

# HoWa-PRO

LANDESAMT FÜR UMWELT,  
LANDWIRTSCHAFT  
UND GEOLOGIE



Innovative Methoden der Niederschlagsmessung und -vorhersage im Einsatz für die Hochwasserfrühwarnung in kleinen Einzugsgebieten



## Ablauf Verbundtreffen 28.03.2023

<b>09:00 Uhr</b>	Begrüßung und Vorstellung des Ablaufes
<b>09:10 Uhr</b>	Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting und Überblick Gesamtvorhaben
<b>09:20 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 1
<b>10:20 Uhr</b>	Kaffeepause
<b>10:30 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 2
<b>12:00 Uhr</b>	Gemeinsames Mittagessen
<b>13:00 Uhr</b>	Organisatorisches und Wrap-Up
<b>15:00 Uhr</b>	Ende

## Ablauf Verbundtreffen 28.03.2023

<b>09:00 Uhr</b>	Begrüßung und Vorstellung des Ablaufes
<b>09:10 Uhr</b>	Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting und Überblick Gesamtvorhaben
<b>09:20 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 1
<b>10:20 Uhr</b>	Kaffeepause
<b>10:30 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 2
<b>12:00 Uhr</b>	Gemeinsames Mittagessen
<b>13:00 Uhr</b>	Organisatorisches und Wrap-Up
<b>15:00 Uhr</b>	Ende

## Ablauf Verbundtreffen 28.03.2023

<b>09:00 Uhr</b>	Begrüßung und Vorstellung des Ablaufes
<b>09:10 Uhr</b>	<b>Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting und Überblick Gesamtvorhaben</b>
<b>09:20 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 1
<b>10:20 Uhr</b>	Kaffeepause
<b>10:30 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 2
<b>12:00 Uhr</b>	Gemeinsames Mittagessen
<b>13:00 Uhr</b>	Organisatorisches und Wrap-Up
<b>15:00 Uhr</b>	Ende

# Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting

## Protokoll KickOff-Treffen HoWa-PRO am 12.10.2023 [Protokoll: A. Philipp]

### To-Do-Liste:

- Folien des PT übernehmen/ablegen → erledigt
- Folien und Protokoll an Teilnehmer verteilen (auch A. Philipp) → erledigt
- Termin Ende März für Verbundtreffen klären und bestätigen → erledigt
- JF-Termin ansetzen → erledigt
- PM erstellen → Entwurf vorab verteilen → erledigt → PM am 27.12.2023
- Protokolle und Folien in Web-Folder ablegen → A. Philipp → erledigt
- Web-Folder einrichten → J. Grundmann → erledigt
- Webseite einrichten → erledigt → www.howa-pro.sachsen.de
- Logo überarbeiten → erledigt → TU-Cloudstore: Außerdarstellung/Logo
- Hepex-Serious Games sichten → erledigt → ... und viele Weitere
- Max Graf → bitte Gruppenfoto zusenden → erledigt → Danke

#### DIE ZEIT

1,4 Millionen Euro für Forschung zu besserer Frühwarnung

<https://www.zeit.de> > ZEIT ONLINE > News

vor 1 Tag — Ein Forschungsprojekt soll die frühzeitige Warnung vor Hochwasser bei lokalem Extremwetter verbessern. Bisherige Niederschlags- und ...

#### DIE SÜDDEUTSCHE

Hochwasser - Dresden - 1,4 Millionen Euro für Forschung zu ...

<https://www.sueddeutsche.de> > ... > Sachsen > Dresden

vor 1 Tag — Ein Forschungsprojekt soll die frühzeitige Warnung vor Hochwasser bei lokalem Extremwetter verbessern. Bisherige Niederschlags- und ...

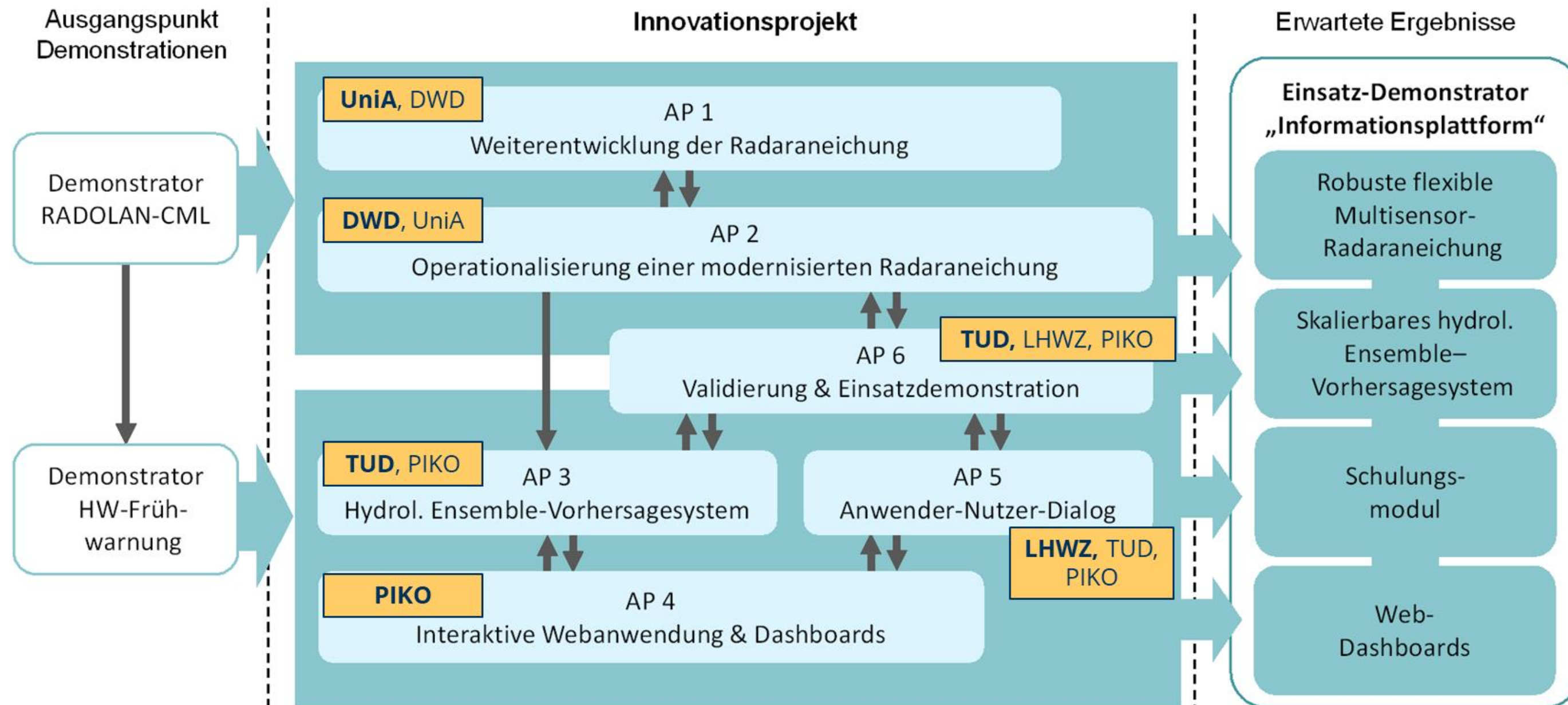
#### DER FOCUS

1,4 Millionen Euro für Forschung zu besserer Frühwarnung

<https://flipboard.com> > @FOCUSOnline > Mein Sachsen

vor 1 Tag — focus.de - Ein Forschungsprojekt soll die frühzeitige Warnung vor Hochwasser bei lokalem Extremwetter verbessern.

# Projektstruktur – Arbeitspakete



# Projektstruktur – Projektablauf

AP	Aktivitäten / Projektmonat	3	6	9	12	15	18	21	24	27	28
<b>1</b>	<b>Weiterentwicklung der Radaraneichung</b>										
1.1	Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN										
1.2	DeepLearning Aneich-Module				1.1				1.4		
1.3	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Zeitauflösung)				1.2						
1.4	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Heterogenität)							1.3			
1.5	Hybride Radaraneichung								1.4		
<b>2</b>	<b>Automatisierung einer modernisierten Radaraneichung</b>										
2.1	CML-Datenbank und kontinuierlicher Datenfluss		2.1								
2.2	Softwareframework für automatisierte Prozessierung			2.2							
2.3	Validierungsläufe (Zeitauflösung) und Einrichtung kontinuierliche Prozessierung				2.3						
2.4	Validierungsläufe (Heterogenität und hybrides System) und Update kontinuierliche Prozessierung									2.4	
<b>3</b>	<b>Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem (hydEVS)</b>										
3.1	Refactoring des HoWa-Demonstrators zum hydEVS-v1		3.1								
3.2	erweiterte lückenfreie Vorhersagekette				3.2						
3.3	Funktionale Erweiterung für steuerbare Stauanlagen						3.3				
3.4	Skalierung und Systemerweiterung									3.4	
<b>4</b>	<b>Interaktive Webanwendung &amp; Dashboards</b>										
4.1	Neuentwicklung Frontend Vorhersagesystem				4.a		4.b			4.c	
4.2	Funktionale Erweiterung						4.b			4.c	
4.3	Regionale Erweiterung						4.b			4.c	
<b>5</b>	<b>Anwender-Nutzer-Dialog</b>										
5.1	Workshops										
5.2	Weiterentwicklung Schulungs- und Trainingskonzept				5.1			5.2			
5.3	Verstetigung Schulungs- und Trainingskonzept								5.3		5.4
<b>6</b>	<b>Validierung &amp; Einsatzdemonstration</b>										
6.1	pyRADMAN in der hydrologischen Vorhersage						6.1a				6.1b
6.2	operationeller Testbetrieb des Einsatzdemonstrators					6.2a		6.2b			6.2c
6.3	Nutzerverhalten & Akzeptanz										
6.4	Betreibermodelle & Verwertungspotential										6.3

■ Laufzeit: 28 Monate

■ Aktueller Stand: 7. Monat

# Projektstruktur – Projektablauf

AP	Aktivitäten / Projektmonat	3	6	9	12	15	18	21	24	27	28
<b>1</b>	<b>Weiterentwicklung der Radaraneichung</b>										
1.1	Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN										
1.2	DeepLearning Aneich-Module				1.1				1.4		
1.3	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Zeitauflösung)				1.2						
1.4	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Heterogenität)							1.3			
1.5	Hybride Radaraneichung								1.4		
<b>2</b>	<b>Automatisierung einer modernisierten Radaraneichung</b>										
2.1	CML-Datenbank und kontinuierlicher Datenfluss		2.1								
2.2	Softwareframework für automatisierte Prozessierung			2.2							
2.3	Validierungsläufe (Zeitauflösung) und Einrichtung kontinuierliche Prozessierung				2.3						
2.4	Validierungsläufe (Heterogenität und hybrides System) und Update kontinuierliche Prozessierung									2.4	
<b>3</b>	<b>Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem (hydEVS)</b>										
3.1	Refactoring des HoWa-Demonstrators zum hydEVS-v1		3.1								
3.2	erweiterte lückenfreie Vorhersagekette				3.2						
3.3	Funktionale Erweiterung für steuerbare Stauanlagen						3.3				
3.4	Skalierung und Systemerweiterung									3.4	
<b>4</b>	<b>Interaktive Webanwendung &amp; Dashboards</b>										
4.1	Neuentwicklung Frontend Vorhersagesystem				4.a		4.b			4.c	
4.2	Funktionale Erweiterung						4.b			4.c	
4.3	Regionale Erweiterung						4.b			4.c	
<b>5</b>	<b>Anwender-Nutzer-Dialog</b>										
5.1	Workshops										
5.2	Weiterentwicklung Schulungs- und Trainingskonzept				5.1			5.2			
5.3	Verstärkung Schulungs- und Trainingskonzept								5.3		5.4
<b>6</b>	<b>Validierung &amp; Einsatzdemonstration</b>										
6.1	pyRADMAN in der hydrologischen Vorhersage						6.1a				6.1b
6.2	operationeller Testbetrieb des Einsatzdemonstrators					6.2a		6.2b			6.2c
6.3	Nutzerverhalten & Akzeptanz										
6.4	Betreibermodelle & Verwertungspotential										6.3

■ Laufzeit: 28 Monate

■ Aktueller Stand: 7. Monat



# AP 6 – Validierung und Einsatzdemonstration TUD (15PM) + LHWZ (8PM) + PIKO (2PM)



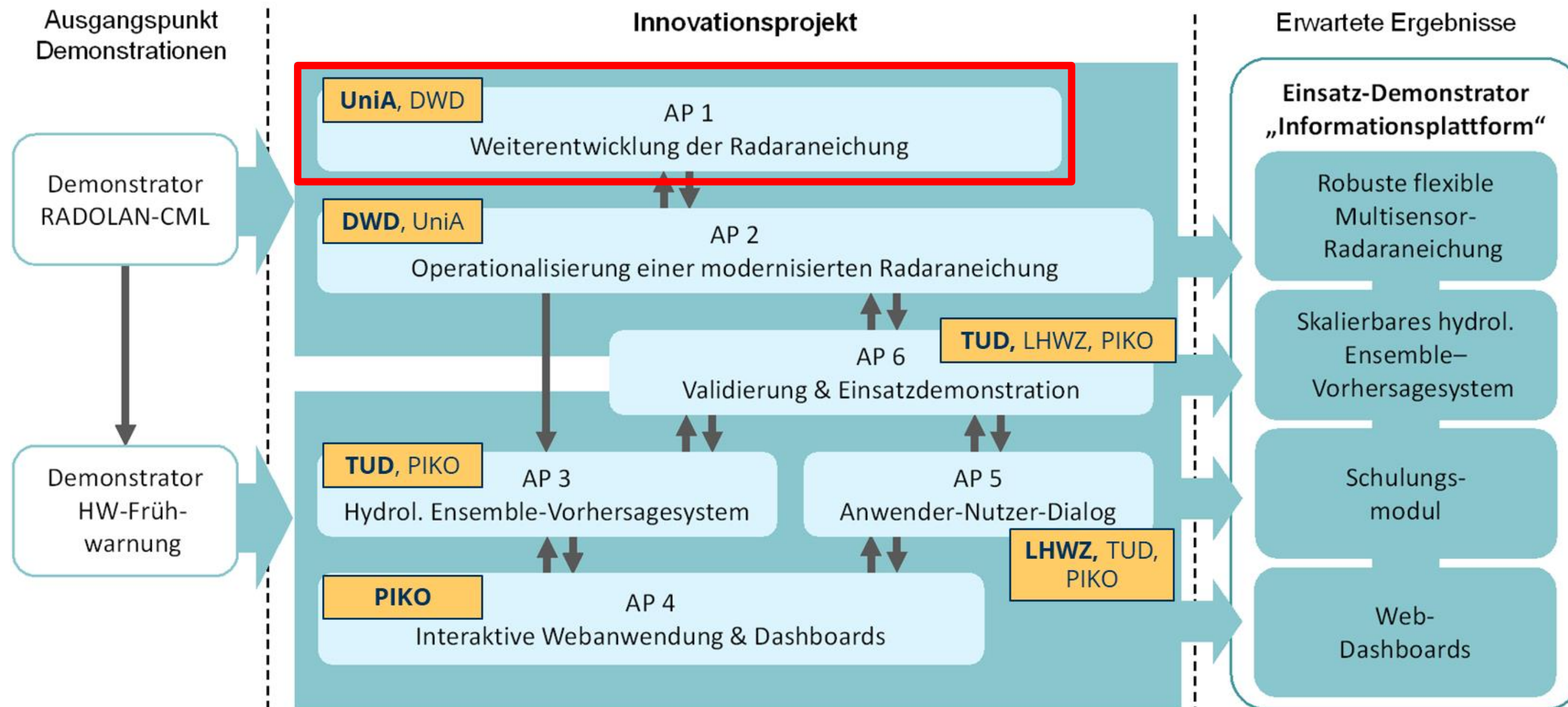
## Zeitplan

AP	Aktivitäten / Projektmonat	3	6	9	12	15	18	21	24	27	28
<b>6</b>	<b>Validierung &amp; Einsatzdemonstration</b>										
6.1	pyRADMAN in der hydrologischen Vorhersage						6.1a				6.1b
6.2	operationeller Testbetrieb des Einsatzdemonstrators					6.2a		6.2b			6.2c
6.3	Nutzerverhalten & Akzeptanz										
6.4	Betreibermodelle & Verwertungspotential										6.3

Teilziel	Fällig	Beschreibung
6.1a	18	Validierung der pyRADMAN-QPE für Phase 1 erfolgt
6.1b	28	Validierung der pyRADMAN-QPE für Phase 2 erfolgt
6.2a	15	Lückenfreie Vorhersagekette liegt im Einsatzdemonstrator für den operationellen Testbetrieb vor
6.2b	21	Stauanlagenmodul liegt im Einsatzdemonstrator für den operationellen Testbetrieb vor
6.2c	28	Transferregionen liegen im Einsatzdemonstrator für den operationellen Testbetrieb vor
6.3	28	Betreiber- und Betriebsmodelle für den Einsatzdemonstrator liegen vor

## Ablauf Verbundtreffen 28.03.2023

<b>09:00 Uhr</b>	Begrüßung und Vorstellung des Ablaufes
<b>09:10 Uhr</b>	Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting und Überblick Gesamtvorhaben
<b>09:20 Uhr</b>	<b>Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 1</b>
<b>10:20 Uhr</b>	Kaffeepause
<b>10:30 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 2
<b>12:00 Uhr</b>	Gemeinsames Mittagessen
<b>13:00 Uhr</b>	Organisatorisches und Wrap-Up
<b>15:00 Uhr</b>	Ende



# AP1: Zeitplan



AP	Aktivitäten / Projektmonat	3	6	9	12	15	18	21	24	27	28
<b>1</b>	<b>Weiterentwicklung der Radaraneichung</b>										
1.1	Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN										
1.2	DeepLearning Aneich-Module				<b>1.1</b>				1.4		
1.3	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Zeitauflösung)				<b>1.2</b>						
1.4	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Heterogenität)							1.3			
1.5	Hybride Radaraneichung								1.4		

# AP1: Zeitplan



AP	Aktivitäten / Projektmonat	3	6	9	12	15	18	21	24	27	28
<b>1</b>	<b>Weiterentwicklung der Radaraneichung</b>										
1.1	Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN										
1.2	DeepLearning Aneich-Module				<b>1.1</b>				1.4		
1.3	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Zeitauflösung)				<b>1.2</b>						
1.4	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Heterogenität)							1.3			
1.5	Hybride Radaraneichung								1.4		

UniA

Teilziel 1.1: KI-basierte Korrektur von räumlichem und zeitlichem Versatz

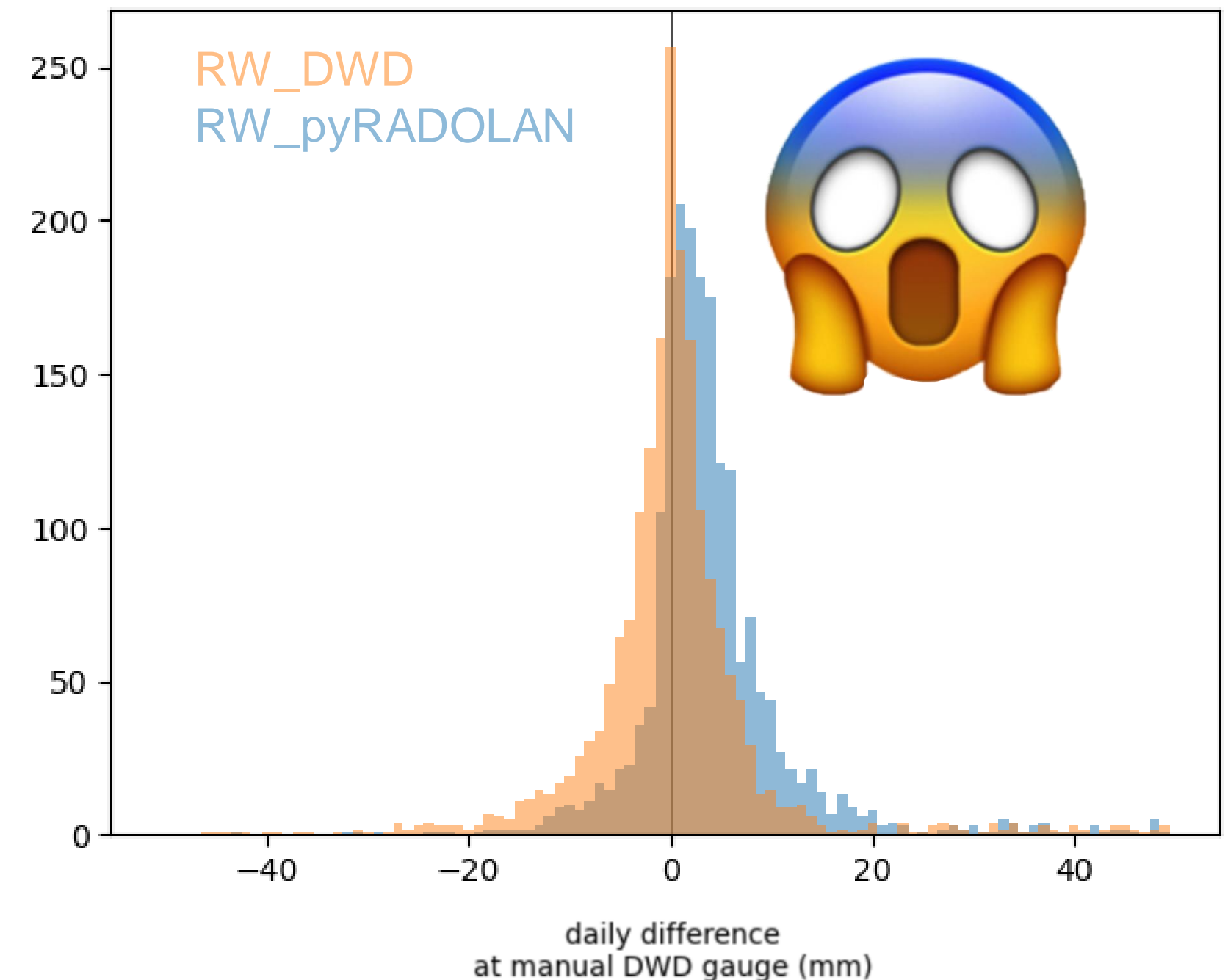
DWD

Teilziel 1.2: Klassische Aneichung mit höherer zeitlicher Auflösung und geringerer Latenz

# AP1.1 Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN Problembehebung in pyRADOLAN



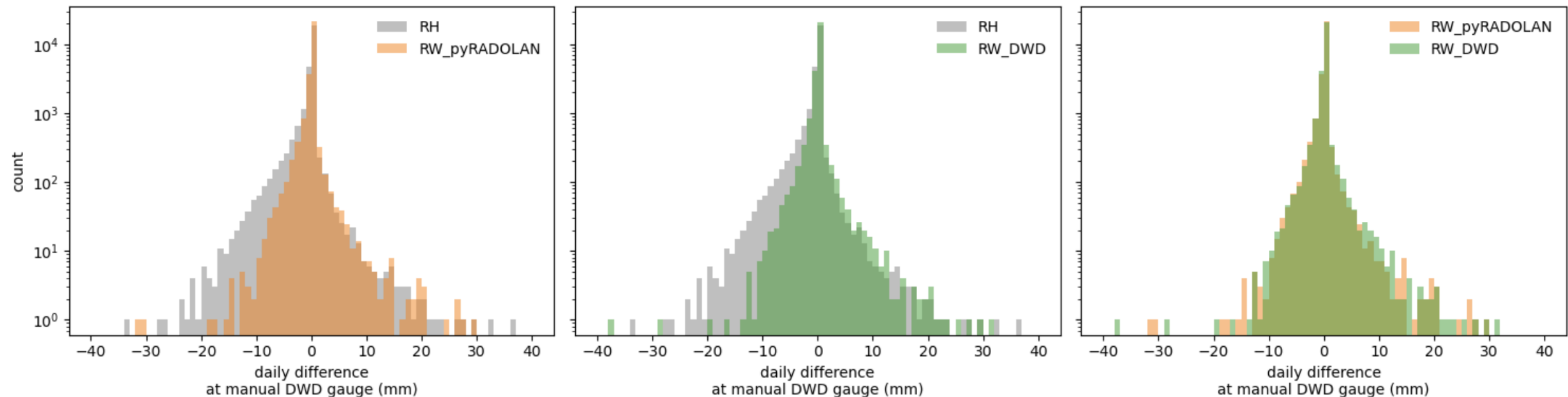
- Unerwarteter Bias in Nachprozessierung von RW-Produkt (Topf-Aneichung) mit pyRADOLAN
  - Vergleich mit DWD RADOLAN-RW zeigt klares Problem von pyRADOLAN
  - Nach längerem Suchen konnte der Fehler im BOGRA-Glättungsverfahren entdeckt werden (Änderung von September 2021)



# AP1.1 Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN Problembehebung in pyRADOLAN

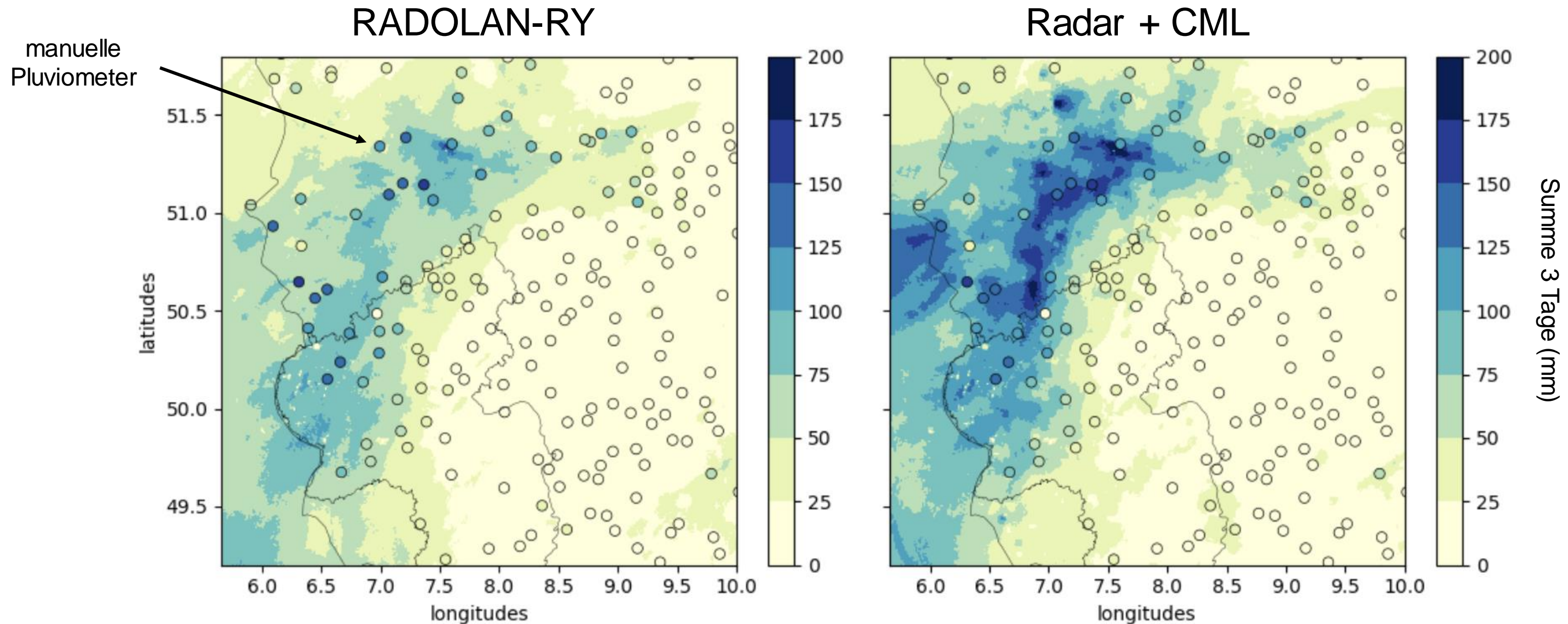


■ Neuer Langzeitvergleich von RW-pyRADOLAN und RW-DWD zeigt keinen Unterschied



# AP1.1 Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN

## Additive Radar-CML Aneichung Ahrtal-Event (13. - 15. Juli 2021)





# AP1.1 Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN

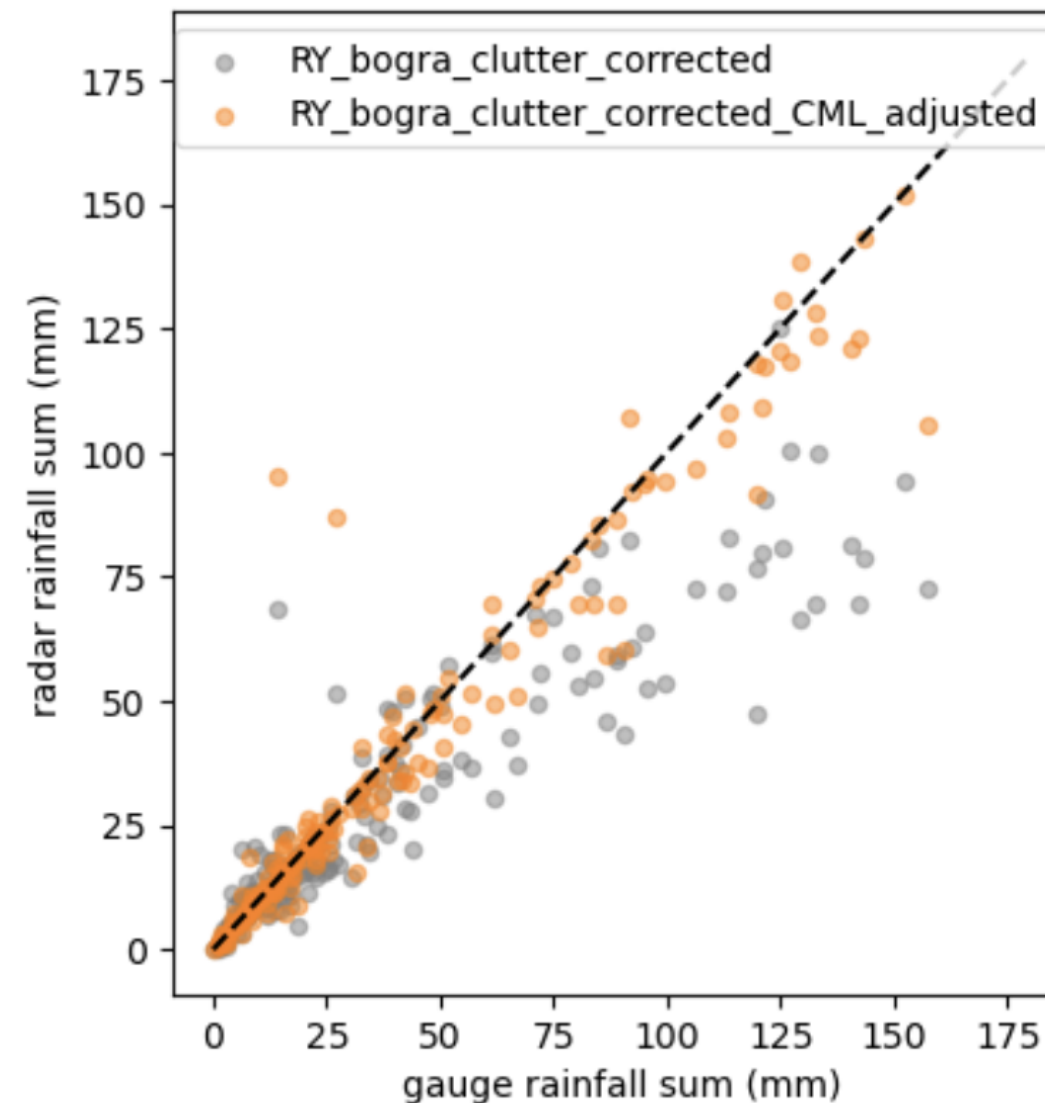
## Additive Radar-CML Aneichung Ahrtal-Event (13. - 15. Juli 2021)



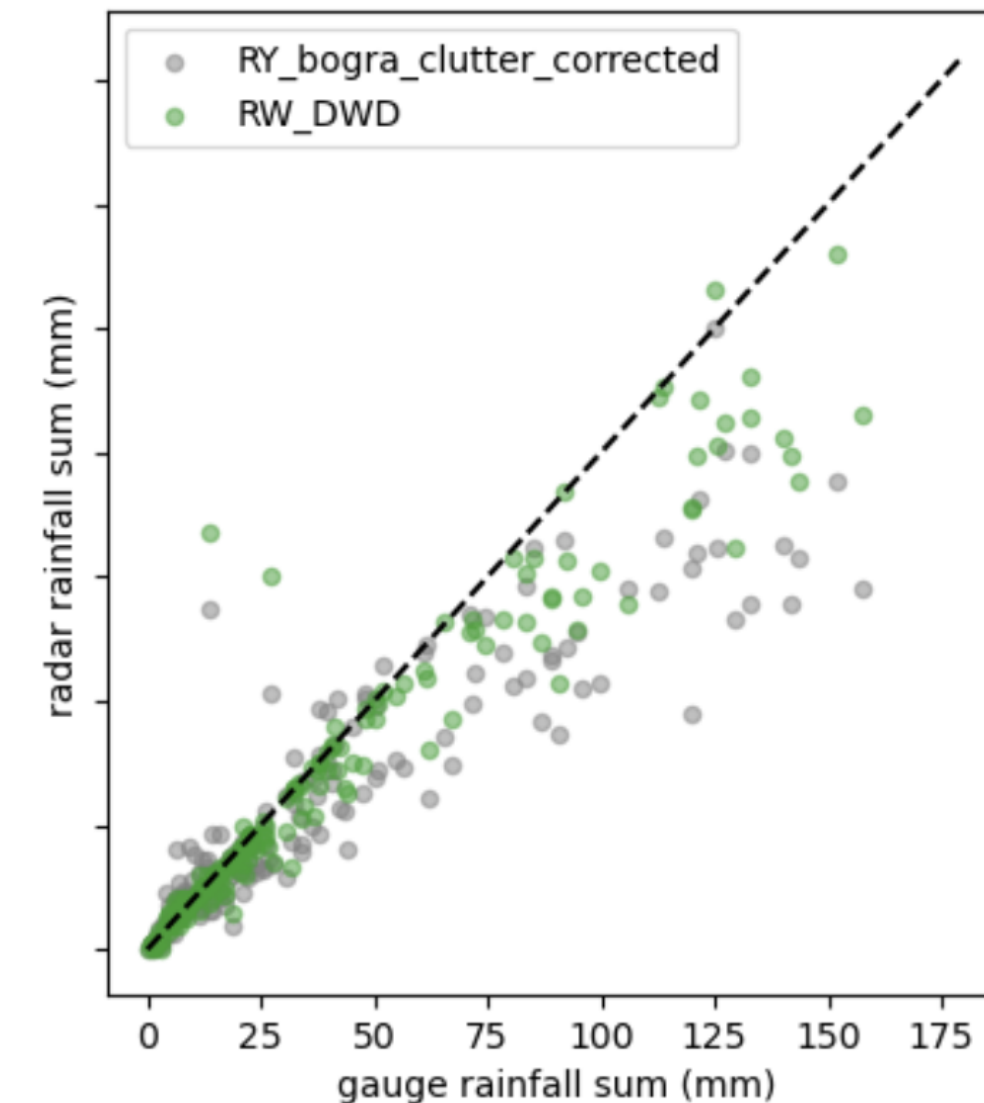
- Radar-CML Aneichung ist besser als RADOLAN-RW bei Vergleich mit manuellen Stationen

RADOLAN-RY

Radar + CML



RADOLAN-RW



# AP1.1 Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN Additive Radar-CML Aneichung Ahrtal-Event (13. - 15. Juli 2021)

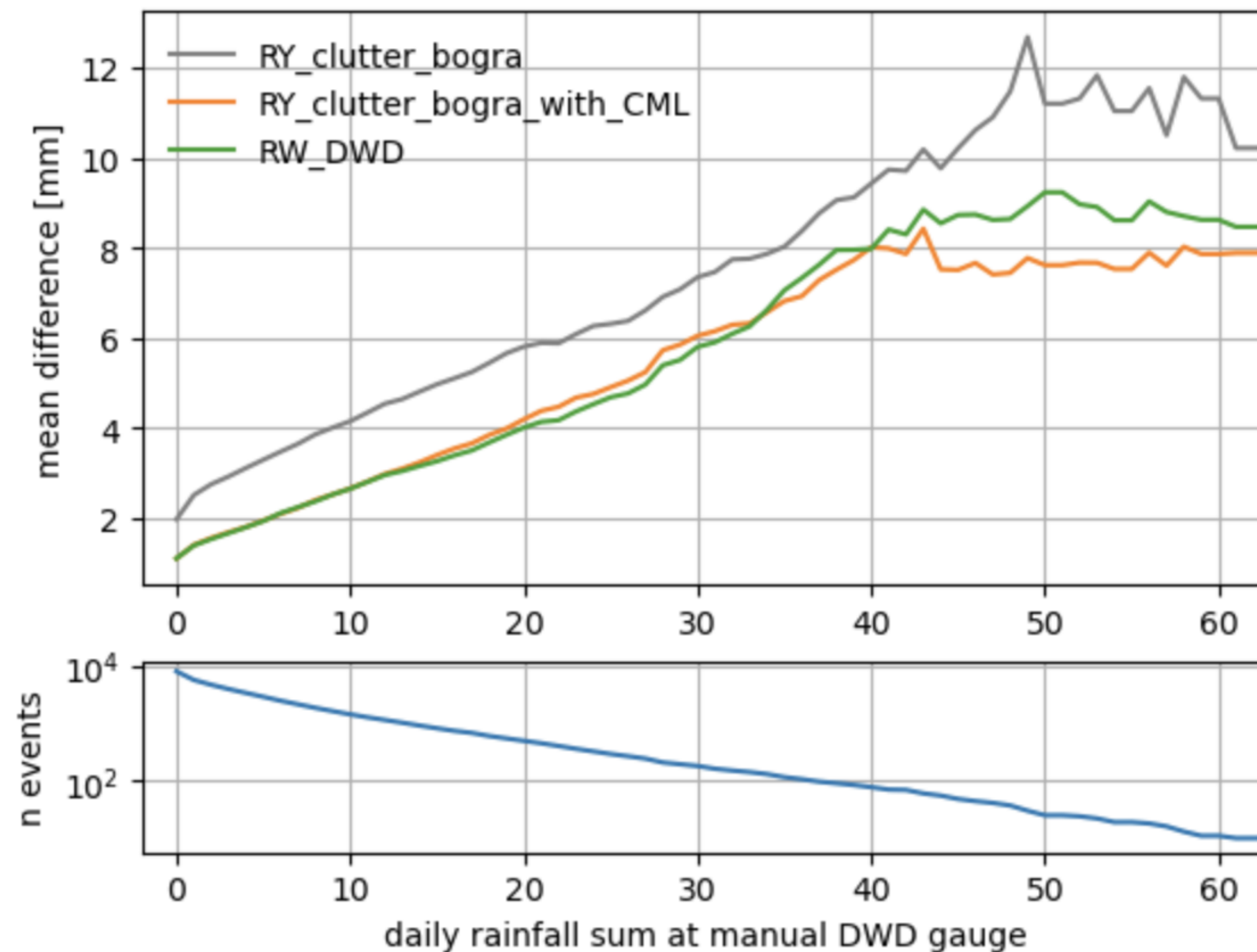


- Radar-CML Aneichung ist besser als RADOLAN-RW bei Vergleich mit manuellen Stationen

RADOLAN-RY

Radar + CML

RADOLAN-RW



## AP1.1 Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN

Status pyRADMAN



■ ...siehe Vortrag AP2



Work in progress

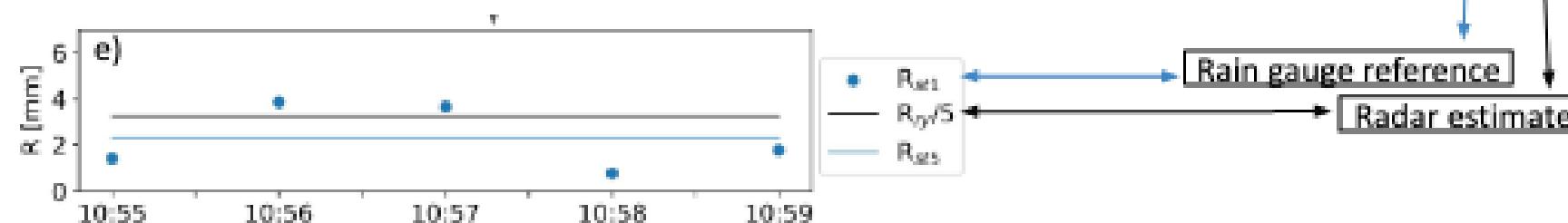
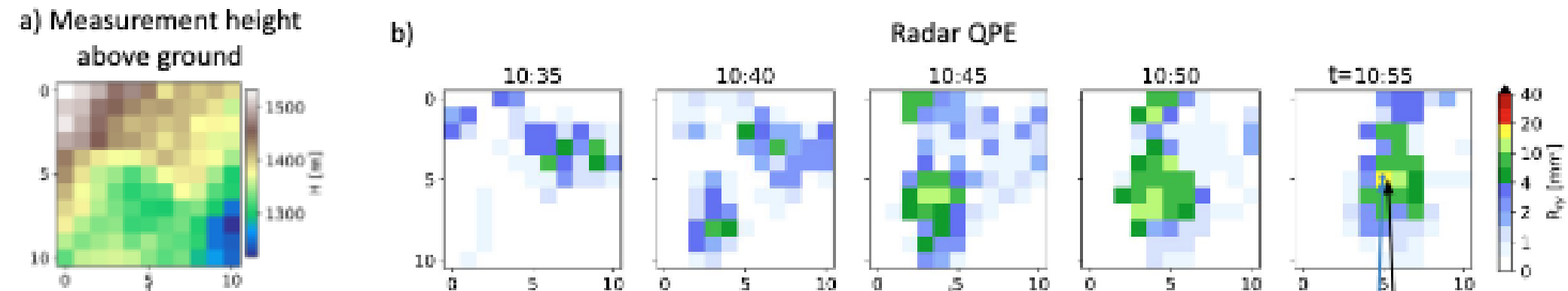
# AP1.2 DeepLearning Aneich-Modul

## Learning to correct RADOLAN-RY – Netzwerkarchitektur



Idee:

- NN lernt RADOLAN-RY Wert auf Stationsmesswert im mittleren Pixel zu korrigieren
- Nutzung mehrere Zeitschritte
- Höhe der Messung über Grund als Zusatzinfo
- Training auf 1-Minuten Stationsdaten



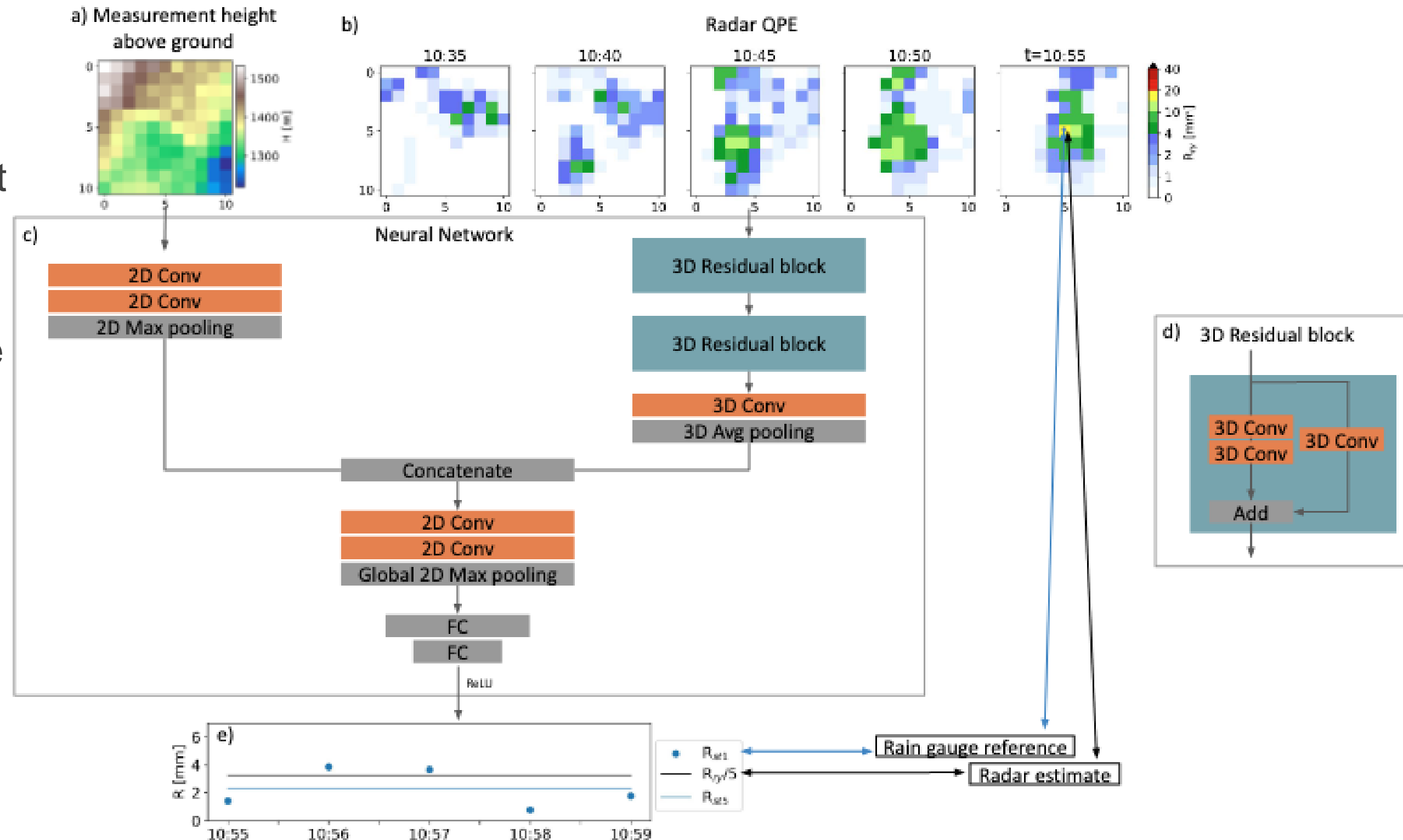
# AP1.2 DeepLearning Aneich-Modul

## Learning to correct RADOLAN-RY – Netzwerkarchitektur



Idee:

- NN lernt RADOLAN-RY Wert auf Stationsmesswert im mittleren Pixel zu korrigieren
- Nutzung mehrere Zeitschritte
- Höhe der Messung über Grund als Zusatzinfo
- Training auf 1-Minuten Stationsdaten



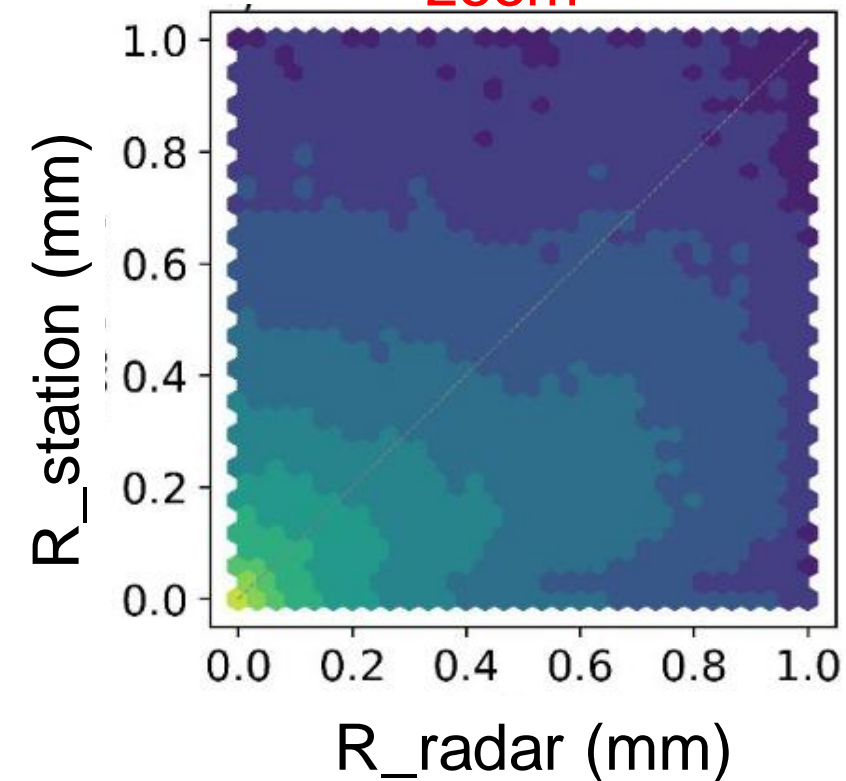
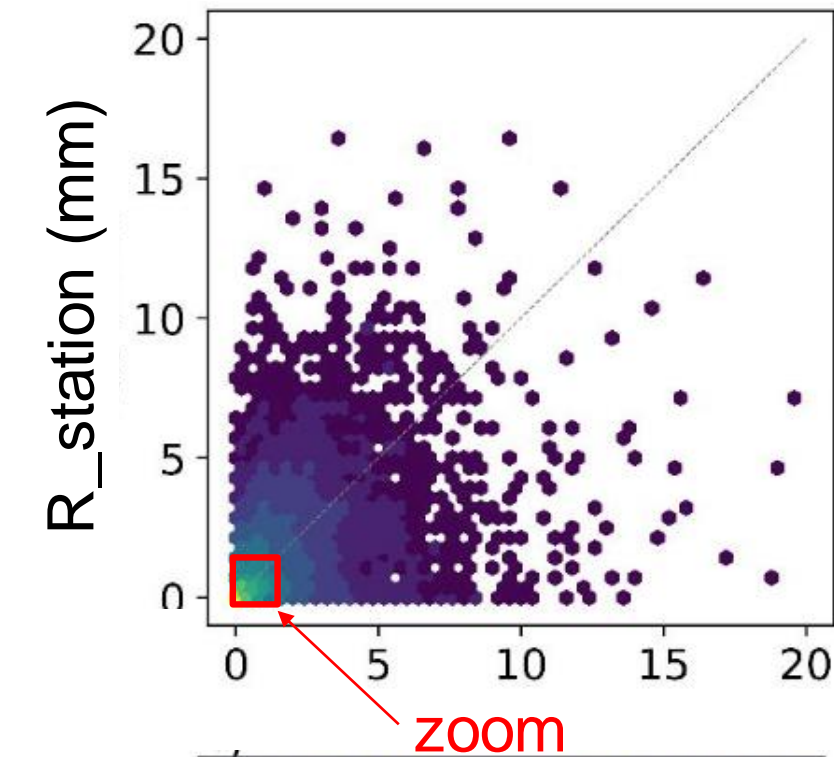
# AP1.2 DeepLearning Aneich-Modul

## Learning to correct RADOLAN-RY – Ergebnisse

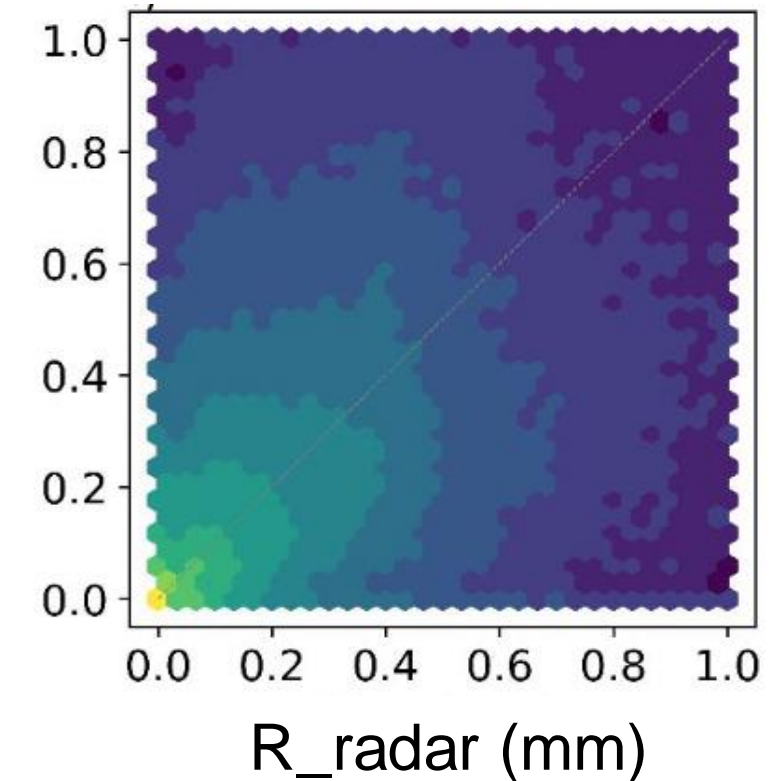
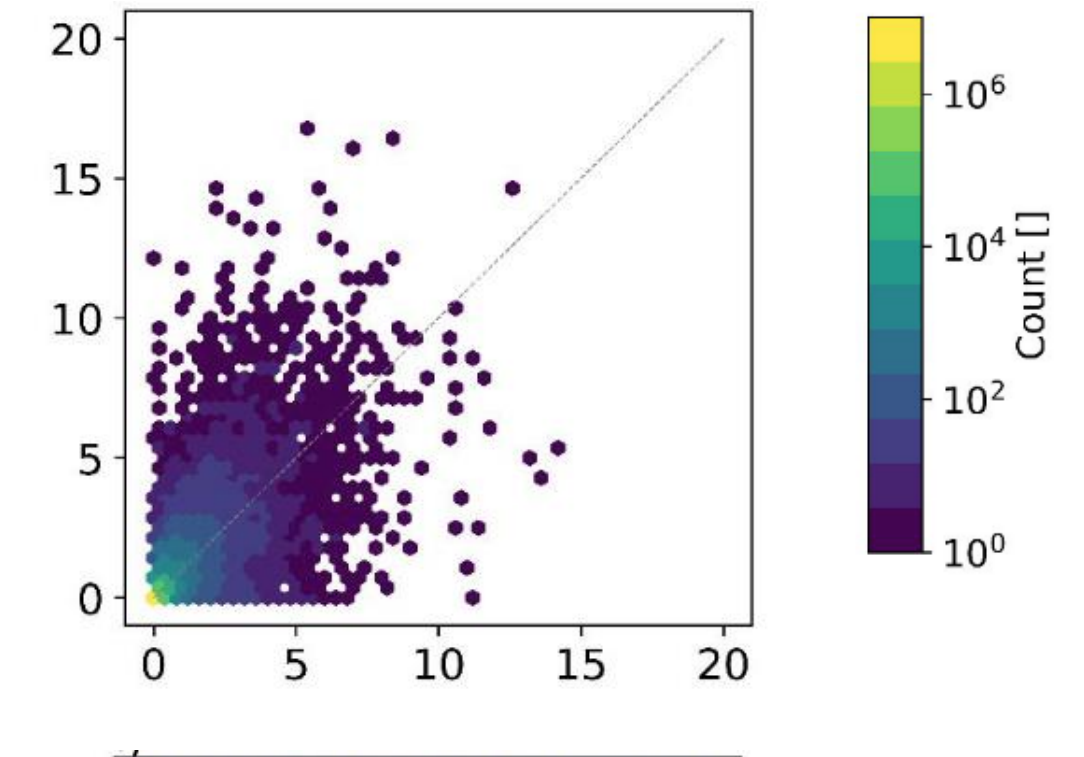


- Verbesserung aller Metriken bei 5-Minuten Niederschlagssummen
- z.B. PCC von 0.6 auf 0.75

RADOLAN-RY



ResRadNet

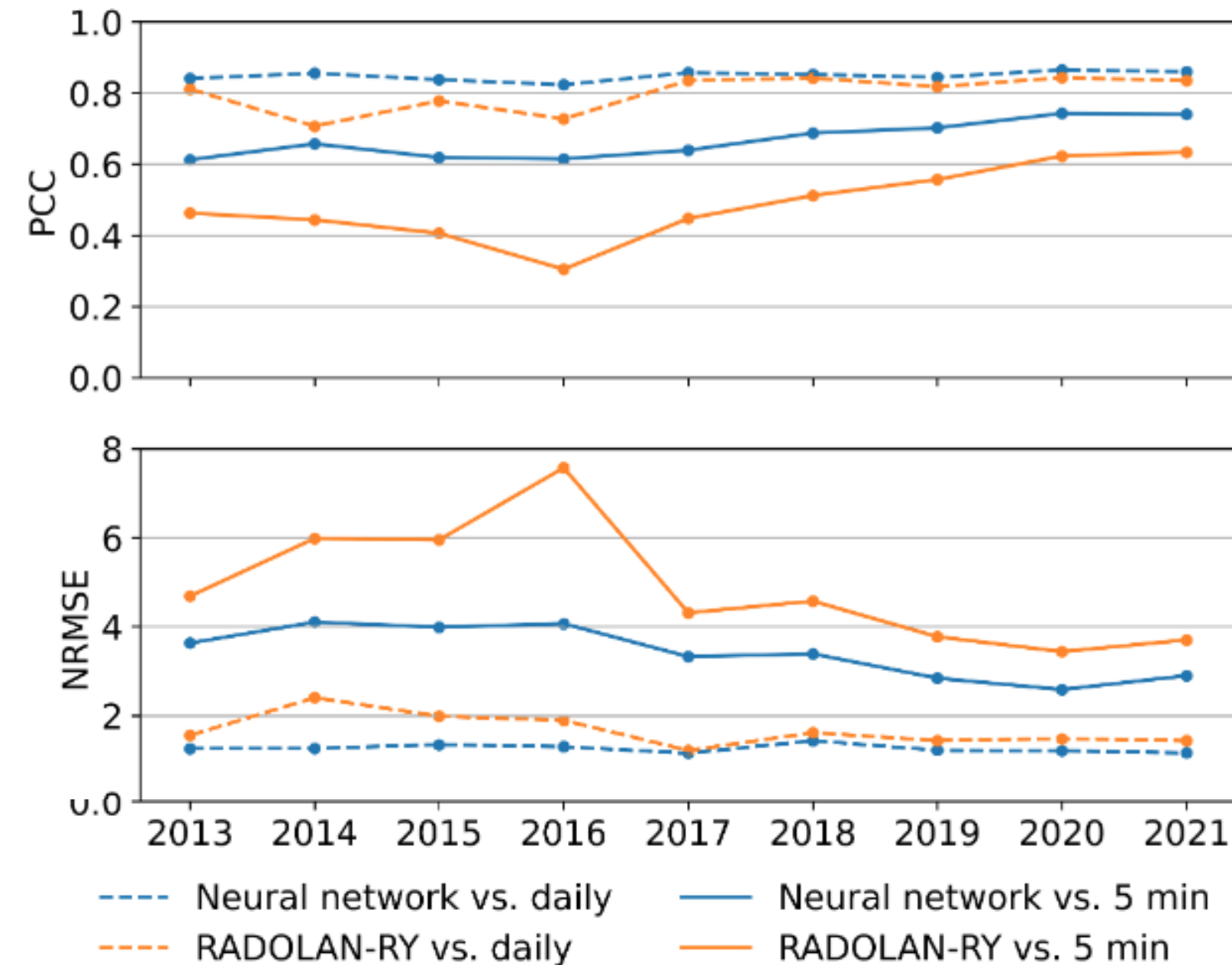


# AP1.2 DeepLearning Aneich-Modul

## Learning to correct RADOLAN-RY – Ergebnisse



- Verbesserung aller Metriken, z.B. PCC von 0.6 auf 0.75
- Kooperation: Julius Polz (KIT) und Maximilian Graf (UniA)

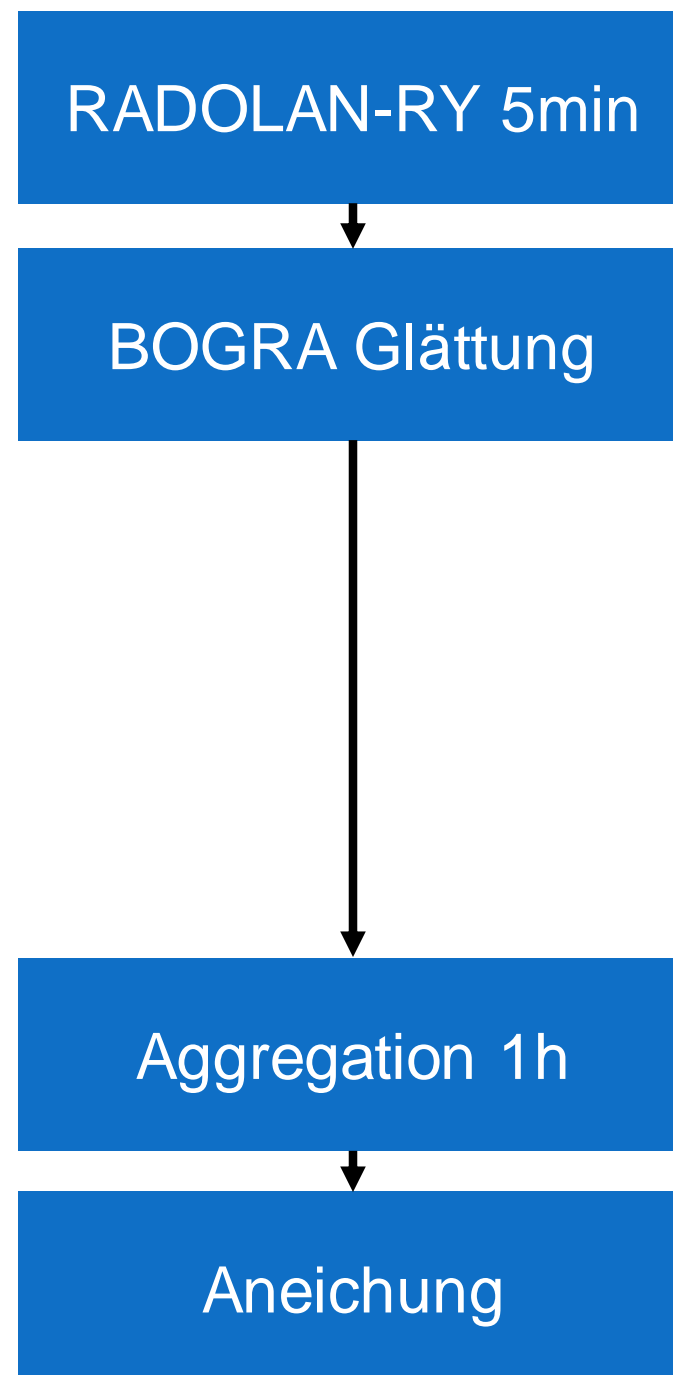




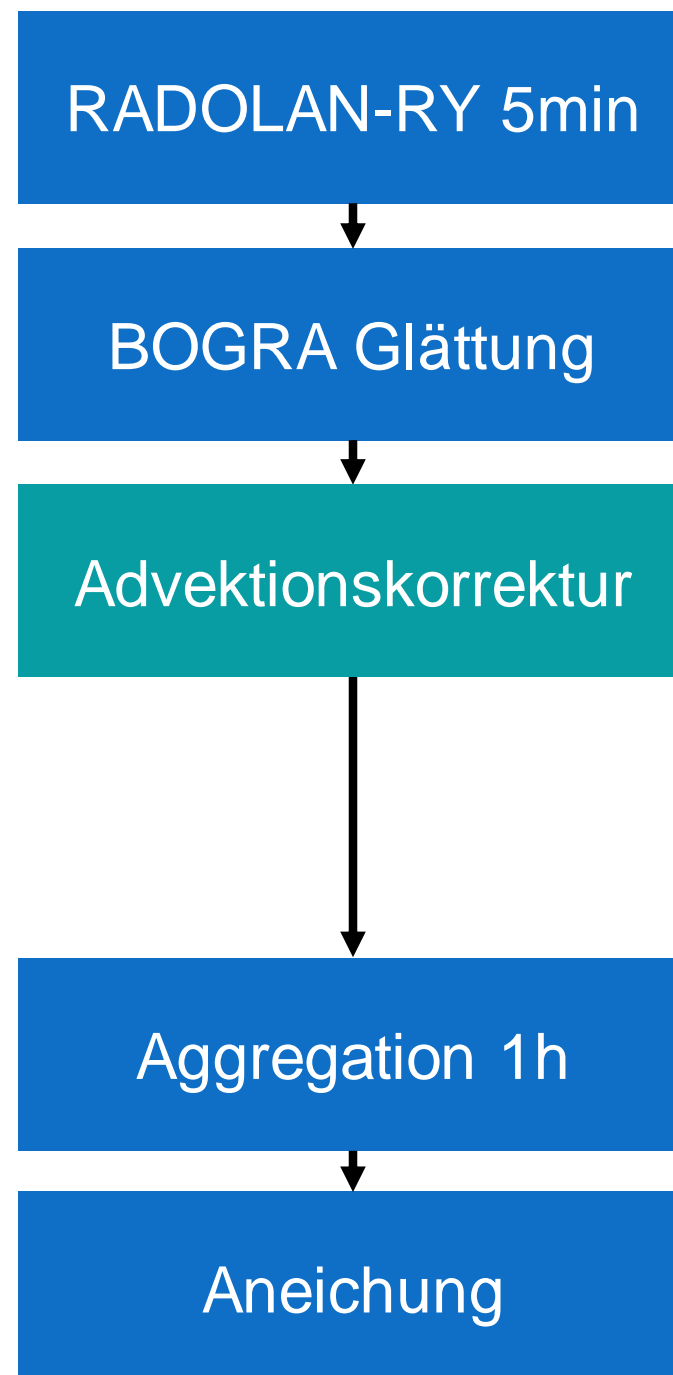


# Ausblick

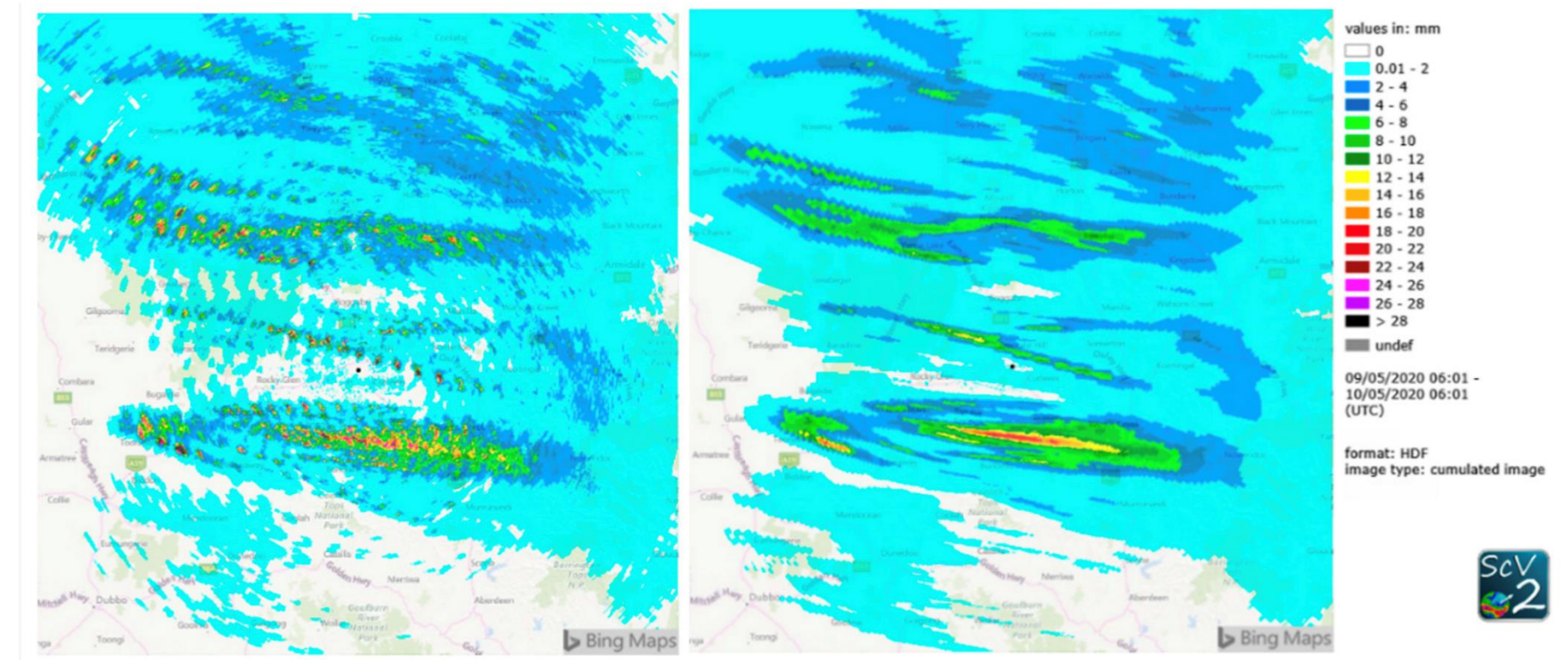
## AP1.3 Erweiterung Radar-Aneichverfahren (Zeitauflösung) Korrektur von raum-zeitlichem Versatz



# AP1.3 Erweiterung Radar-Aneichverfahren (Zeitauflösung) Korrektur von raum-zeitlichem Versatz



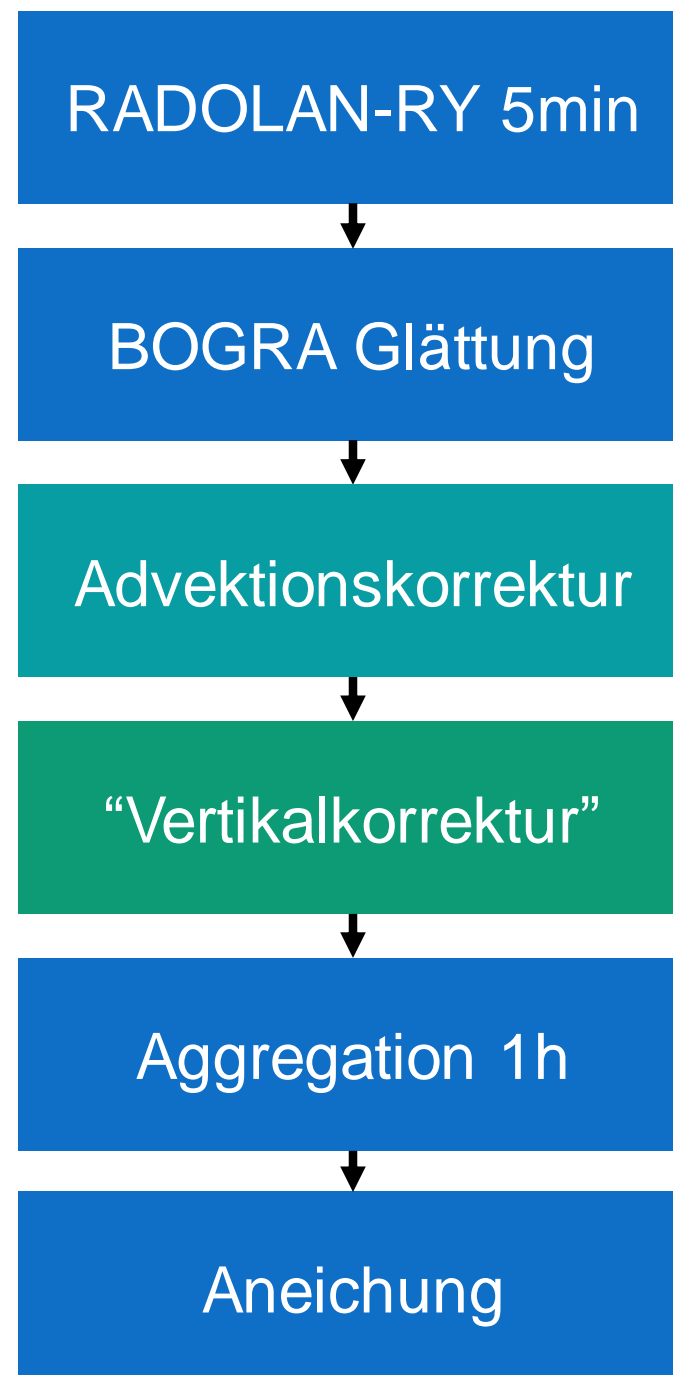
Radarniederschlag 24h Summe  
ohne Korrektur



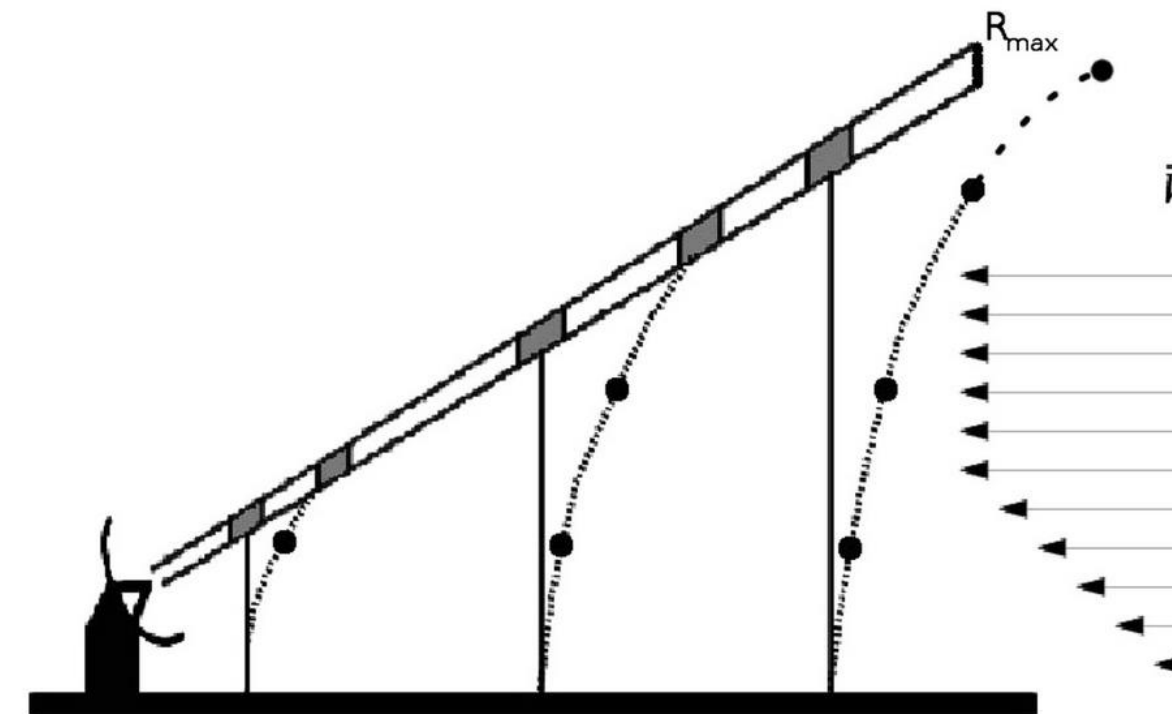
Source: Strehz und Einfalt, 2021, <https://doi.org/10.3390/geomatics1040024>

# AP1.3 Erweiterung Radar-Aneichverfahren (Zeitauflösung)

## Korrektur von raum-zeitlichem Versatz

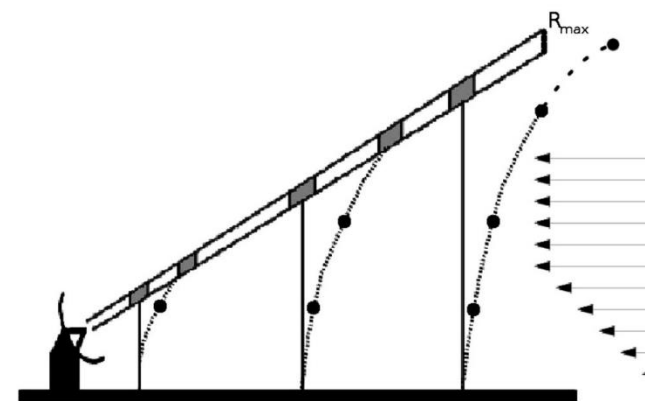
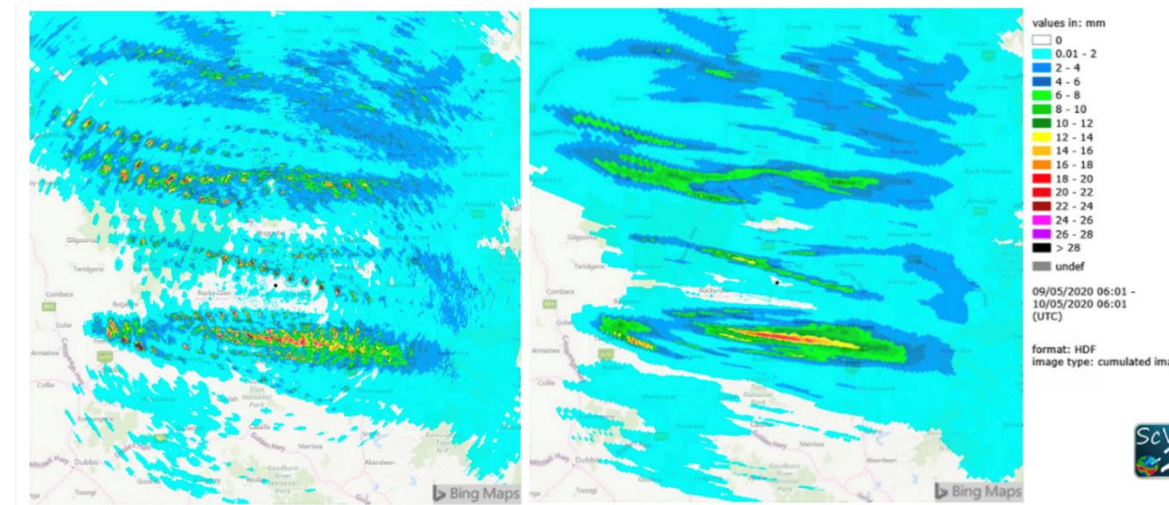
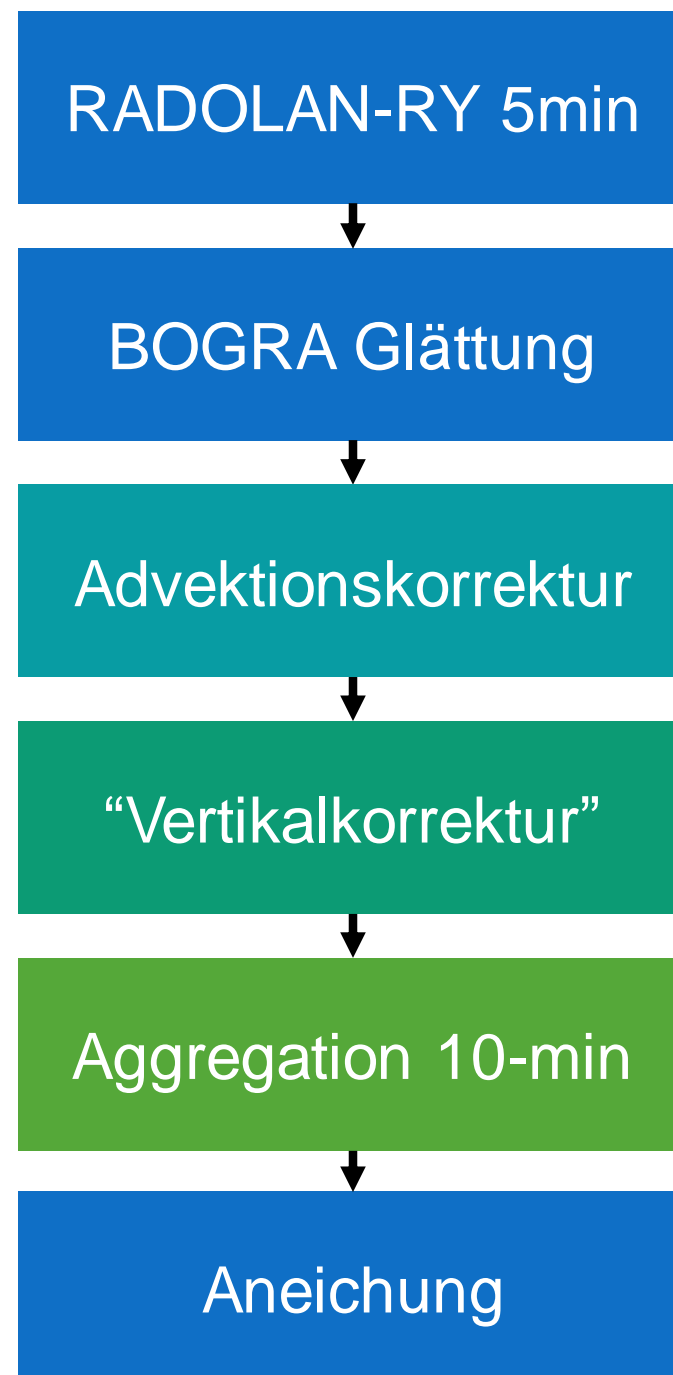


Mögliche Projektion der Radarmessung auf den Boden



Source: Lauri et al, 2012, <https://doi.org/10.1175/MWR-D-11-00045.1>

# AP1.3 Erweiterung Radar-Aneichverfahren (Zeitauflösung) Korrektur von raum-zeitlichem Versatz



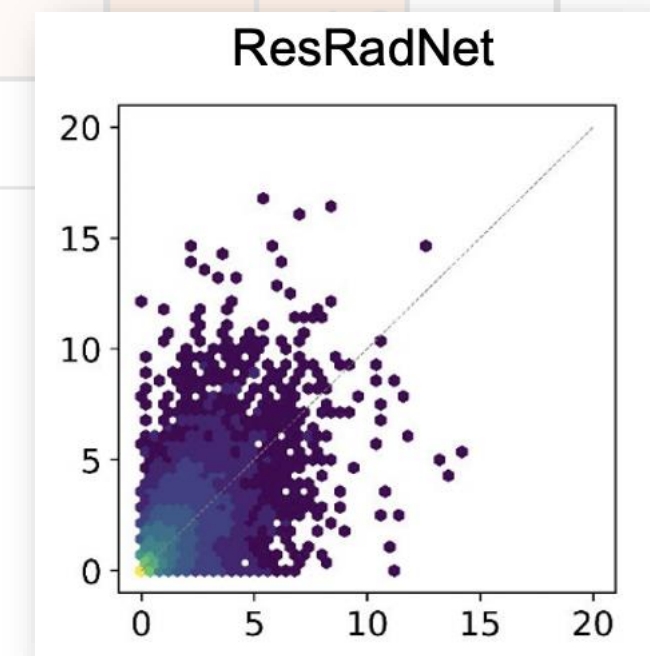
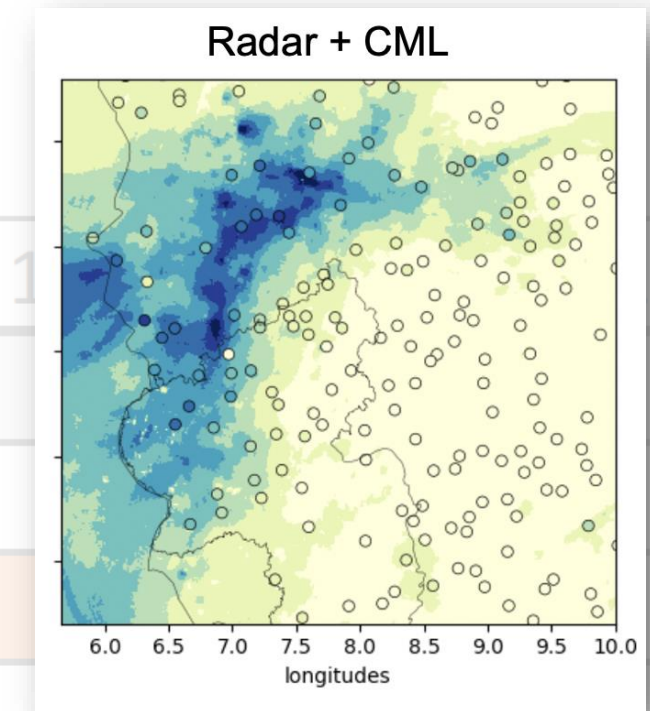


# Zusammenfassung

# Zusammenfassung



AP	Aktivitäten / Projektmonat	3	6	9	12
<b>1</b>	<b>Weiterentwicklung der Radaraneichung</b> 🤯				
1.1	Flexibles Radaraneichungs Softwarepaket pyRADMAN				
1.2	DeepLearning Aneich-Module				<b>1.1</b>
1.3	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Zeitauflösung)				<b>1.2</b>
1.4	Erweiterung Radar-Aneich Verfahren (Heterogenität)				
1.5	Hybride Radaraneichung				



## AP2 – Automatisierung einer modernisierten Radaraneichung Arbeitsplan





- **Teilarbeitspaket 2.1:** CML-Datenbank und kontinuierlicher Datenfluss (3 PM in M 1-6)
  - Aufsetzen einer Datenbank 😊
  - Etablierung der automatisierten Datenflüsse 😐
- **Teilziel 2.1** nach **Projektmonat 6:** CML-Datenfluss zu DWD über neue Datenbank 😞



## AP2 – Automatisierung einer modernisierten Radaraneichung Status 2.1



- Die technischen Abstimmungen und Vorbereitungen sind abgeschlossen. 
  - Die Fa. Ericsson bringt regelmäßig Daten des CML-Netzes in die neue Cloud-Datenbank ein.
  - Die Schnittstellen auf Seiten von pyRADMAN sind vorbereitet.
- Der Start der Datenbereitstellung verzögert sich aufgrund langwieriger juristischer Verhandlungen über ein von Ericsson gefordertes Geheimhaltungsabkommen. 
  - Wir erwarten eine Einigung innerhalb der nächsten Wochen.

**„Der Knopf kann gedrückt werden, sobald die Unterschriften vorliegen.“**

## AP2 – Automatisierung einer modernisierten Radaraneichung Arbeitsplan



- **Teilarbeitspaket 2.2:** Softwareframework für automatisierte Prozessierung (6 PM in M 1-9)
  - Aufbau eines Softwareframeworks für die automatisierte Steuerung von pyRADMAN 😊
  - Bedienung der Schnittstellen zur CML-Datenbank, pyRADMAN, dem Multinode-Batchsystem und den Archivsystemen 😐
- **Teilziel 2.2** nach **Projektmonat 9:** Erste stabile Version des Prozessierungssystems aus Steuerungssoftware und pyRADMAN 😊
- **Status nach Projektmonat 7:** Fortschritt entspricht dem Arbeitsplan. 👍

## AP2 – Automatisierung einer modernisierten Radaraneichung

### Ausblick

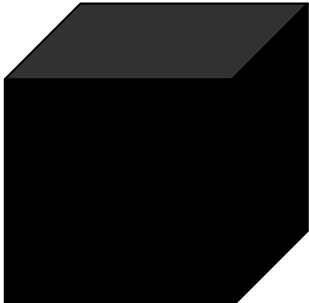


- **Teilarbeitspaket 2.3:** Validierungsläufe (Zeitauflösung) und Einrichtung kontinuierliche Prozessierung (7 PM in M 10-15)
  - **Teilziel 2.3** nach **Projektmonat 14 = Beitrag zum Halbzeitmeilenstein:** Algorithmische Aneichung mit hoher Zeitauflösung (*aus AP1*) validiert und kontinuierliche Prozessierung aktiv
  
- **Teilarbeitspaket 2.4:** Validierungsläufe (Heterogenität und hybrides System) und Update kontinuierliche Prozessierung (8 PM in M 21-28)
  - **Teilziel 2.4** nach **Projektmonat 26:** Aneichung mit Sensorheterogenität validiert und kontinuierliche Prozessierung aktiv

# Vergleich des RADOLAN-Programms mit der Neuentwicklung pyRADMAN

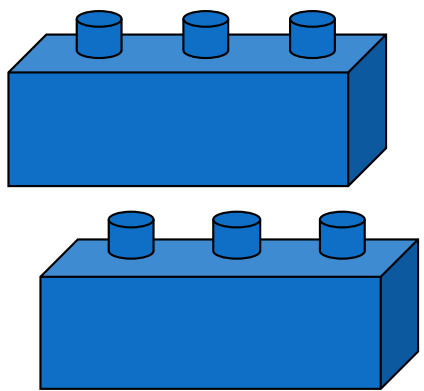


**RADOLAN**



- Mit der Zeit gewachsener C++ Code
- Nicht auf Flexibilität und Erweiterbarkeit ausgelegt
- Betreuung durch externe Firma

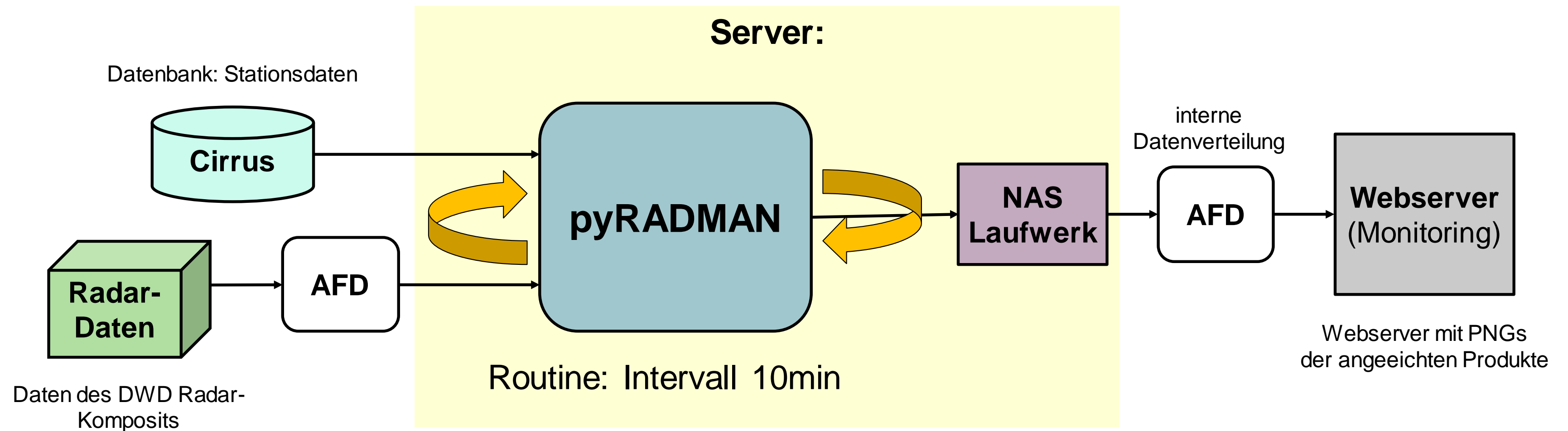
**pyRADMAN**



- Moderner Python Code mit internem Know-How in Python
- Flexibles und erweiterbares Framework
- Code „unter eigener Kontrolle“

	RADOLAN	pyRADMAN
Bewährtheit	+	-
Umfang	+	-
Erweiterbarkeit	-	+
Flexibilität	-	+
Änderbarkeit des Codes	-	+
Schnelle Fehlerbehebung	-	+
Gebundene Kapazitäten	+	-
Kosten	-	+

# Gegenwärtige techn. Infrastruktur: pyRADMAN



# Datenquellen von pyRADMAN

## Integriert:

### Cirrus-DB:

Einlauf von Stationsdaten im BUFR-Format (binär)

Verschiedene Kategorien:

#### sdlhobsby:

- 10min Stationsdaten (DE)  
Wartezeit ~5-10min
- lediglich an Station  
plausibilitätsgeprüft

#### sdlhobs:

- 10min Stationsdaten (DE)  
Wartezeit ~15-25min
- 1. Qualitätscheck durchlaufen

## Noch zu integrieren:

### LARS-DB:

- Zukünftiger Einlauf von CML-Daten im JSON-Format
- Request über den AFD im Minutenintervall

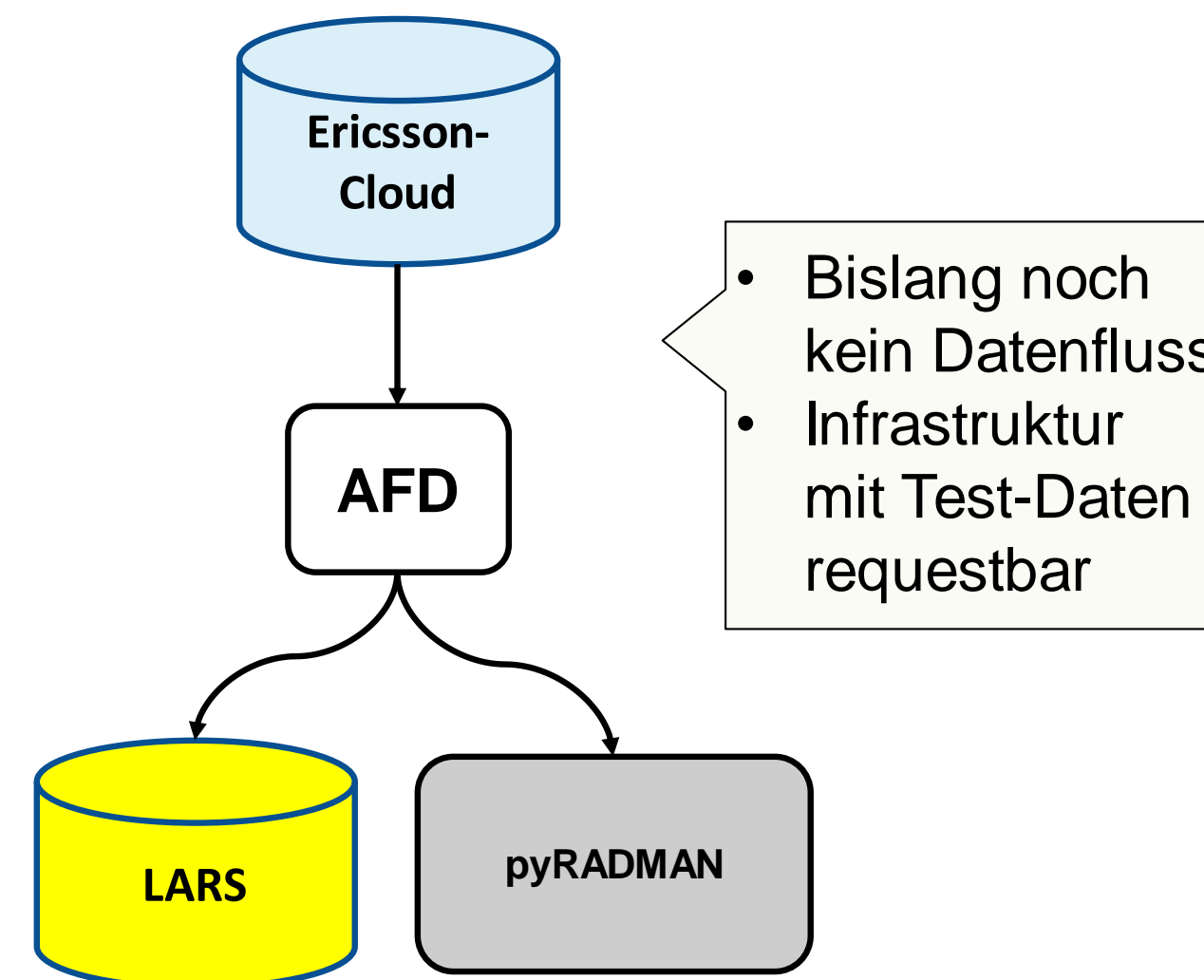
#### Daten für 1 Link:

- TX: Sendesignallevel
- RX: Empfangssignallevel
- Request: 1 minütlich

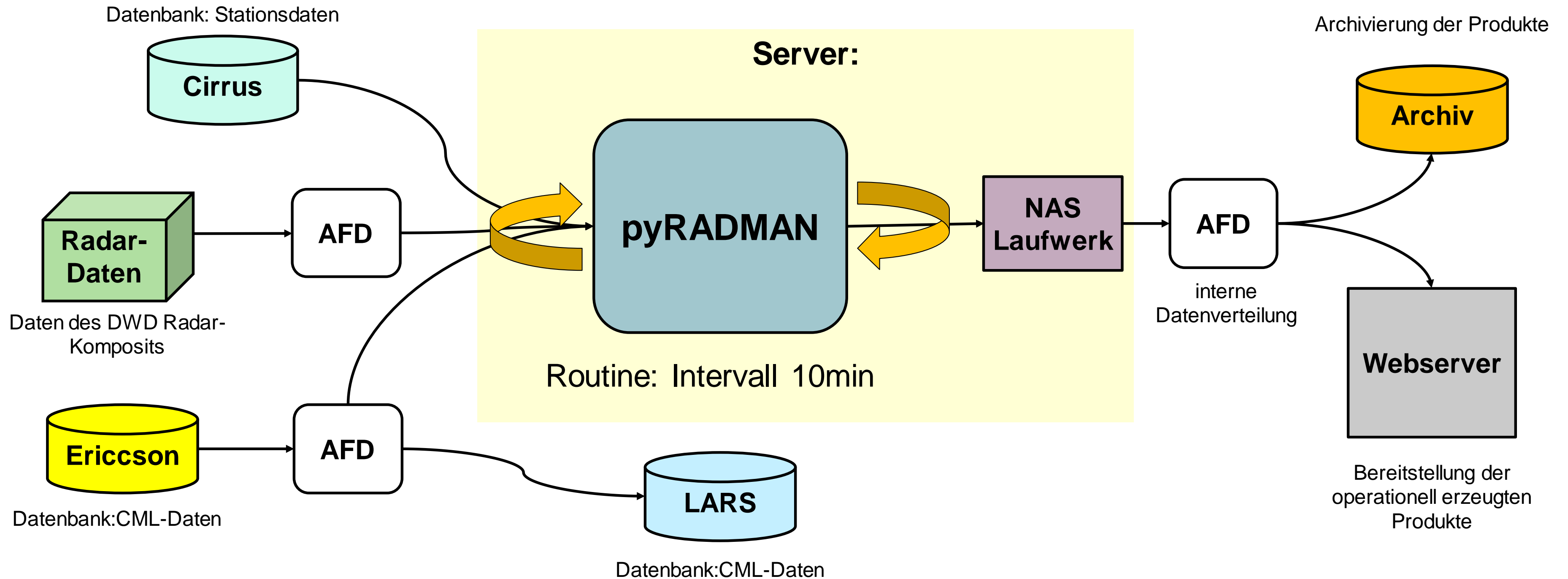
#### Metadaten für 1 Link:

- lon/lat von Sender
- lon/lat von Empfänger
- Frequenz von Empfänger/Sender
- Request: im 24 Stunden Takt

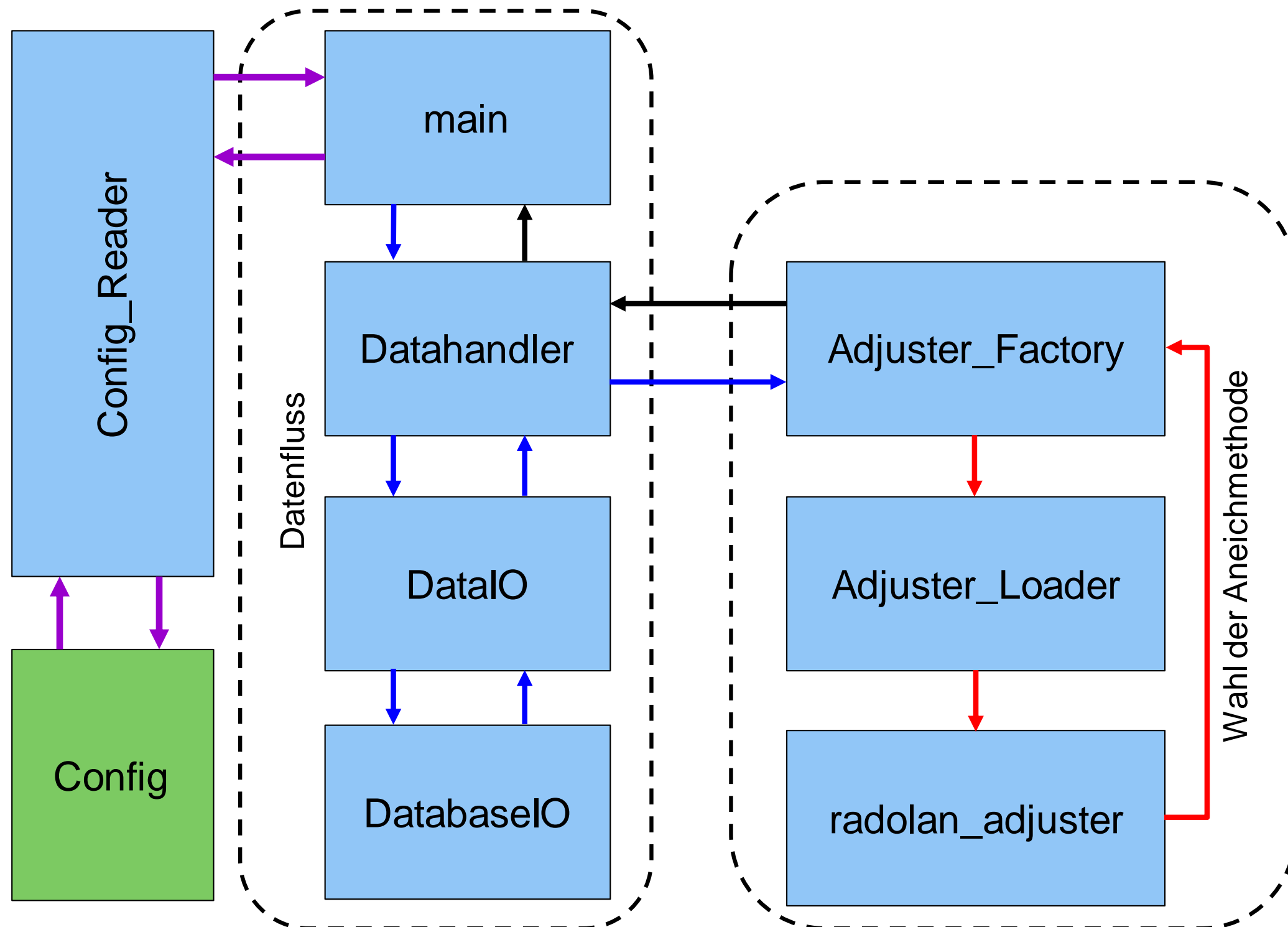
geplanter Datenfluss:



# Zukunftsmusik: pyRADMAN



# Software-Architektur (Modularisierung) von pyRADMAN

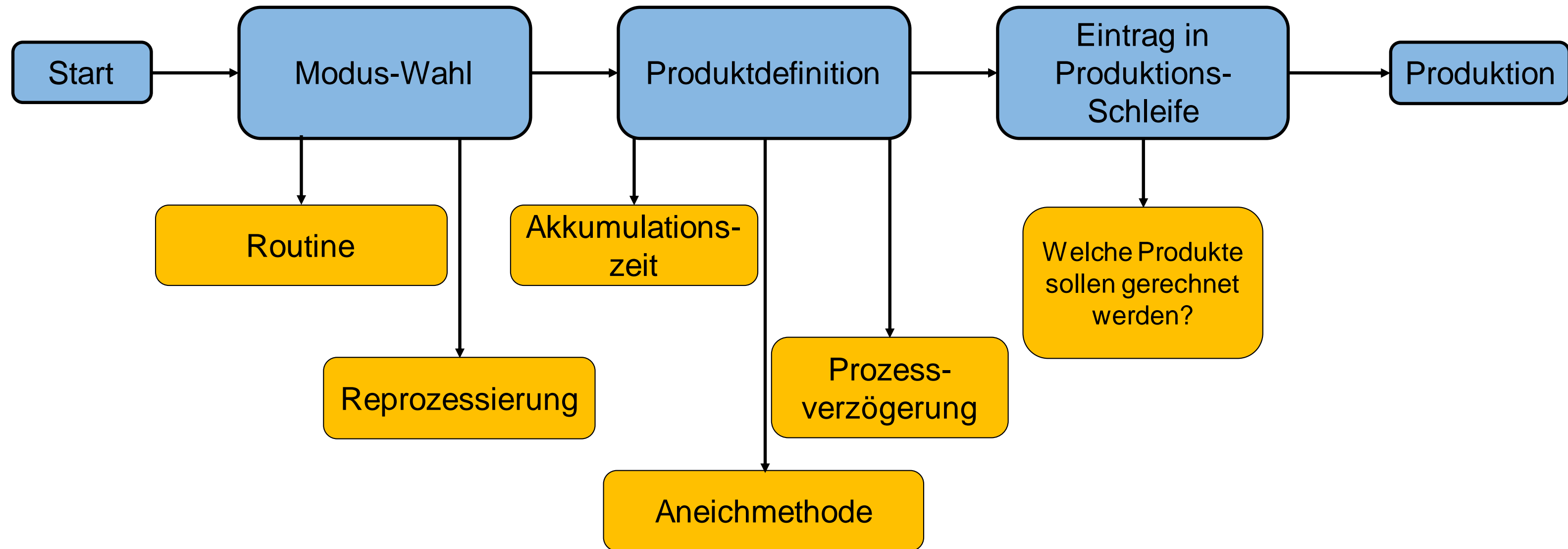


## Programmablauf Ablauf:

1. Lese Config
2. Hole für Produkt entsprechende Daten
3. wähle Aneichmethode und eiche
4. Gebe Produkt zurück und schreibe weg

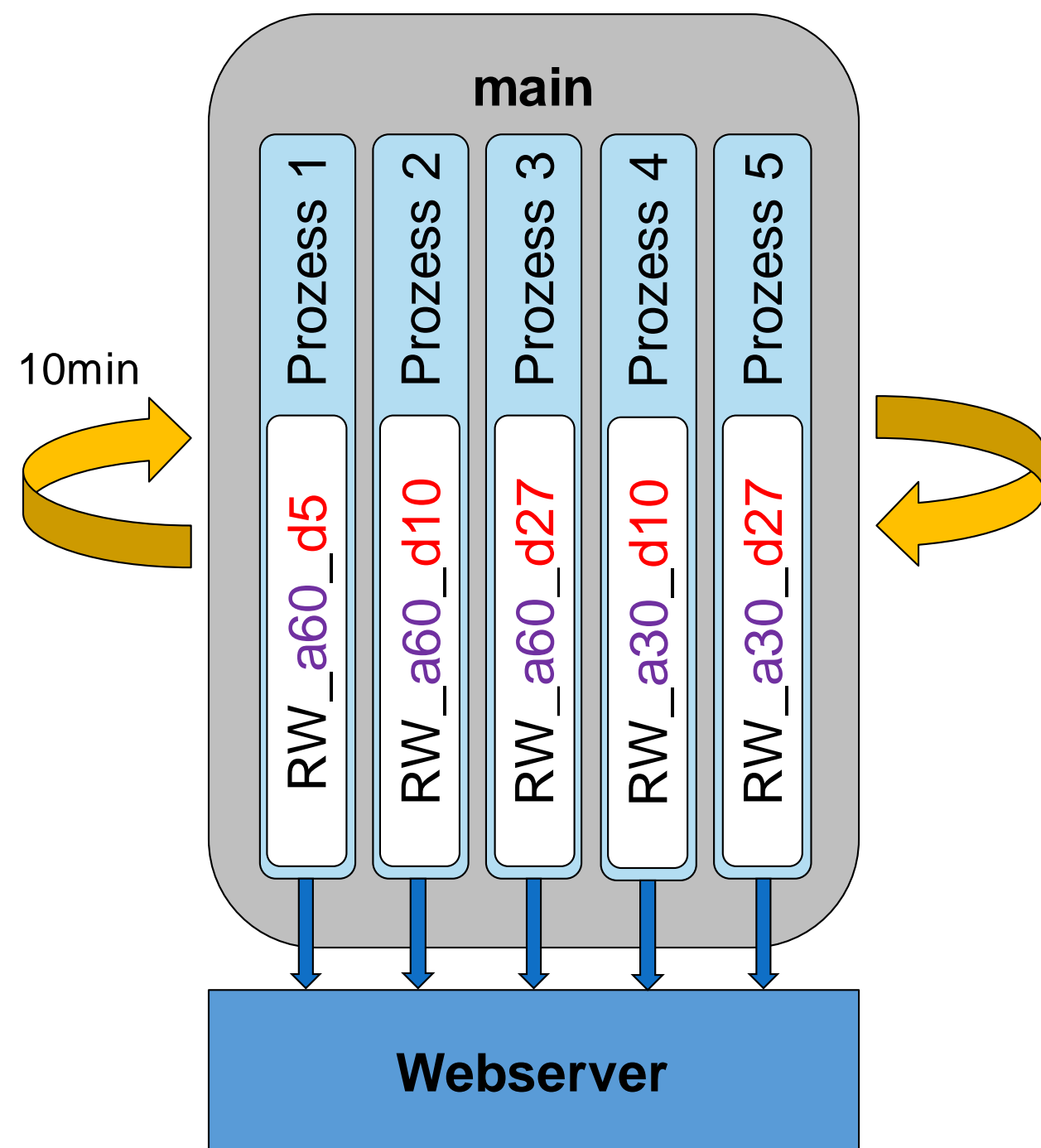


# Konfigurationsablauf von pyRADMAN:



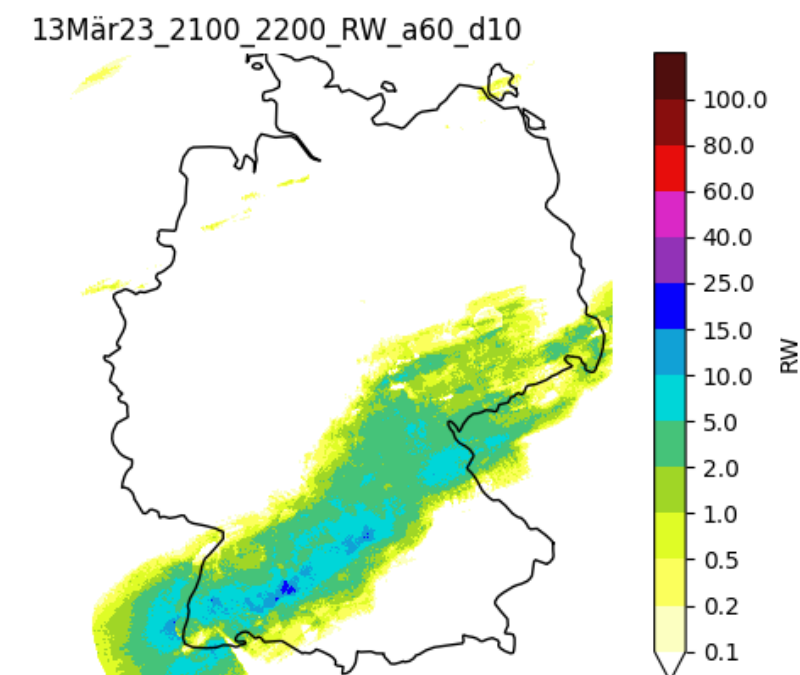
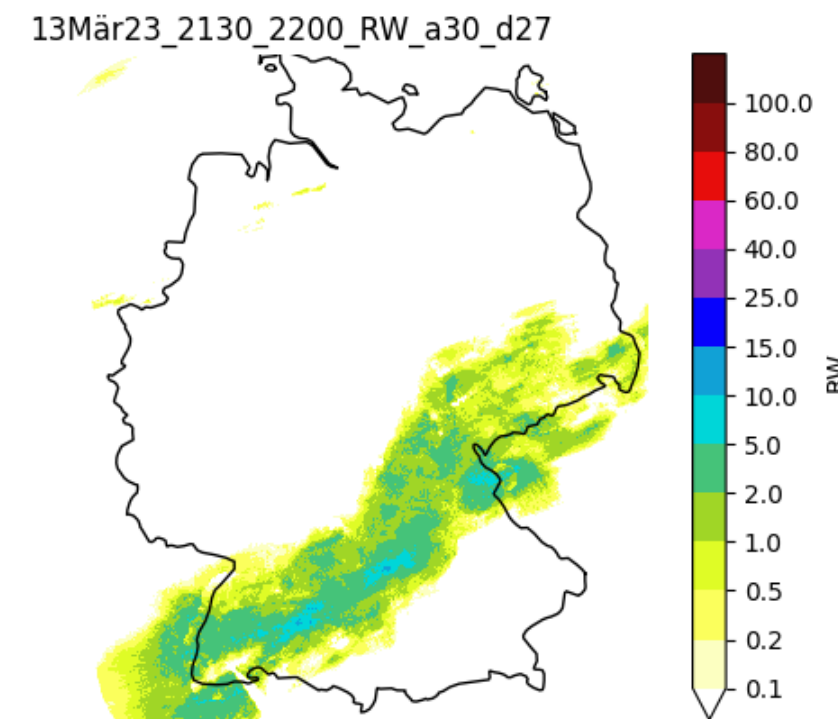
# Gegenwärtiger Stand der Routine:

pyRADMAN:

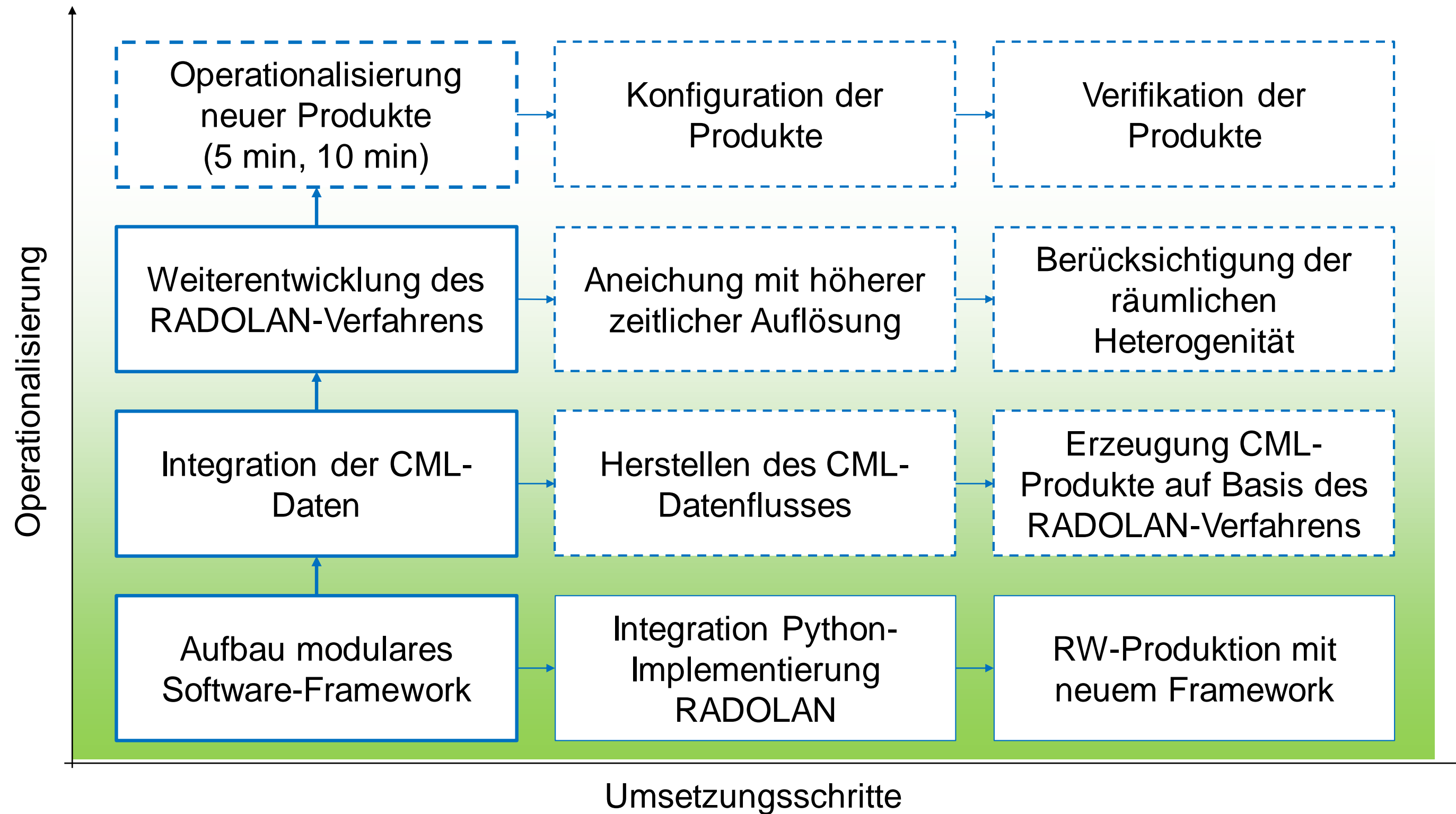


## Erläuterung der Produktkennungen:

- Kennung: RW**
  - Konzept: Eichung des Radars mithilfe von Stationen
- Kennungen: a30, a60**
  - a: „Akkumulationszeit“ der RY-Ausgangsprodukte
- Kennungen: d5, d10, d27**
  - d: „delay“ + Wartezeit in Minuten
  - d5, d10: Cirrus-Kategorie „sdlhobsby“
    - „schnelle“ 10min Daten
  - d27: Cirrus-Kategorie: „sdlhobs“
    - „normale“ 10min Daten



# Stand der Umsetzung und weitere Schritte



## AP2 – Automatisierung einer modernisierten Radaraneichung Zielstellung



- Bearbeitung im Rahmen der Teilvorhaben von **DWD** (AP2-Leitung) und **UniA**
- Zielstellung AP1 + **AP2**: Robuste und gleichsam flexible **Multisensor-Radaraneichung** (inkl. CMLs)
  - Etablierung des Datenflusses der CML-Daten von Ericsson an den DWD (inkl. Datenbanken) ✓
  - Erstellung der Steuerprogramme im Hinblick auf einen operationellen Betrieb am DWD ✓  
in Bearbeitung
  - Einrichtung einer hochfrequenten und flexiblen Zeitsteuerung
- Umfangreiche Test- und Validierungsläufe ✘ später im Projektverlauf

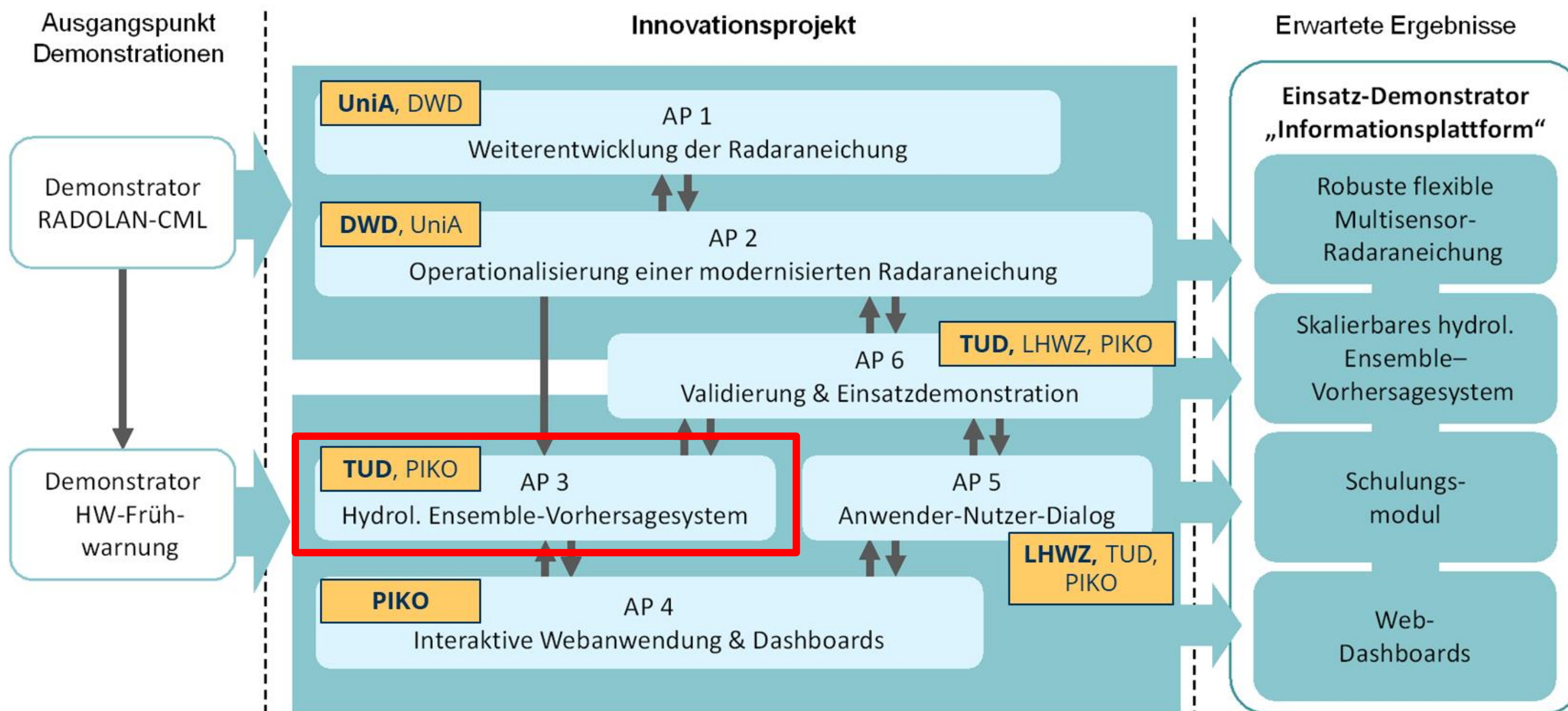
## Ablauf Verbundtreffen 28.03.2023

<b>09:00 Uhr</b>	Begrüßung und Vorstellung des Ablaufes
<b>09:10 Uhr</b>	Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting und Überblick Gesamtvorhaben
<b>09:20 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 1
<b>10:20 Uhr</b>	<b>Kaffeepause</b>
<b>10:30 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 2
<b>12:00 Uhr</b>	Gemeinsames Mittagessen
<b>13:00 Uhr</b>	Organisatorisches und Wrap-Up
<b>15:00 Uhr</b>	Ende

## Ablauf Verbundtreffen 28.03.2023

<b>09:00 Uhr</b>	Begrüßung und Vorstellung des Ablaufes
<b>09:10 Uhr</b>	Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting und Überblick Gesamtvorhaben
<b>09:20 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 1
<b>10:20 Uhr</b>	Kaffeepause
<b>10:30 Uhr</b>	<b>Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 2</b>
<b>12:00 Uhr</b>	Gemeinsames Mittagessen
<b>13:00 Uhr</b>	Organisatorisches und Wrap-Up
<b>15:00 Uhr</b>	Ende

# Projektstruktur – Arbeitspakete



## AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

TUD + PIKO

### ■ Ziele:

- Mehrstufige Entwicklung eines flexiblen Systems zur lückenfreien hydrologischen Vorhersage mit meteo. Ensemble-Vorhersageprodukten für kleine Einzugsgebiete
- Analyse und Prozessieren der Unsicherheiten

### ■ Erwartete Ergebnisse:

- Robuste, lückenfreie Vorhersagekette in Zeit und Raum mit einem Vorhersagehorizont von mindestens 48 h
- Skalierbares und portierbares hydrologische Ensemble-Vorhersagesystem für kleine Gebiete mit Berücksichtigung der Unsicherheiten
- Standardisierung der Schnittstellen und Datenformate zur Kopplung mit AP4

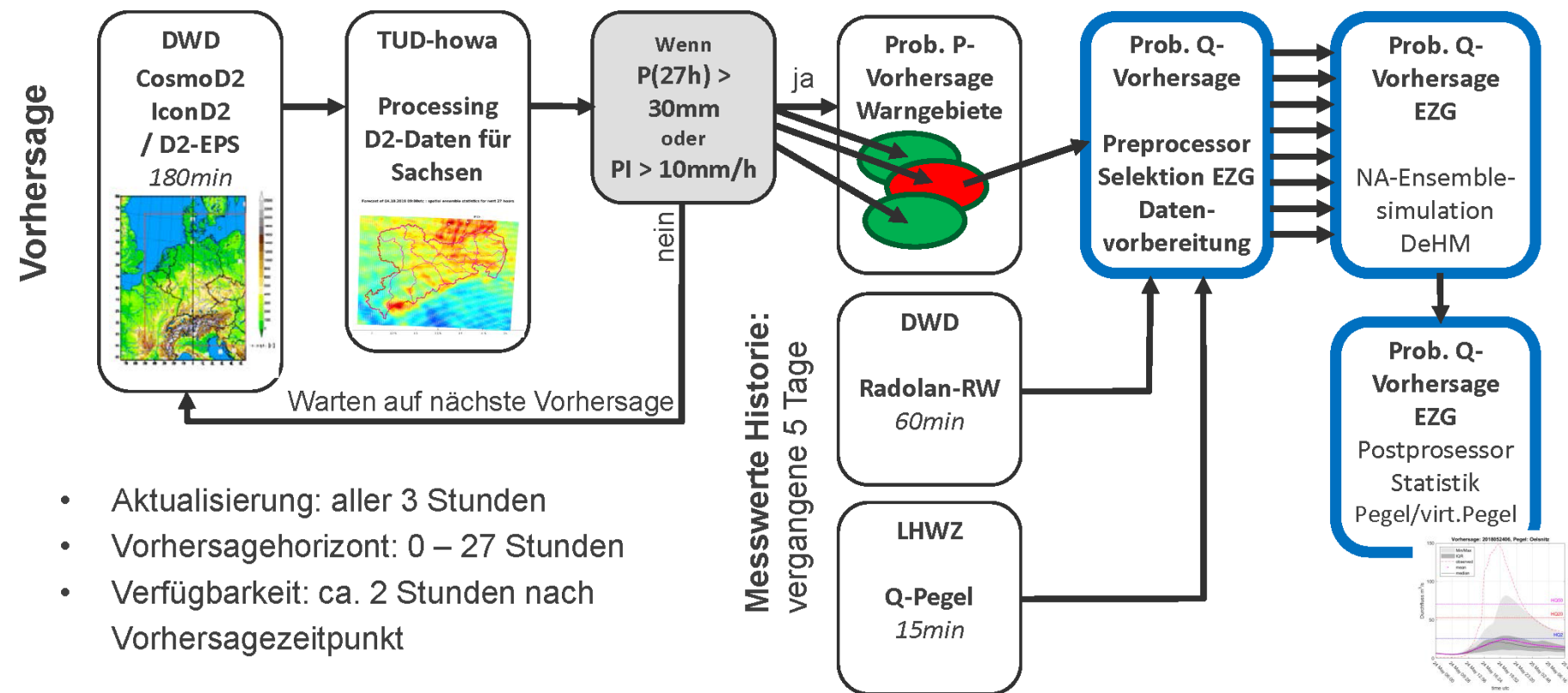


# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem TUD + PIKO

## Ausgangslage:

### Web-basierter Demonstrator “Hochwasserfrühwarnung” Frühwarnung für kleine Einzugsgebiete

Frühwarnung, simulierte Niederschläge, 3 – 24 Stunden Vorwarnzeit

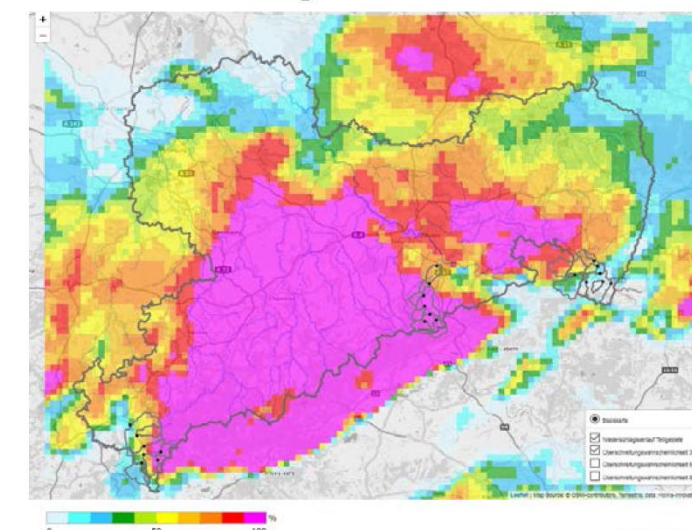


- Aktualisierung: aller 3 Stunden
- Vorhersagehorizont: 0 – 27 Stunden
- Verfügbarkeit: ca. 2 Stunden nach Vorhersagezeitpunkt

### Web-basierter Demonstrator “Hochwasserfrühwarnung”

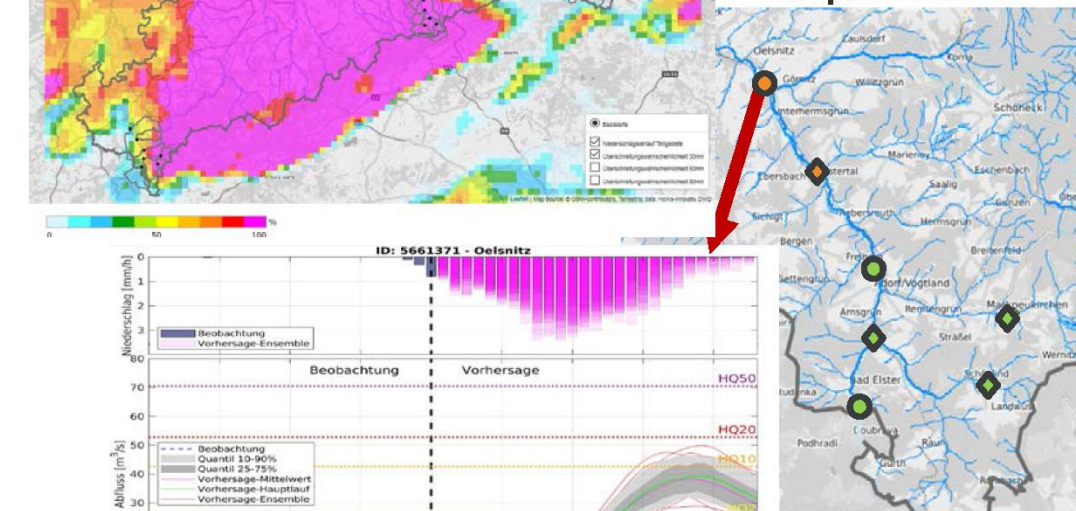
- Warnung vor Extremniederschlägen in Sachsen
- Abflussvorhersage für 3 Pilotregionen in Sachsen
- Historie der letzten 24h
- Live-Modus  
<http://howa-innovativ.hydro.tu-dresden.de/WebDemoLive/>
- Ereignisse der Vergangenheit  
<http://howa-innovativ.hydro.tu-dresden.de/WebDemo/>

#### Überschreitungswahrscheinlichkeit



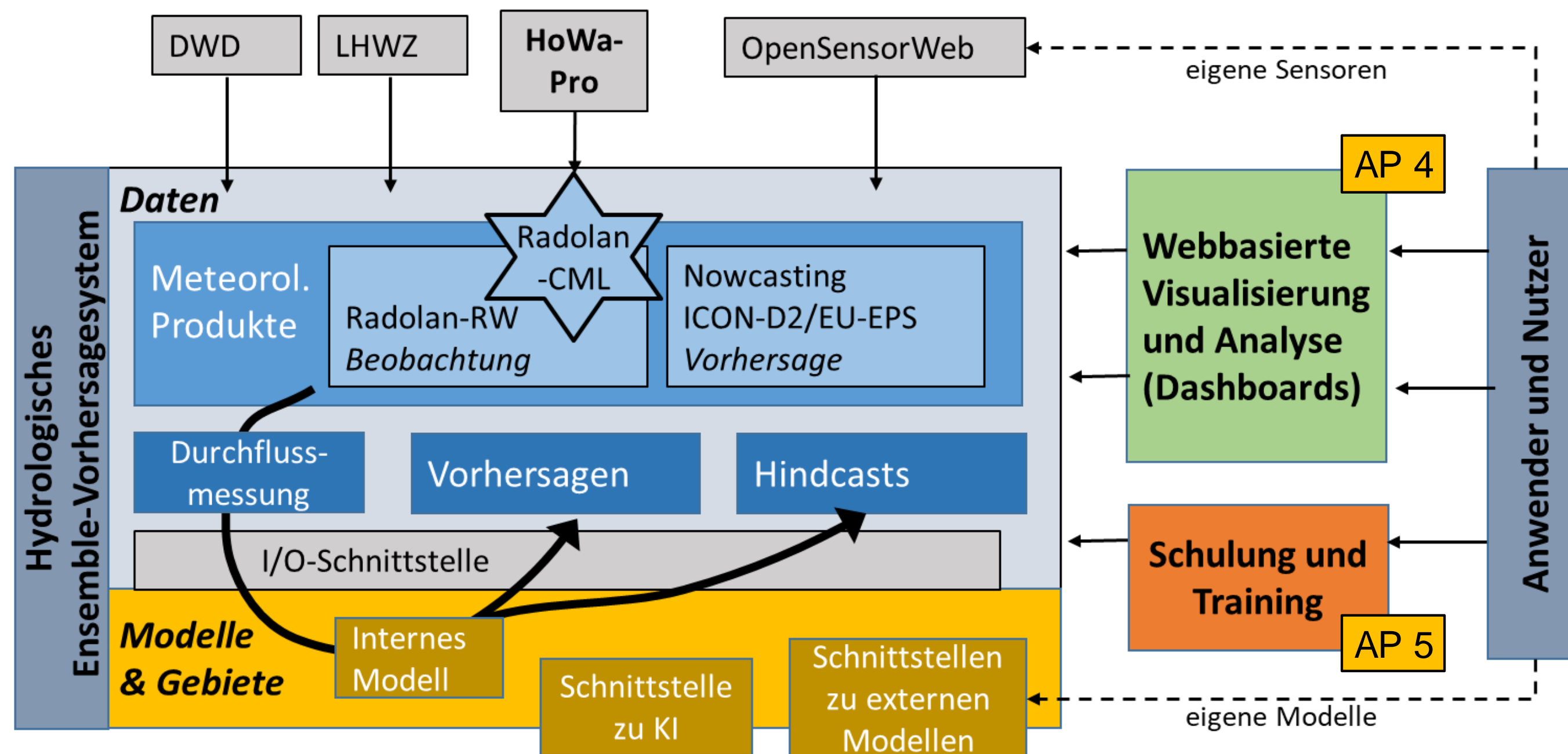
explore event

#### Ampelkarte



# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

## Überblick – aus Antrag



# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

## Überblick

### Zeitplan & Teilziele:

AP	Aktivitäten / Projektmonat	3	6	9	12	15	18	21	24	27	28
<b>3</b>	<b>Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem (hydEVS)</b>										
3.1	Refactoring des HoWa-Demonstrators zum hydEVS-v1		3.1								
3.2	erweiterte lückenfreie Vorhersagekette			3.2							
3.3	Funktionale Erweiterung für steuerbare Stauanlagen					3.3					
3.4	Skalierung und Systemerweiterung							3.4			

Teilziel	Fällig	Beschreibung
3.1	6	Das hydEVS-v1 liegt vor.
<b>3.2</b>	<b>12</b>	<b>Robuste, lückenfreie Vorhersagekette in Zeit und Raum mit einem Vorhersagehorizont von mindestens 48 h (hydEVS-v2)</b>
3.3	18	Systemerweiterung für steuerbare Stauanlagen ist abgeschlossen (hydEVS-v3) und wird für Gebiete in Sachsen zusammen mit Anwender getestet
3.4	27	Die Skalierung auf Gebiete d. Anwender außerhalb Sachsens ist erfolgt.

# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

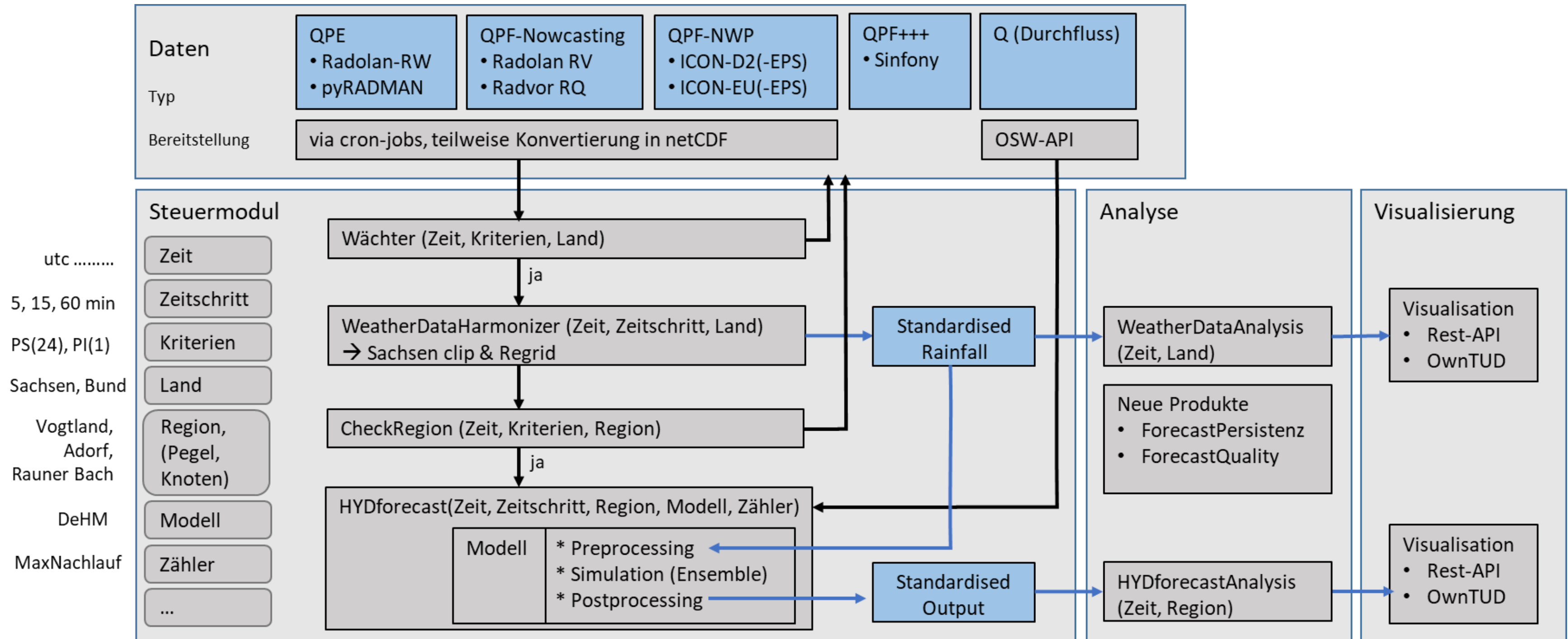
## AP 3.1 – Refactoring des HoWa-Demonstrators zum hydEVS-v1



<b>Analyse</b>	
Analyse und Dokumentation der Datenstrukturen und Prozessabläufe der Entwicklungsumgebung des HoWa-Demonstrators	✓
Revision der technischen Infrastruktur der Entwicklungsumgebung des HoWa-Demonstrators, Ersetzen veralteter virtueller Maschinen (VMs)	✓
Analyse und Definition der technischen Anforderungen für ein zukunftsfähiges hydrolog. Ensemblevorhersagesystems unter Berücksichtigung von Modularisierung, Skalierbarkeit, Robustheit, etc.	(✓)
<b>Konzept</b>	
Definition und Entwicklung der Grundstruktur des hydEVS für ein modulares Daten- und Prozessablaufmanagement, Festlegung von Variablen und Datenformaten	✓
Grundkonzept für die Skalierbarkeit von Daten und Modellen, Vorbereitung für HPC-Betrieb, Test der Funktionalität von Docker-Container und Kubernetes	(✓)
<b>Schnittstelle</b>	
Definition und Entwicklung der Schnittstelle zur Visualisierung (zusammen mit PIKO für AP4), Festlegung von Variablen und Datenformaten für den Austausch	✓
<b>Umsetzung</b>	
Programmierung der Schnittstelle zur Visualisierung	(✓)
Programmierung des modularen hydEVS für hohe Skalierbarkeit bzgl. Daten und Prozessablaufmanagement	(✓)
Software-Funktionstests des hydEVS	(✓)

# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

## AP 3.1 – Konzept hydEVS



## AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

### AP 3.1 – Schnittstelle zur Visualisierung (AP4)



- Bisher (Web-Demonstrator):
  - räumliche Darstellung (Karten) → RGB-Geotiffs
  - zeitliche Darstellung (Zeitreihen) → Bilder(png), prozessiert aus mat-files der Testregionen
- Neu: Bereitstellen der Daten
  - Allgemein: „Stammdaten“ der Pegel / Modellknoten (virtuelle Pegel)
  - Zeitreihen: pro Vorhersageort und Zeitpunkt im netCDF-Format zusammengefasst
  - Karten: Daten-Geotiffs
- Technische Lösung
  - Rest-API

# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

## AP 3.1 – Schnittstelle zur Visualisierung (AP4)

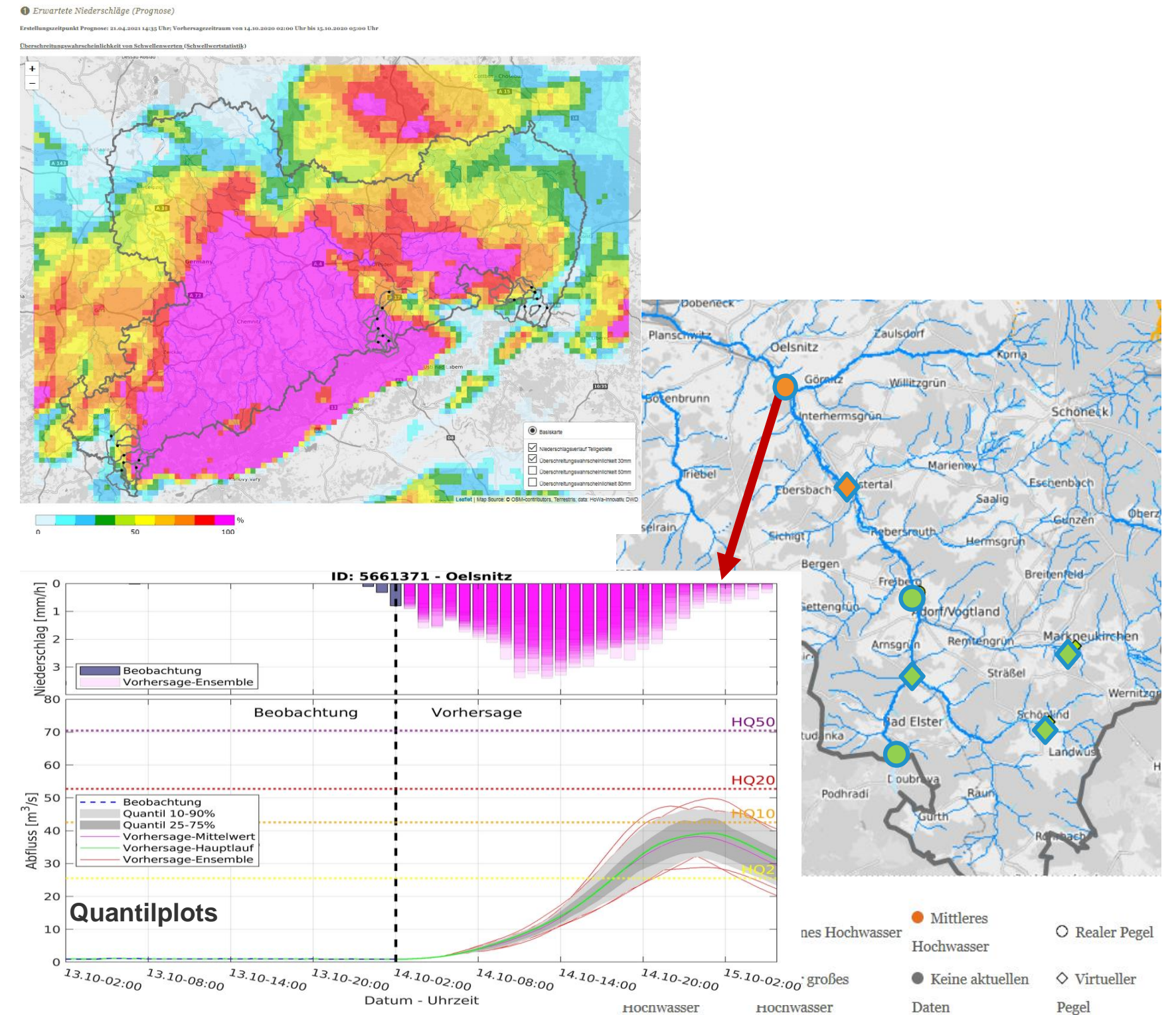


### Was wird aktuell bereit gestellt:

- Zeitreihen:

- Karten:

Weitere Wünsche / Notwendigkeiten?

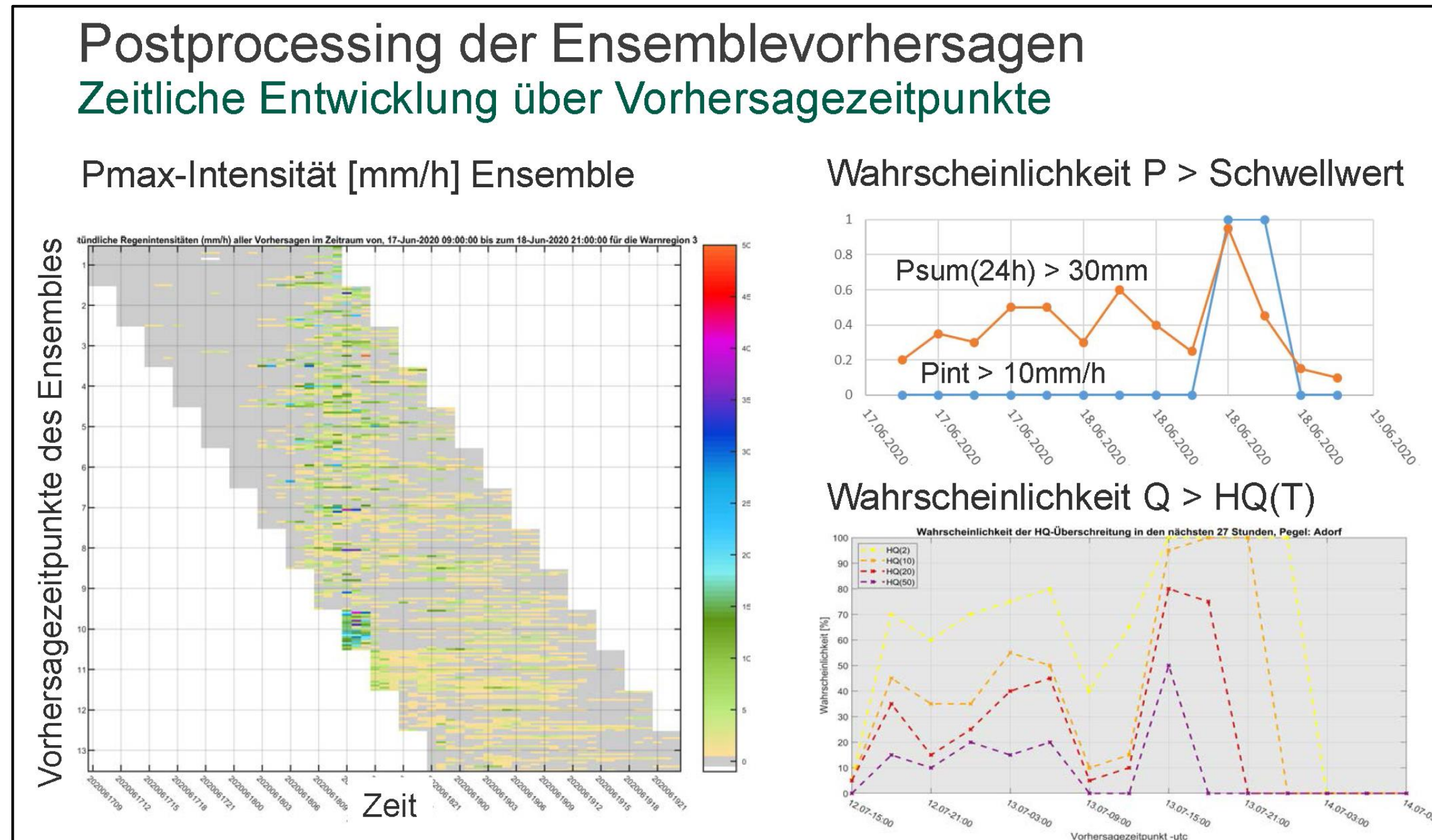


# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

## AP 3.1 – Schnittstelle zur Visualisierung (AP4)



■ Weitere Wünsche / Notwendigkeiten?





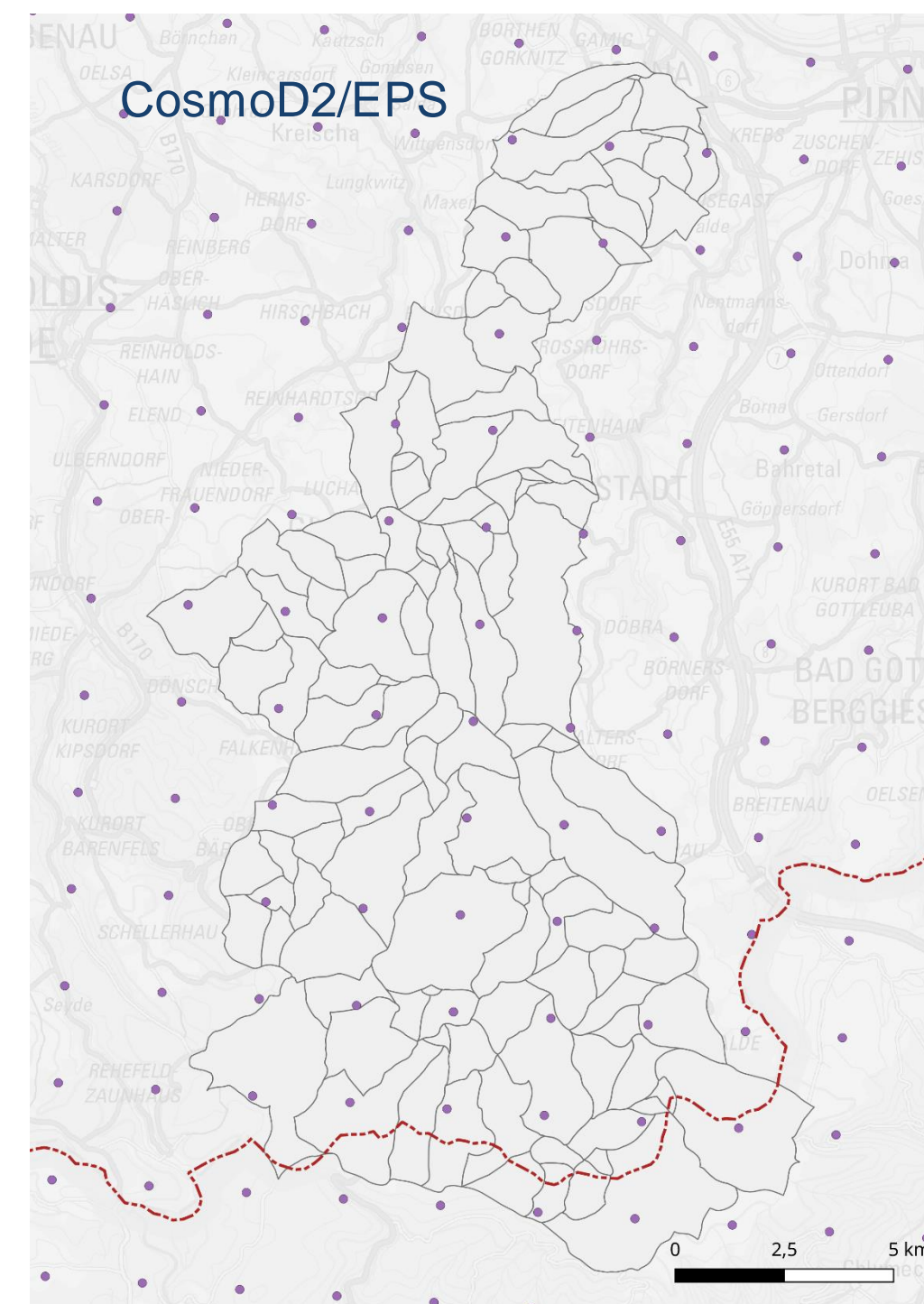
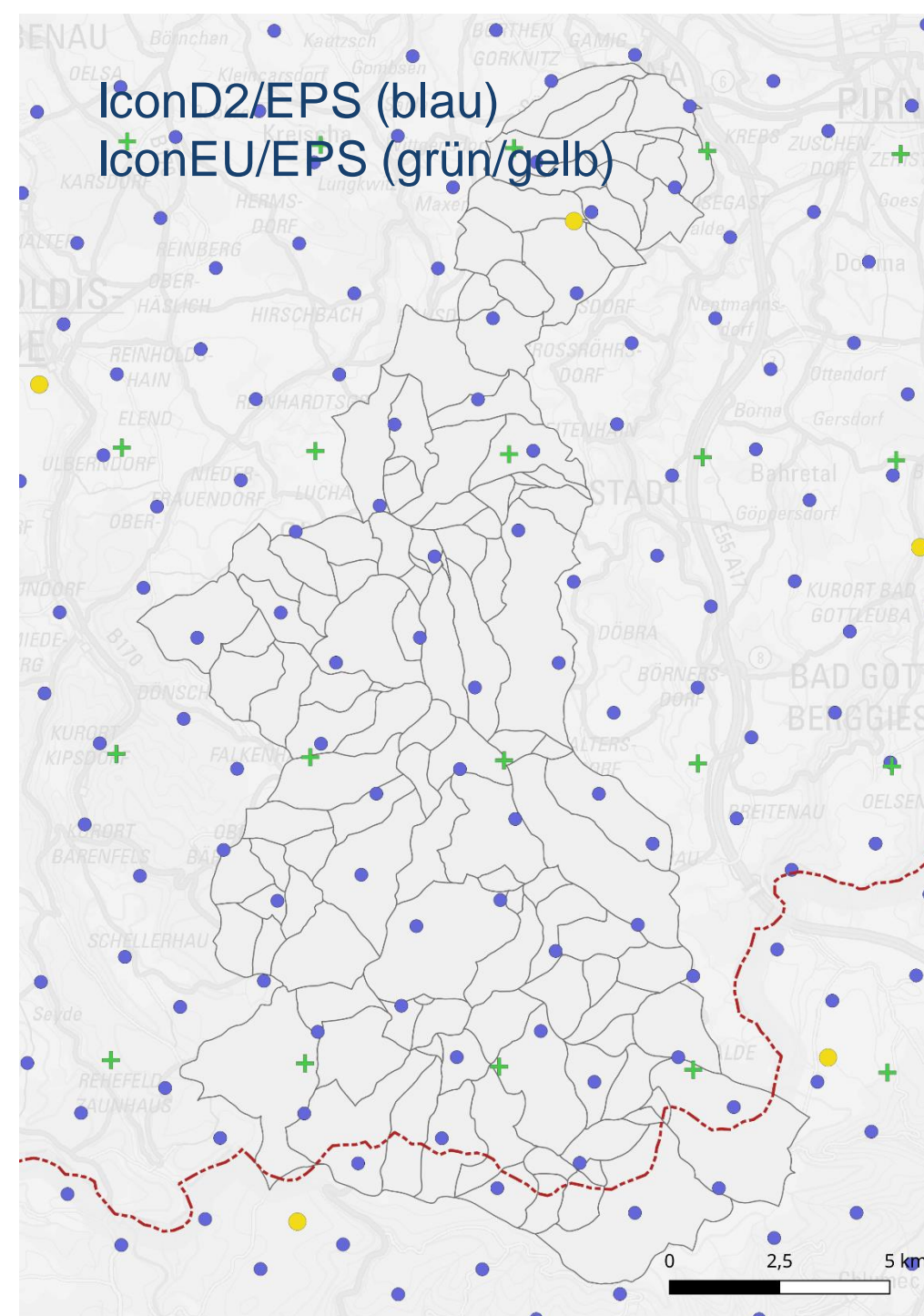
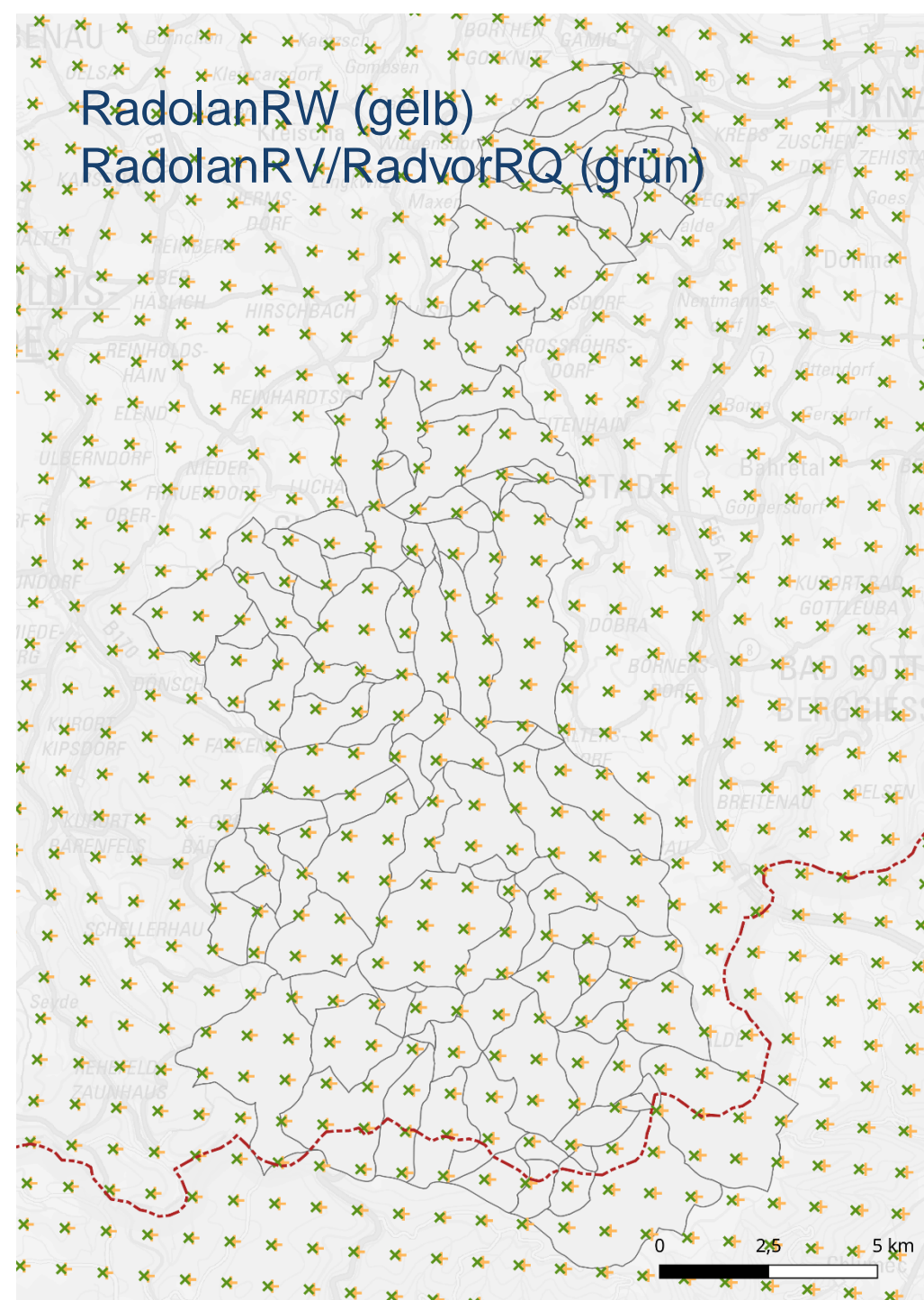
## AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

### AP 3.2 – erweiterte lückenfreie Vorhersagekette (hydEVS-v2)

<b>Entwicklung von Schnittstellen zu den Datenprodukten des DWD</b>	
Nowcasting: Kurzfristvorhersage der Niederschlagsentwicklung in den nächsten 2 Stunden	✓
ICON-EU-EPS: numerisches Wettervorhersagemodell für die nächsten 72 Stunden, enthält Ensemblevorhersage zur Quantifizierung der Unsicherheit im 6-stündigen Update	(✓)
SINFONY: Entwicklungsprojekt des DWD zu seamless prediction;	-
Zyklischen Datenabruf und Datenmanagement einrichten	✓
<b>Eingangsdatenvorbereitung für die NA-Modellierung</b>	
Entwicklung von Aggregations- und Interpolationsroutinen zum Erstellen lückenfreier Vorhersagezeitreihen mit konstanten Zeitschritt	✓
Erstellen der Schnittstelle zum internen hydrologischen Modell	✓
Organisation des Datenflusses	(✓)
<b>Demonstrator</b>	
Funktionstests der lückenfreien Vorhersage in der Entwicklungsumgebung des HoWa-Demonstrators	-
Überführen der neuen Funktionalität in das hydEVS-v2 für den operationellen Testbetrieb (AP 6.2)	-
<b>Entwicklung eines erweiterten Postprocessing für Ensemblevorhersagen</b>	
Basierend auf den neuen Vorhersageprodukten erfolgt die Erarbeitung weiterer, neuartiger Visualisierungstechniken	(✓)
Erstellen von Scripten zur möglichst automatisierten Durchführung von Hindcasts	-
Etablieren von Metriken zur schnellen statistischen Analyse und Validierung der Vorhersagegüte z.B. Trefferquote	(✓)

# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

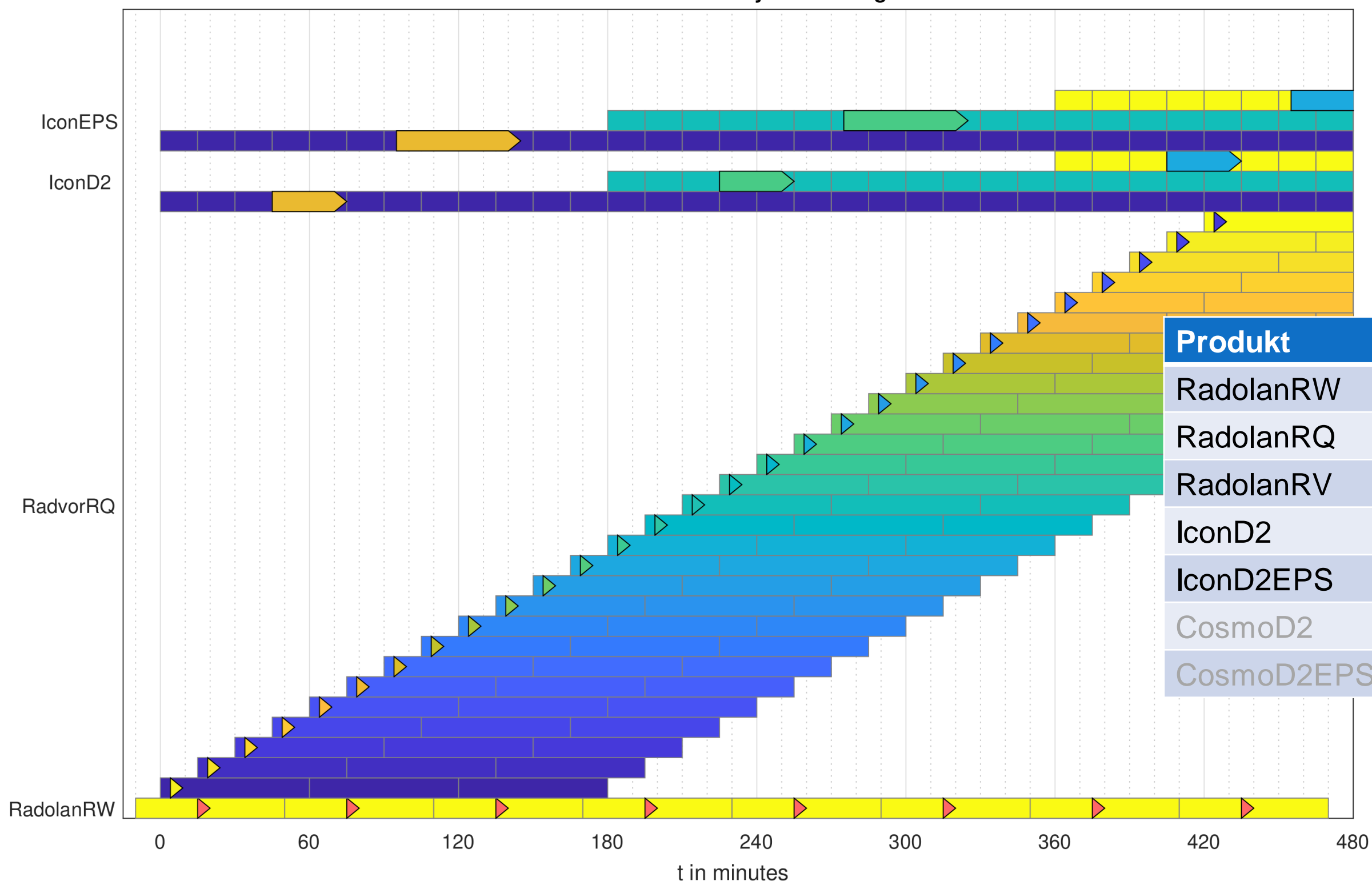
## AP 3.2 – Meteorologische Datenprodukte: Räumliche Auflösung



# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

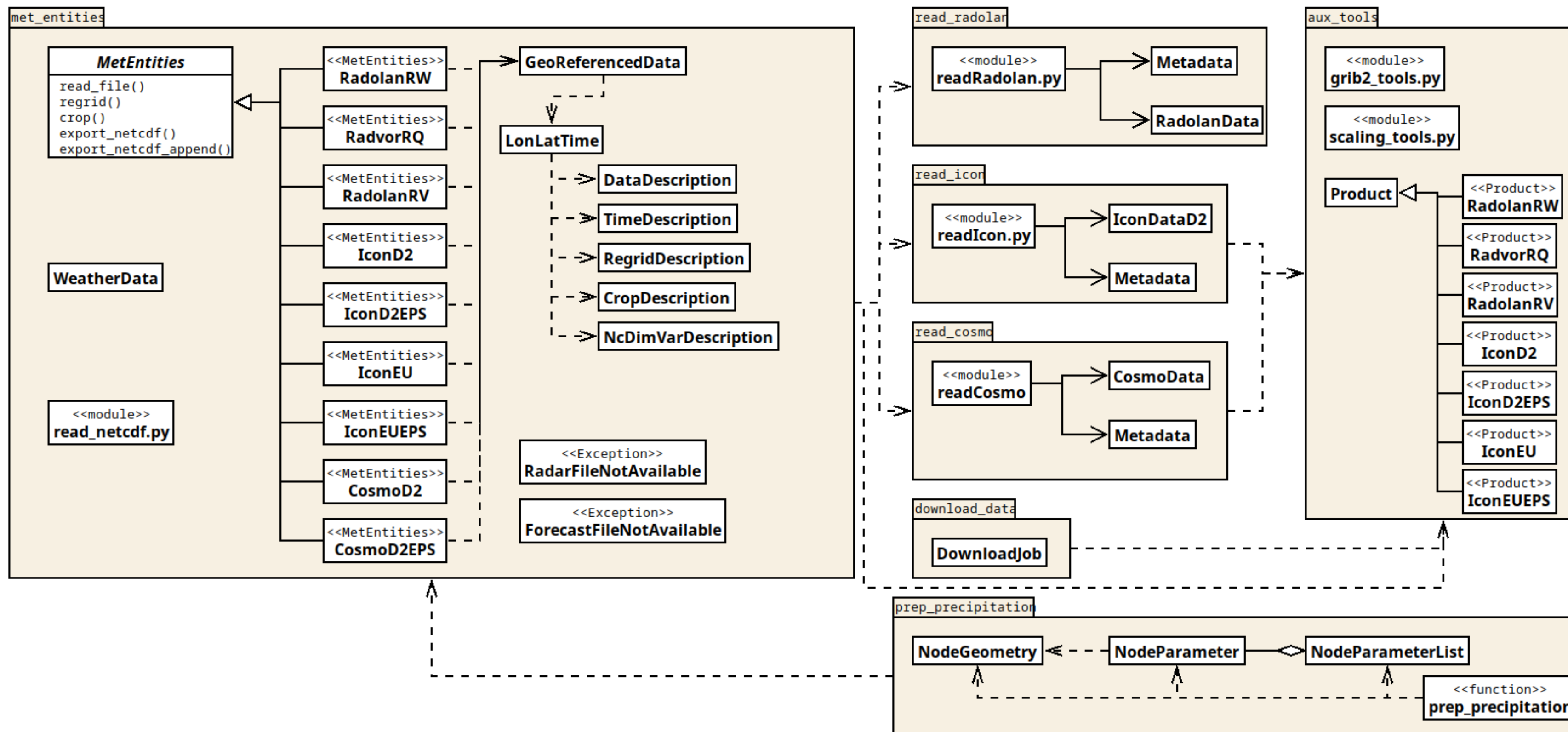
## AP 3.2 – Meteorologische Datenprodukte: Bereitstellung, Update, zeitl. Auflösung

DWD data delivery scheduling



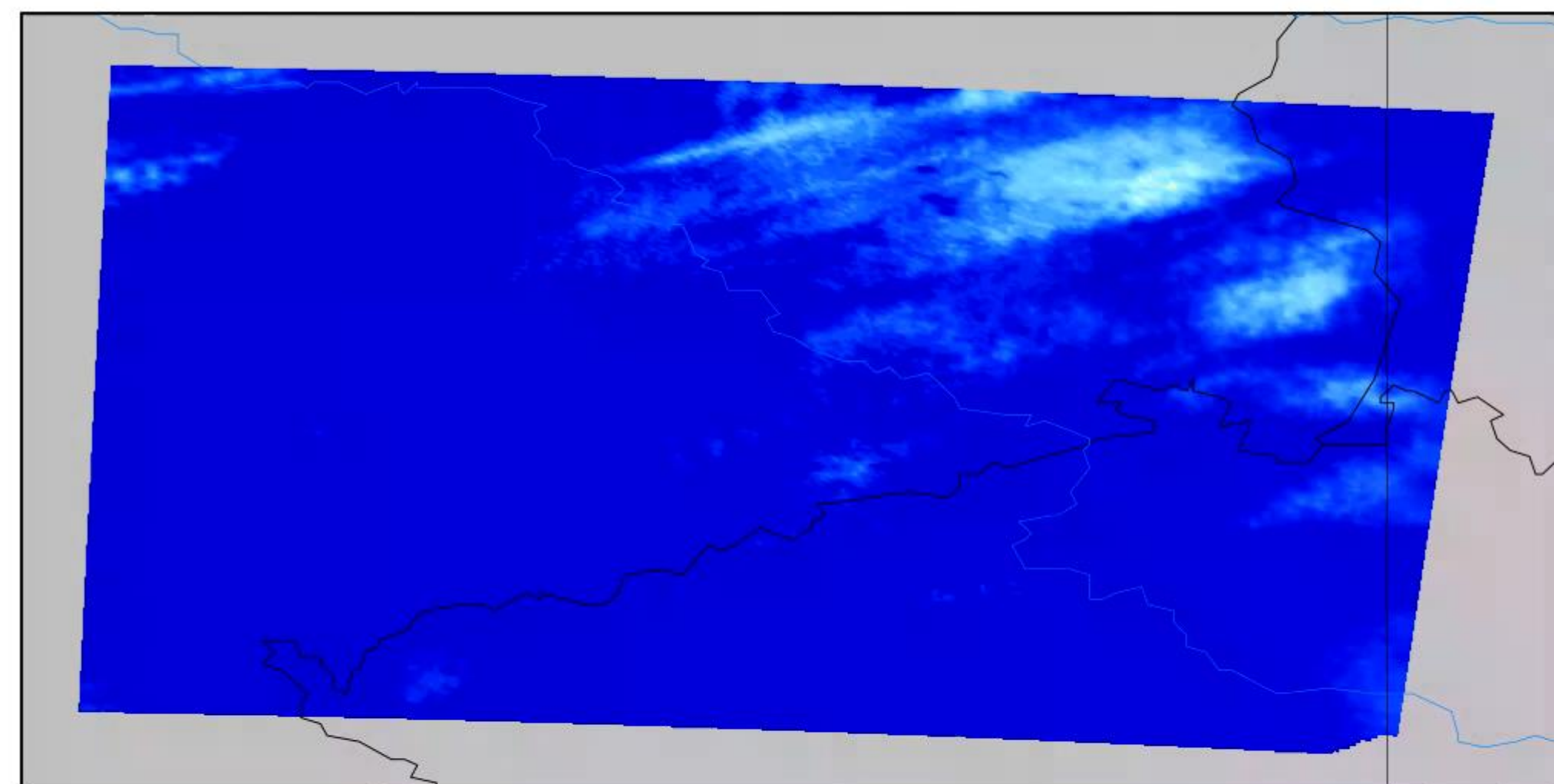
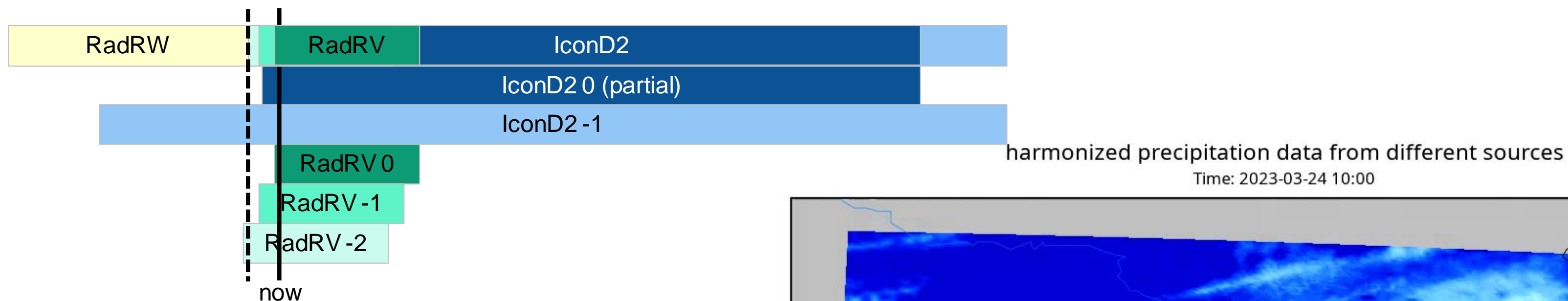
Produkt	dx	dt	Update	Größe pro Monat
RadolanRW	~1 km	1 h	1 h	0.006 – 0.16 GB
RadolanRQ	~1 km	1 h	15 min	0.02 – 1.3 GB
RadolanRV	~1 km	5 min	5 min	0.6 – 30 GB
IconD2	~2 km	15 min	3 h	5 – 26 GB
IconD2EPS	~2 km	15 min	3 h	54 – 189 GB
CosmoD2	~2.2 km	15 min	3 h	
CosmoD2EPS	~2.2 km	15 min	3 h	

# AP 3.2 – Meteorologische Datenprodukte: weatherDataHarmonizer



# AP 3 – Skalierbares hydrologisches Ensemble-Vorhersagesystem

## AP 3.2 – Meteorologische Datenprodukte: Harmonisiertes Niederschlagsprodukt

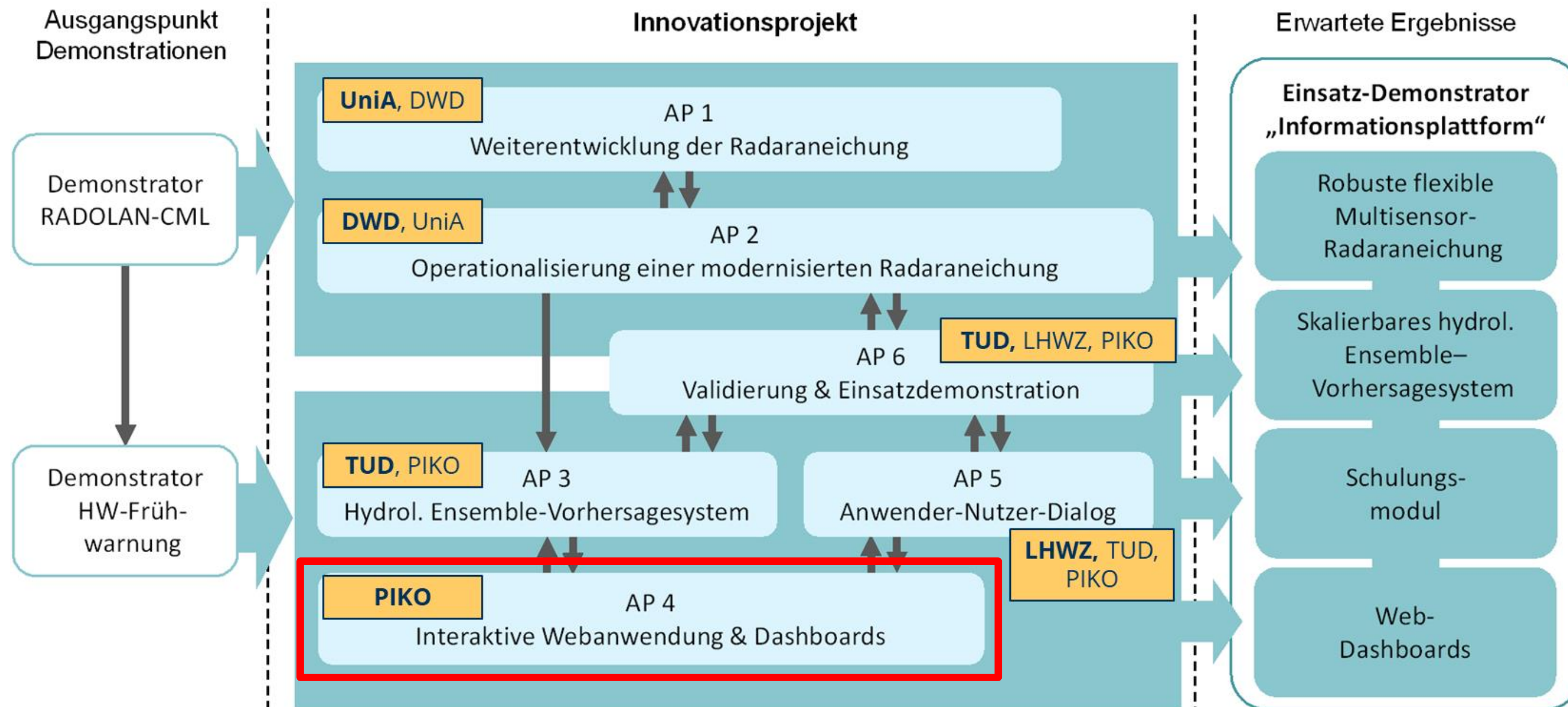


harmonized precipitation data from different sources (1.0 mm/15.0 min)



Data Min = 0,0, Max = 0,6

# Projektstruktur – Arbeitspakete



## Arbeitspakete PIKOBAYTES

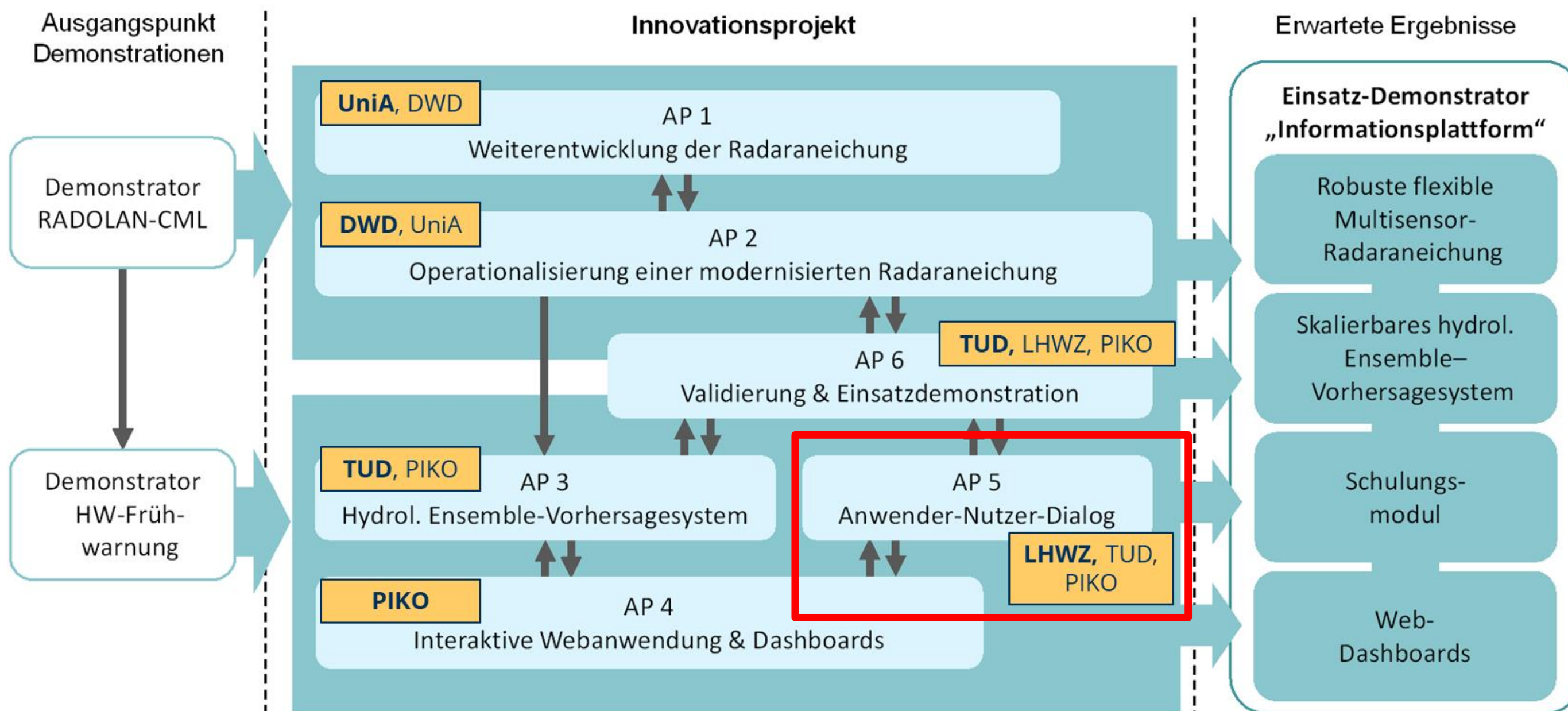
- **Interaktive Webanwendung & Dashboards (AP4)**
  - (Systemarchitektur, Software-Engineering, UX/UI)
  - Neustrukturierung von Informationsprodukten und Datendiensten
  - Neukonzeption der Web-Anwendung, Überarbeitung von UX/UI
  - Optimierung der Backend-Dienste, Vorbereitung des Cloudbetriebs
  - Steigerung der Interaktivität und Bedienbarkeit der Anwendung
  
- **Schnittstellentätigkeiten** in weiteren AP (Vorhersagesystem, Anwender-Nutzer-Dialog, Validierung / Demonstration)

## Arbeitspakete PIKOBAYTES

- **Interaktive Webanwendung & Dashboards (AP4)**
  - Erstellung von Wireframes (Demo erfolgt separat)
  - Neues Anwendungskonzept
  - Einfacherer Zugriff auf vorangegangene Ereignisse
  - Entwurf und Prototyping von Web-Diensten für den Zugriff auf Warnungen / Simulationen
  
- **Schnittstellentätigkeiten** in weiteren AP
  - Konzeption von Datenaustauschformaten Simulation → Webanwendung (mit TUD)
  - Anbindung Datenhaltung Vorhersagesystem → Web-Dienste



# Projektstruktur – Arbeitspakete



# AP 5 – Anwender - Nutzer - Dialog

LfULG (27) + TUD (5PM) + PIKO (1PM)



## Zeitplan:

AP	Aktivitäten / Projektmonat	3	6	9	12	15	18	21	24	27	28
<b>5</b>	<b>Anwender-Nutzer-Dialog</b>										
5.1	Workshops										
5.2	Weiterentwicklung Schulungs-und Trainigskonzept					5.1		5.2			
5.3	Verstetigung Schulungs-und Trainigskonzept								5.3		5.4

Teilziel	Fällig	Beschreibung
5.1	14	Modular aufgebautes Schulungskonzept liegt vor.
5.2	21	Serious Game entwickelt
5.3	24	Durchführung von Wasserwehrs Schulungen in den Testregionen
5.4	28	Serous Game Online-Lösung im erweiterten Nutzerkreis getestet

## AP5 – Anwender-Nutzer-Dialog



- AP zielt auf den Dialog mit der Praxis
- Zielgruppen: u.a. lokale Einsatzkräfte des KatSchutzes (i.d.R. auf Ebene der Kommunen), untere Wasserbehörde und Wasserwehr
- AssPartner: weitere HVZen sowie Landestalsperrenverwaltung Sachsen



Foto: Jens Grundmann

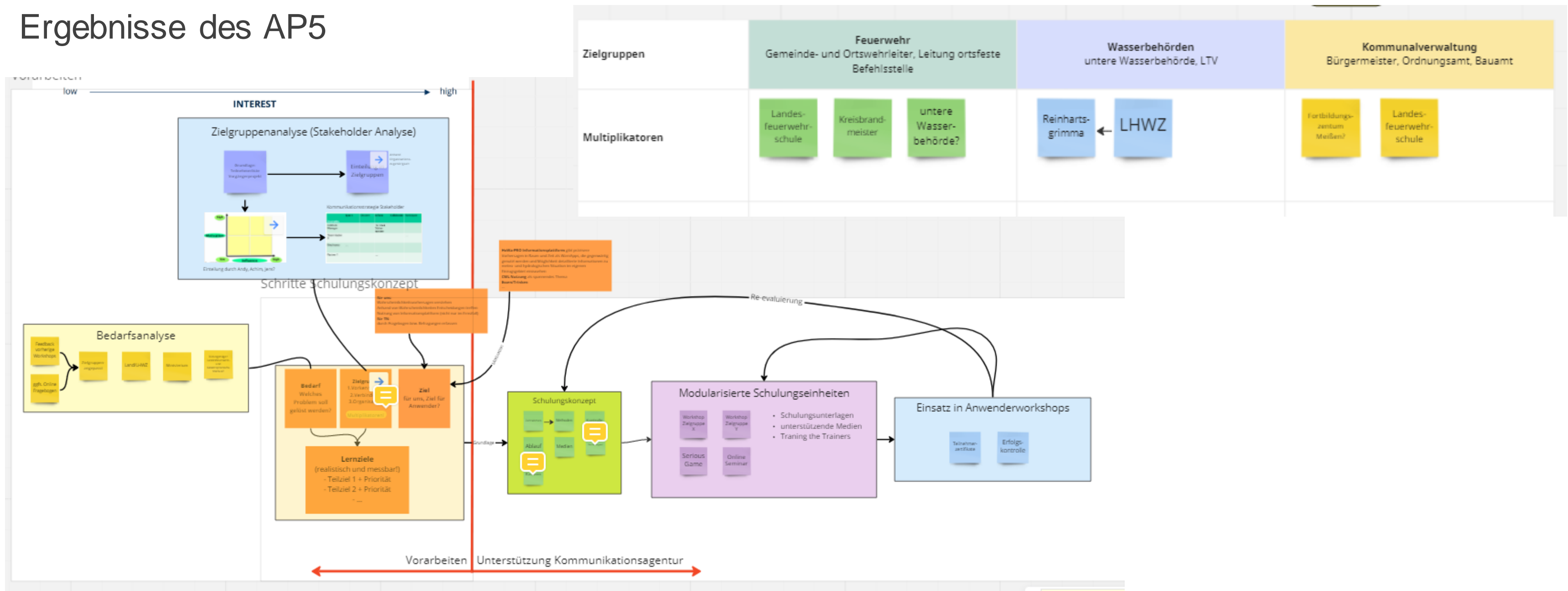
## AP5 – Anwender-Nutzer-Dialog

- AP5.1: Workshops
  - Aktivierung – Schulung und Training – Erfahrungsaustausch und Weiterentwicklung
  - APs 5.2 und 5.3 sind mit AP5.1 verzahnt; insgesamt 12 Workshops geplant
- AP5.2: Weiterentwicklung von Schulungs- und Trainingsmaterialien
  - inkl. Unterauftrag (APs 5.2+5.3): 15T €
- AP5.3: Verstetigung Schulungs- und Trainingskonzept inkl. Serious Game
  - inkl. Unterauftrag (APs 5.2+5.3): 15T €

# AP5 – Anwender-Nutzer-Dialog



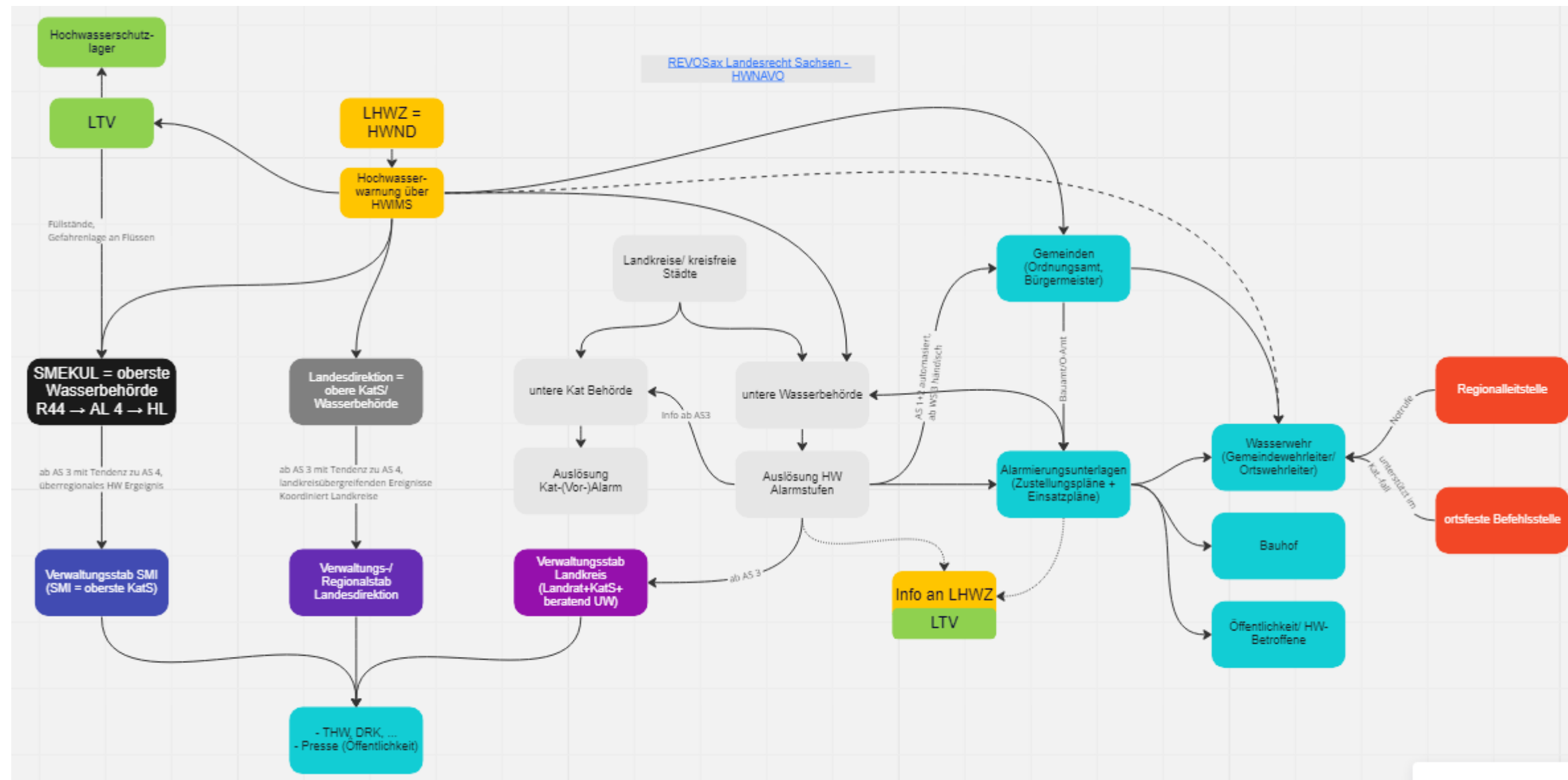
## Ergebnisse des AP5



# AP5 – Anwender-Nutzer-Dialog



## Ergebnisse des AP5



## Ablauf Verbundtreffen 28.03.2023

<b>09:00 Uhr</b>	Begrüßung und Vorstellung des Ablaufes
<b>09:10 Uhr</b>	Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting und Überblick Gesamtvorhaben
<b>09:20 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 1
<b>10:20 Uhr</b>	Kaffeepause
<b>10:30 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 2
<b>12:00 Uhr</b>	<b>Gemeinsames Mittagessen</b>
<b>13:00 Uhr</b>	Organisatorisches und Wrap-Up
<b>15:00 Uhr</b>	Ende

## Ablauf Verbundtreffen 28.03.2023

<b>09:00 Uhr</b>	Begrüßung und Vorstellung des Ablaufes
<b>09:10 Uhr</b>	Protokollkontrolle Kick-Off-Meeting und Überblick Gesamtvorhaben
<b>09:20 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 1
<b>10:20 Uhr</b>	Kaffeepause
<b>10:30 Uhr</b>	Arbeitsstand einzelne Arbeitspakete – Teil 2
<b>12:00 Uhr</b>	Gemeinsames Mittagessen
<b>13:00 Uhr</b>	Organisatorisches und Wrap-Up
<b>15:00 Uhr</b>	Ende



## Beiträge auf Konferenzen

- Graf, M., Vogel, C., Wenzel, M., Polz, J., Winterrath, T. und Chwala C.: Niederschlagserfassung mit kommerziellen Richtfunkstrecken (CMLs) in Deutschland und erste Ergebnisse einer Kombination mit Wetterradardaten. **Tag der Hydrologie 2023**, Bochum (Vortrag)
- Philipp, A., Sallwey, J., Stefanova, A., Müller, U., Winterrath, T., Vogel, C., Wenzel, M., Chwala, C., Graf, M., Kunstmann, H., Grundmann, J., Wagner, M., Schütze, N. und Müller, M.: Innovative Methoden der Niederschlagsmessung und -vorhersage im Einsatz für die Hochwasserfrühwarnung in kleinen Einzugsgebieten (HoWa-PRO). **Tag der Hydrologie 2023**, Bochum (Poster) → **Award** 😊
- Vogel, C., Wenzel, M., Graf, M., Chwala, C. und Winterrath, T.: Möglichkeiten und Herausforderungen der Weiterentwicklung des RADOLAN-Verfahrens. **Tag der Hydrologie 2023**, Bochum (Poster)
- Geplante Beiträge: **EGU 2023** (Graf, M.; Vogel C.; Wagner M.; Grundmann, J.; Wenzel, M.), **ICASSP 2023** (Graf, M.), **DMG Fachtagung** (Chwala, C.)

## Hinweise zur Berichtspflicht

- Zwischenberichte gemäß Muster (kalenderjährlich, jeweils zum 30.04., Einsendung per Email-Anhang, von jedem ZE individuell zu erstellen.
- Bitte Vorlage (Überschriftengliederung) berücksichtigen!)
  - Zusammenfassung aller wichtigen Ergebnisse
  - Status der einzelnen Arbeitspakete
  - Stellungnahmen zum Projektfortschritt
  - Fortschreibung des Verwertungsplans
- Reise-/ Tagungsberichte bei Auslandsreisen (innerhalb von vier Wochen, per E-Mail)
- Schlussbericht gemäß Muster (innerhalb von 6 Monaten nach Projektende)

## Hinweise zur Berichtspflicht - administrativ

### ■ Jährliche Berichtspflicht:

- Zwischennachweis = kalenderjährliche Abrechnung der entstandenen Kosten/Ausgaben eines vergangenen Jahres
- Formblatt wird von uns am Anfang eines jeden Kalenderjahres zur Verfügung gestellt (erhalten Sie per Post oder über profi-online)

### ■ Weitere Unterlagen:

- AZA: „Liste der Gegenstände“ (falls in Pos. 0850 etwas beschafft wurde)
- AZK (Pauschalierte Abrechnung): Stundennachweise
- Keine Rechnungen, Belege etc. (nur auf Anforderung)
- Vorlage: spätestens zum 30.04. des jeweiligen Kalenderjahre

## Fristen und Termine im Überblick

- Kooperationsvereinbarung: 6 Monate nach Projektstart → **bitte Nachtrag möglichst zügig bearbeiten**
- Verbundtreffen: alle 6 Monate → **Termin für nächstes Treffen - Meilensteintreffen? → 25. -26.09.23**
- Zwischennachweis & Zwischenbericht (kalenderjährlich): Ende April → **bitte mit Förderkennzeichen an [VDITZ\\_Foerderprojekte\\_Zwischenberichte@vdi.de](mailto:VDITZ_Foerderprojekte_Zwischenberichte@vdi.de) schicken**
- Zahlungsanforderung: möglichst alle 2-3 Monate; die letzte ZA des Kalenderjahres bitte Oktober / Anfang November vorlegen
- Verwendungsnachweis/ Abschlussbericht: 6 Monate nach Projektende

## Hinweise zu Veröffentlichungen

- Veröffentlichungen (Wissenschaftliche Veröffentlichungen, Patentanmeldungen, Prospekte etc.) auch an den PT versenden
- Bei Veröffentlichungen immer auf die Förderung hinweisen
  - ... im Zuge der Bekanntmachung „Innovation im Einsatz – Praxisleuchttürme der zivile Sicherheit“ des BMBF im Rahmen des Programms „Forschung für die zivile Sicherheit“ der Bundesregierung
  - .. BMBF-Logo immer gut sichtbar verwenden.



*Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!*

