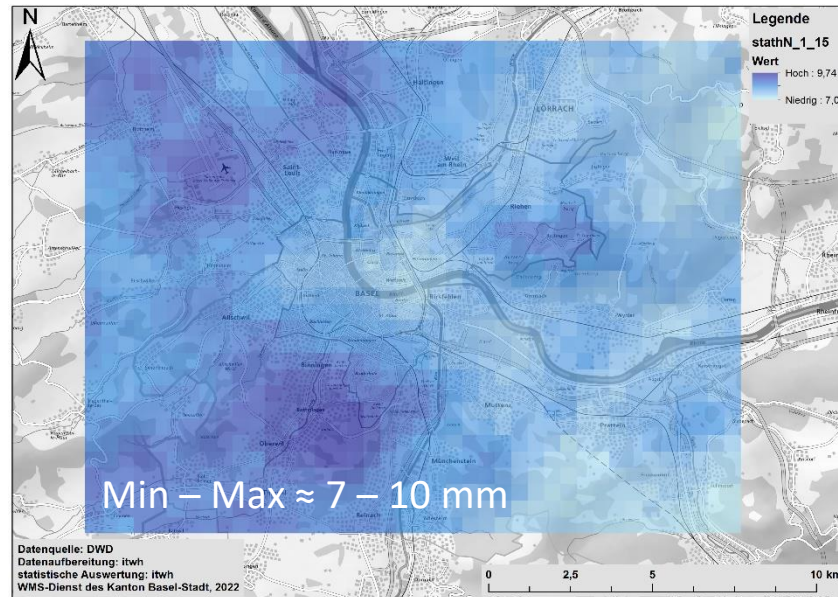
Extremwertstatische Analyse nach DWA-A 531 (09/2012)

- Bildung partieller Serien für ausgewählte Dauerstufe, u.a. D = 15, 60, 180 min
- Anwendung der Exponentialverteilung
- Durchführung für jedes Radarrasterelement (500 m × 500 m)

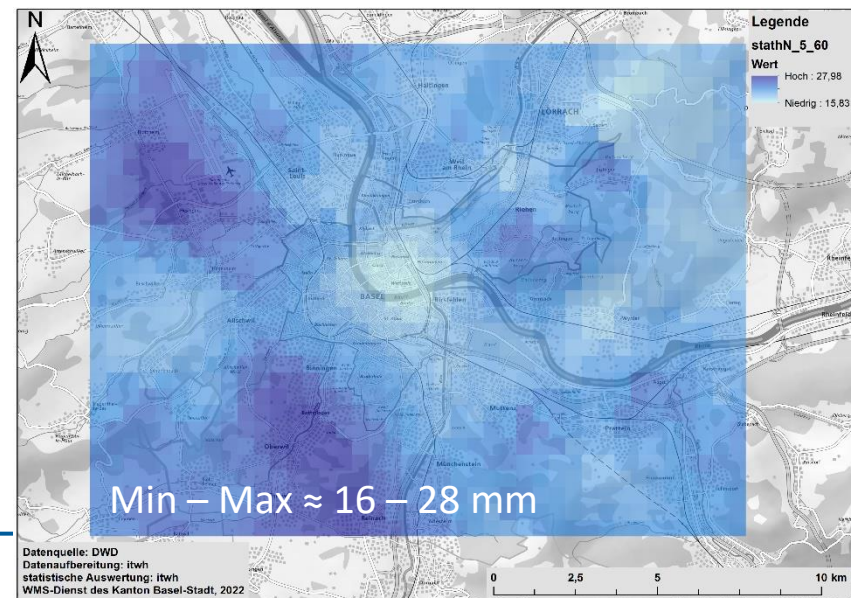
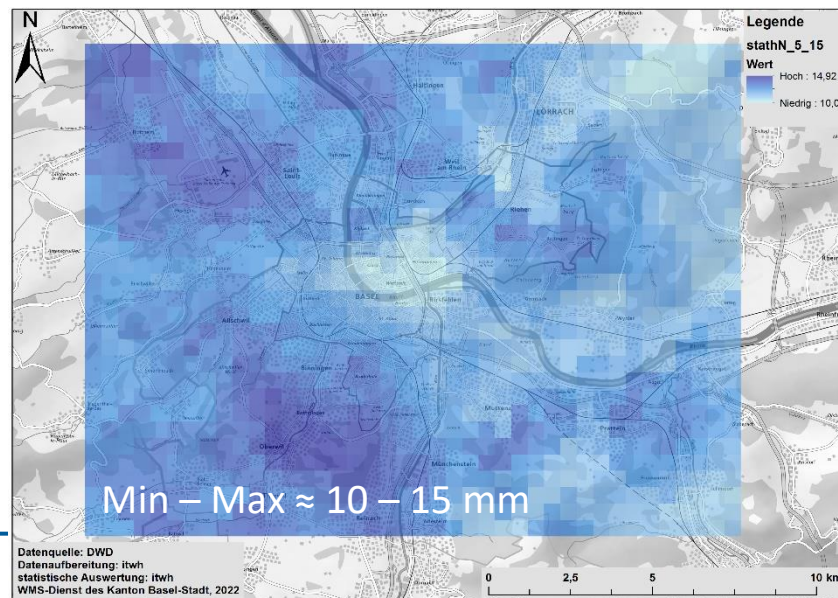


Karten extremwertstatistischer Radarregenhöhen

$T = 1a,$
 $D = 15 \text{ u. } 60 \text{ min}$

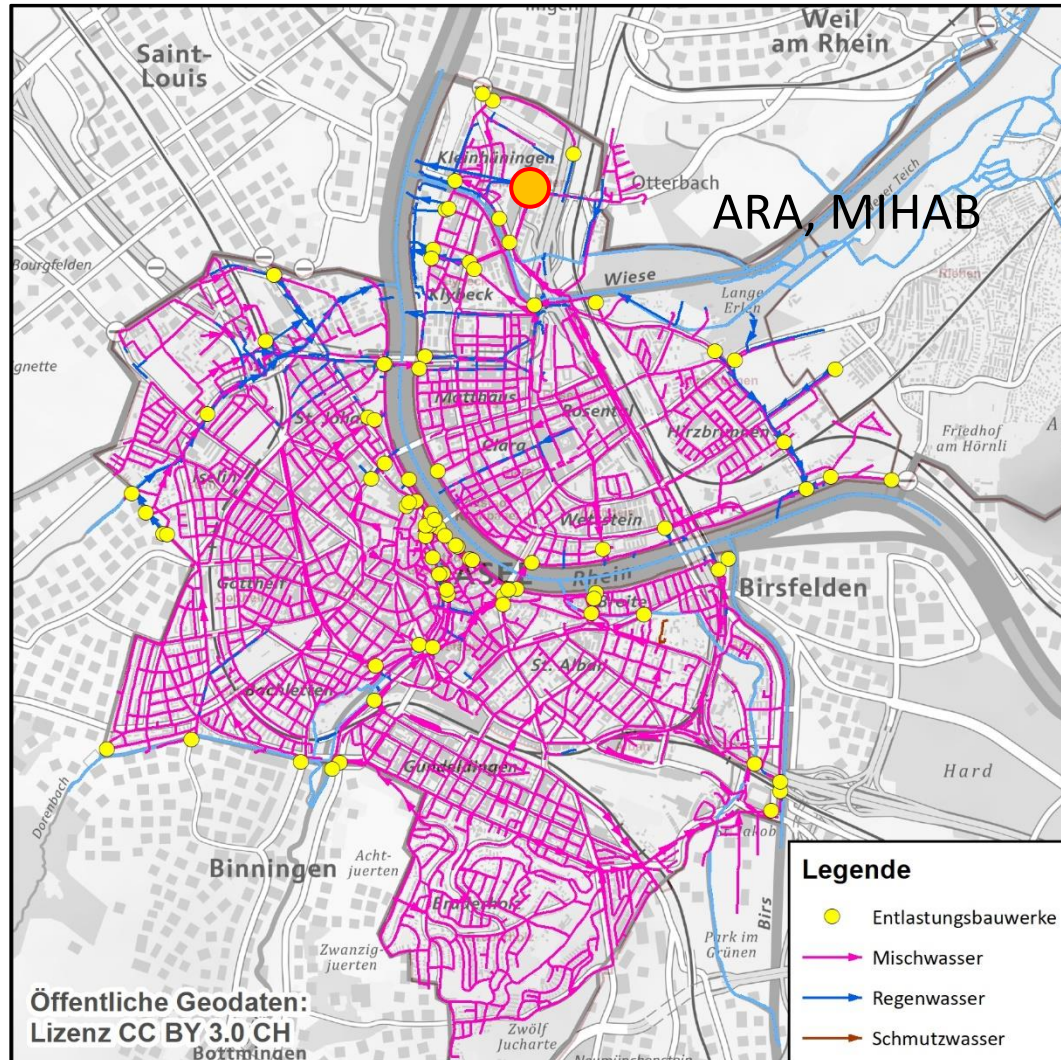


$T = 5a,$
 $D = 15 \text{ u. } 60 \text{ min}$



Welchen Einfluss hat die räumlich hochaufgelöste Niederschlagsbelastung auf die Ergebnisse der hydrodynamischen Schmutzfrachtberechnung?

Vergleich gleichmäßige Überregnung (1 RS) und
ungleichmäßige Überregnung mit Radardaten (500 m × 500 m)



Kenndaten Kanalnetzmodell

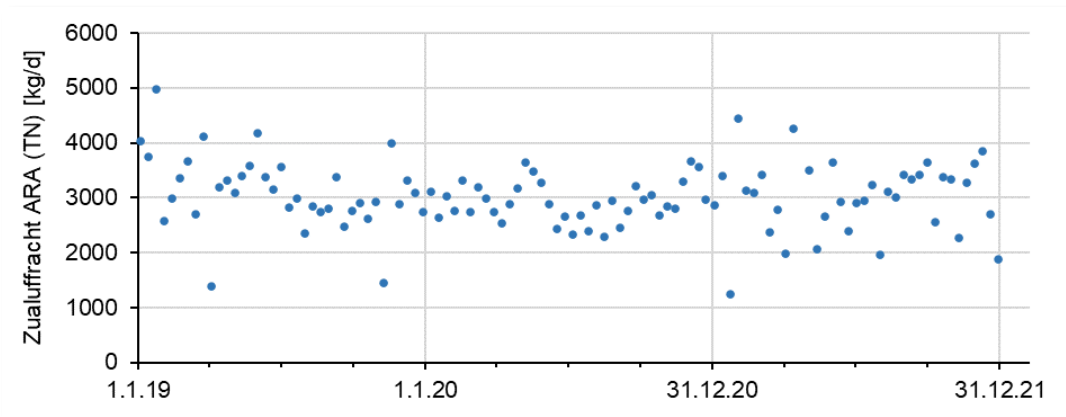
- Länge: 380 km
- Angeschlossene bef. Fläche: 1.787 ha
- $Q_{T,aM}$: 743 l/s
- Profilhöhen:
 - zwischen 150 mm und 3.500 mm
- Anzahl MW-Entlastungsbauwerke: 72

Kenndaten einleitender Gemeinden (vereinfachte Nachbildung)

- Einleitstellen ins Kanalnetz Basel: 17
- Angeschlossene bef. Fläche: 531 ha
- Anzahl MW-Entlastungsbauwerke: 12

Nachweisparameter

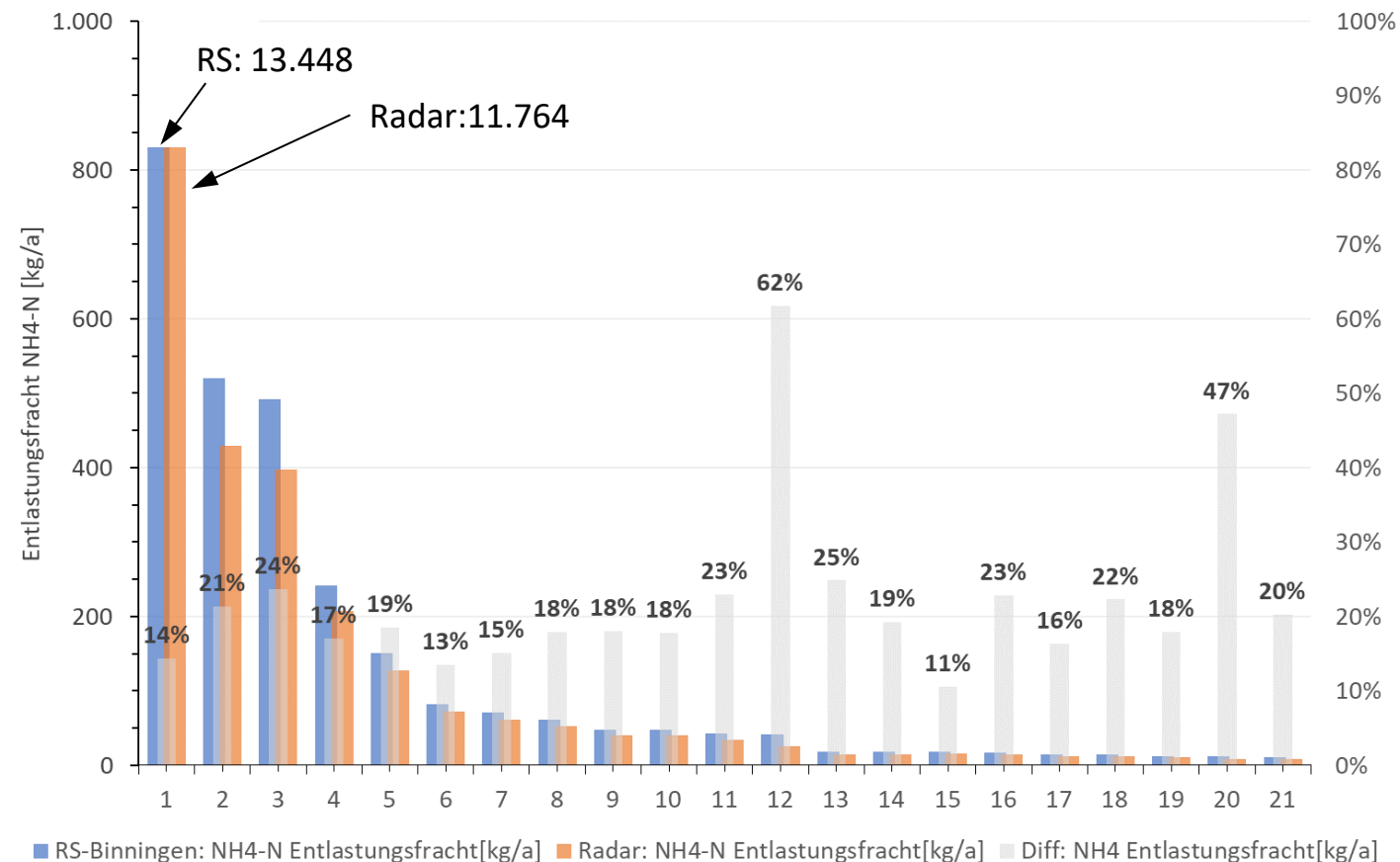
- Ammonium-Stickstoff ($\text{NH}_4\text{-N}$)
- Regenwasserbelastung:
 - keine Verschmutzung ($c_r, \text{NH}_4\text{-N} = 0 \text{ mg/L}$)
- Schmutzwasserbelastung (Trockenwetter)
 - Bestimmung der $\text{NH}_4\text{-N}$ -Fracht aus Güte-Beprobung im Zulauf der ARA-Basel
 - 111 Tage, davon 57 Tage TW



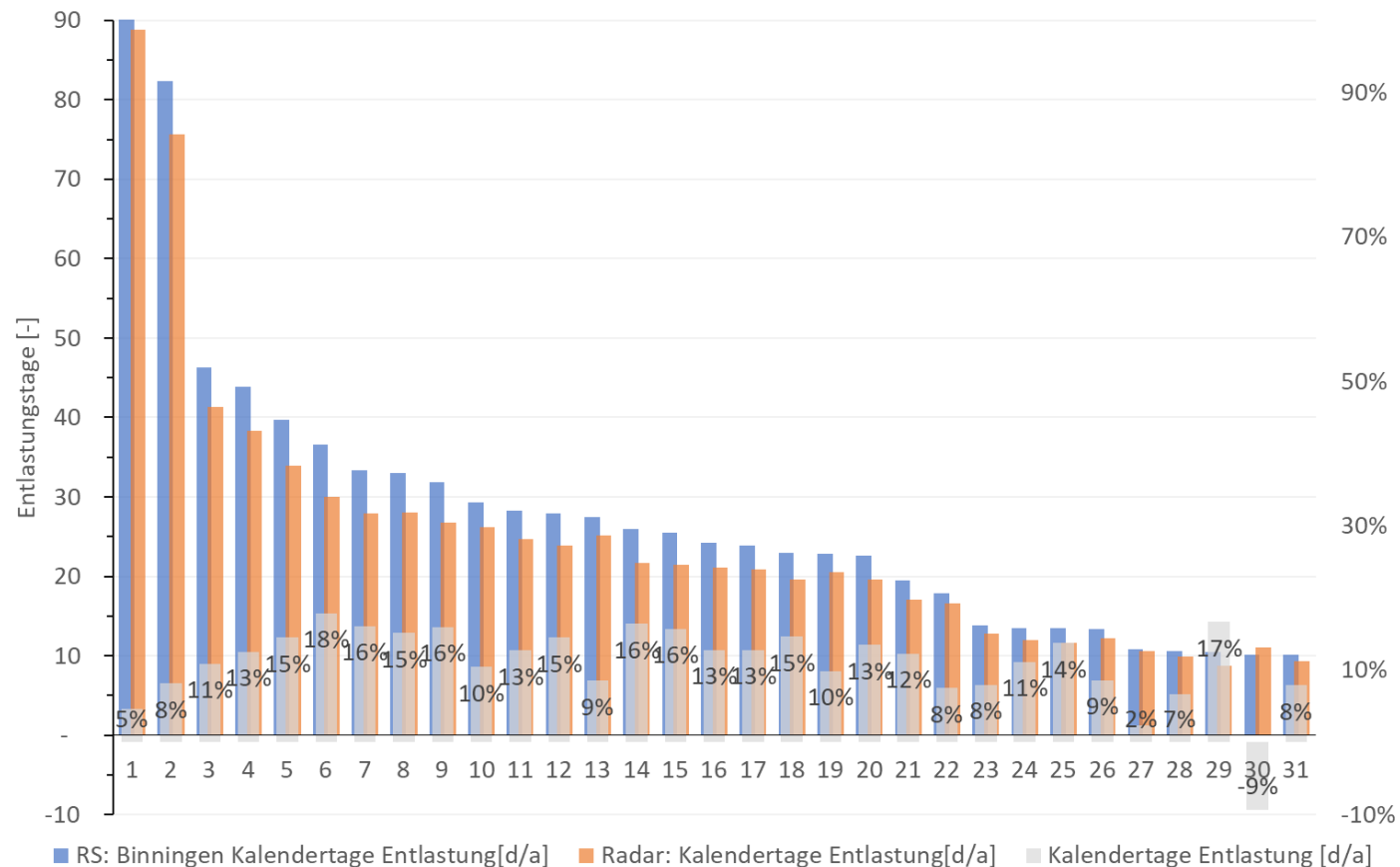
	B_gesamt [kg/d]	B_TW [kg/d]	c_TW [mg/l]
CSB	44.318	44.562	694
TOC	9.630	9.605	150
AFS	21.819	21.428	334
TN	2.978	2.900	45
NH₄-N	Verhältnis	TN : NH₄-N 1 : 0,7	32

Entlastungsfrachten (Bauwerke > 10kg NH₄-N/a)

- Reduktion der Entlastungsfracht gegenüber gleichmäßiger Überregnung ca. 15% (20-25%)



Anzahl der Entlastungstage (Auswahl Bauwerke mittlere Entlastungstage > 10 Tage/a)
– Reduktion der Entlastungstage gegenüber gleichmäßiger Überregnung ca. 11%



1. Die räumliche Verteilung des Niederschlagsgeschehens ist sehr viel heterogener als bisher angenommen (Fallbeispiel Basel)
 - 10 % Variabilität der Regenhöhen für häufige, entlastungsrelevante Ereignisse
 - 30 – 40 % Variabilität für bemessungsrelevante Starkregen ($T \geq 1a$)
2. Mögliche Ursachen
 - Orografie
 - Verändertes Klima in Siedlungsgebieten gegenüber natürlichen Flächen im Umland (Urbaner Hitzeinsel Effekt)
3. Erwartungsgemäßer Einfluss auf die Ergebnisse der hydrodynam. SFB
 - Reduktion der Entlastungsfrachten bei ungleichmäßiger Überregnung: $\geq 15 \%$ (20 – 25%)
 - Reduktion der Entlastungstage $\approx 11 \%$



Aufforderungen zur sorgfältigen Systemanalyse, um optimale Ergebnisse zu erzielen



Simulation

Design



Garbage out...



Garbage in...