

## Fortschritte bei der Berechnung von Niederschlägen und Nowcasts aus Radarmessungen für Echtzeitanwendungen in der Stadthydrologie

Alrun Jasper-Tönnies<sup>1</sup>, Thomas Einfalt<sup>1</sup>, Manfred Schütze<sup>2</sup>, Erik Ristenpart<sup>3</sup>, Alexander Strehz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>hydro & meteo GmbH

<sup>2</sup>IFAK Institut für Automation und Kommunikation e. V.

<sup>3</sup>Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH

## Handlungsbedarf

- Klimawandel und Extremereignisse stellen Städte und Gemeinden immer häufiger vor Belastungsproben

## Zu überwindende Herausforderungen

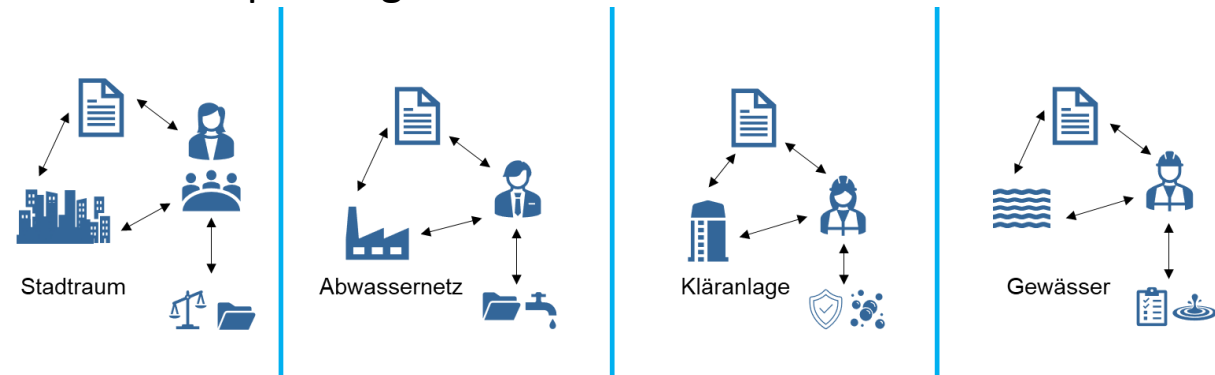
- Fehlende Vernetzung der Akteursräume im Wassersektor  
→ fehlendes ganzheitliches Datenbild
- Integrale Betrachtung scheitert u.a. an fehlenden Daten, veraltetem Datenmanagement, unzureichender Datenstandardisierung
- Prognosen und Warnungen erfolgen bisher ohne Verknüpfung zu einer konkreten, in städtischen Routineabläufen verankerten Maßnahmenplanung



Quelle: Heiko Kueverling/Shutterstock.com



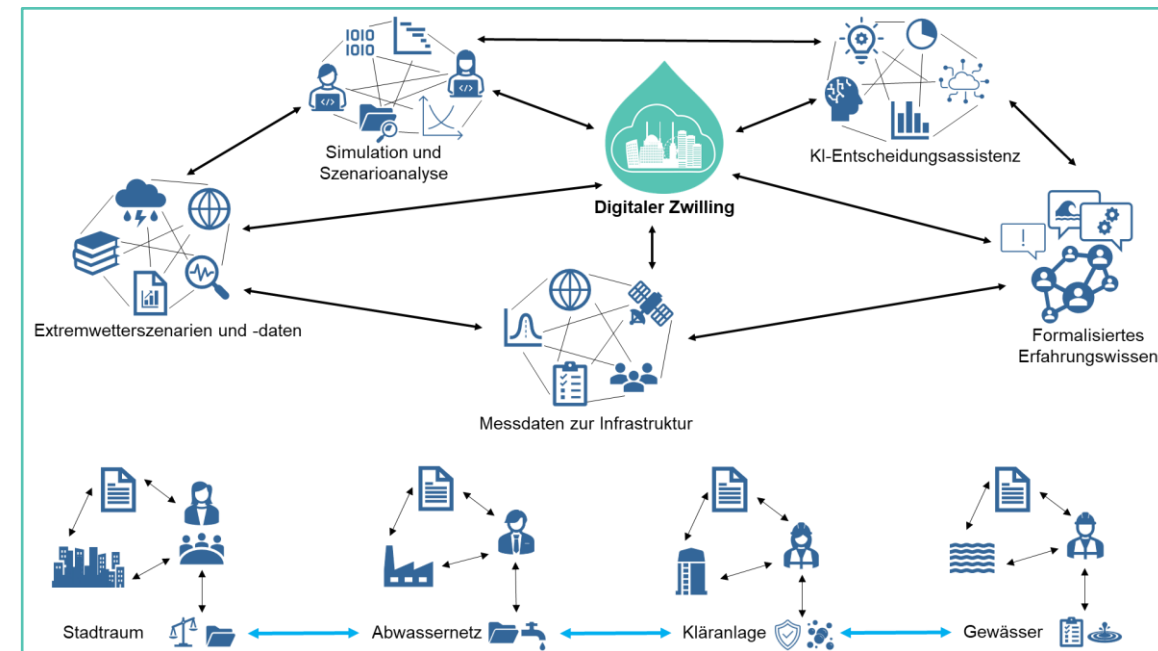
Quelle: Scherbinator/Shutterstock.com



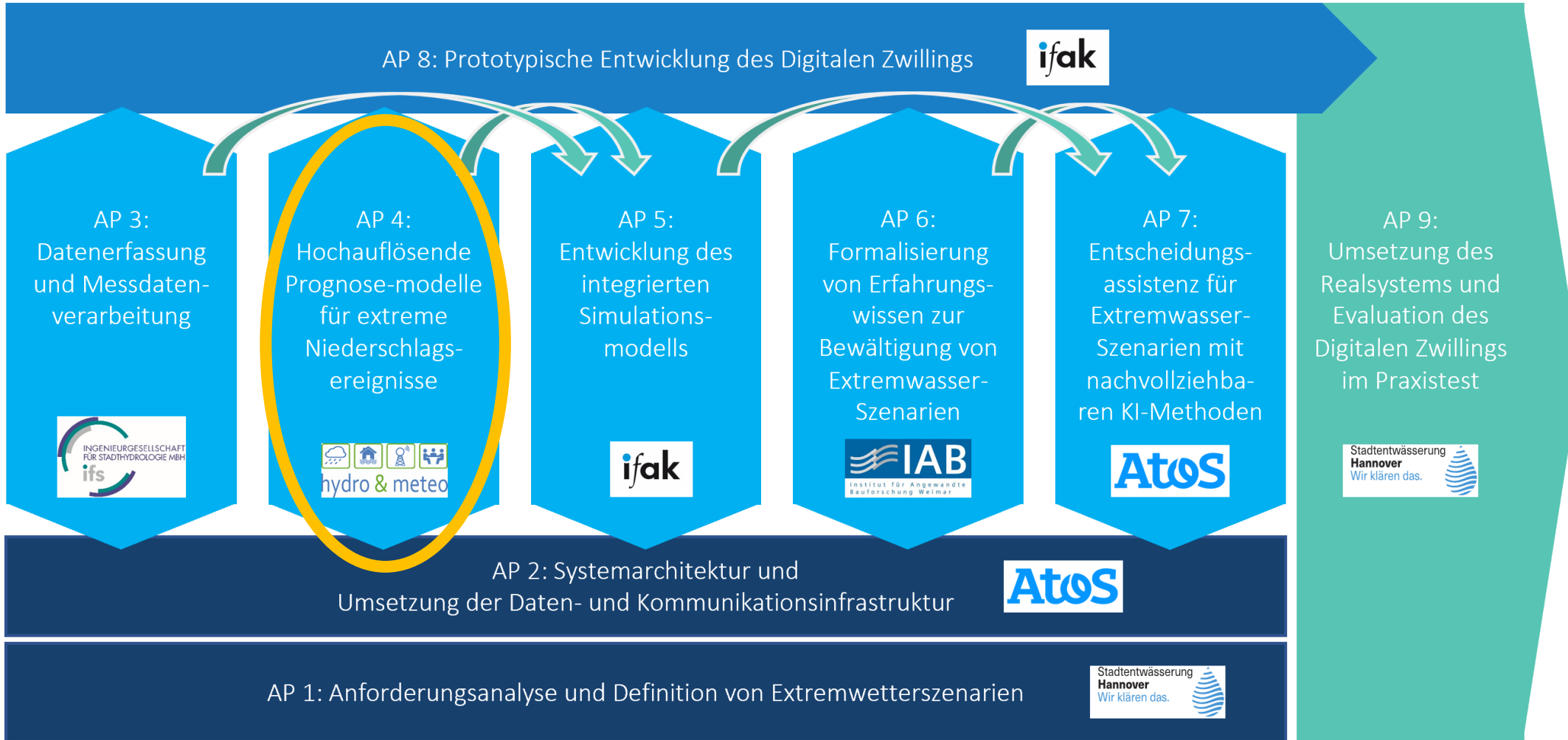
Akteursräume im Wassersektor

Entwicklung eines **Digitalen Zwillings** als virtuelles Abbild der **städtischen Entwässerungsinfrastruktur** der Stadt Hannover

- mit **integrierter Betrachtung** von Einzugsgebieten, Kanalnetz, Klärwerksverbund, oberirdischen Einleitungsgewässern,
- welcher auf Basis von **Echtzeitmessdaten** den **aktuellen Ist-Zustand des abgebildeten Entwässerungssystems** darstellt
- und durch **Einbindung von hochauflösenden Niederschlagsvorhersagen** und **Klimaprojektionen** die Durchführung von **vorausschauenden Szenarioanalysen** ermöglicht,
- auf deren Basis dem **technischen Fachpersonal der Stadtentwässerung nachvollziehbare Maßnahmenvorschläge** für die Bewältigung von hydrologischen Krisensituationen unterbreitet werden



# Projekt ZwillE: Kurzvorstellung



## ZwillE Anwendungsfälle

### #1 Ist

Wie ist der aktuelle Zustand der Entwässerungsinfrastruktur?



### #2 Akute Maßnahmen

Wie reagieren wir im Extremfall?  
Präzise Vorhersagen



Für:  
Kanalnetzmodellierung  
Kläranlagensimulation  
Überflutungssimulation



### #3 Planung und Anpassung

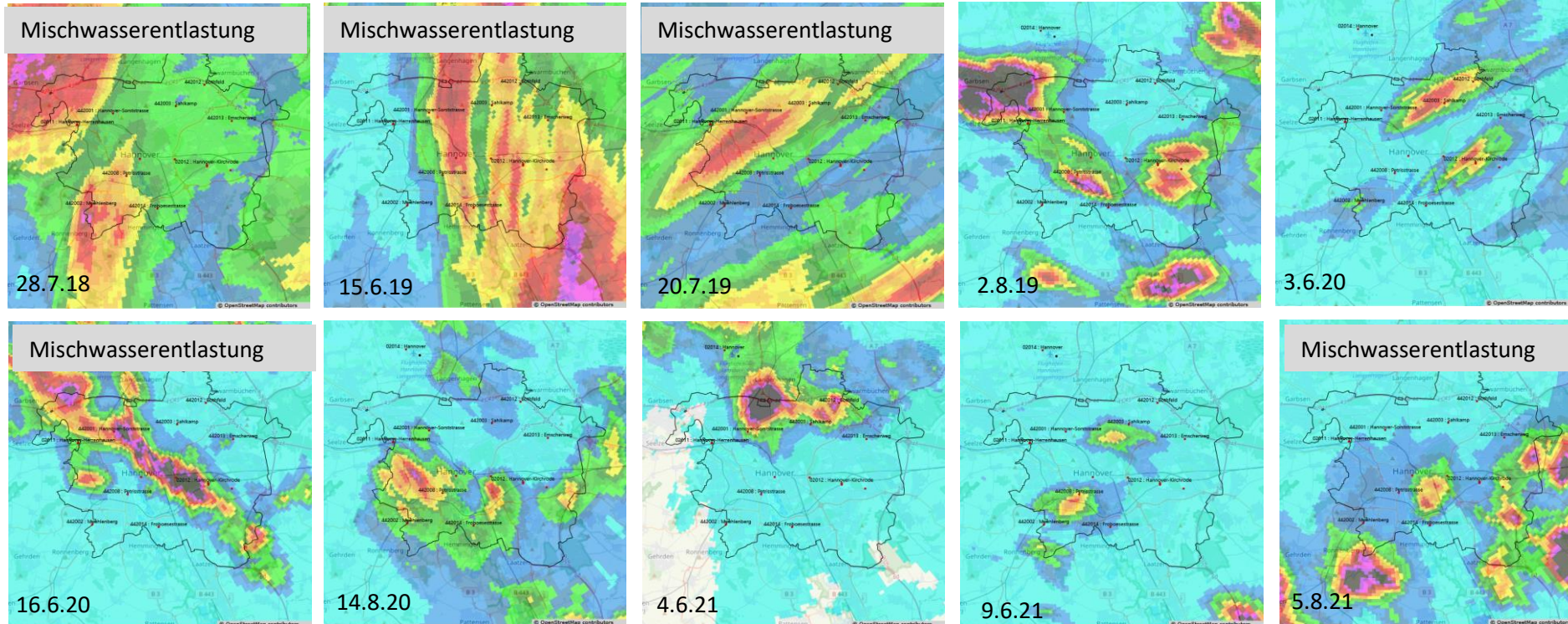
Wie müssen wir unser Entwässerungssystem langfristig anpassen?



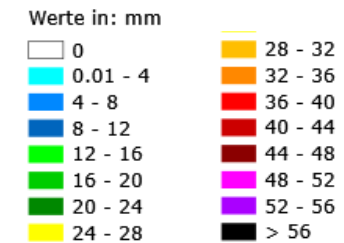


# 10 Starkregenereignisse - Überblick

Ausgewertet: 10 Starkregenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden



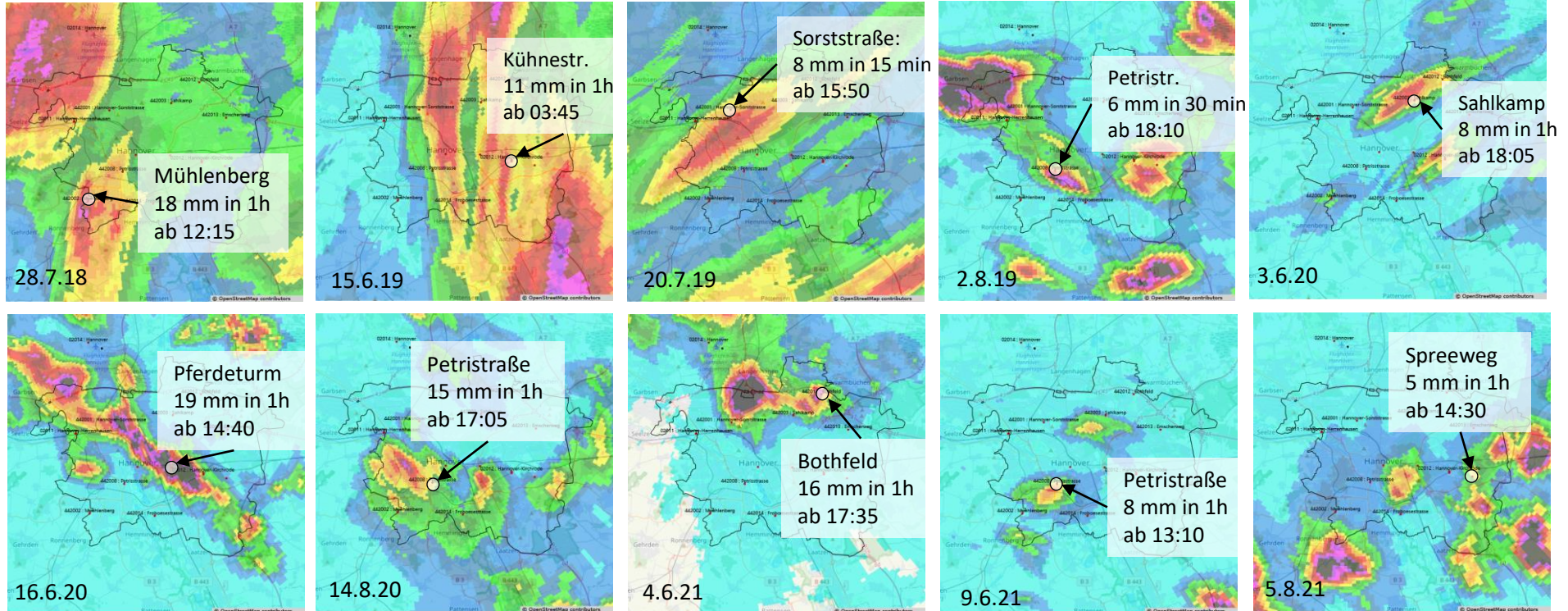
Vorschau: Tagessumme von Radar





# 10 Starkregenereignisse - Überblick

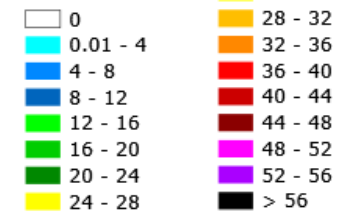
Ausgewertet: 10 (Stark-)Regenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden



Vorschau: Tagessumme von Radar + Standorte der Regenschreiber + max. Stundensumme am Regenschreiber

**10 km**

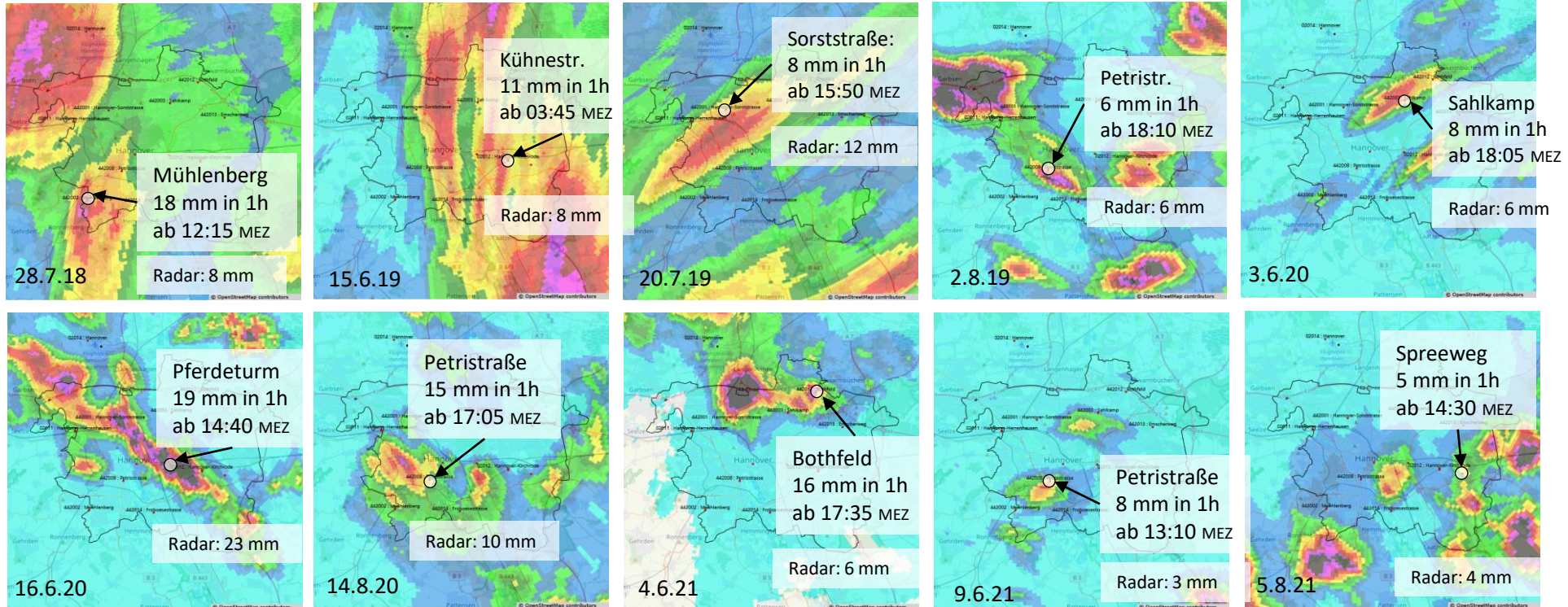
Werte in: mm





# 10 Starkregenereignisse - Überblick

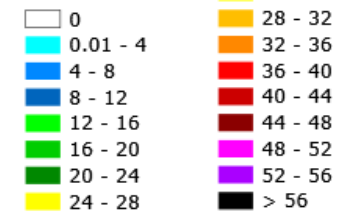
Ausgewertet: 10 (Stark-)Regenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden



Vorschau: Tagessumme von Radar + Standorte der Regenschreiber + max. Stundensumme am Regenschreiber (MEZ) + Radarwert YW-Produkt, DWD  
Auf Gitter 1 km x 1 km

**10 km**

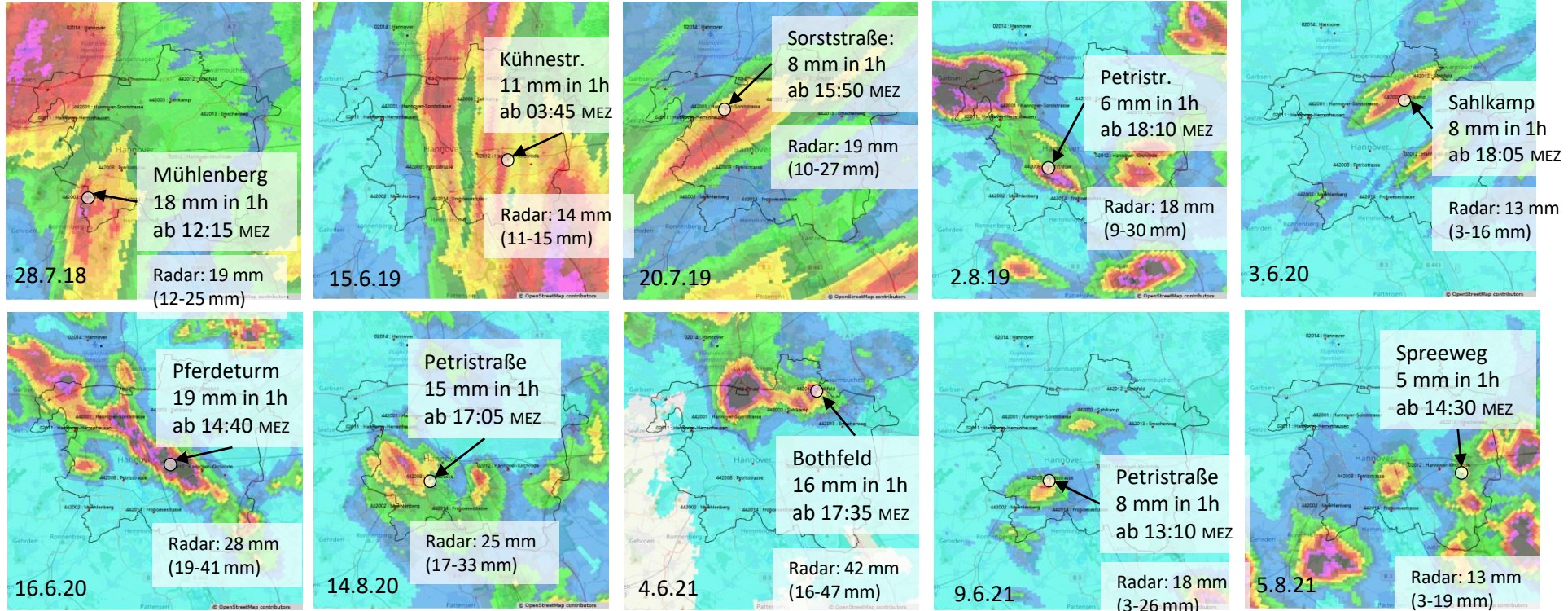
Werte in: mm





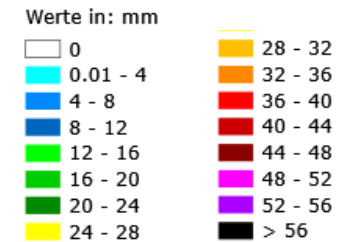
# 10 Starkregenereignisse - Überblick

Ausgewertet: 10 (Stark-)Regenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden

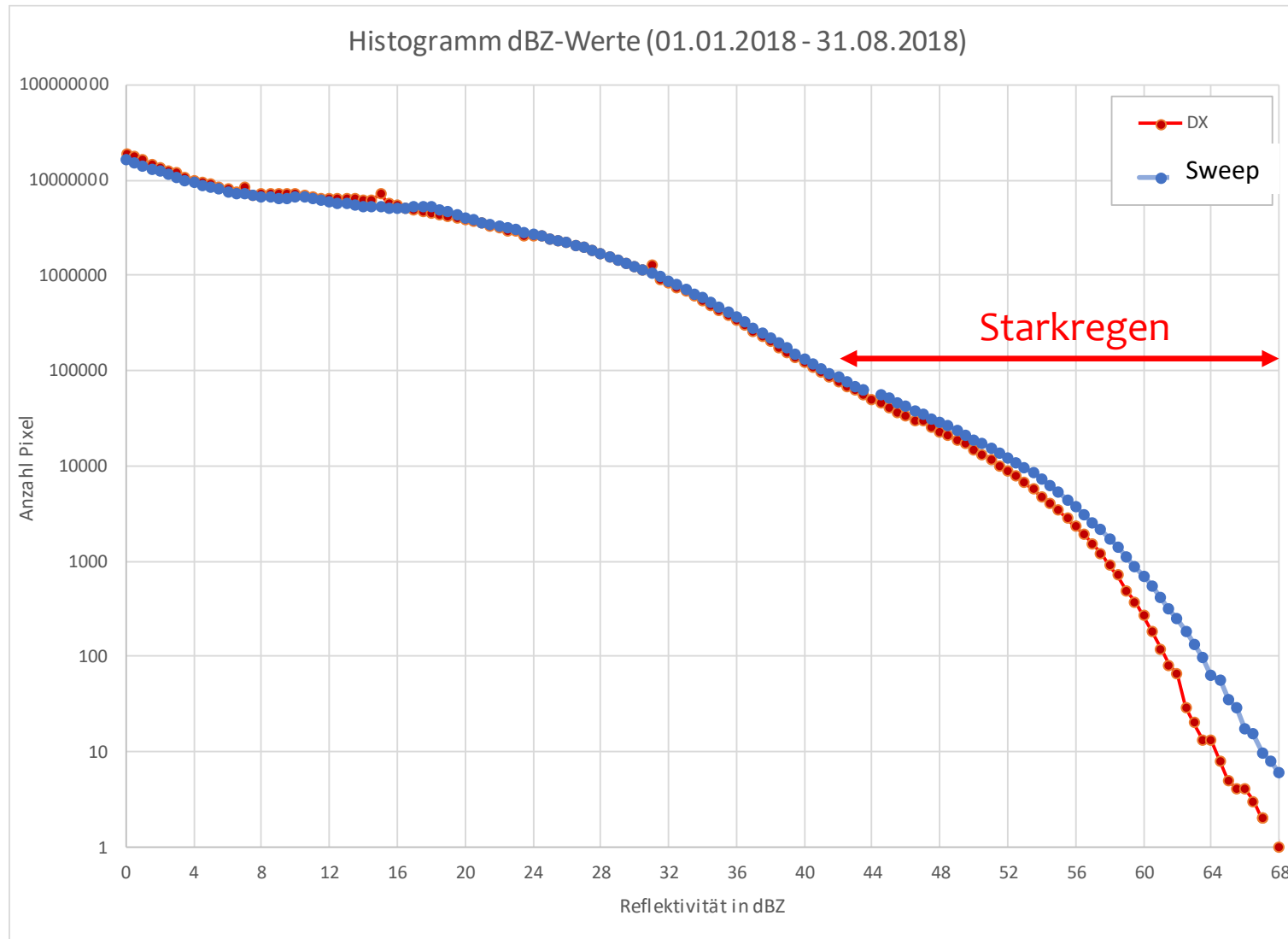


Vorschau: Tagessumme von Radar + Standorte der Regenschreiber + max. Stundensumme am Regenschreiber (MEZ) + Radarwert angeeicht mit ZR: 200 1,6 (+ Bandbreite innerhalb 1 km Radius)

**10 km**



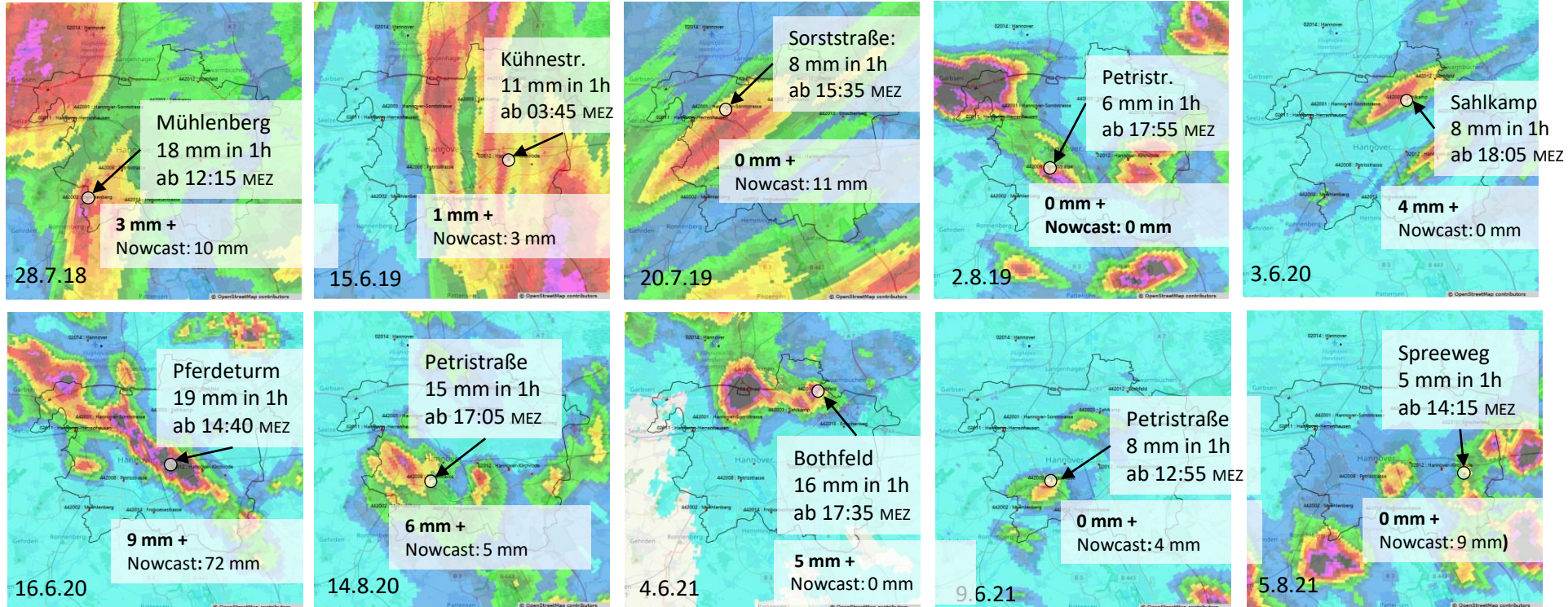
# Radarreflektivität DX und Sweep (250 m)





# 10 Starkregenereignisse - Nowcasts

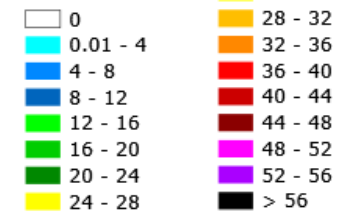
Ausgewertet: 10 (Stark-)Regenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden



Vorschau: Tagessumme von Radar + Standorte der Regenschreiber + max. Stundensumme am Regenschreiber (MEZ) + Radarvorhersage 45 min mit ZR: 200 1,6 Auf Gitter 1 km x 1 km

**10 km**

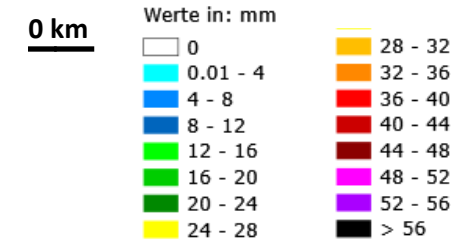
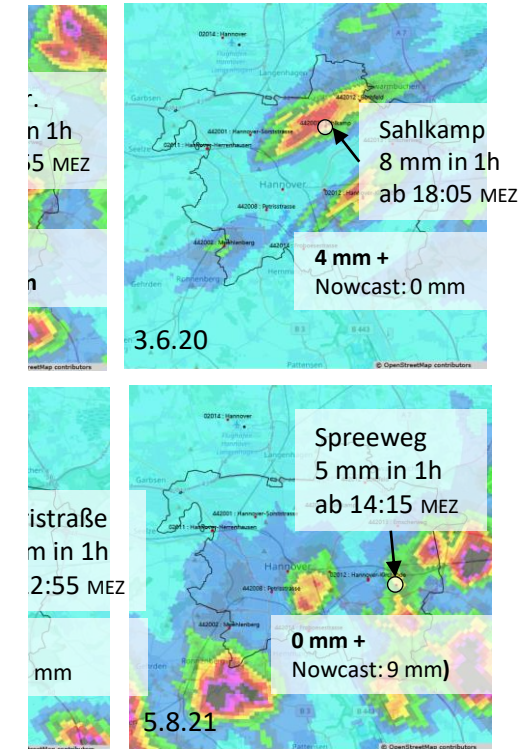
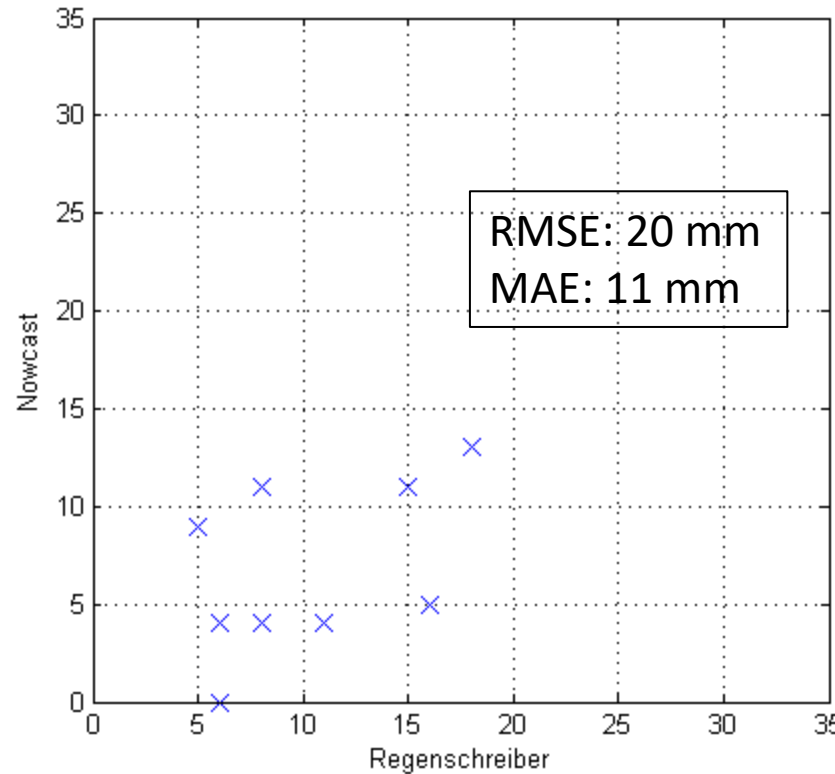
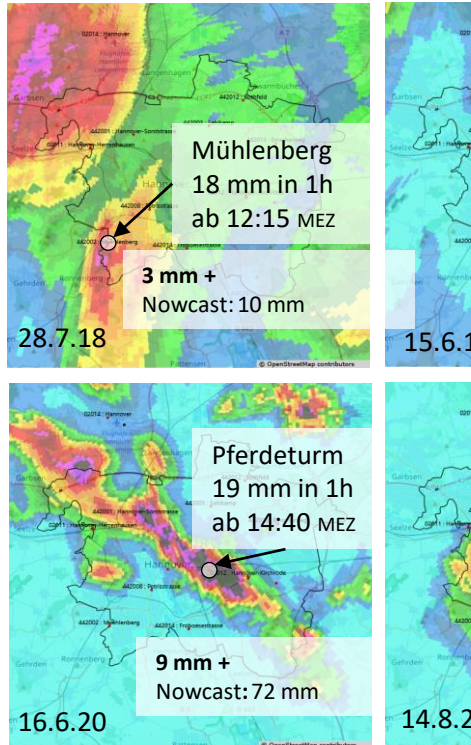
Werte in: mm





# 10 Starkregenereignisse - Nowcasts

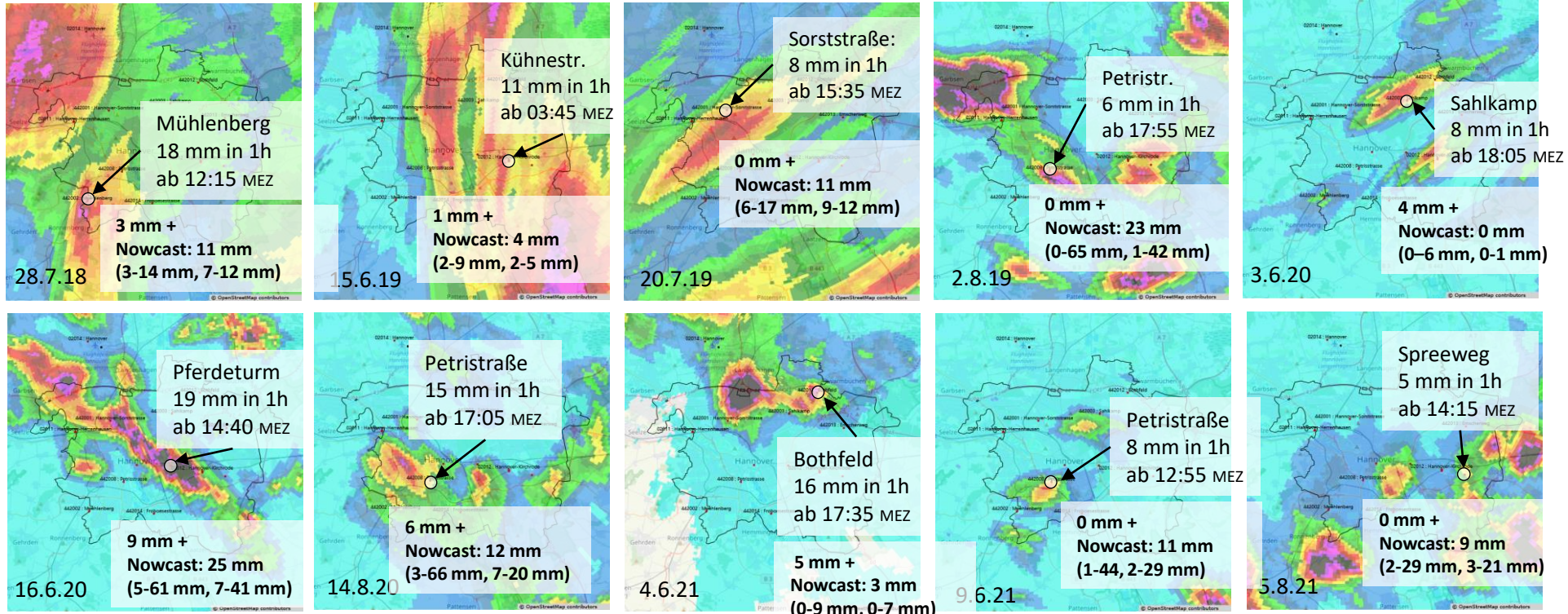
Ausgewertet: 10 (Stark-)Regenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden



Vorschau  
Regenschreiber +  
max. Stundensumme am Regenschreiber (MEZ) +  
Radarvorhersage 45 min mit ZR: 200 1,6  
Auf Gitter 1 km x 1 km

# 10 Starkregenereignisse - Nowcasts

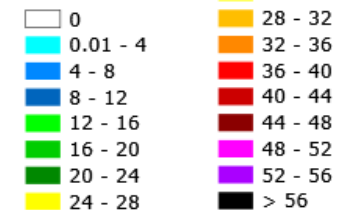
Ausgewertet: 10 (Stark-)Regenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden



Vorschau: Tagessumme von Radar + Standorte der Regenschreiber + max. Stundensumme am Regenschreiber (MEZ) + Radarvorhersage 45 min mit ZR: 200 1,6  
 Auf Gitter 500 m x 500 m,  
 Ensemblebandbreite von 10 Ensemble-Nowcasts (Umkreis 1km)

**10 km**

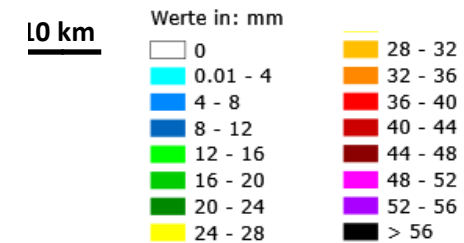
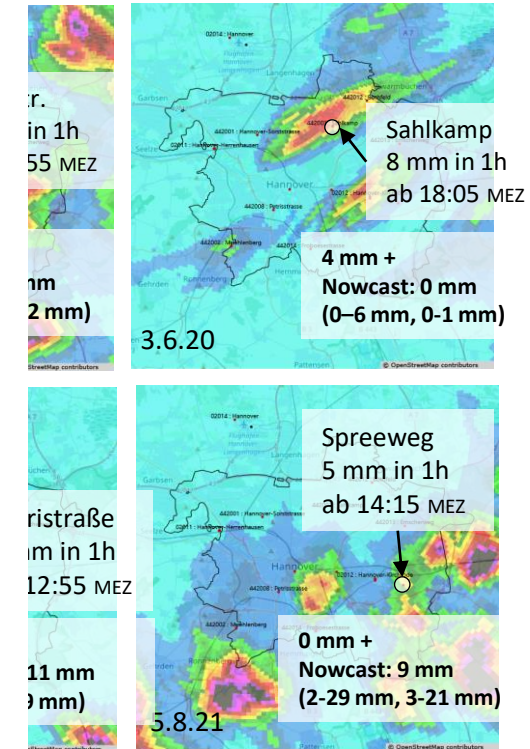
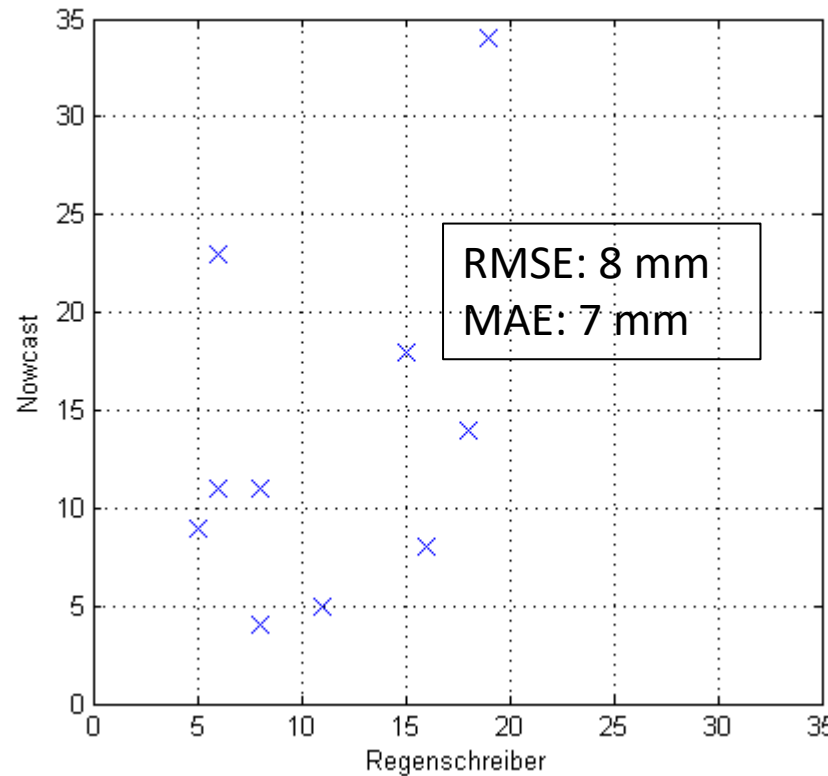
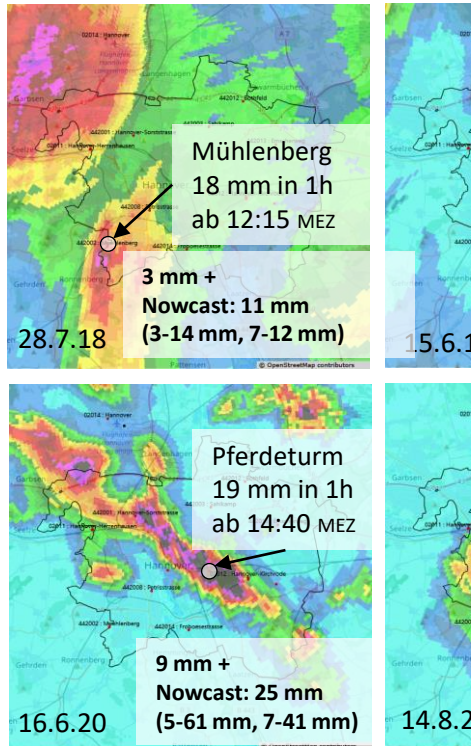
Werte in: mm





# 10 Starkregenereignisse - Nowcasts

Ausgewertet: 10 (Stark-)Regenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden

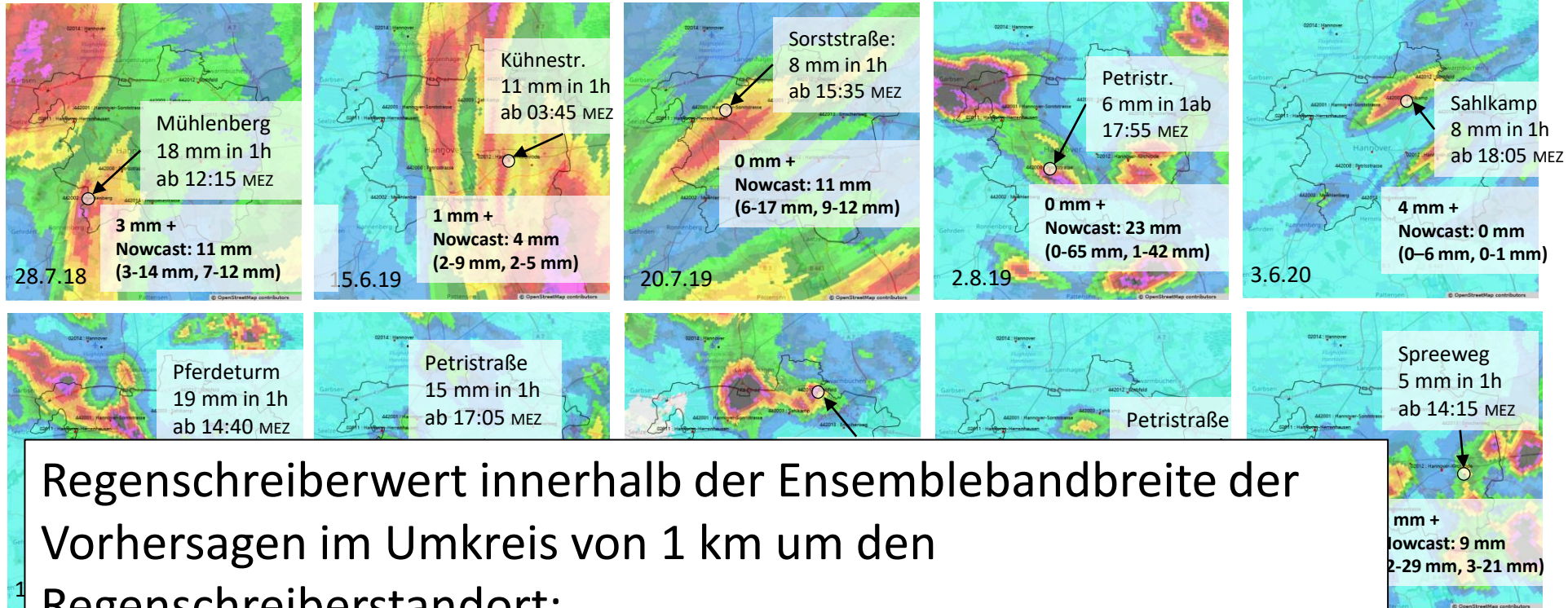


Vorschau: Tagessumme  
Regenschreiber +  
max. Stundensumme am Regenschreiber (MEZ) +  
Radarvorhersage 45 min mit ZR: 200 1,6  
Auf Gitter 500 m x 500 m,  
Ensemblebandbreite von 10 Ensemble-Nowcasts (Umkreis 1km)

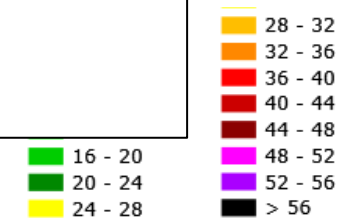


# 10 Starkregenereignisse - Nowcasts

Ausgewertet: 10 (Stark-)Regenereignisse aus dem Zeitraum 2018-2021 im Stadtbereich Hannover, die von Radar und Regenschreiber erfasst wurden



Regenschreiberwert innerhalb der Ensemblebandbreite der Vorhersagen im Umkreis von 1 km um den Regenschreiberstandort:  
9 von 10 Ereignisse



Unterschied bei den betrachteten Ereignissen mit hoher zeitlich-räumlicher Variabilität: systematisch höhere Niederschlagssummen der 250m-Daten (höhere Extrema + nichtlinearer Zusammenhang)

- Dies sollte bei der direkten Verwendung von 250m-Daten berücksichtigt werden, ggf über eine Anpassung der ZR-Beziehung

Vorteile der hochaufgelösten 250m- Daten

- Die räumlich-zeitliche Variabilität kann besser erfasst werden
- Verbesserte Vorhersagequalität der Nowcasts, basierend auf einer Auswertung von 10 Ereignissen (1 Ereignis schlechter, 6 Ereignisse besser)

- Kleinräumige konvektive Ereignisse stellen aufgrund der hohen zeitlich-räumlichen Variabilität (weiterhin) eine Herausforderung für Messung und Vorhersage dar.
- Ensembleansätze können helfen, die Unsicherheitsbandbreite für die Zielgröße abzubilden

Dazu werden in Hinblick auf die Simulation von Kanalnetz, Kläranlagen und Überflutung weitere Forschungsarbeiten im Projekt ZwillE durchgeführt.





© Quelle: Wolfgang Maxwitat

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert das Verbundprojekt „Zwille – Digitaler Zwilling zum KI-unterstützten Management von Wasser-Extremereignissen im urbanen Raum“ zur Fördermaßnahme „Wasser-Extremereignisse (WaX)“ im Rahmen des Bundesprogramms „Wasser: N“. Wasser: N ist Teil der BMBF-Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)“.

GEFÖRDERT VOM

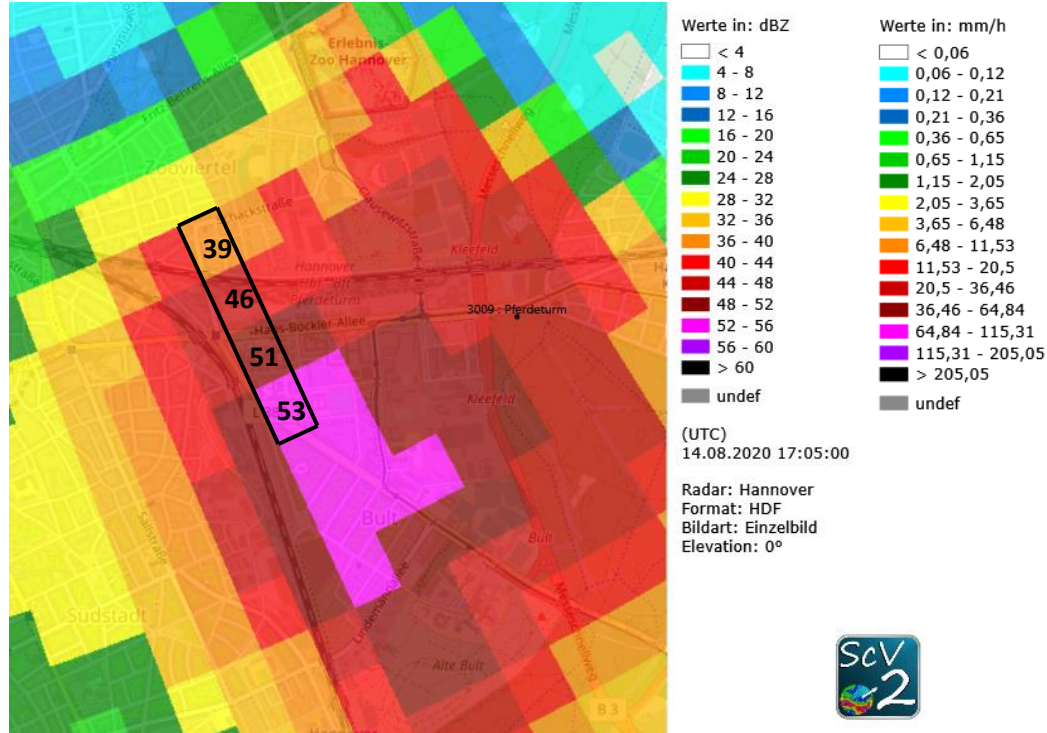


Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

**FONA**  
Nachhaltiges Wassermanagement

**WaX**  
Wasser-Extremereignisse

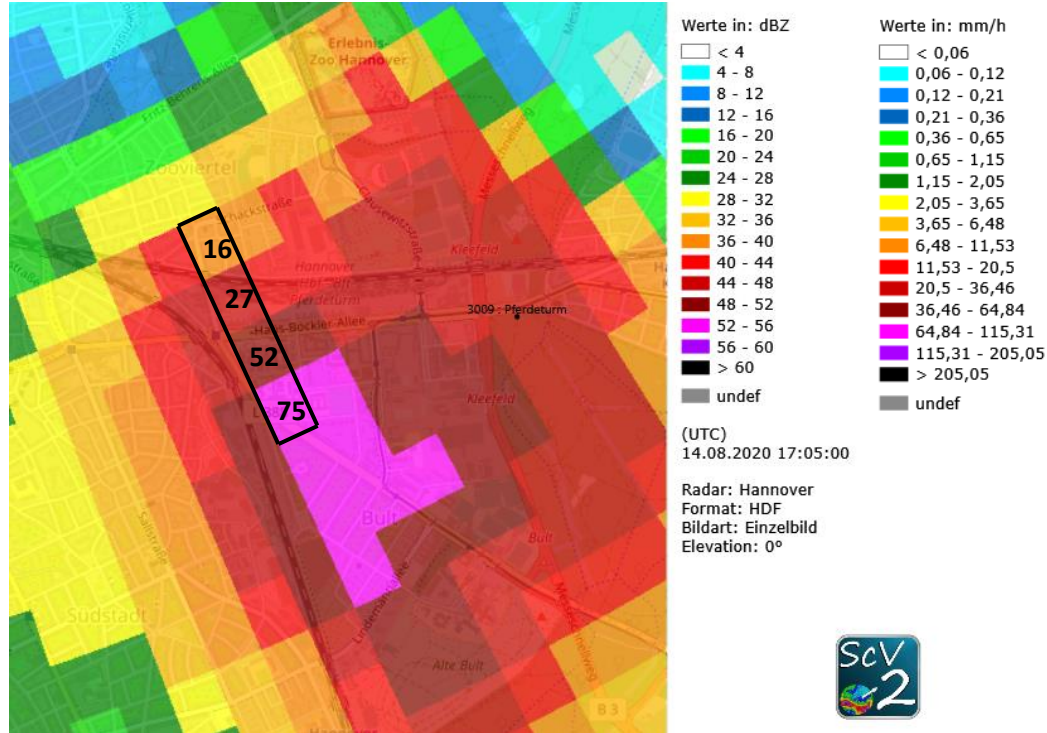
Alrun Jasper-Tönnies  
jasper-toennies@hydrometeo.de



Mittelwert dBZ: 47,1

Umgerechnet in mm/h: 32

Werte in mm/h:



Mittelwert dBZ: 47,1

Umgerechnet in mm/h: 32

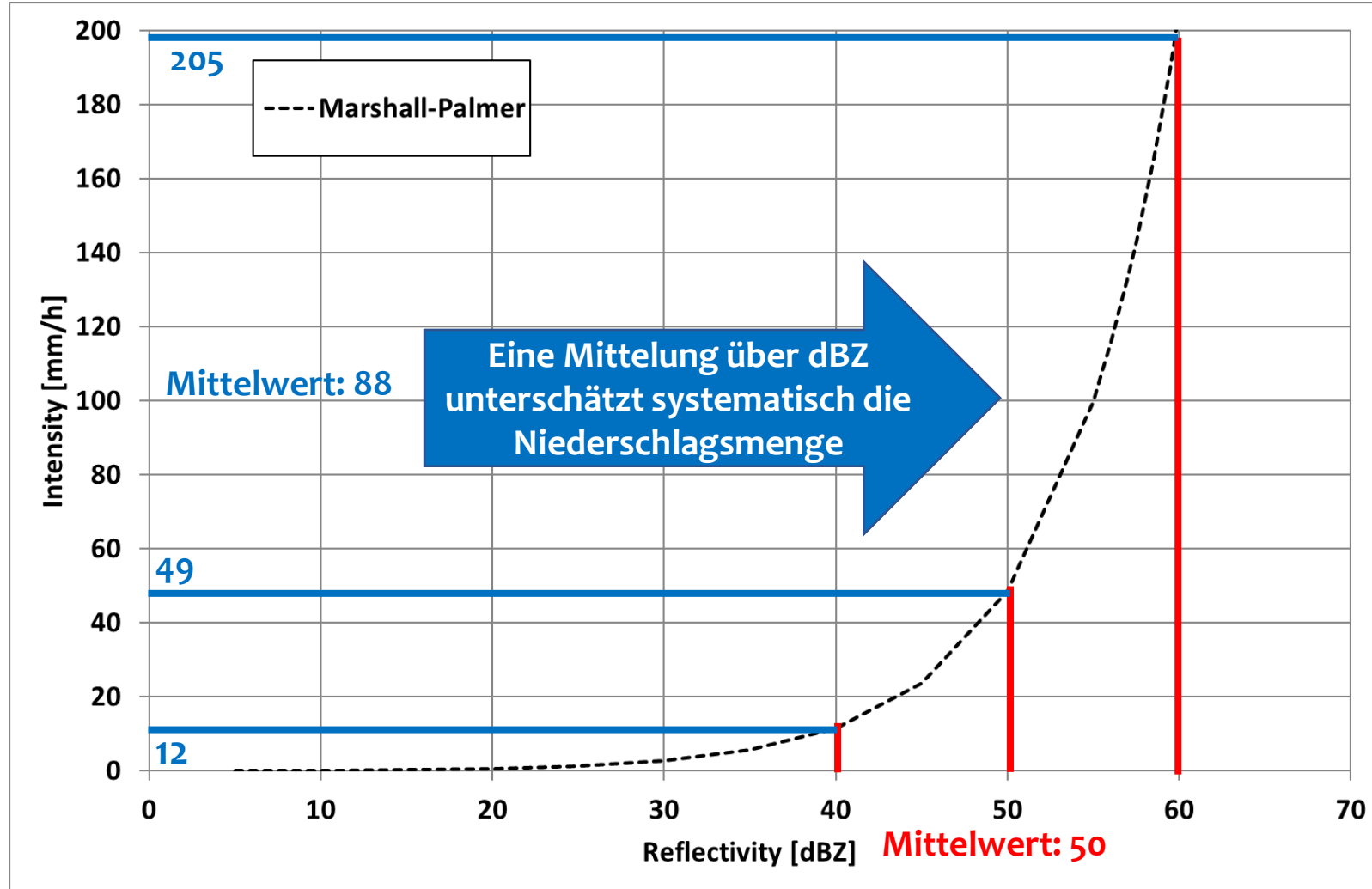
Mittelwert mm/h: 43

-> 34% höher





# 4. Ergebnisse



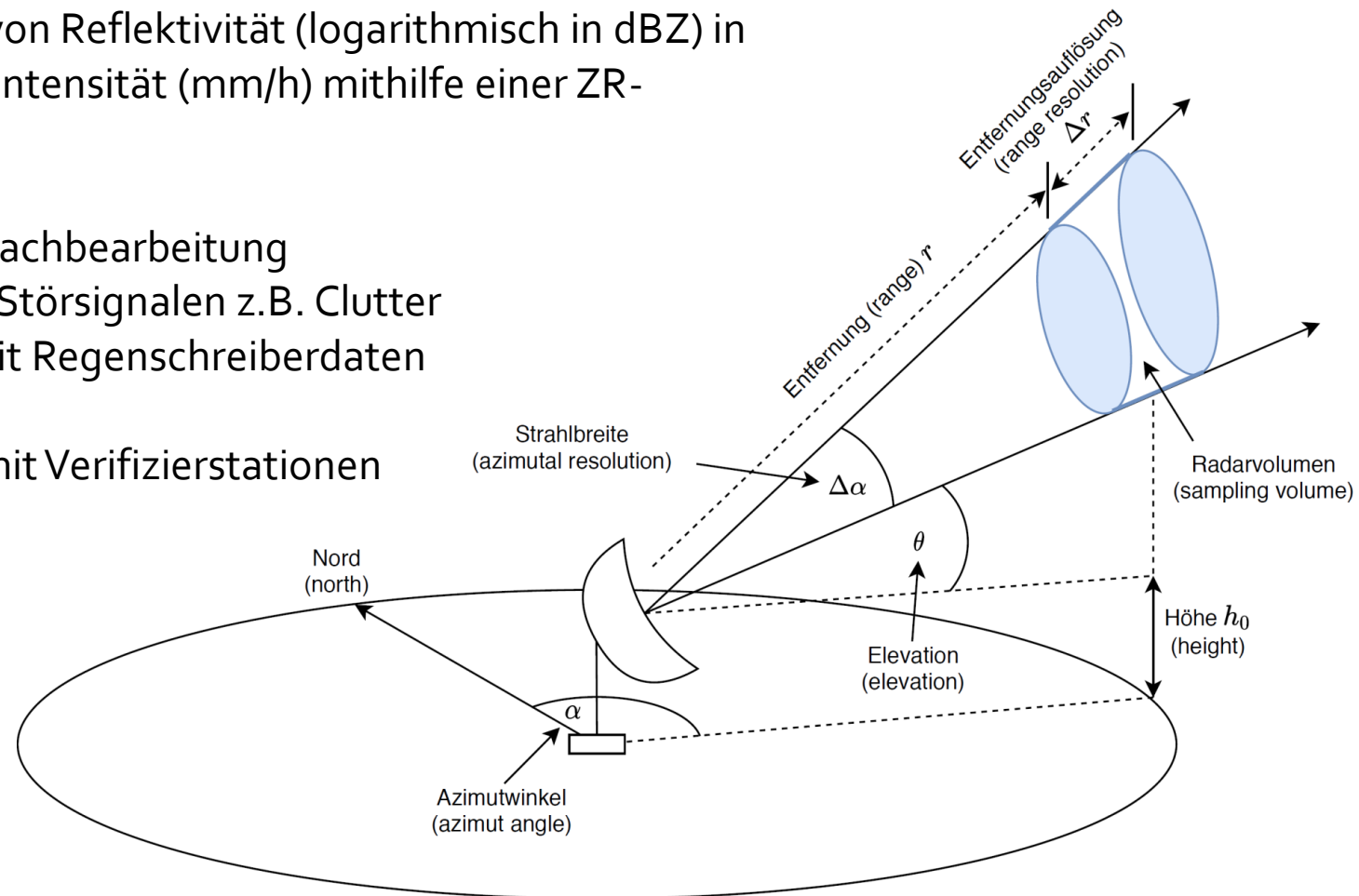
## Ermittlung des Niederschlags aus Radardaten

- Indirektes Messverfahren über ein Atmosphärenvolumen
- Umrechnung von Reflektivität (logarithmisch in dBZ) in Niederschlagsintensität (mm/h) mithilfe einer ZR-Beziehung

## Schritte bei der Nachbearbeitung

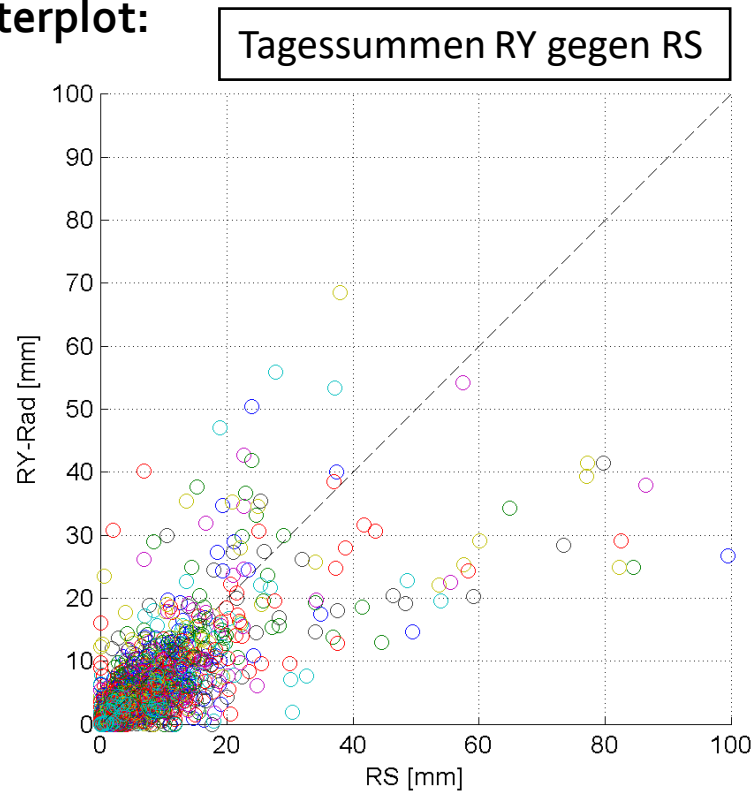
- Korrektur von Störsignalen z.B. Clutter
- ‚Aneichung‘ mit Regenschreiberdaten

→ Überprüfung mit Verifizierstationen

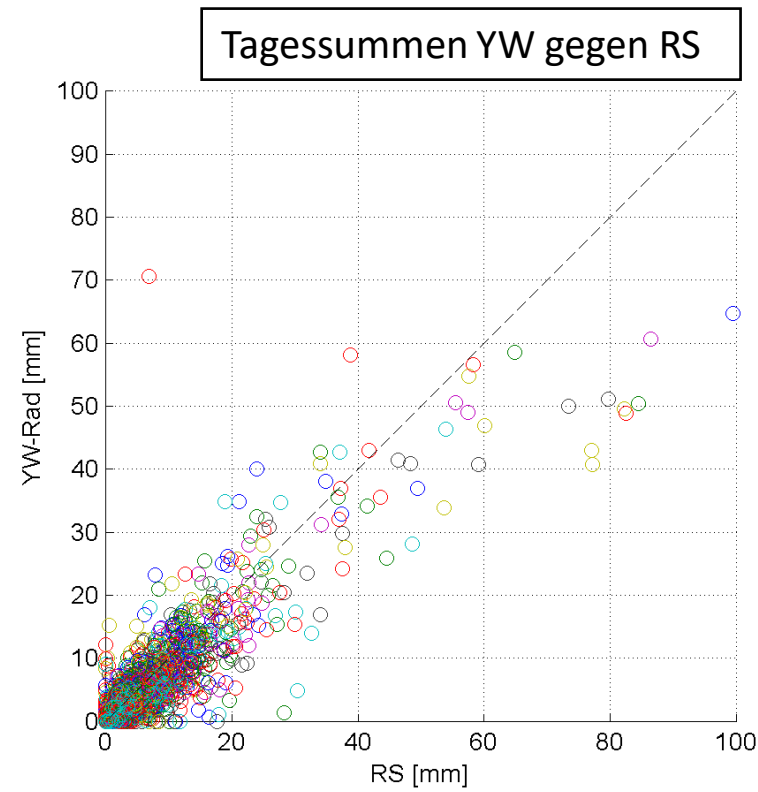


## Niederschlagstageswerte von Radar gegenüber Regenschreiber 116 Verifizierstationen, Juli-August 2021

Scatterplot:



**RMSE:** 1,83 mm  
(RMSE über den Zeitraum Juli 2021 – Januar 2022)

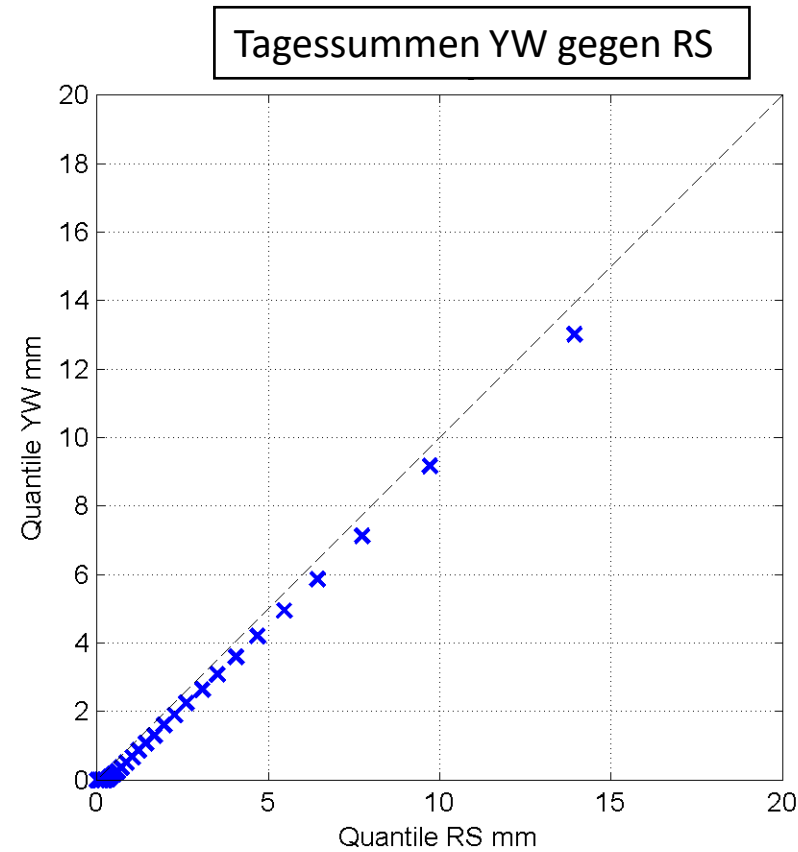
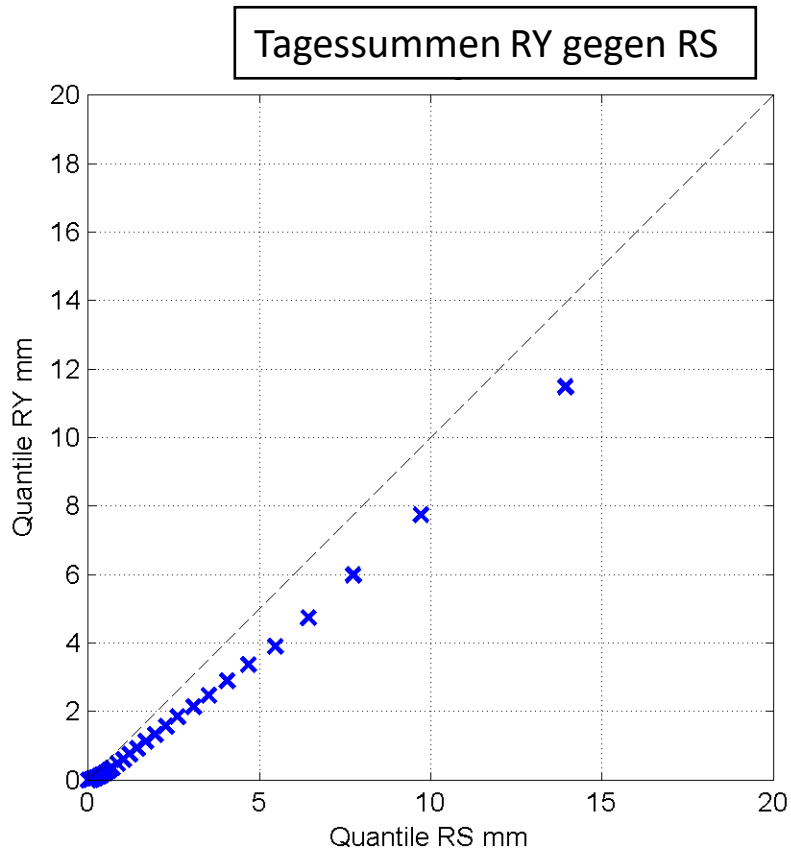


**1,49 mm**



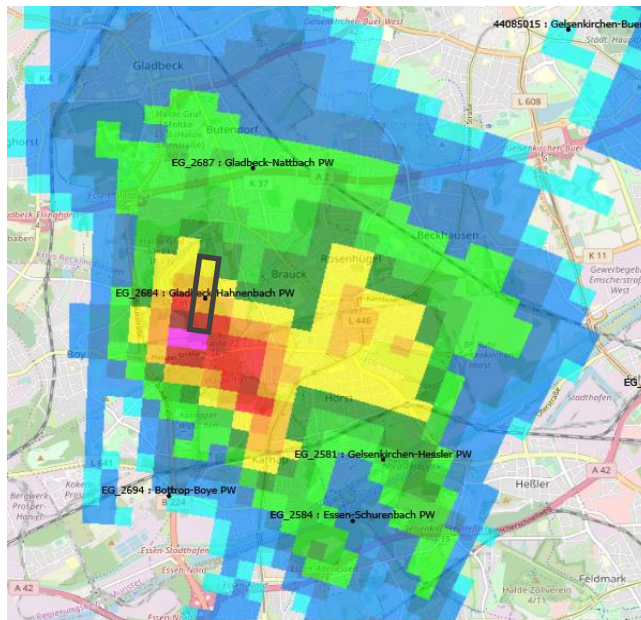
## Niederschlagstageswerte von Radar gegenüber Regenschreiber 116 Verifizierstationen, Juli 2021-Januar 2022

### Quantil-Quantil-Diagramm:

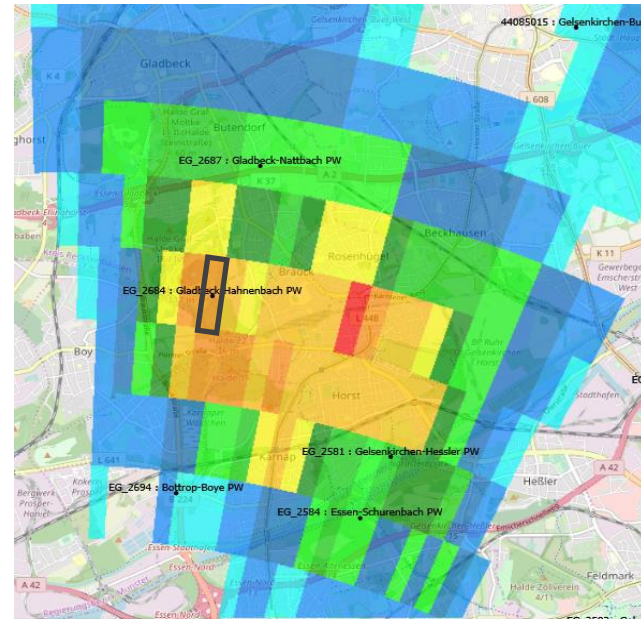


Unterschätzung der kurzen Dauerstufen bei Starkregen – welche Rolle spielen die Datenqualität und die räumliche Auflösung?

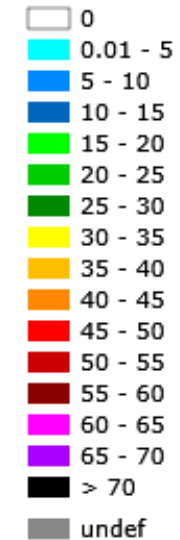
BUFR polar, 250 m x 1°



DX polar, 1 km x 1°



Werte in: mm



31.05.2018 06:30:00 -  
01.06.2018 06:30:00

→ Extreme Intensitäten gehen durch räumliche Mittelung verloren