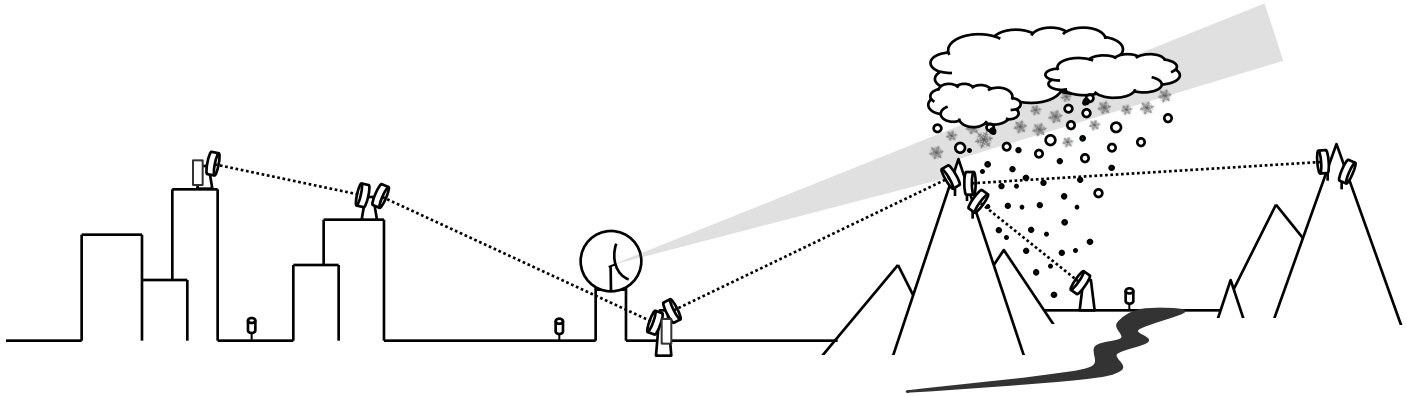
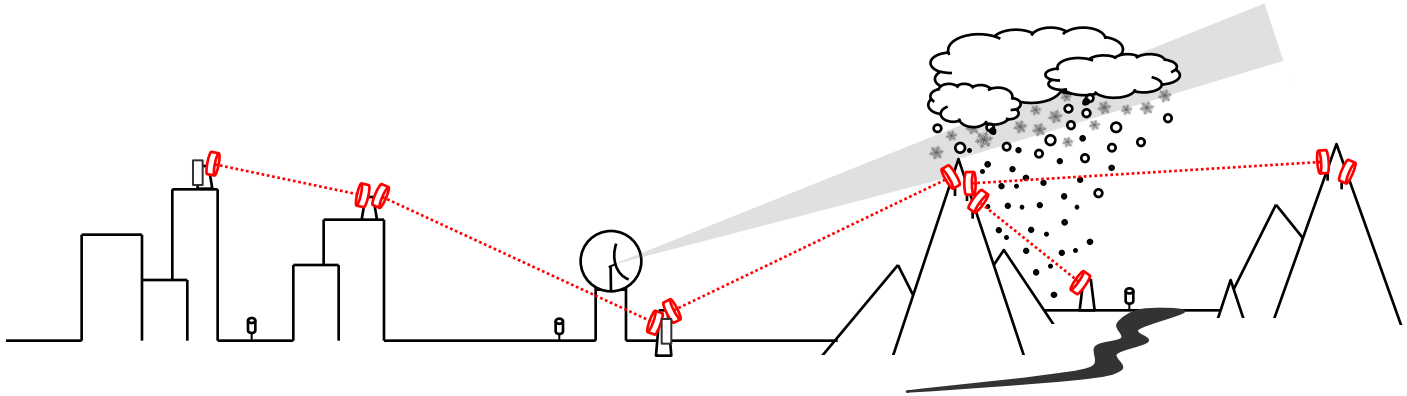
LANDESAMT FÜR UMWELT, LANDWIRTSCHAFT UND GEOLOGIE | Freistaat SACHSEN | Universität Augsburg University | TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN | HoWa innovativ

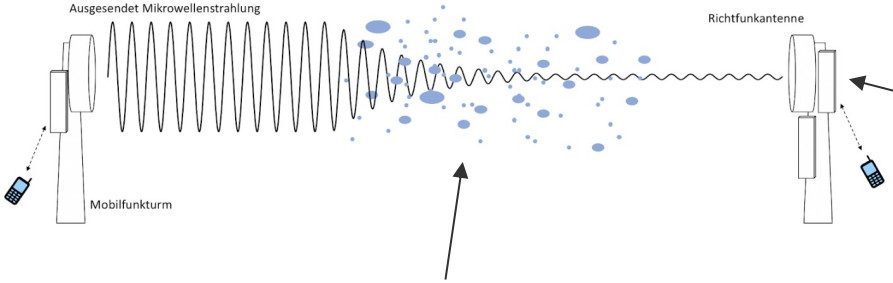
Verbesserte Niederschlagsbestimmung durch Integration von CML-Daten im RADOLAN-Verfahren



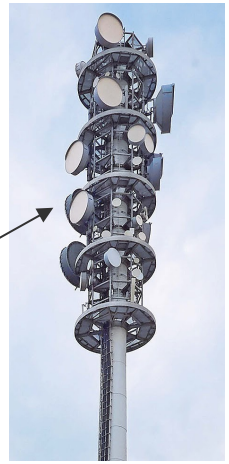
Christian Chwala - UniA



CML Niederschlagsmessung kurz erklärt



CMLs verbinden einen Großteil der Mobilfunkmasten miteinander

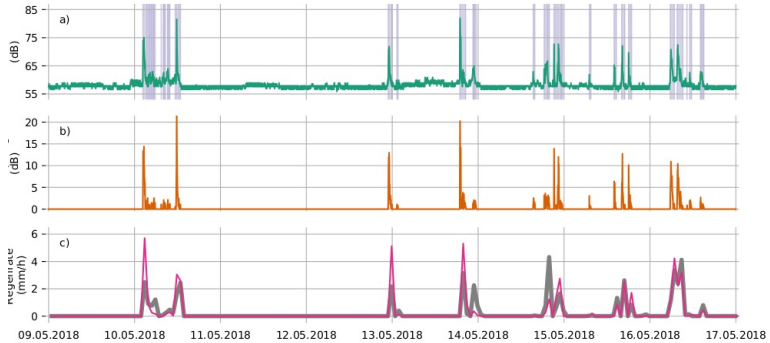


Niederschlag dämpft das Signal entlang der CMLs

Rohe Dämpfungsdaten

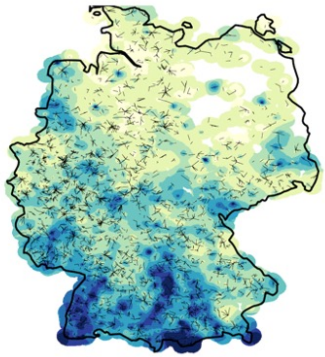
Prozessierung

CML Niederschlags-schätzung



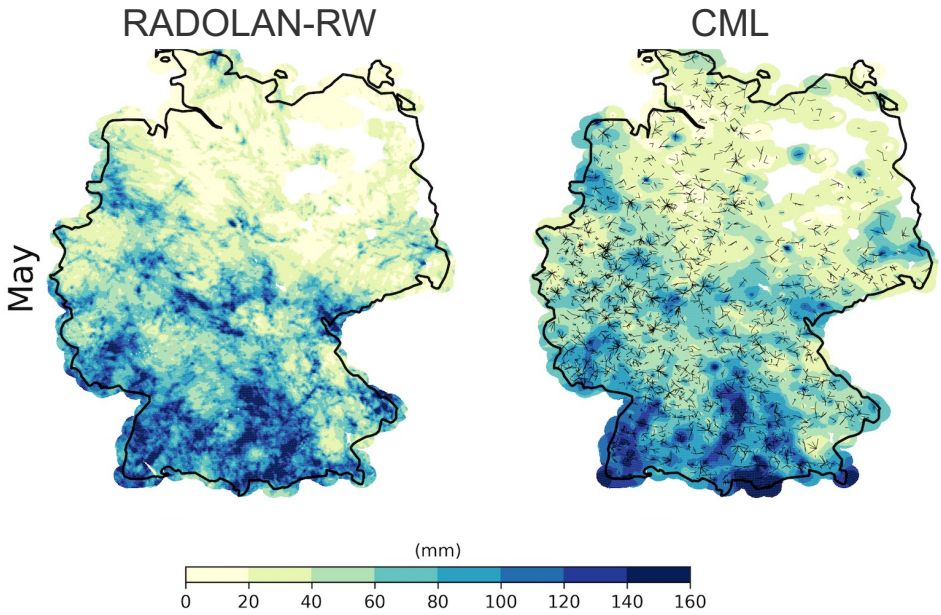
Räumliche Interpolation

CML Niederschlagskarte von 4000 CMLs in Deutschland



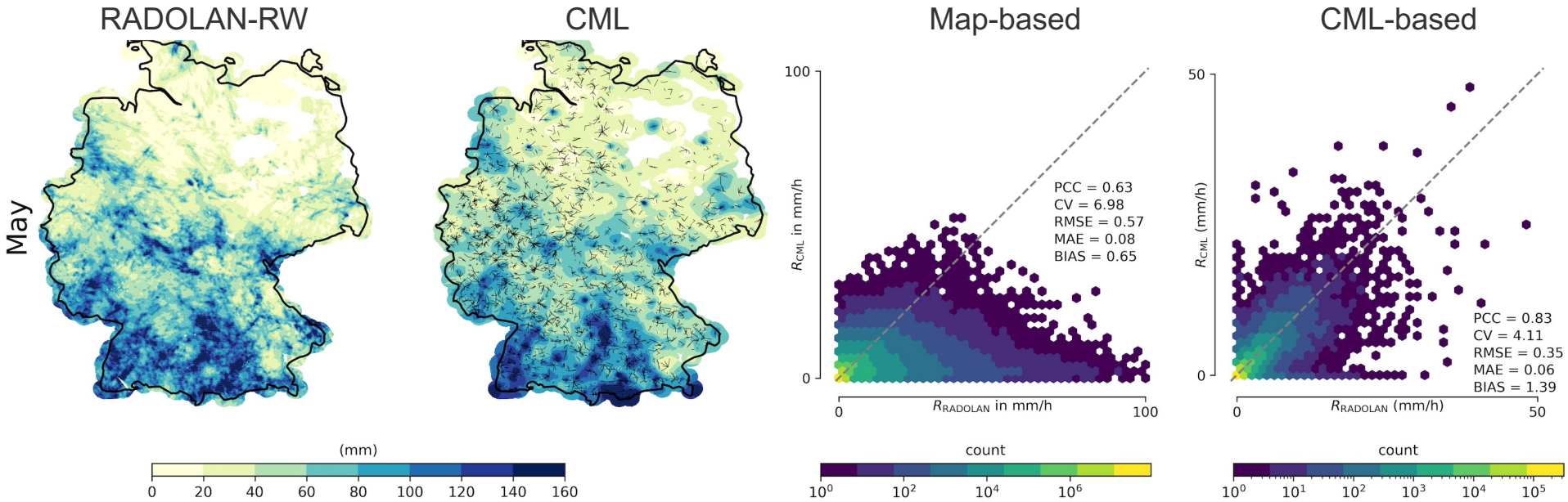
CML-Niederschlagschätzung zeigt gute Übereinstimmung mit RADOLAN-RW

Monatlich Niederschalgssummen basierend auf Stundendaten



CML-Niederschlagschätzung zeigt gute Übereinstimmung mit RADOLAN-RW

Monatlich Niederschalgssummen basierend auf Stundendaten

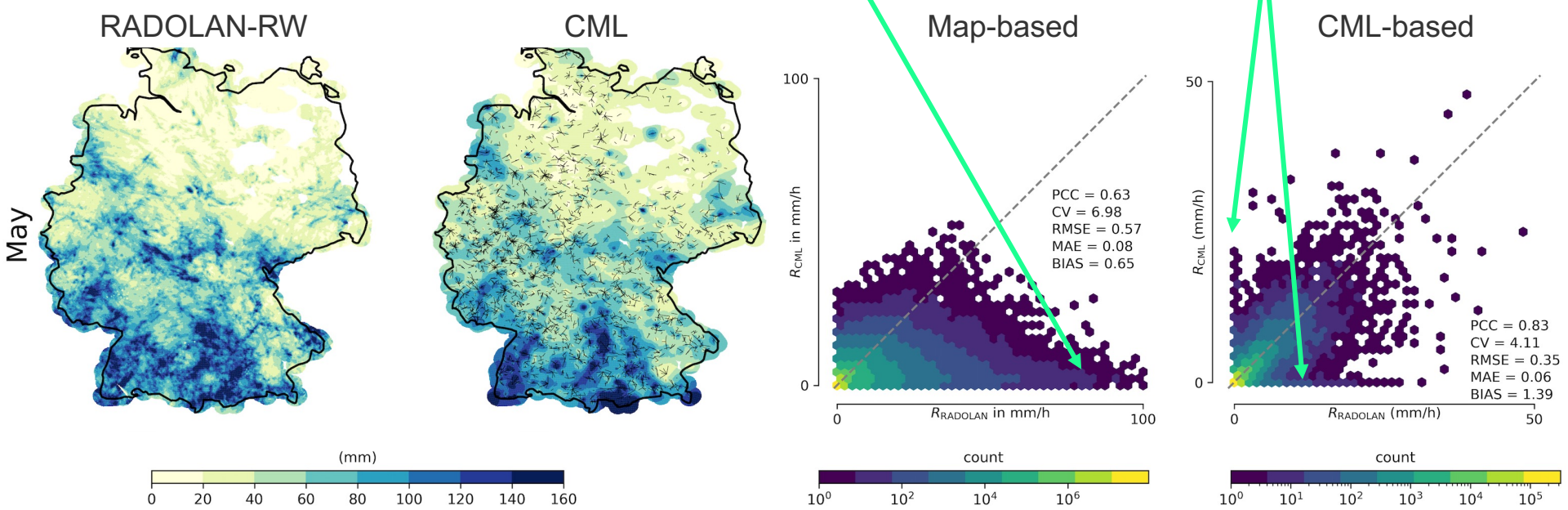


CML-Niederschlagschätzung zeigt gute Übereinstimmung mit RADOLAN-RW

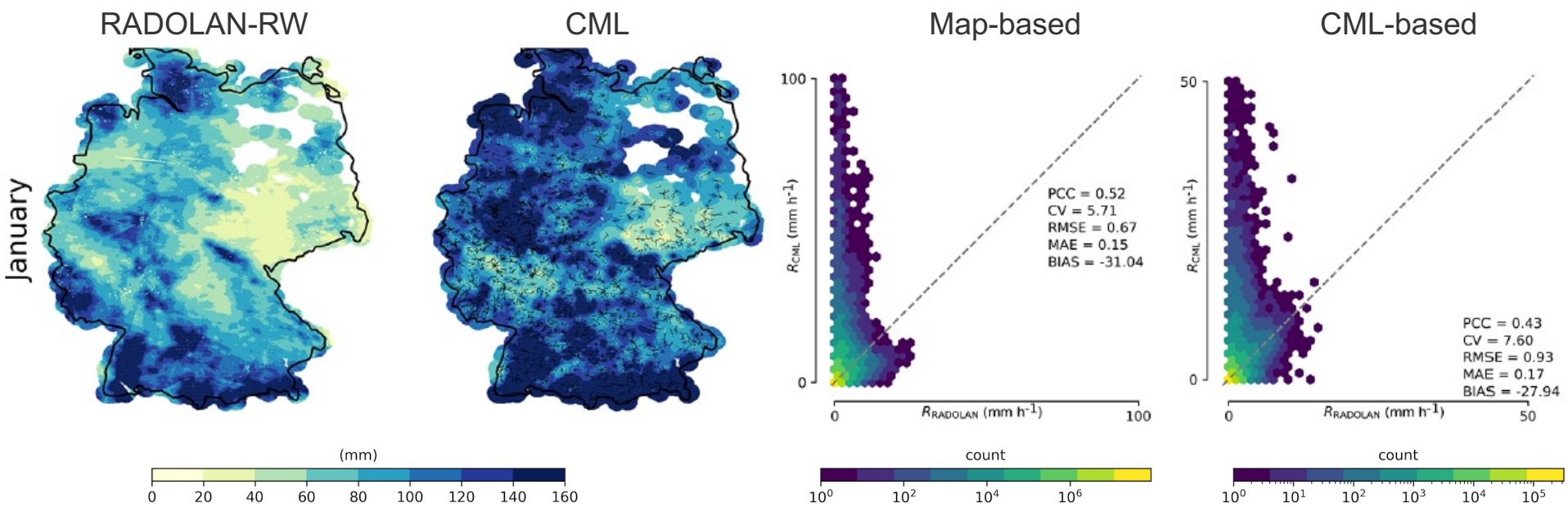
Monatlich Niederschalgssumme
Stundendaten

Unterschätzung wegen räumlicher Interpolation

Auffällig viele false-positives und false-negatives



CMLs zeigen im Winter eine starke Überschätzung wegen Dämpfung durch Schnee auf der Antenne und veränderter Hydrometeor-Mikrowellenstreuung



Ergebnisse publiziert in HESS

Hydrol. Earth Syst. Sci., 24, 2931–2950, 2020
https://doi.org/10.5194/hess-24-2931-2020
© Author(s) 2020. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.

Hydrology and Earth System Sciences
Open Access
EGU

Rainfall estimation from a German-wide commercial microwave link network: optimized processing and validation for 1 year of data

Maximilian Graf[1], Christian Chwala[1,2], Julius Polz[1], and Harald Kunstmann[1,2]
[1]Institute of Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology, Campus Alpin, Garmisch-Partenkirchen, Germany
[2]Chair of Regional Climate and Hydrology, Institute of Geography, University Augsburg, Augsburg, Germany

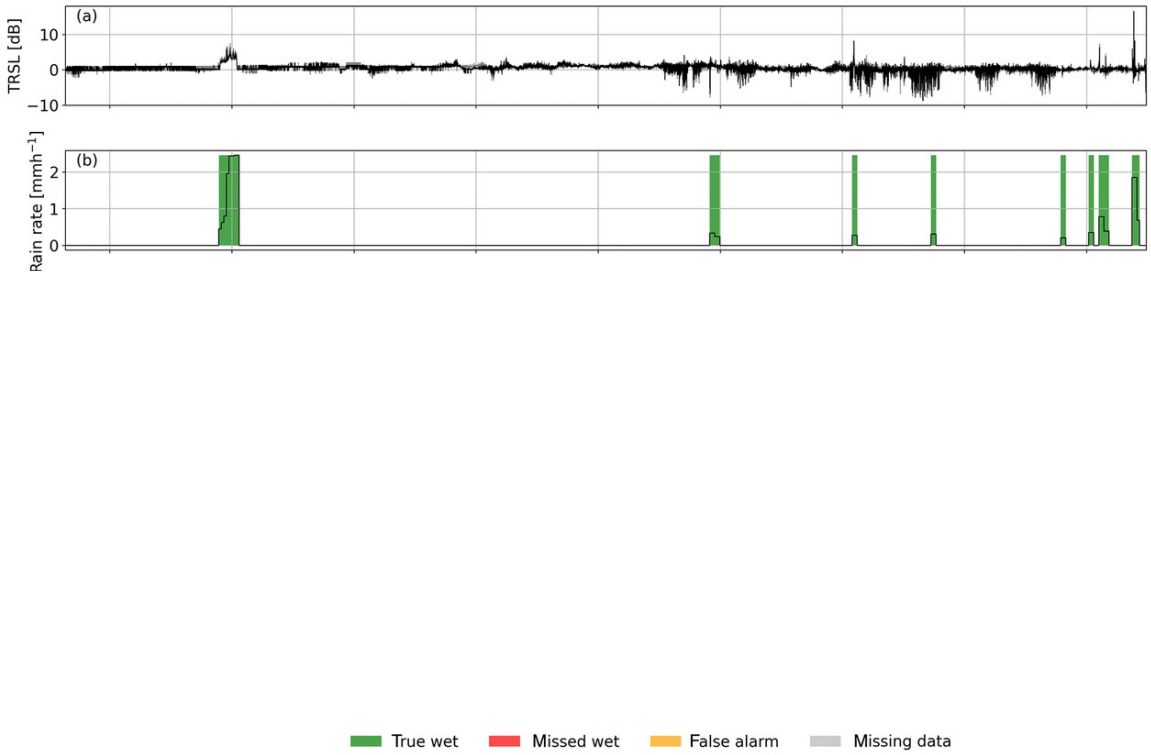
Verbesserte CML-Datenprozessierung mittels Convolutional Neural Network (CNN)

Christian Chwala - UniA

Für die Detektion von Regenereignissen in den verrauschten CML-Rohdaten kann ein CNN zur Mustererkennung eingesetzt werden

CML raw attenuation data

RADOALN-RW reference



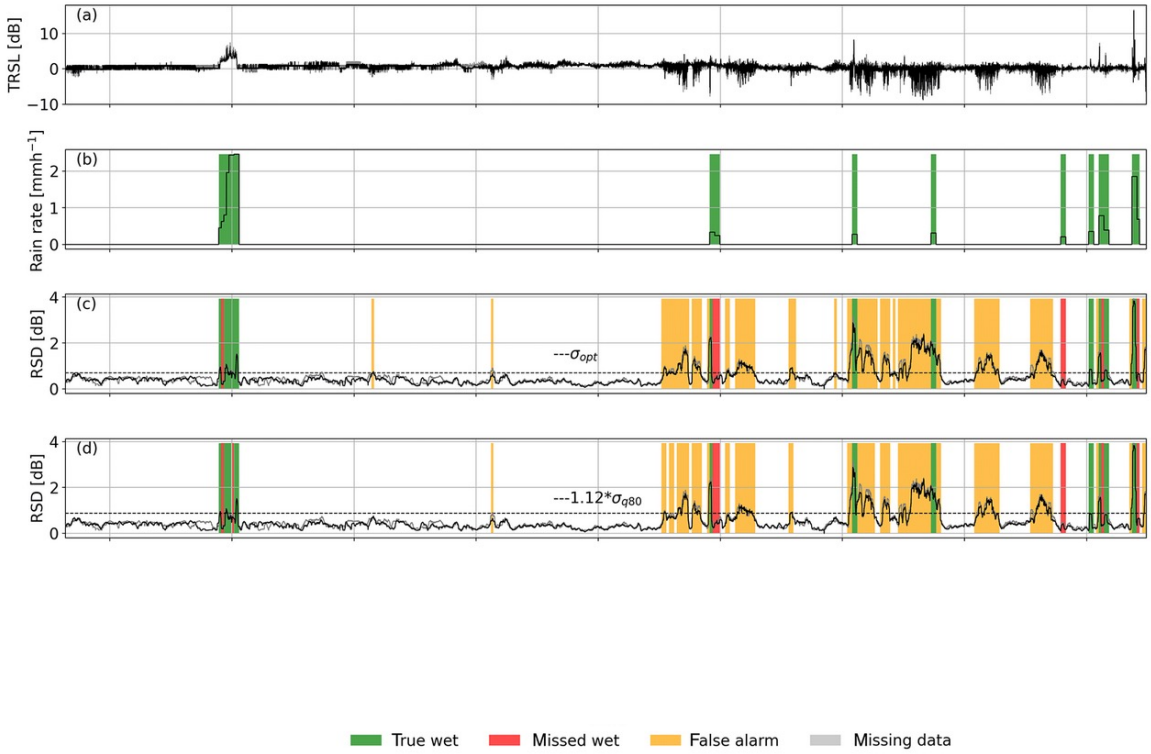
Für die Detektion von Regenereignissen in den verrauschten CML-Rohdaten kann ein CNN zur Mustererkennung eingesetzt werden

CML raw attenuation data

RADOALN-RW reference

Standard method 1

Standard method 2



Für die Detektion von Regenereignissen in den verrauschten CML-Rohdaten kann ein CNN zur Mustererkennung eingesetzt werden

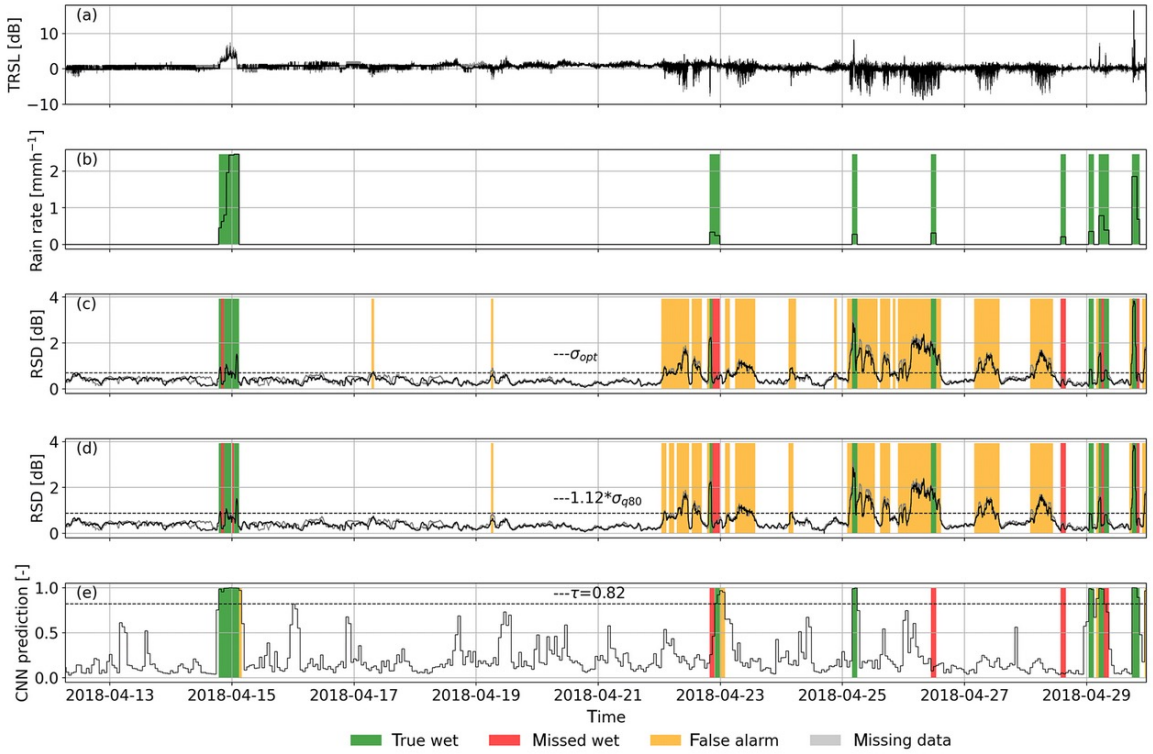
CML raw attenuation data

RADOALN-RW reference

Standard method 1

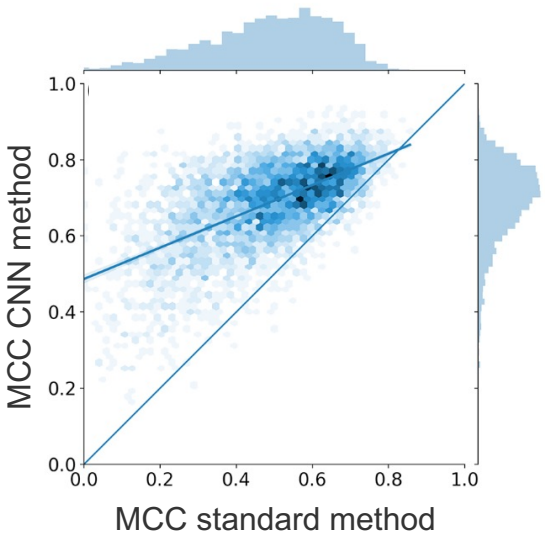
Standard method 2

CNN method

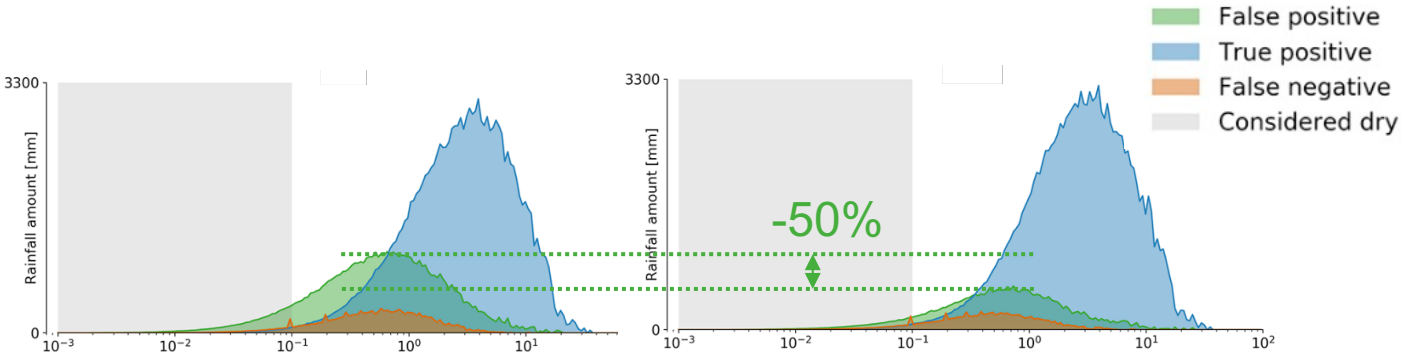


Die CNN-Methode vermindert die Anzahl von False-postives signifikant

Der MCC (Maß für Performance bei binärer Klassifikation) steigt für fast alle CMLs stark an



Der Beitrag der Niederschlagsmenge durch False-positives wird um 50% gesenkt



Ergebnisse publiziert in AMT

Atmos. Meas. Tech., 13, 3835–3853, 2020
https://doi.org/10.5194/amt-13-3835-2020
© Author(s) 2020. This work is distributed under
the Creative Commons Attribution 4.0 License.

Atmospheric Measurement Techniques
Open Access
EGU

Rain event detection in commercial microwave link attenuation data using convolutional neural networks

Julius Polz[1], Christian Chwala[1,2], Maximilian Graf[1], and Harald Kunstmann[1,2]
[1]Institute of Meteorology and Climate Research, Karlsruhe Institute of Technology, Campus Alpin, Garmisch-Partenkirchen, Germany
[2]Chair of Regional Climate and Hydrology, Institute of Geography, University of Augsburg, Augsburg, Germany

Methoden in open-source CML-Prozessierungstool `pycomlink` auf github veröffentlicht

CI passing | launch binder | docs passing | DOI 10.5281/zenodo.4810169

Anaconda Version Anaconda.org 0.3.3 | Last updated 12 Aug 2021

pycomlink

A python toolbox for deriving rainfall information from commercial microwave link (CML) data.

Installation

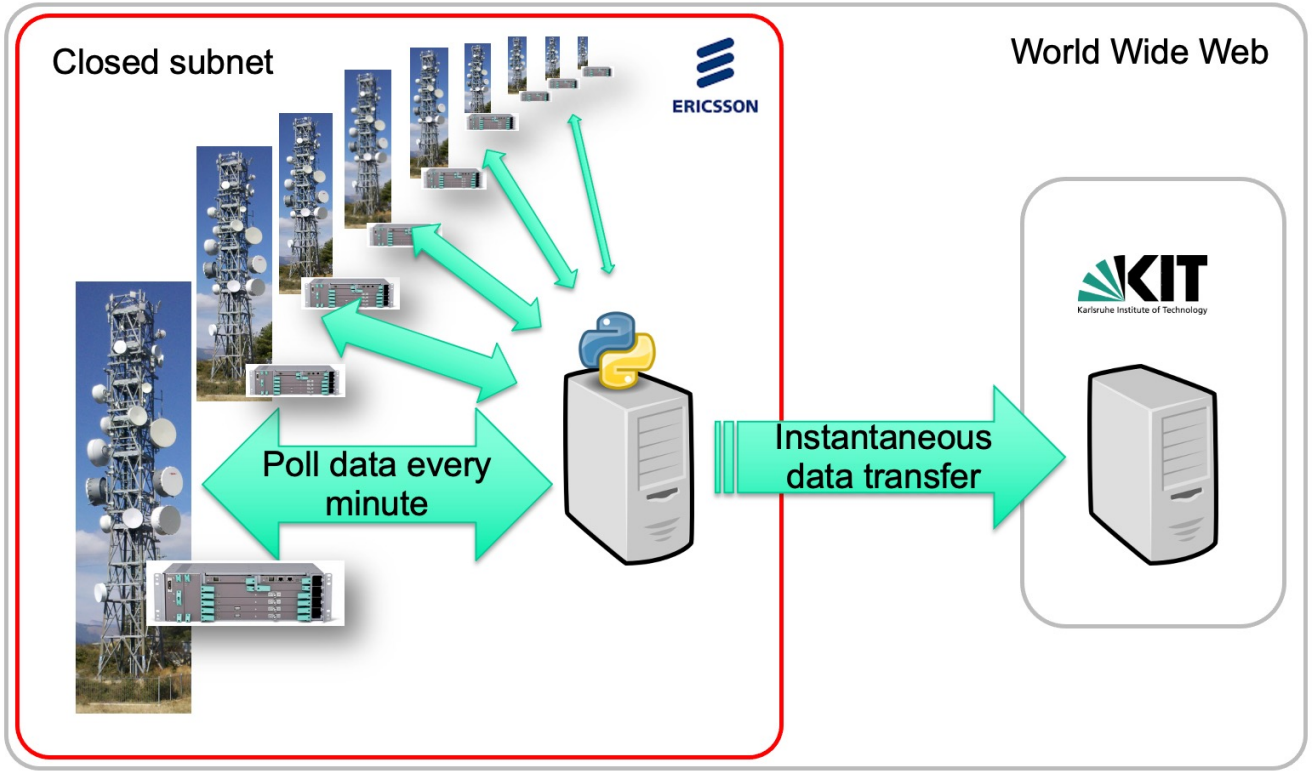
`pycomlink` works with Python 3.6 and newer. It might still work with Python 2.7, but this is not tested. It can be installed via `conda-forge`:

```
$ conda install -c conda-forge pycomlink
```

Echtzeit CML-Niederschlagsschätzung für Deutschland

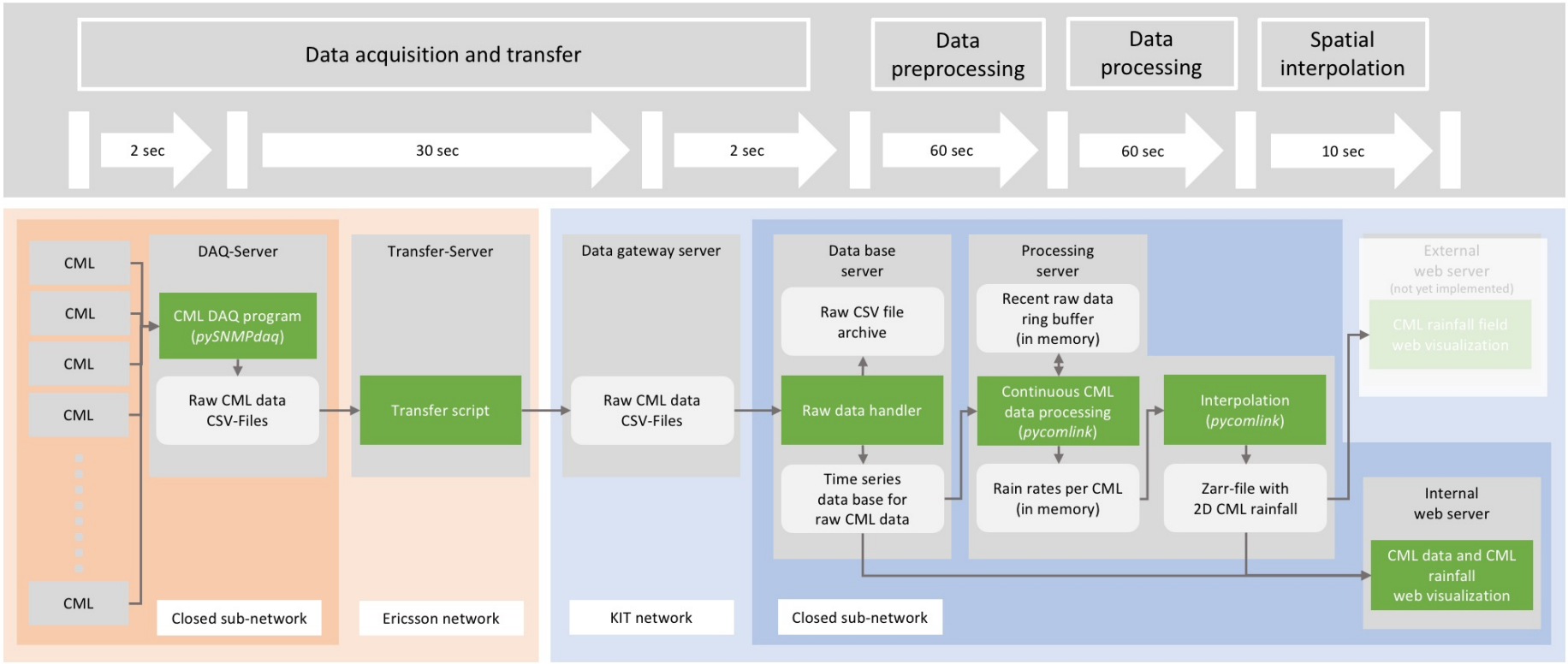
Christian Chwala - UniA

Wir (UniA in Kooperation mit KIT) erhalten von Ericsson in Deutschland CML-Daten in Echtzeit

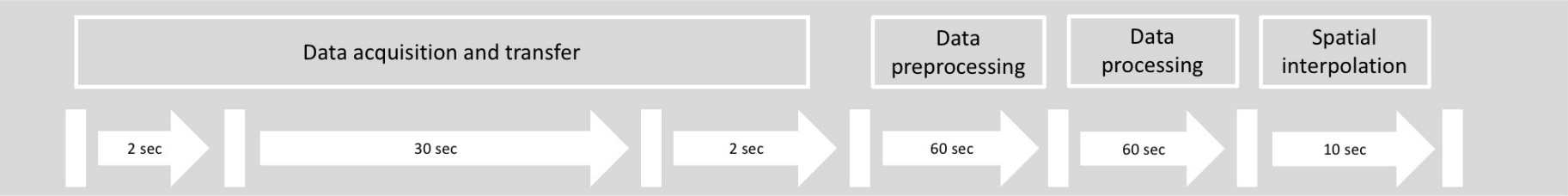


delay = approx. 30 seconds

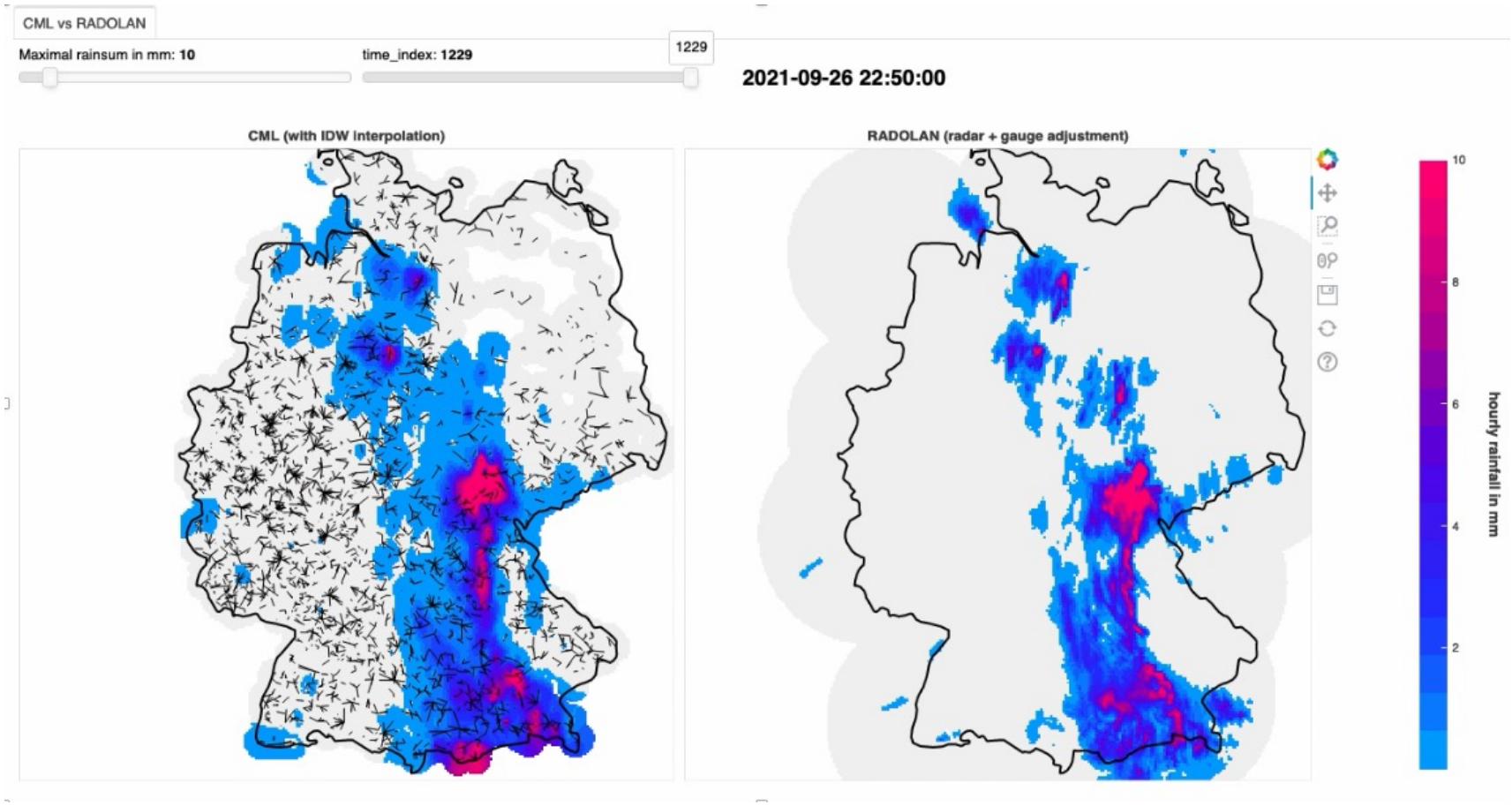
Von der Datenerfassung bis zur CML-Niederschlagskarte benötigen wir weniger als 5 Minuten



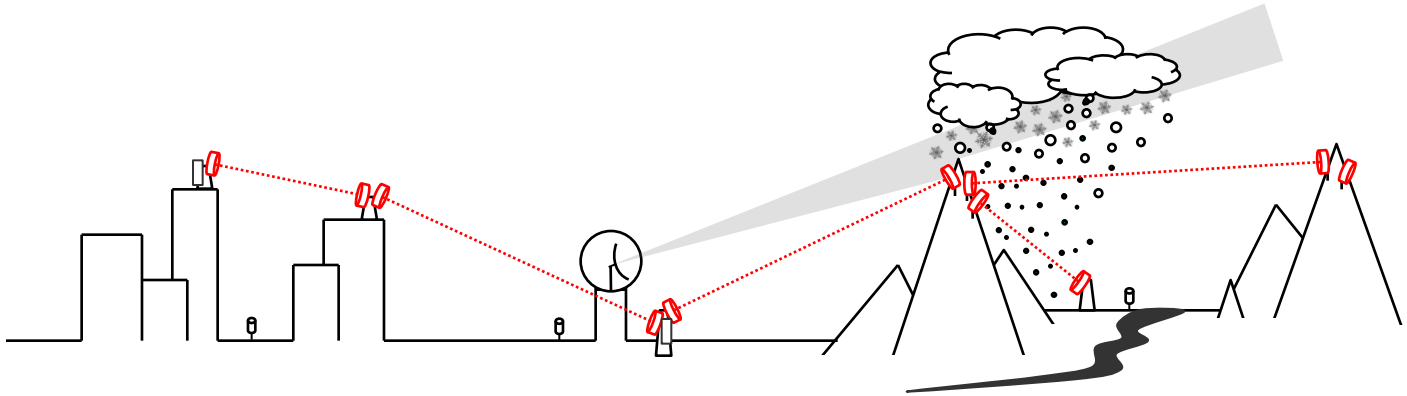
Von der Datenerfassung bis zur CML-Niederschlagskarte benötigen wir weniger als 5 Minuten



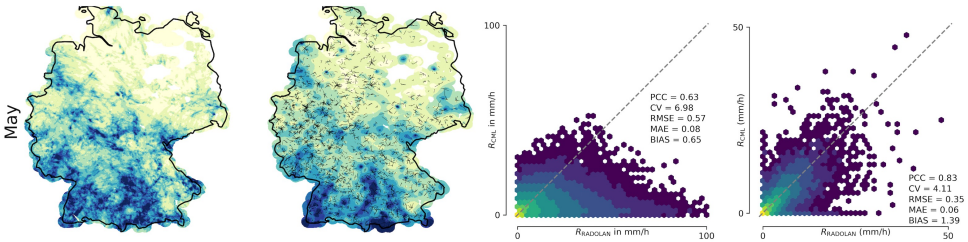
Live demo…

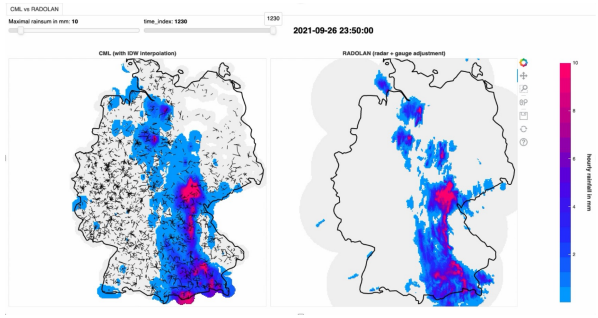

CML vs RADOLAN
Maximal rainsum in mm: 10
time_index: 1229
1229
2021-09-26 22:50:00
CML (with IDW interpolation)
RADOLAN (radar + gauge adjustment)
10
8
6
4
2
hourly rainfall in mm

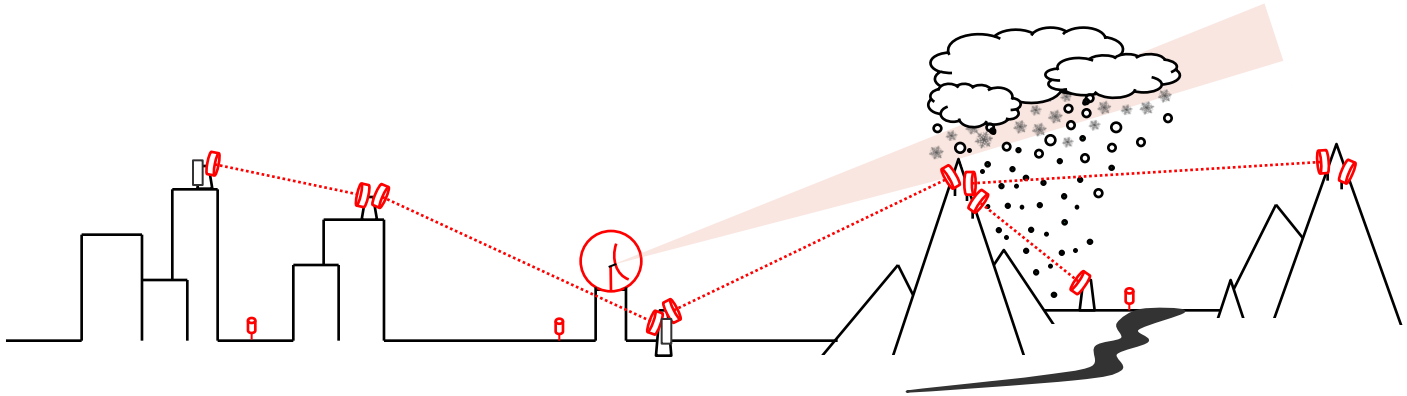
Zusammenfassung CML Niederschlagsmessung



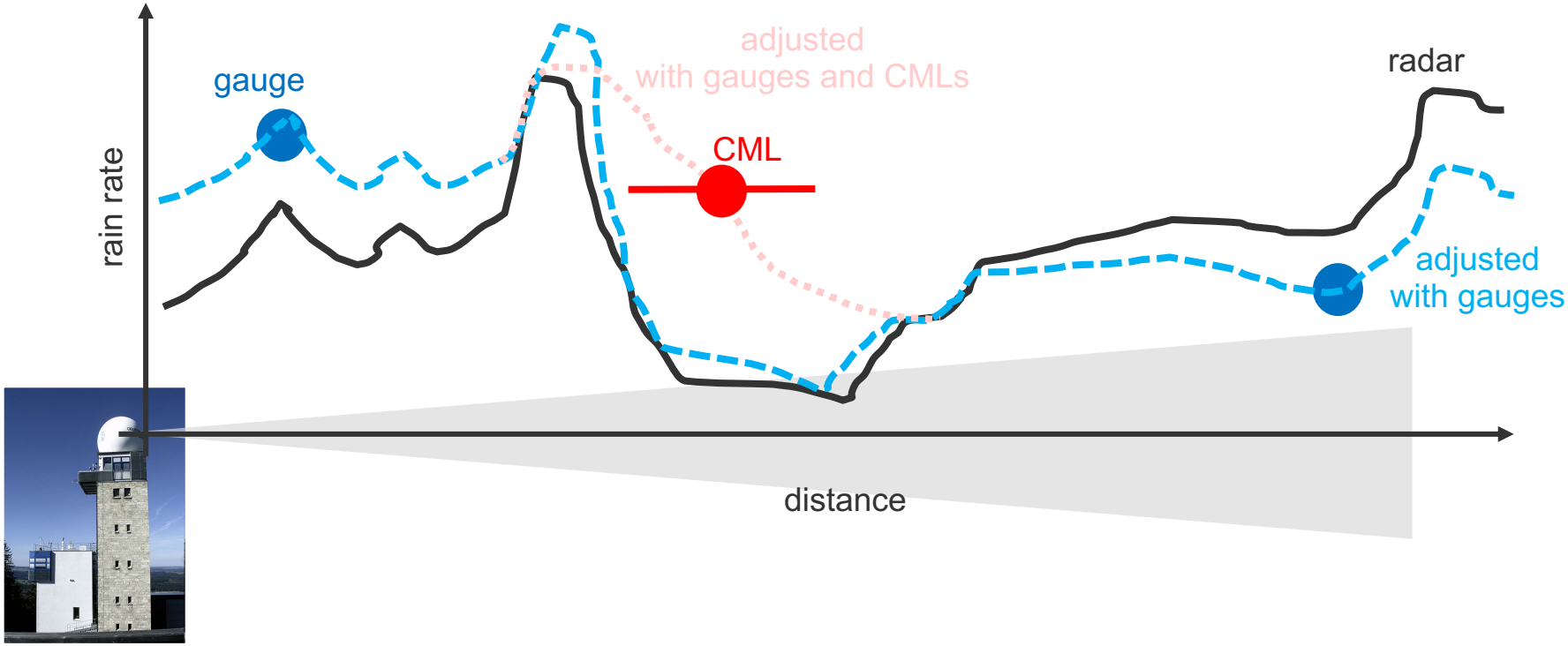
Landesweite CML-Niederschlagsmessung funktioniert; auch in Echtzeit





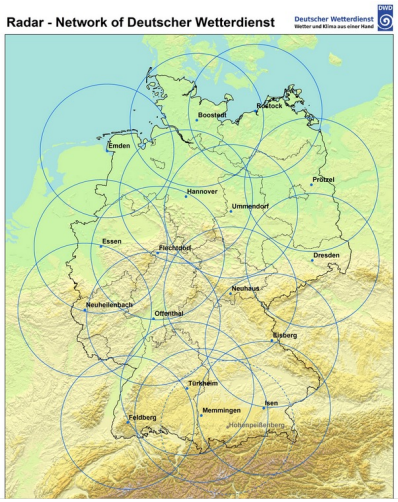


Wir benutzen CMLs als zusätzliche pfadgemitteltet Niederschlagsinformation in der RADOLAN-Aneichung

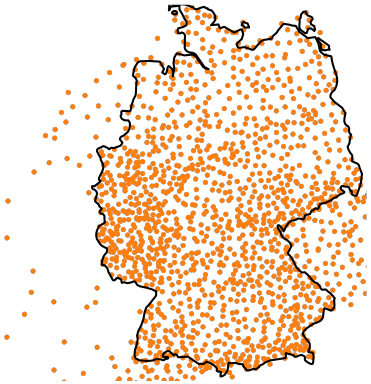


Datenbasis:

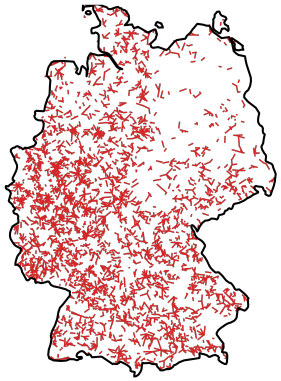
DWD Radarverbund



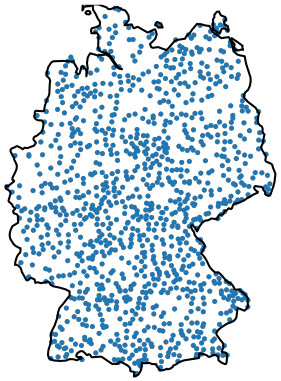
Ca. 1500 automatische Pluviometer



Ca. 4000 CMLs



Ca. 1000 manuelle Pluviometer

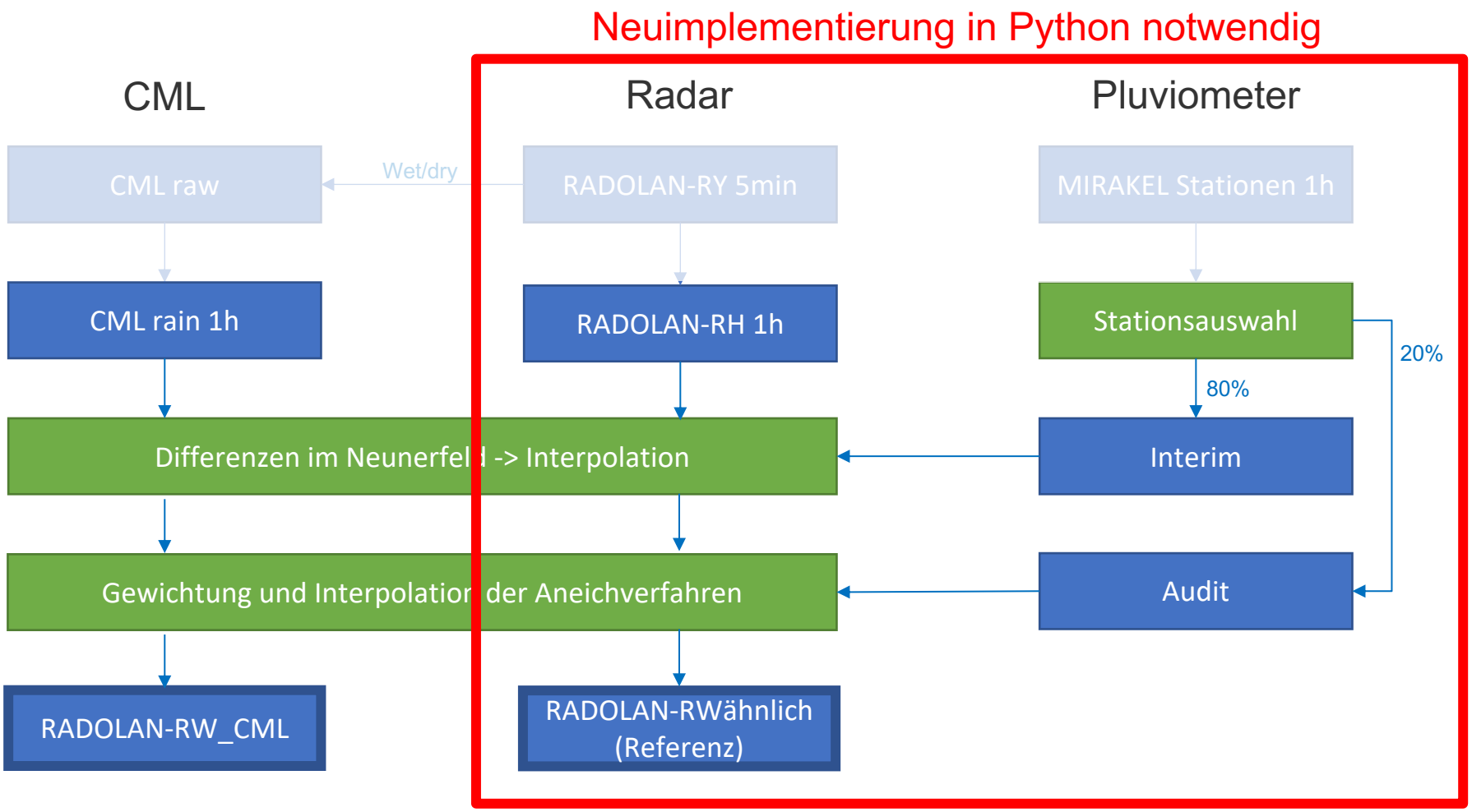


Als unabhängige Referenz mit Daten auf Tagesbasis

RADOLAN-RW (nur Pluviometer)

RADOLAN-RW-CML (gauges and CML)

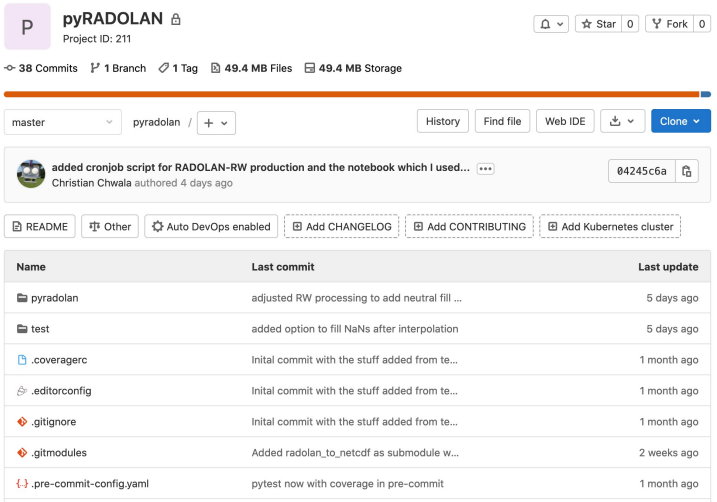
Übersicht stündliche RADOLAN-Aneichung



pyRADOLAN

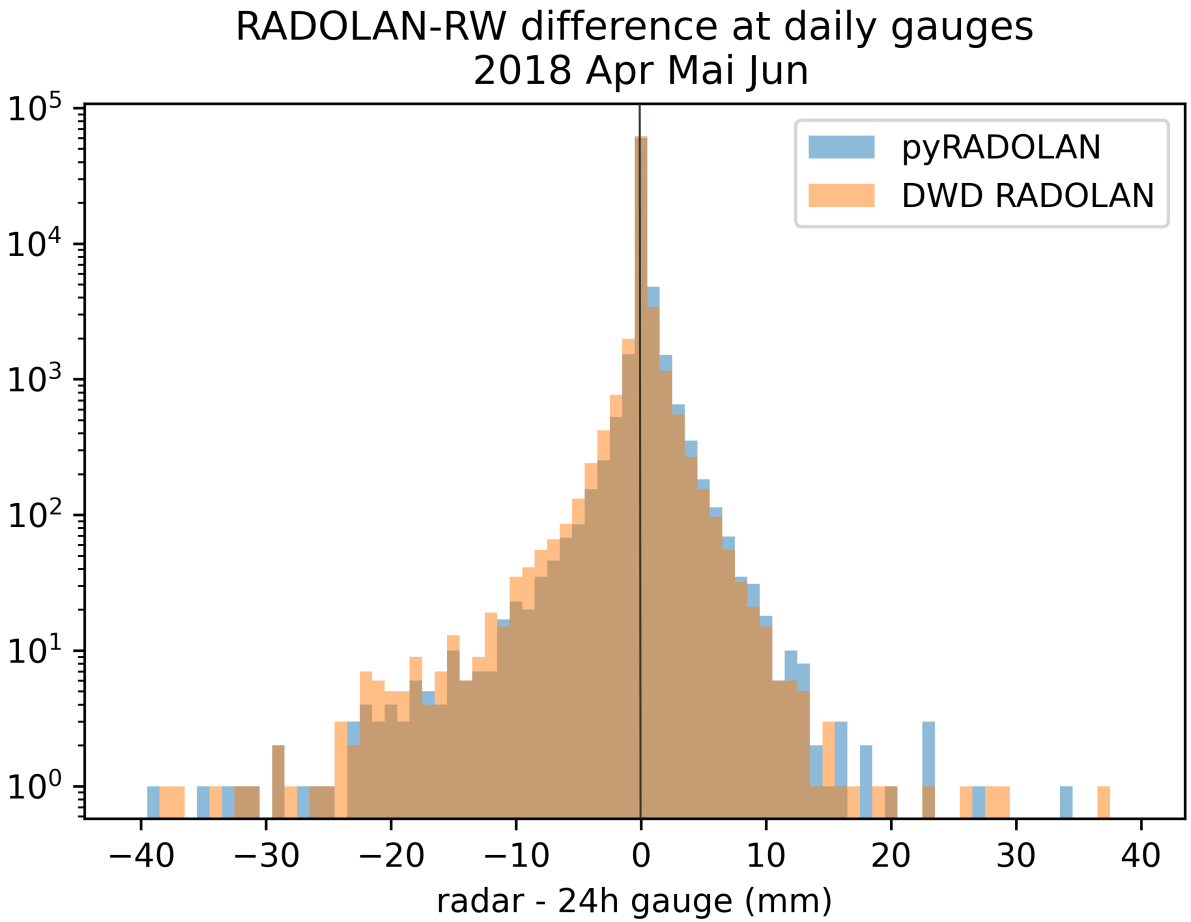
pyRADOLAN (Arbeitstitel)

- RADOLAN-Aneichung in Python 3
- IO für relevante DWD Files und NetCDF
- Versionskontrolle mit git und gitlab (intern)
- BSD-3 Clause Lizenz (kommerzielle Nutzung möglich) aber Code nur DWD intern verfügbar
- 100% test coverage




```
Name                              Stmts   Miss  Cover
-----------------------------------------------------
pyradolan/__init__.py                 1      0   100%
pyradolan/adjust.py                  82      0   100%
pyradolan/check_data_struct.py       30      0   100%
pyradolan/idw.py                     42      0   100%
pyradolan/io.py                      70      0   100%
pyradolan/processing.py              58      0   100%
-----------------------------------------------------
TOTAL                               283      0   100%
```

pyRADOLAN und DWD-RADOLAN zeigen gleiche Performance bei Validierung mit 24h-Pluviometern

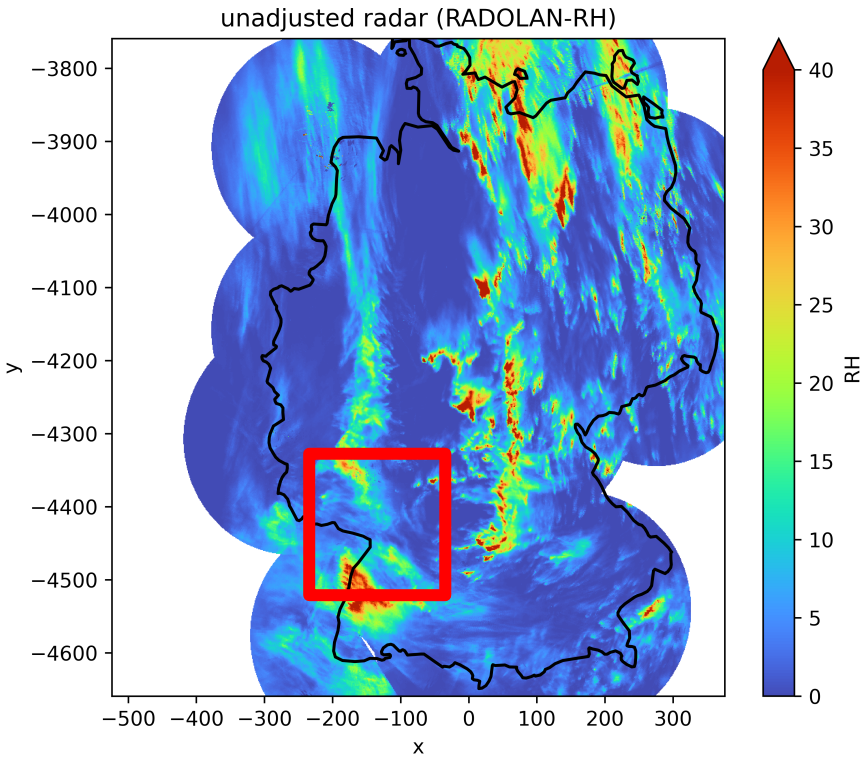


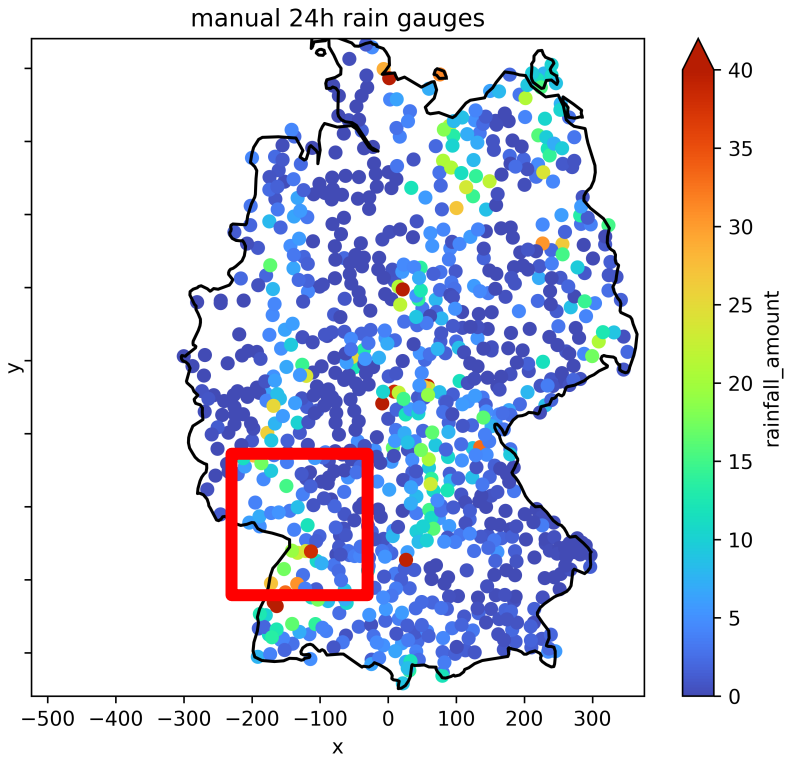
Die RADOLAN-RW Produktion mit pyRADOLAN läuft kontinuierliche jede Stunde

Live demo…

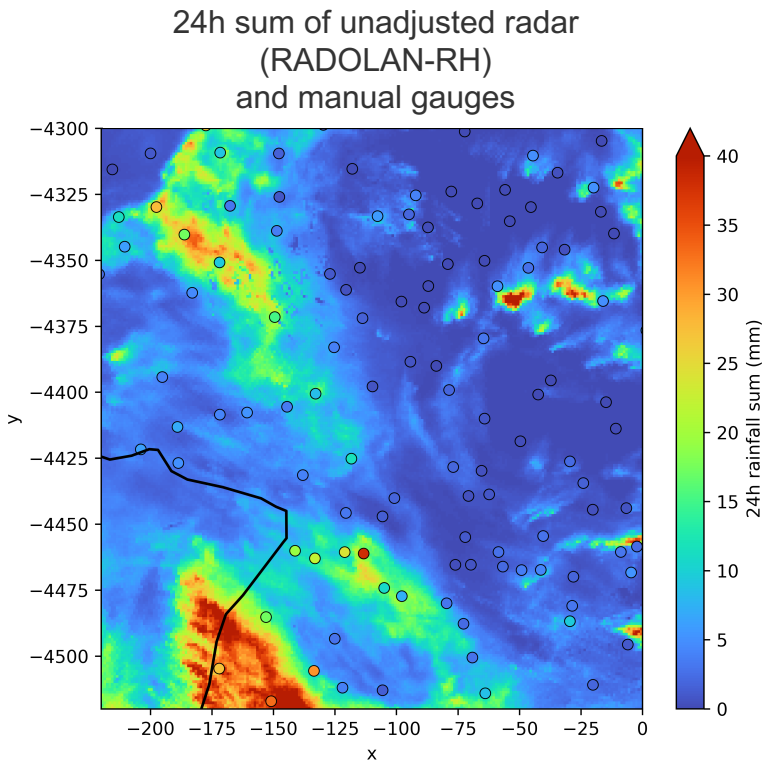
RADOLAN-CML Aneichung - Eventanalyse

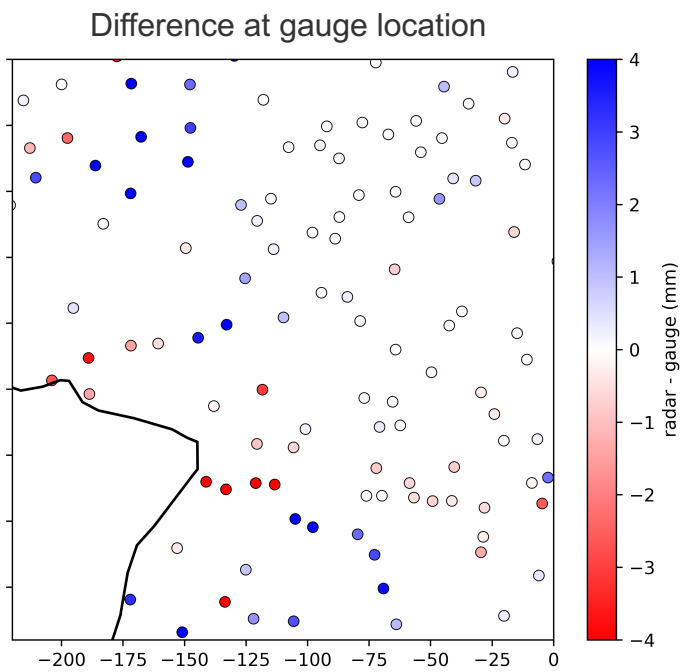
Fokus auf Region im Südwesten mit guter CML-Abdeckung



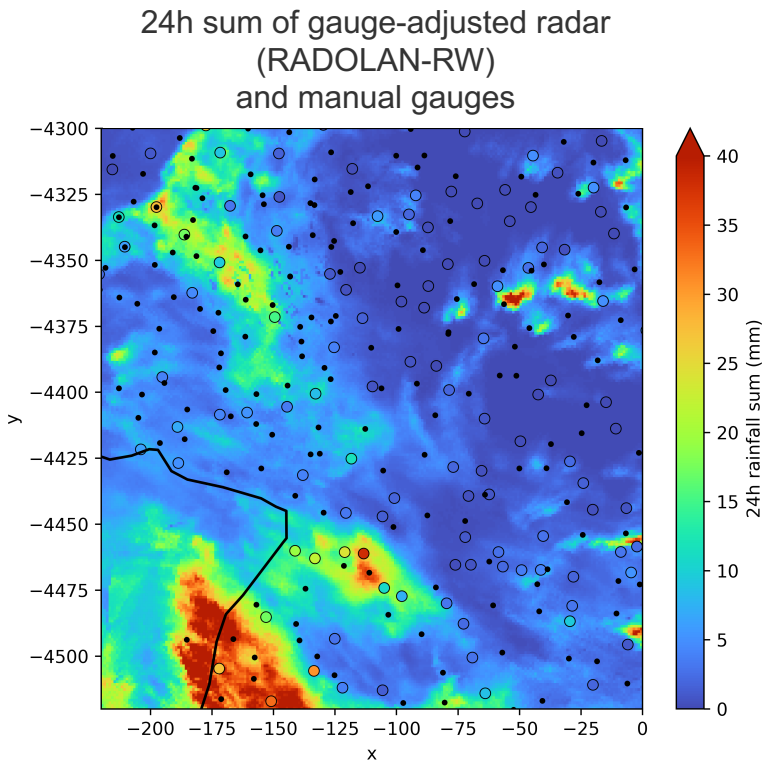


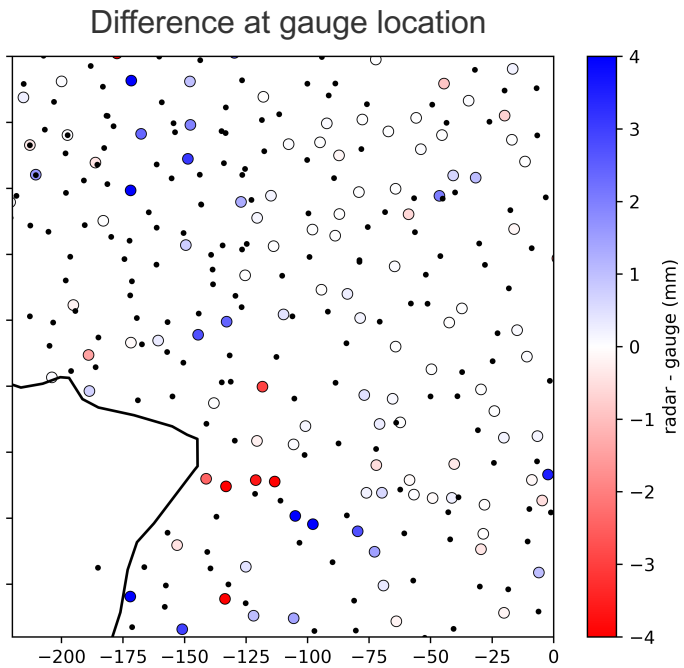
Unkorrigiertes Radar zeigt starke Abweichungen zu den manuellen 24h Pluviometern





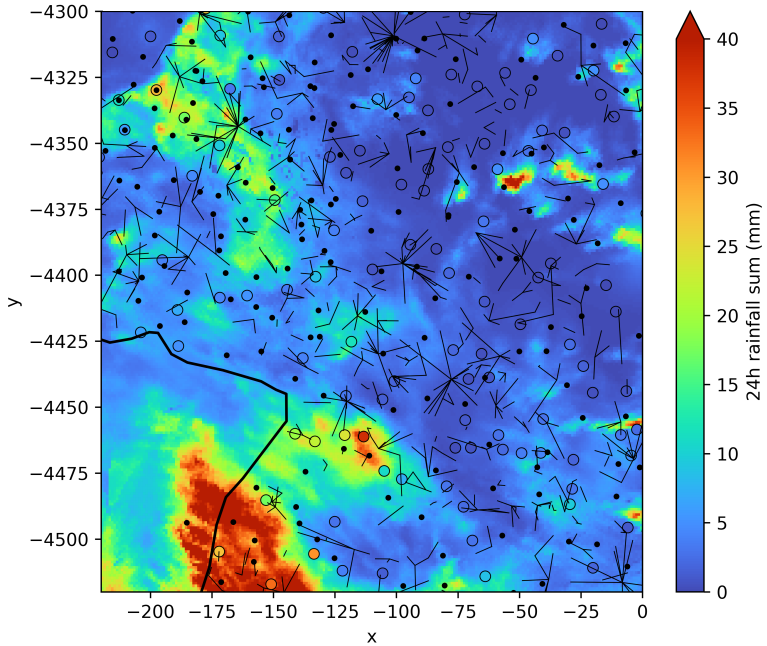
Pluviometeraneichung korrigiert Bias in der Nähe der Aneichstationen, aber es verbleiben signifikante Abweichungen



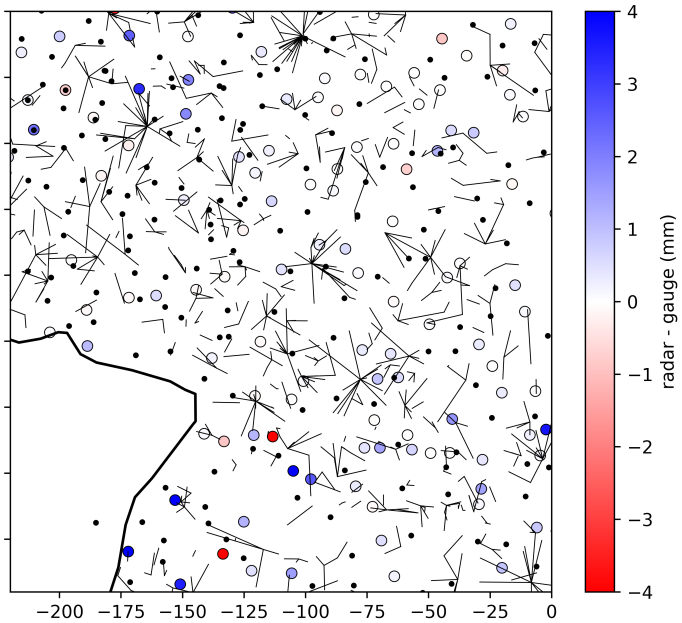


Zusätzliche Aneichung mit CMLs führt zu weiterer merklicher Verbesserung, aber Regionen mit Bias verbleiben

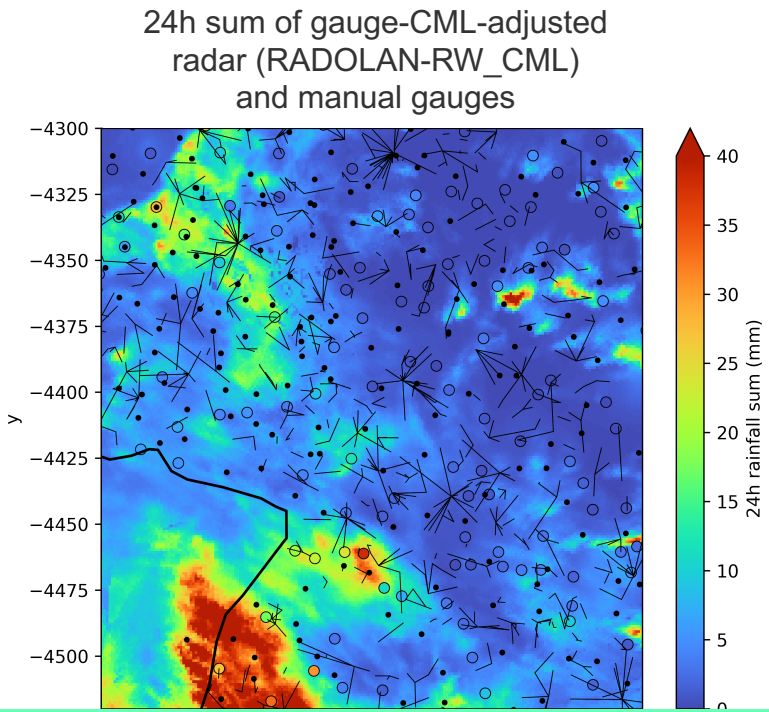
24h sum of gauge-CML-adjusted radar (RADOLAN-RW_CML) and manual gauges

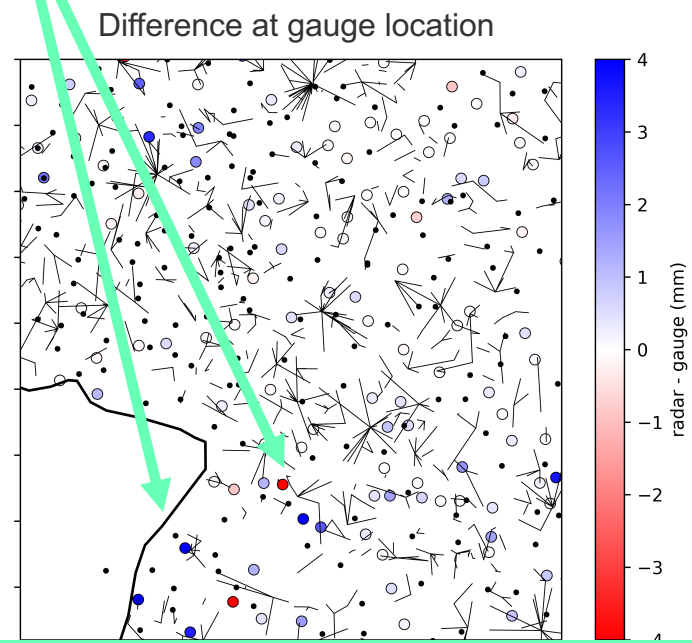


Difference at gauge location



Zusätzliche Aneichung mit CMLs führt zu weiterer merklicher Verbesserung, aber Regionen mit Bias verbleiben





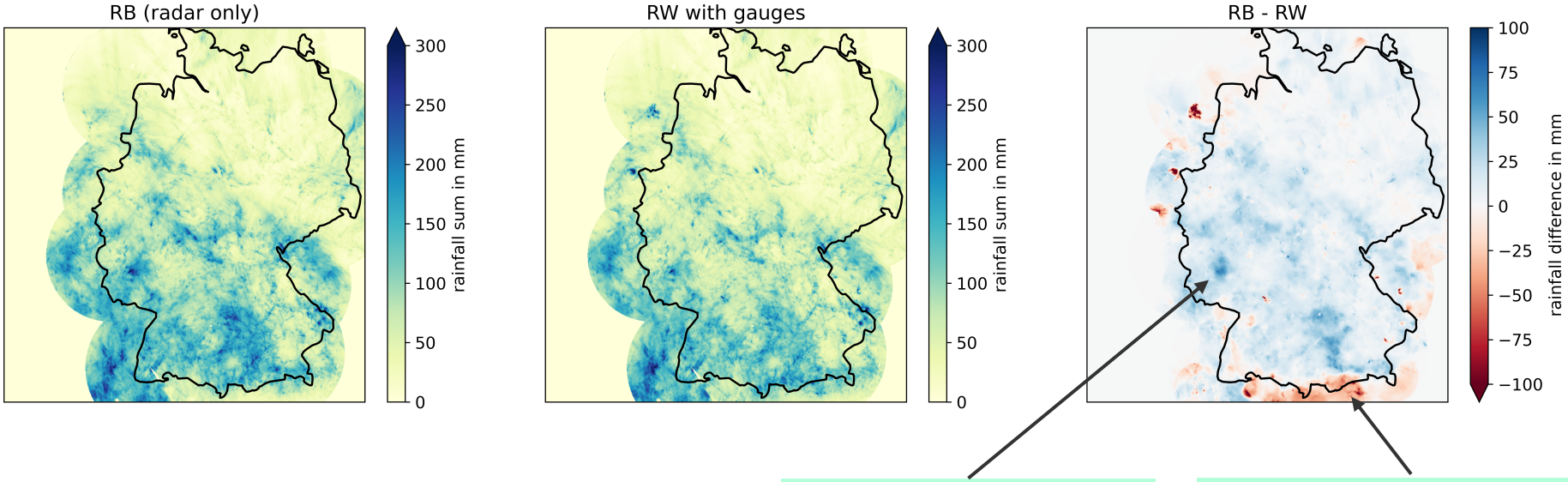
Mögliche Gründe:

- CML-Datenqualität nicht immer konstant wegen erratischer Fluktuationen in den Rohdaten
- RADOLAN-Aneichung wird nicht angewendet wenn Abweichung zwischen Station oder CML und Radar zu groß

RADOLAN-CML Aneichung

Auswertung über einen Monat

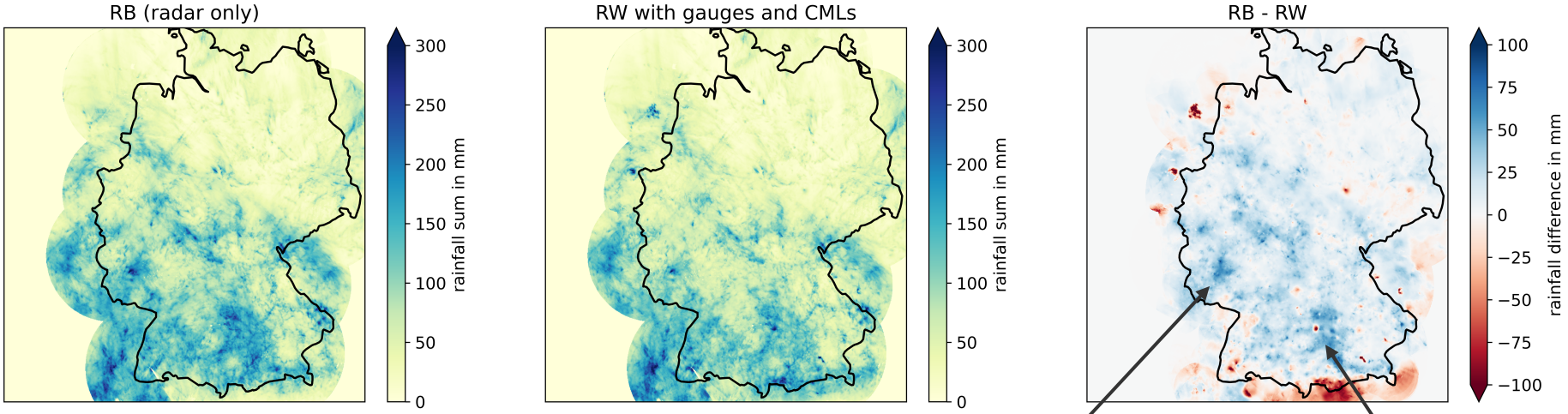
Die Monatssummen von unangeicht (RB) und angeeicht (RW) zeigen ein erwartbares Bild



Überschätzung des unangeichten Radars (RB)

Unterschätzung des unangeichten Radars (RB)

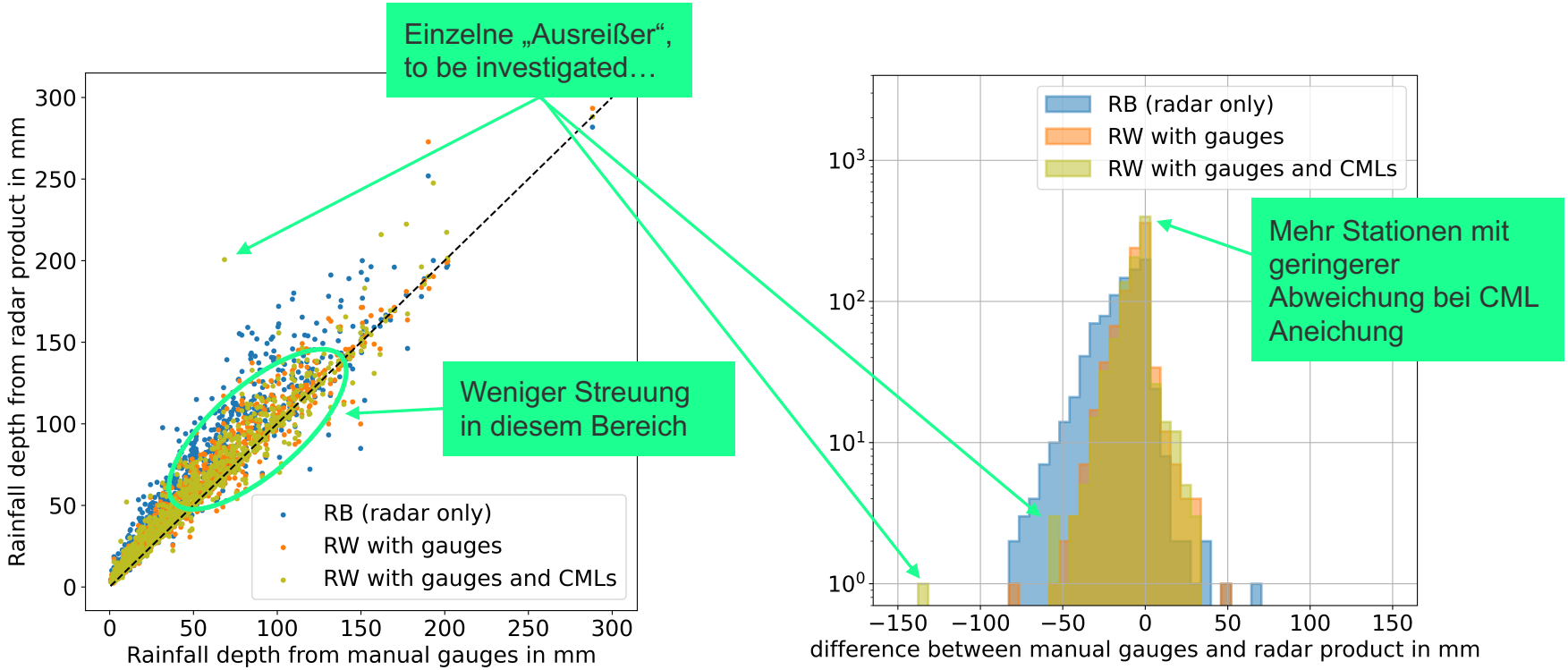
Mit Hinzunahme der CMLs bleibt das Gesamtbild ähnlich, aber es zeigen sich Unterschiede im Detail



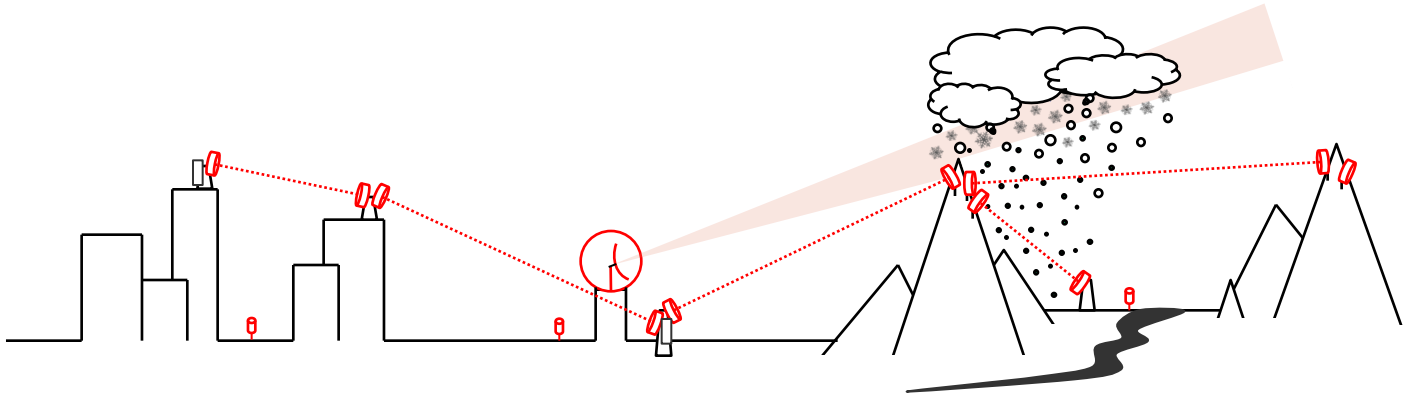
Ähnliche aber zum Teil ausgeprägtere Aneichung

Starke lokale Aneichunterschiede wahrscheinlich durch CML-Artefakte verursacht

Über einen Monat hinweg zeigt die Hinzunahme von CMLs zur Aneichung eine kleine aber deutliche Verbesserung

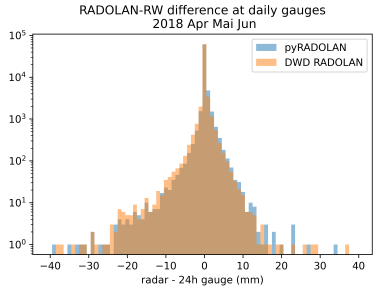


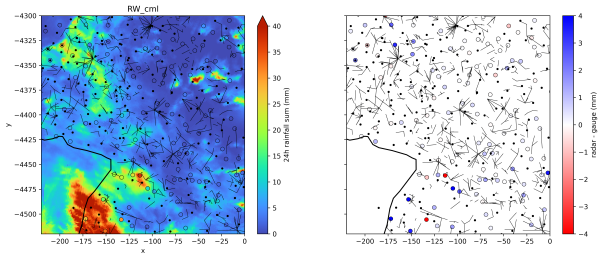
Zusammenfassung RADOLAN-CML Aneichung



RADOLAN-Aneichung erfolgreich in Python implementiert

CML-Aneichung zeigt positiven Effekt

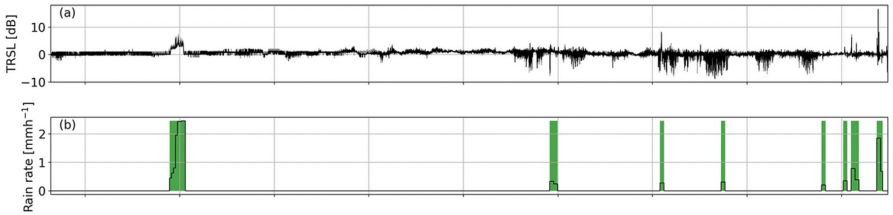




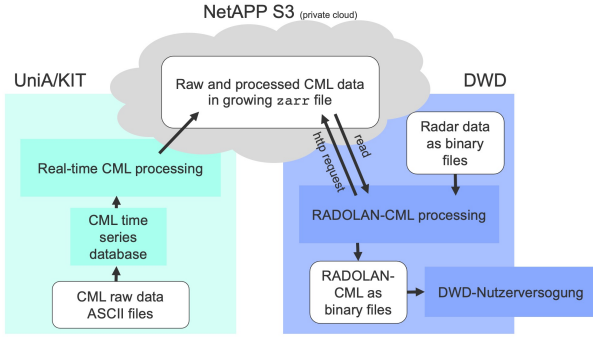
Ausblick

Die nächsten Schritte sind:

- CML-Datenqualitätssicherung mit 5-Minuten Radardaten



- Robusten CML-Datenfluss zum DWD herstellen

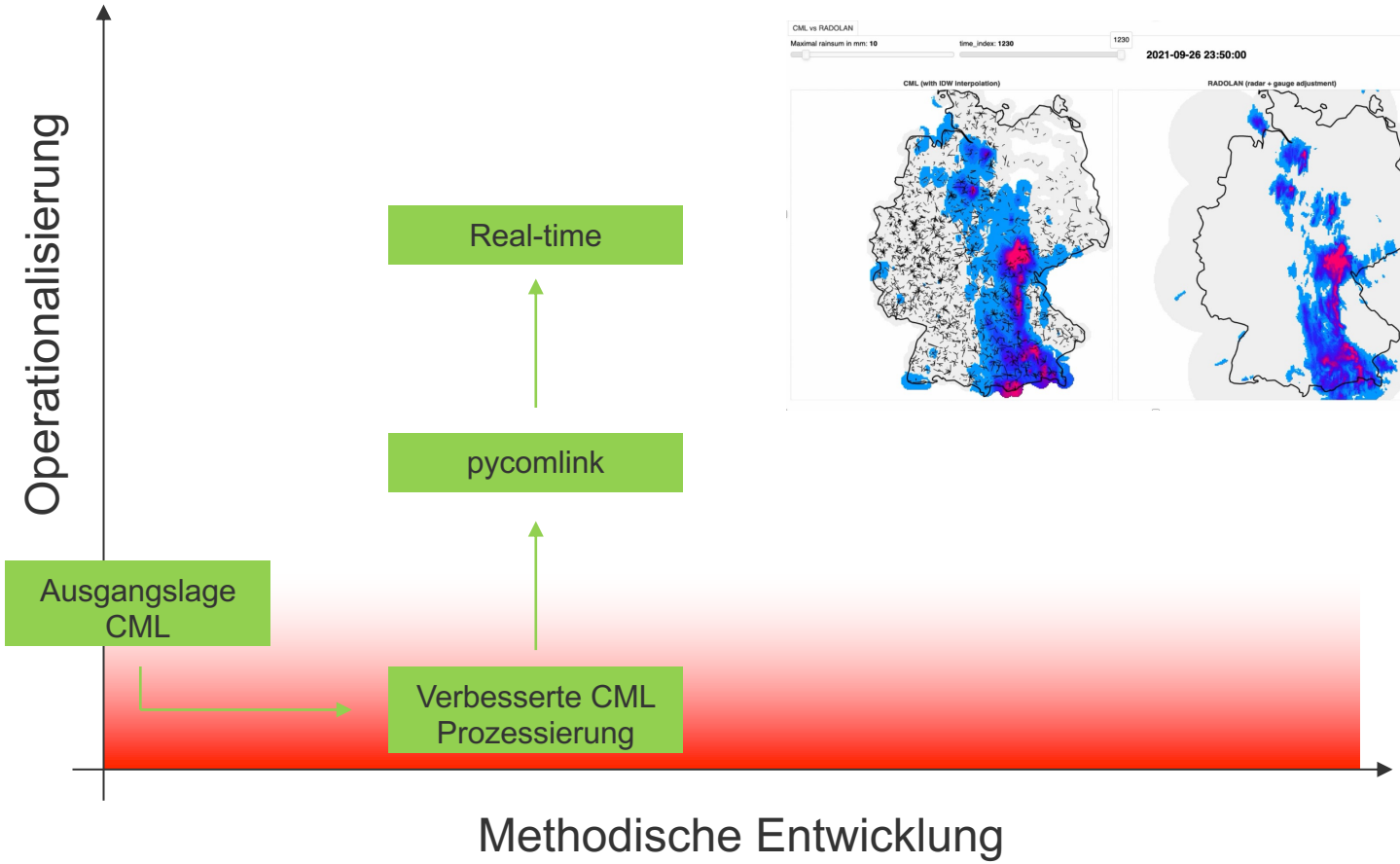


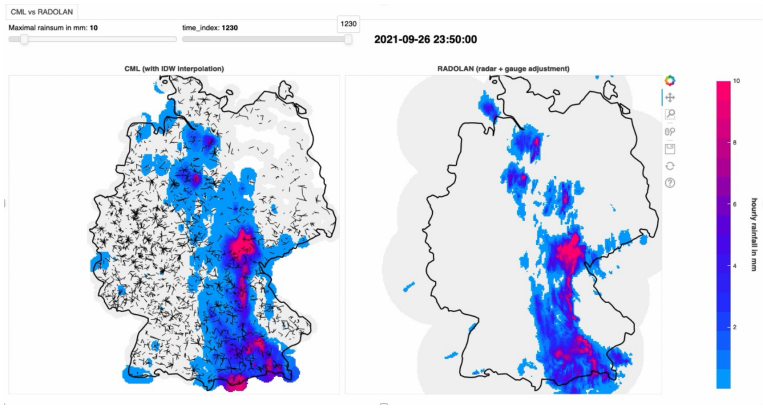
Die übernächsten Schritte sind:

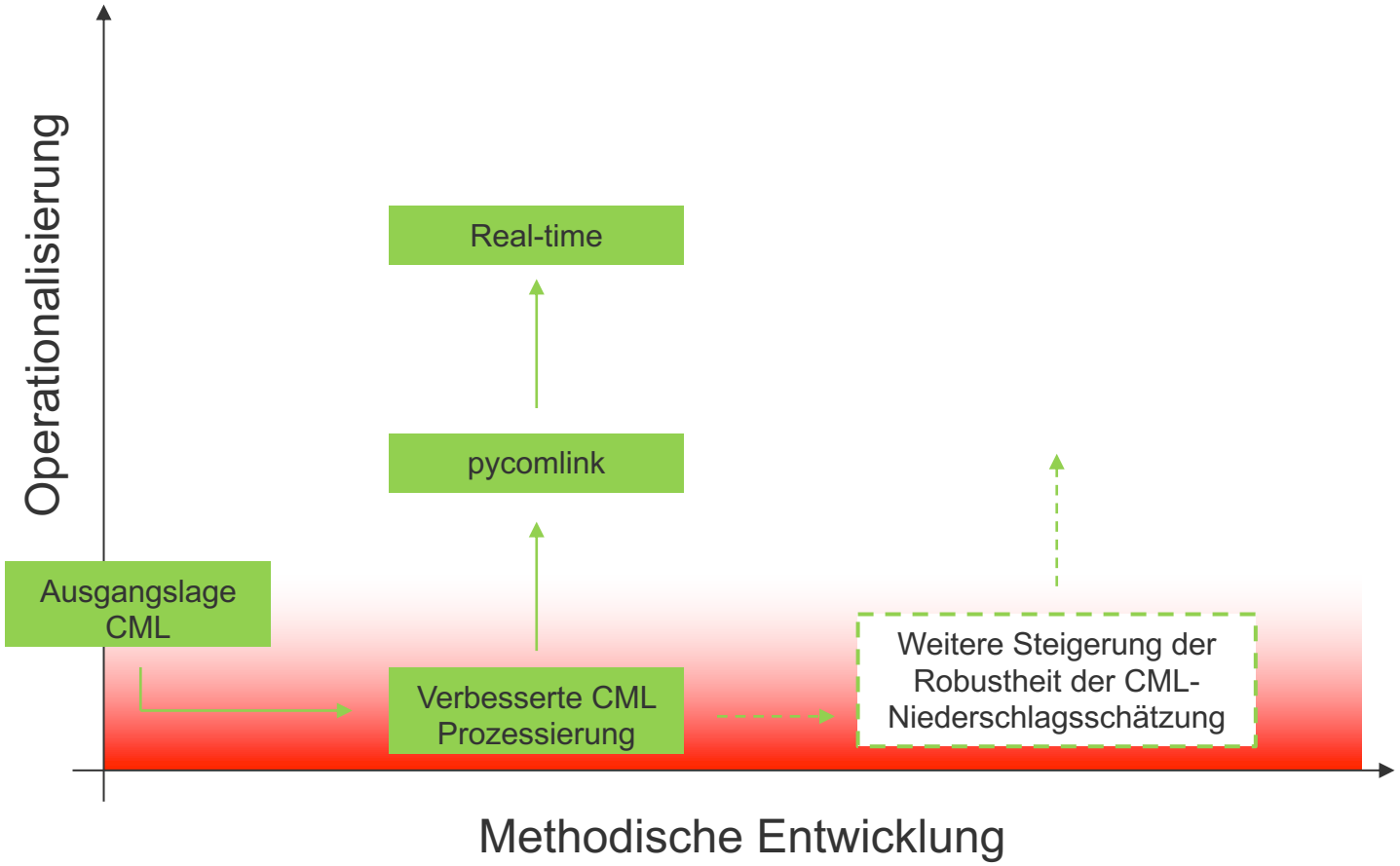
- Aneichung mit CMLs ohne Pluviometer dafür schon zur vollen Stunde
- Aneichung auf kürzeren Zeitskalen

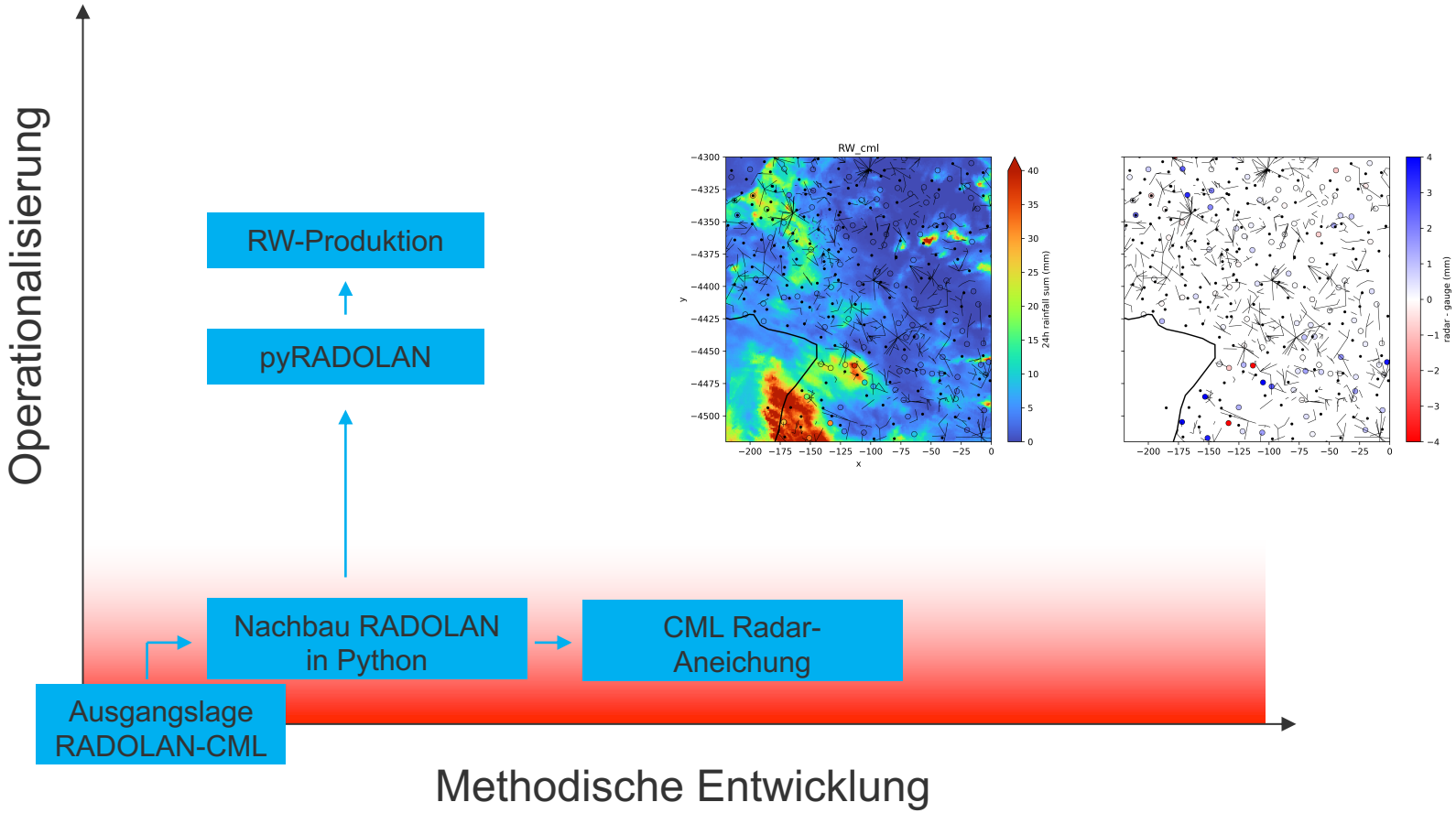
Zusammenfassung

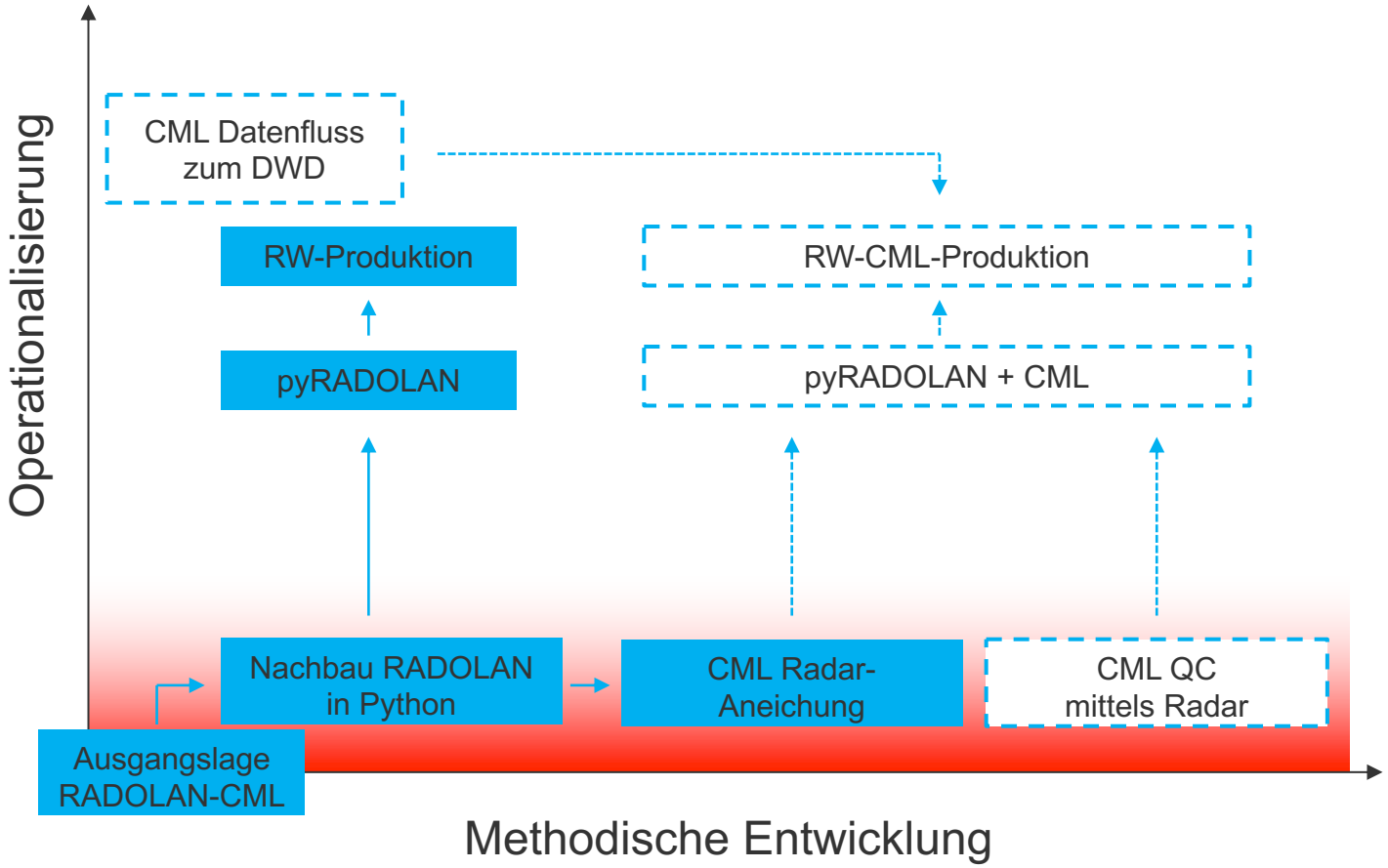
Operationalisierung
Dr. Hacker Zone
Methodische Entwicklung


Operationalisierung
Real-time
pycomlink
Ausgangslage CML
Verbesserte CML Prozessierung
Methodische Entwicklung


CML vs RADOLAN
Maximal rainsum in mm: 10
time_index: 1230
1230
2021-09-26 23:50:00
CML (with IDW interpolation)
RADOLAN (radar + gauge adjustment)
hourly rainfall in mm


Operationalisierung
Real-time
pycomlink
Ausgangslage CML
Verbesserte CML Prozessierung
Weitere Steigerung der Robustheit der CML-Niederschlagsschätzung
Methodische Entwicklung

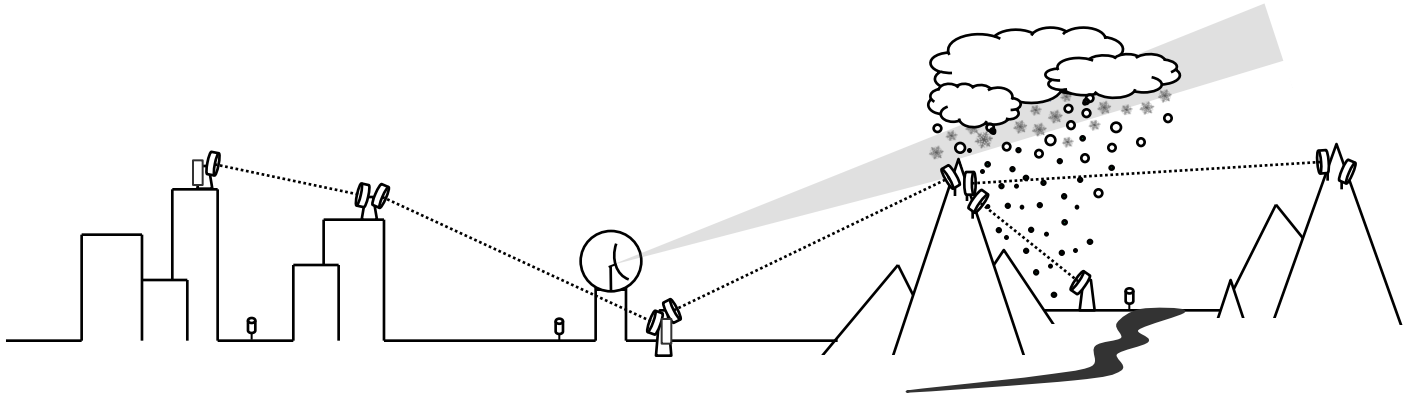

Operationalisierung
RW-Produktion
pyRADOLAN
Nachbau RADOLAN in Python
CML Radar-Aneichung
Ausgangslage RADOLAN-CML
Methodische Entwicklung
RW_cml
24h rainfall sum (mm)
radar - gauge (mm)

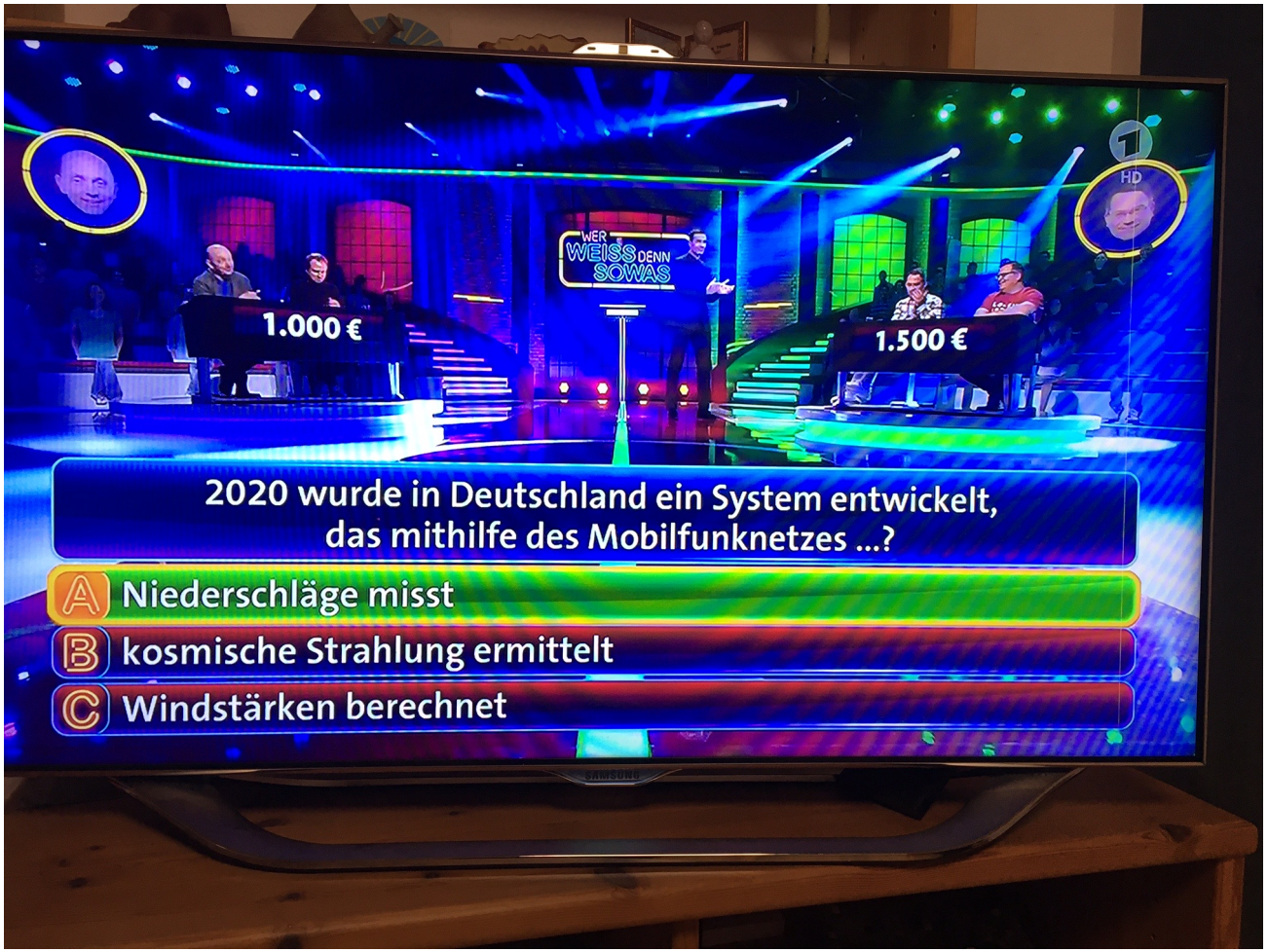

Operationalisierung
CML Datenfluss zum DWD
RW-Produktion
RW-CML-Produktion
pyRADOLAN
pyRADOLAN + CML
Nachbau RADOLAN in Python
CML Radar-Aneichung
CML QC mittels Radar
Ausgangslage RADOLAN-CML
Methodische Entwicklung

Mein Dank geht an:

- Ericsson: Ronald Riedel, Reinhard Gerik, Michael Wahl und Declan Forde
- UniA und KIT: Max Graf, Julius Polz und Gerhard Smiatek
- DWD: Elmar Weigl, Thomas Junghänel, Katharina Lengfeld, Mario Hafer und Tanja Winterrath

Fragen?




WER WEISS DENN SOWAS
1.000 €
1.500 €
2020 wurde in Deutschland ein System entwickelt, das mithilfe des Mobilfunknetzes ...?
A Niederschläge misst
B kosmische Strahlung ermittelt
C Windstärken berechnet