

HoWa-innovativ: Workshop 2

Training und Handlungsoptionen

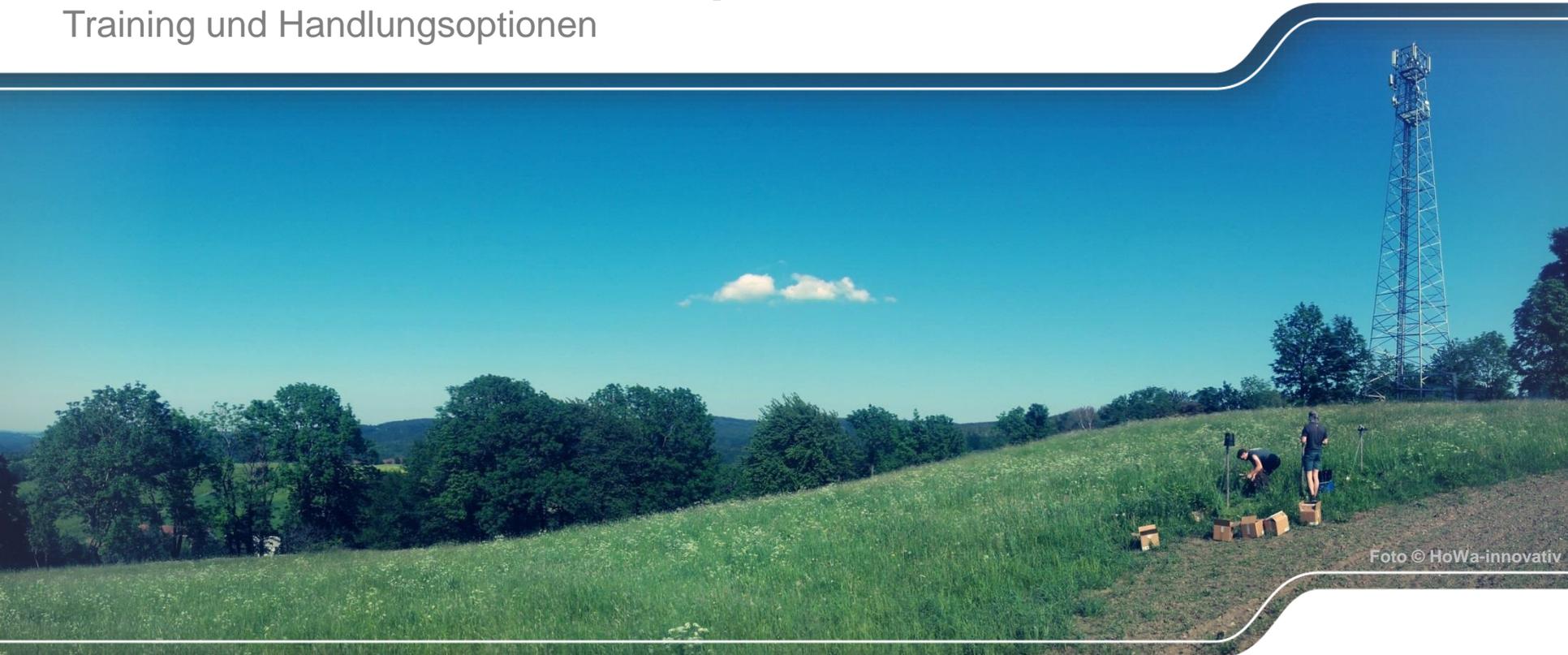


Foto © HoWa-innovativ

Naturgefahren – *Ursachen und Vorsorge*

Andy Philipp¹, Achim Six¹, Jens Grundmann²

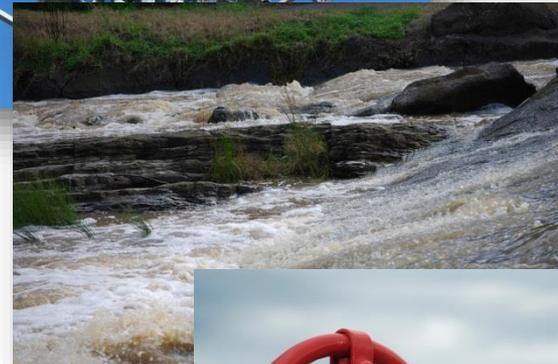
¹Landeshochwasserzentrum Sachsen und

²Technische Universität Dresden

HoWa-innovativ

Ein Verbundprojekt!

- I 3 Partner – 3 Bereiche:
 - I **Univ. Augsburg:**
Verbesserung kleinräumiger
Niederschlagsmessung
mittels Richtfunkstrecken
 - I **TU Dresden:**
Hydrologische Modellierung
unter Unsicherheit
 - I **LHWZ:**
Nutzer-sensibles Design
von wahrscheinlichkeits-
basierten Warnprodukten



HoWa-innovativ

Zielstellung

- I Konzeption und Ableitung einer **innovativen, integrierten Niederschlags-Schätzung** („Best Guess“)
- I **Demonstration des Mehrwertes** dieser innovativen Niederschlagsschätzung
 - I **Online-Verarbeitung der neuen Niederschlagsschätzung** in der operationellen Hochwasservorhersage und -Frühwarnung → Vergleich/Mehrwert zu Antrieb mit „Standard“-Niederschlagsprodukten
- I Verarbeitung und Kommunikation der **Unsicherheiten in der Vorhersage**
- I Demonstrator **probabilistisches Frühwarnprodukt**, speziell für **kleine Einzugsgebiete**
- I **Schulung und Training** von verschiedenen Nutzergruppen
 - I Erarbeitung geeigneter Warnprodukte **gemeinsam mit den Nutzern**
 - I **Schulung** der Stakeholder vor Ort (Kat.-Schutz, Feuerwehren, ...) → Umgang mit Unsicherheiten bei der HW-Warnung

HoWa-innovativ

Übersicht Workshopkonzept

I **WS 1 (09/2019): Praxisanforderungen (→ heute)**

- I Was sind Warnprodukte? Welche Warnprodukte gibt es?
- I Angabe und Darstellung von Zuverlässigkeiten?
- I Welche Anforderungen an solche Warnprodukte haben die Nutzer?

I **WS 2 (2020): Training und Handlungsoptionen**

- I Vorstellung neues Frühwarntool („Beta-Version Demonstrator“)
- I Training: Entscheidungen unter Unsicherheit / Nutzungsvarianten diverser Produkte

I **WS 3 (2021): Praxistauglichkeit des Frühwarn-Tools**

- I Vorstellung Änderungen am Frühwarntool (nach Nutzerwünschen)
- I Diskussion/Festlegungen für ein „sachsenweites Produkt“

HoWa-innovativ

Agenda Workshop 2

I Block 1: Rückblick Inhalte Workshop 1 und Motivation

- I Motivation; das Vorhersageproblem
- I Warum gibt es unterschiedliche Warnprodukte? Warum mit Wahrscheinlichkeiten arbeiten?

I Block 2: Vorstellung Demonstrator

- I Probabilistische Vorhersagen und Warnungen
- I Grundgerüst und unterschiedliche Darstellungsvarianten

I Block 3: Training und Schulung

- I Anwendungsfälle
- I Tipps und Handlungsoptionen

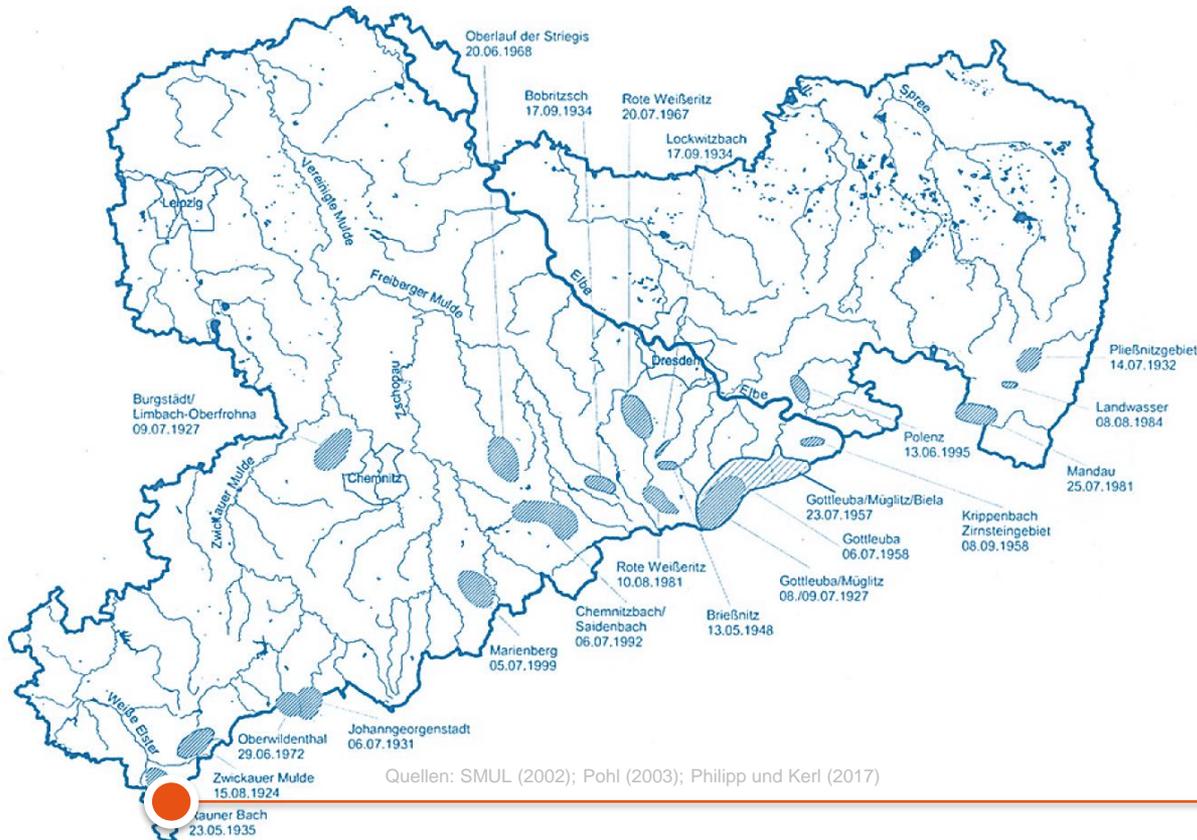


Block 1: Rückblick und Motivation

www.howa-innovativ.sachsen.de

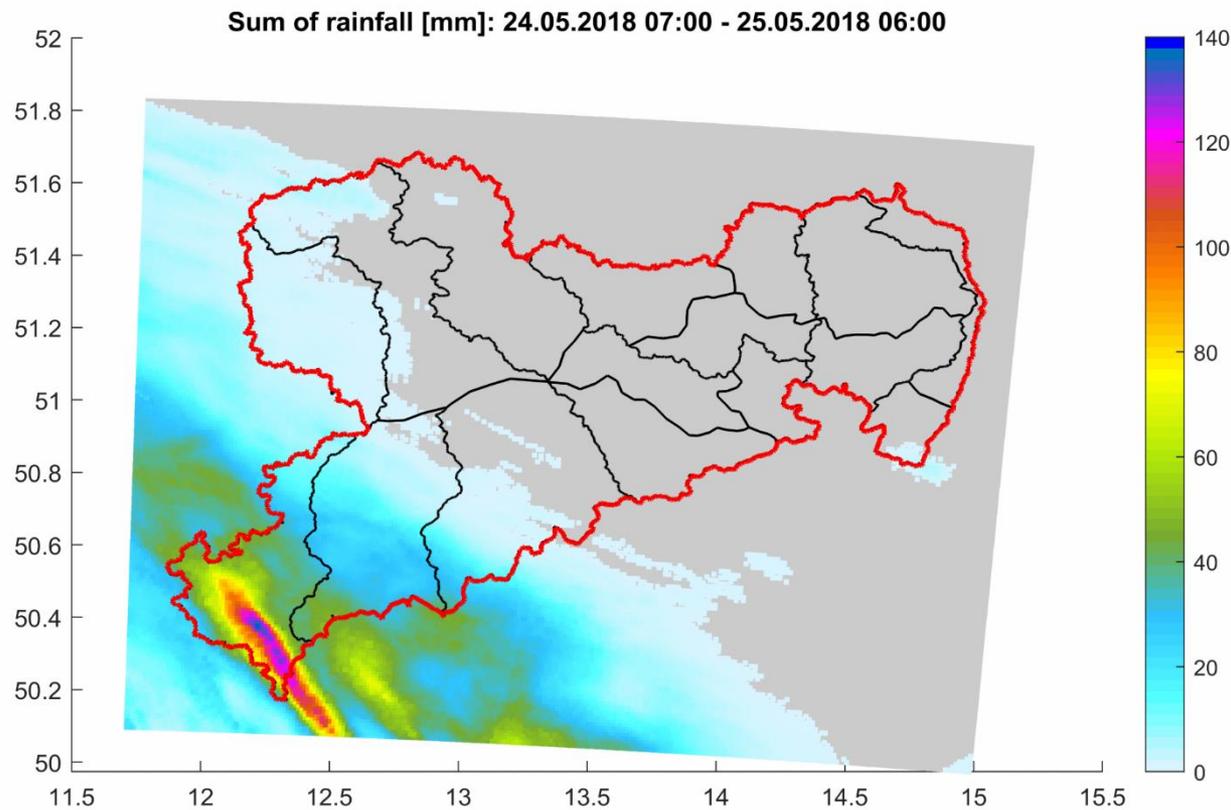


Und bei Extremhochwasser? Ereignis 24.05.2018 im Vogtland

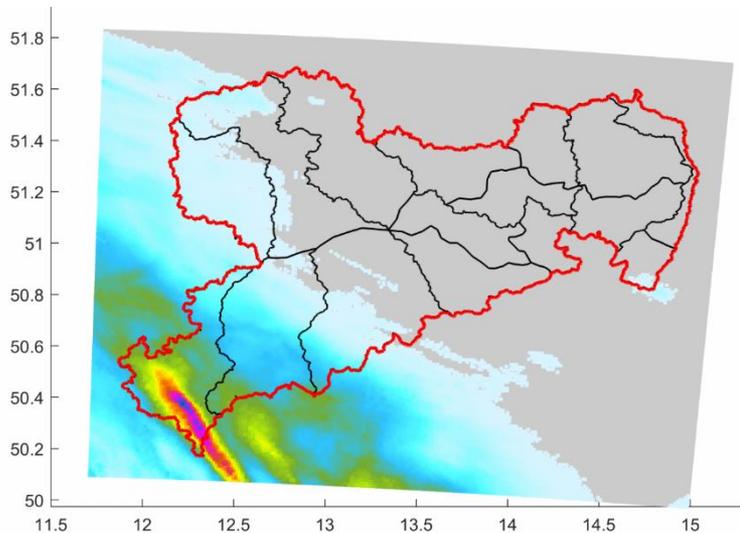


© B. März

Und bei Extremhochwasser? Ereignis 24.05.2018 im Vogtland



Und bei Extremhochwasser? Ereignis 24.05.2018 im Vogtland

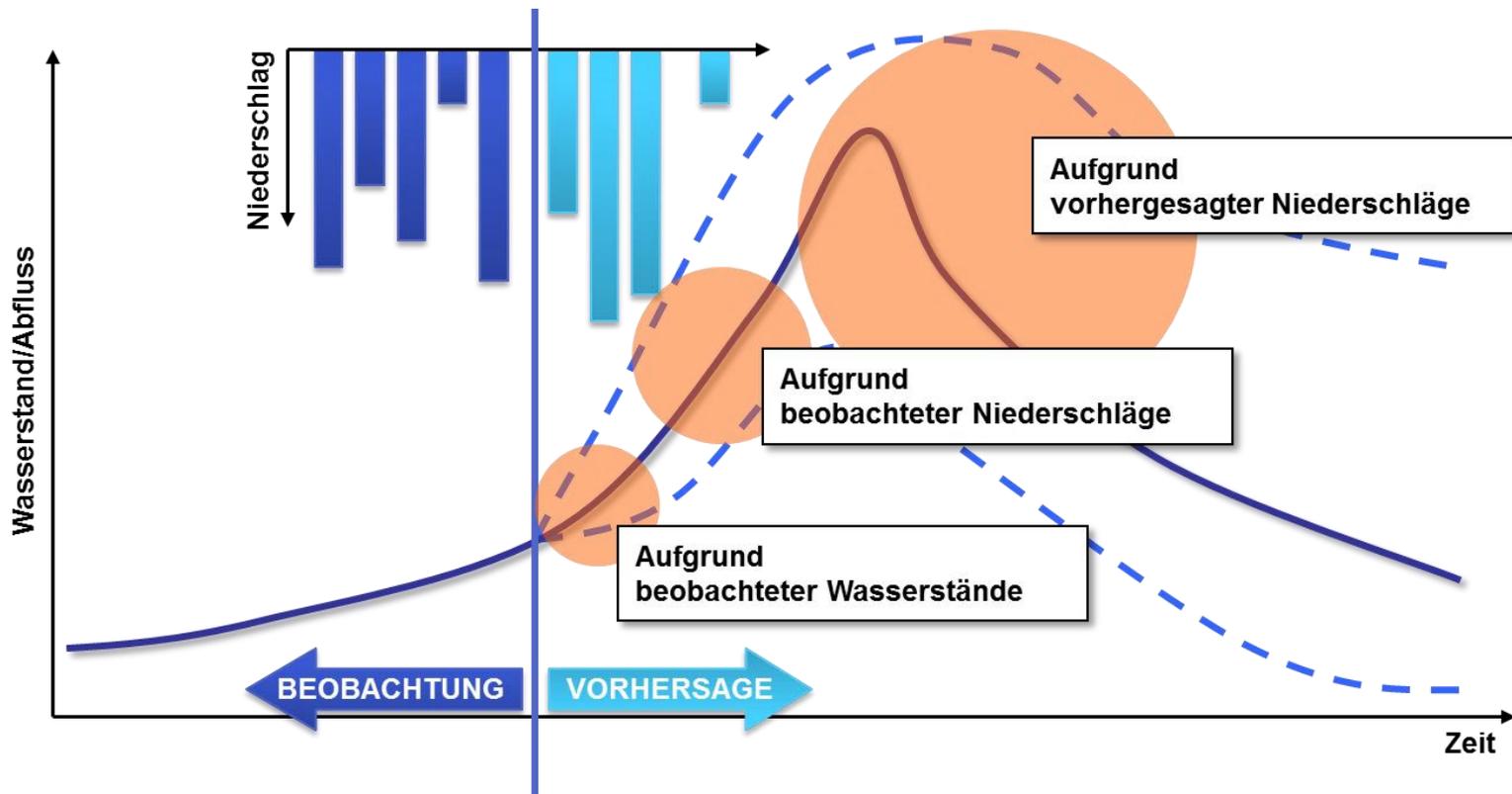


Bad Elster-Sohl (DWD); statistische Einordnung

Andauer (h)	Höchste Niederschlagshöhe (mm)	Jährlichkeit nach KOSTRA-2010R (Jahre)
1	36,7	~10
2	68,5	~100
3	91,2	>100
6	128,5	>>100
12	150,2	>>100
24	151,8	>100

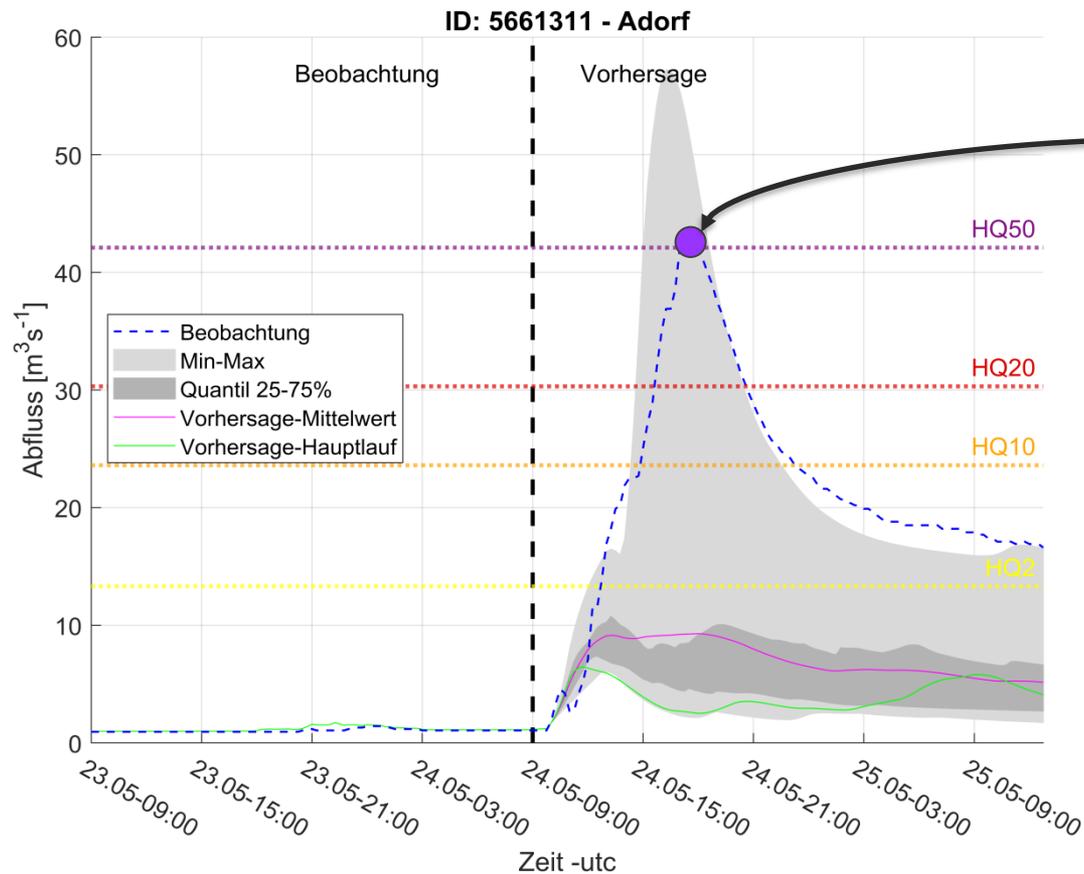
Übersicht Hochwasserwarnungen

Hochwasserfrühwarnung für kleine Einzugsgebiete



Möglichkeiten und Grenzen

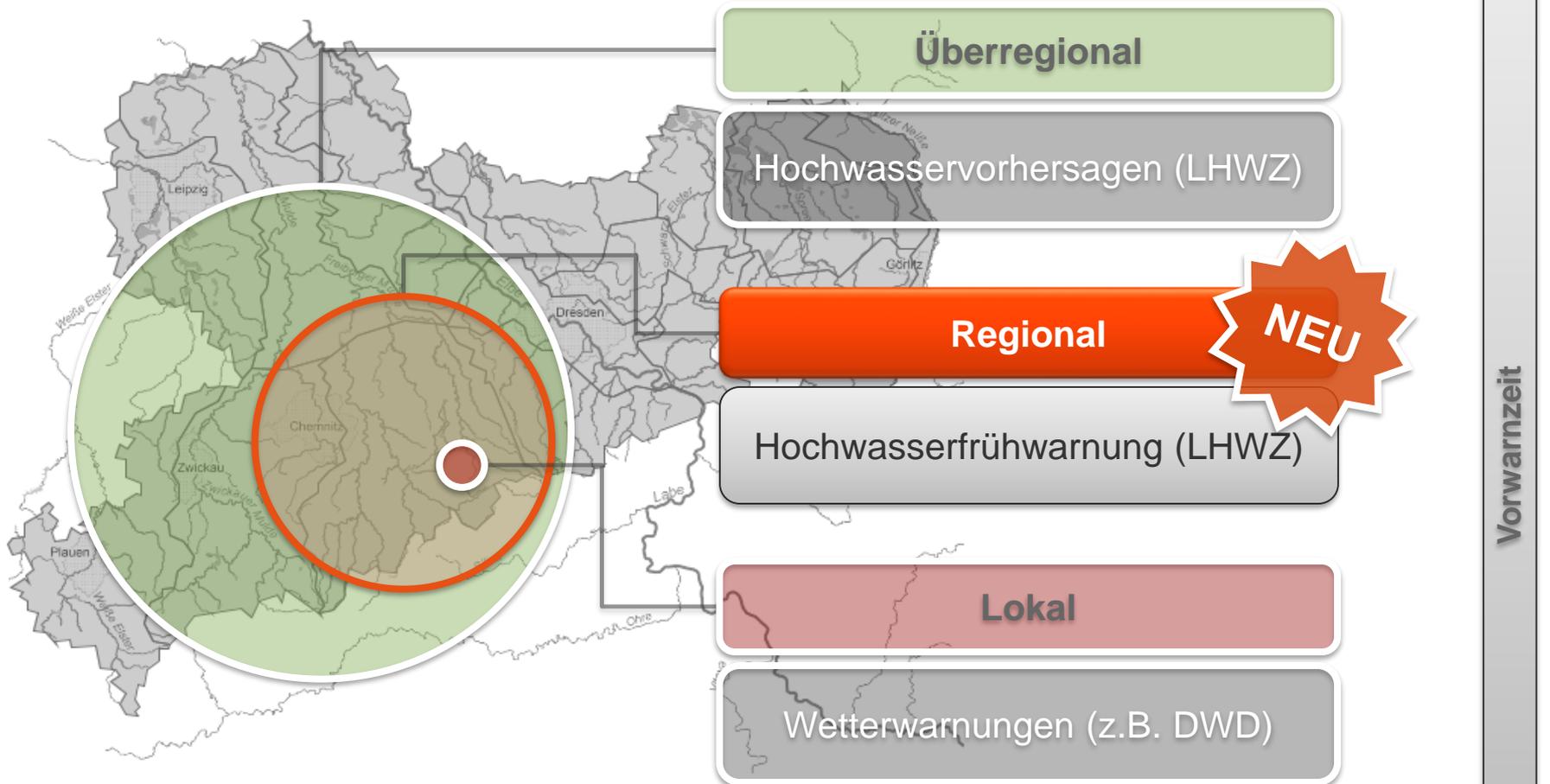
Ereignis 24.05.2018 im Vogtland (Vorhersage 09 UTC – 11 MESZ)



Max.: ca. 43 m³/s
(ca. 16 UTC)

Übersicht Hochwasserwarnungen

Einordnung Warnprodukte





Block 2: Vorstellung Demonstrator

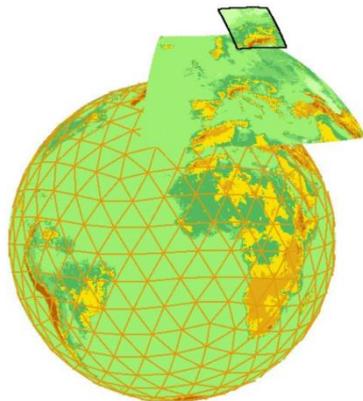
www.howa-innovativ.sachsen.de



Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

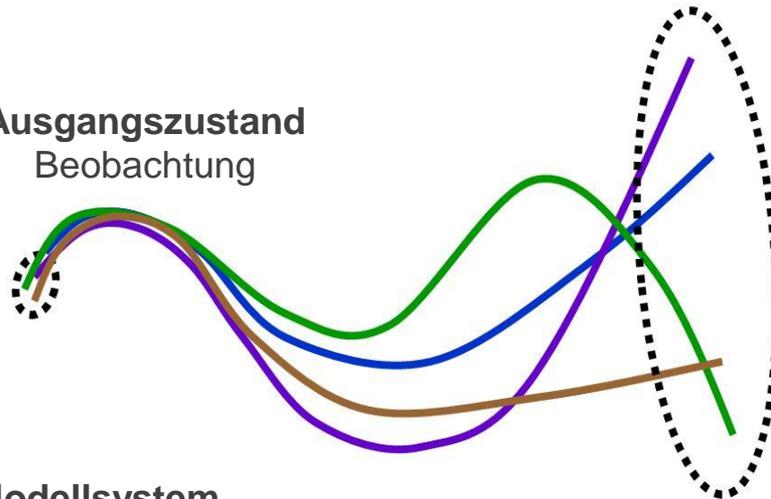
Meteorologische Ensemblevorhersagen

Was machen die Meteorologen?

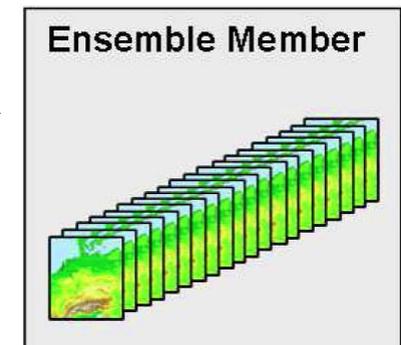


Modellkette des DWD

Ausgangszustand
Beobachtung



**Meteorologische
Ensemblevorhersagen**
z.B. DWD:
COSMO-D2-EPS
(20 Realisationen)



Variation im Modellsystem

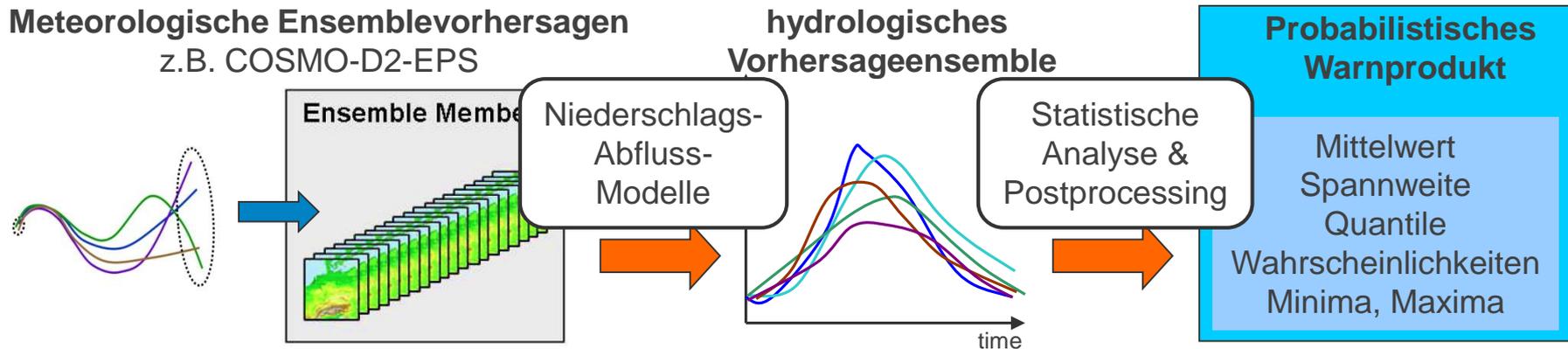
- Randbedingungen
- Anfangsbedingungen
- Modellphysik

Mögliche Zustände in der Zukunft

- Vorhersage
- charakterisieren Unsicherheit

Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

Zielstellung: probabilistische Warnungen für kleine Einzugsgebiete

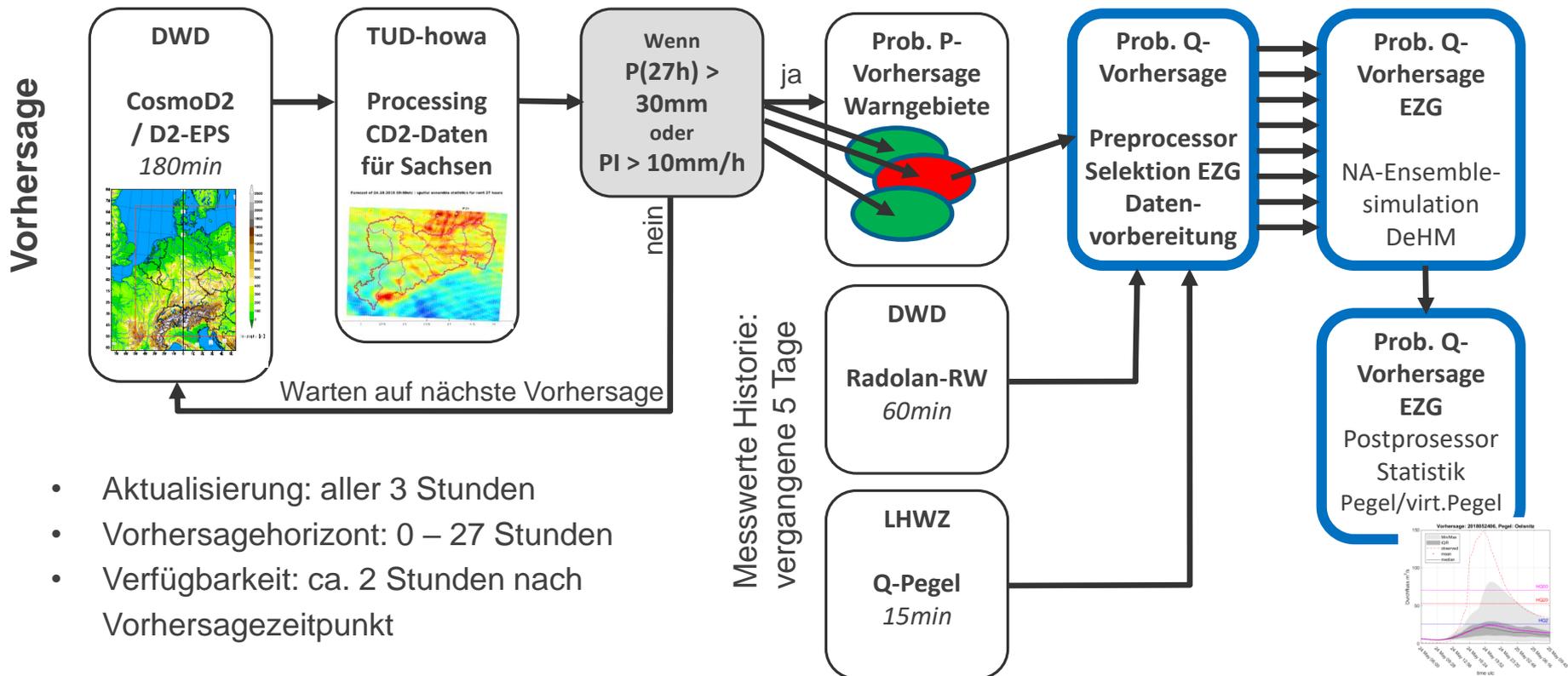


- **Unsicherheiten** in der meteorologischen Vorhersage sollte (muss) in die Hochwasserwarnung und Vorhersage einbezogen werden!
- Große Datenmengen → **Robuste und schnelle Prozessierung** erforderlich

Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

Zielstellung: Frühwarntool für kleine Einzugsgebiete

Frühwarnung, simulierte Niederschläge, 3 – 24 Stunden Vorwarnzeit



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

Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

Zielstellung: Frühwarntool für kleine Einzugsgebiete

Räumliche Struktur:

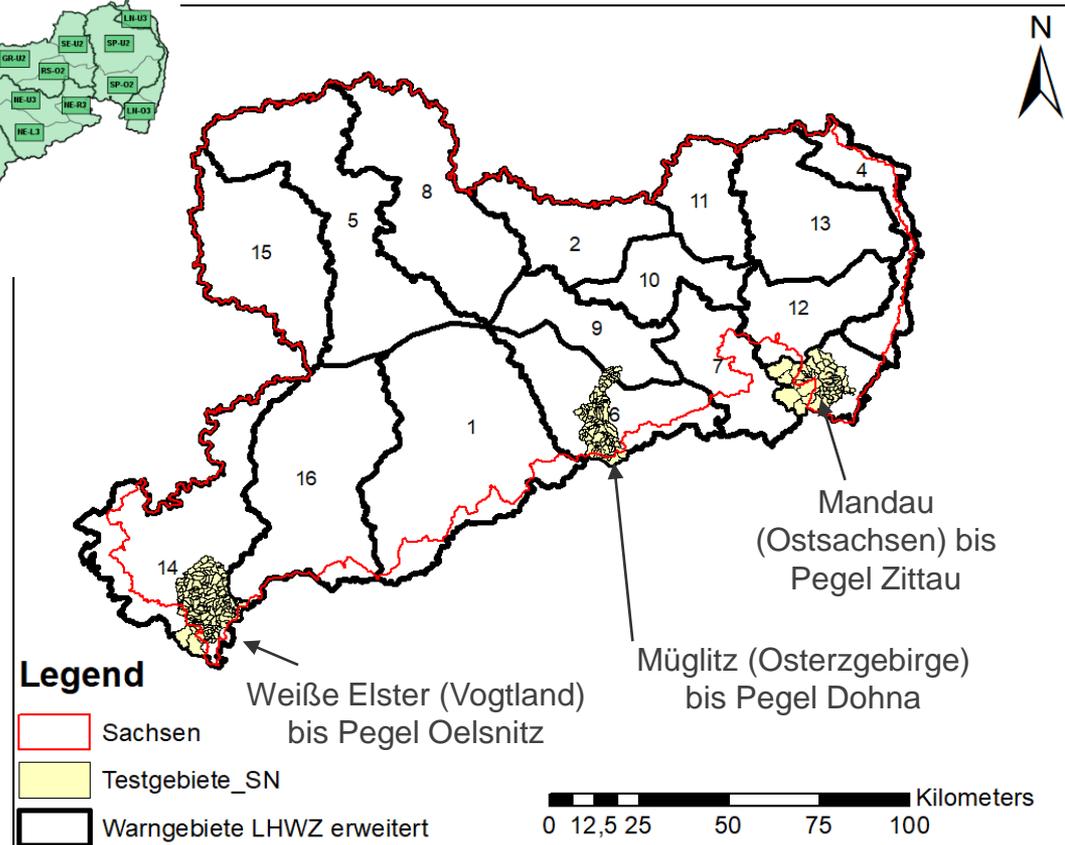
Warngebiete
(wie LHWZ-Frühwarnung)
Niederschlag



Einzugsgebiete
(beobachtete Pegel)
Niederschlag & Abfluss



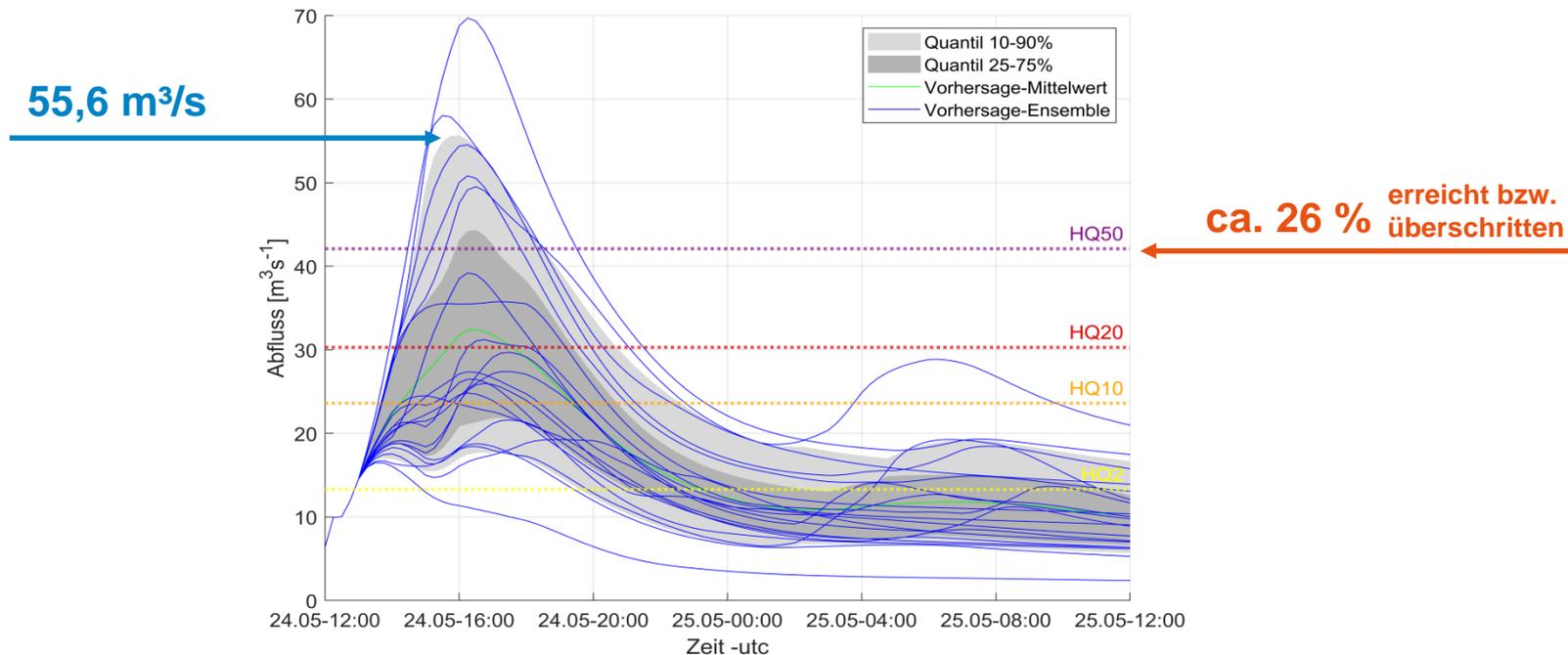
Teileinzugsgebiete
(unbeobachtet)
Niederschlag & Abfluss



Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

Statistische Analyse & Postprocessing

- Quantilstatistik:** Niederschlags- oder Durchflusswert, der für eine vorgegebene Wahrscheinlichkeit erreicht wird
- Schwellwertstatistik** (oder Grenzwertstatistik): Wahrscheinlichkeit mit der ein bestimmter Niederschlags- oder Durchflusswert (Schwellwert) erreicht wird



Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

② Schwellwerte Hochwasser

Merkmal	HQ-Werte für Pegel und unbeobachtete Querschnitte	Alarmstufen als Alternative für Meldepegel in Sachsen
Kleines Hochwasser	≥ 2-jährliches Hochwasser (HQ 2)	Alarmstufe 1: Beginn der Ausuferung
Mittleres Hochwasser	≥ 10-jährliches Hochwasser (HQ 10)	Alarmstufe 2: Überschwemmung von land- & forstwirtschaftlicher Flächen
Großes Hochwasser	≥ 20-jährliches Hochwasser (HQ 20)	Alarmstufe 3: Überschwemmung von Bebauung und überörtlicher Infrastruktur
Sehr großes Hochwasser	≥ 50-jährliches Hochwasser (HQ 50)	Alarmstufe 4: Überschwemmung mit hohen Schäden, Gefährdung für Menschen & Tiere

- HQ-Werte aus: Wasserhaushaltsportal Sachsen → Durchflusskennwerte (aus Statistik und Regionalisierung)
- Alarmstufen: Pegel-bezogene Festlegung gemäß Hochwassermeldeordnung
- Quelle: <https://www.hochwasserzentralen.de/info.htm>

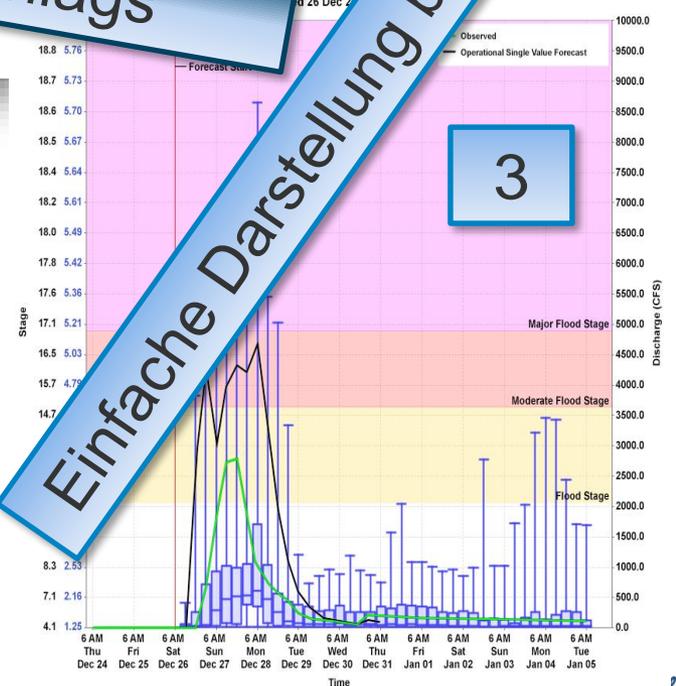
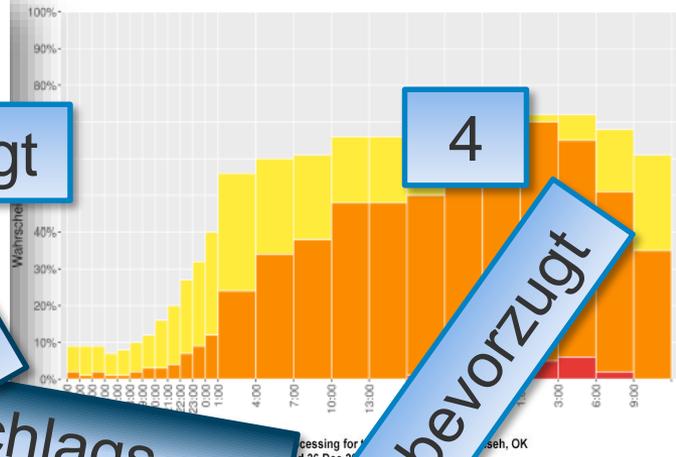
Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

① Schwellwerte Niederschlag

- **Schwellwertstatistik** (oder Grenzwertstatistik): Wahrscheinlichkeit mit der ein bestimmter Niederschlags- oder Durchflusswert (Schwellwert) erreicht wird
- Warnkriterien des DWD (Auswahl aus www.dwd.de/warnkriterien)

Starkregen	
Warnereignis	Schwellenwert
Starkregen	15 - 25 l/m ² in 1 Stunde
Heftiger Starkregen	25 - 40 l/m ² in 1 Stunde
Extrem heftiger Starkregen	> 40 l/m ² in 1 Stunde

Dauerregen	
Warnereignis	Schwellenwert
Dauerregen	30 - 50 l/m ² in 24 Stunden
Ergiebiger Dauerregen	50 - 80 l/m ² in 24 Stunden
Extrem ergiebiger Dauerregen	> 80 l/m ² in 24 Stunden

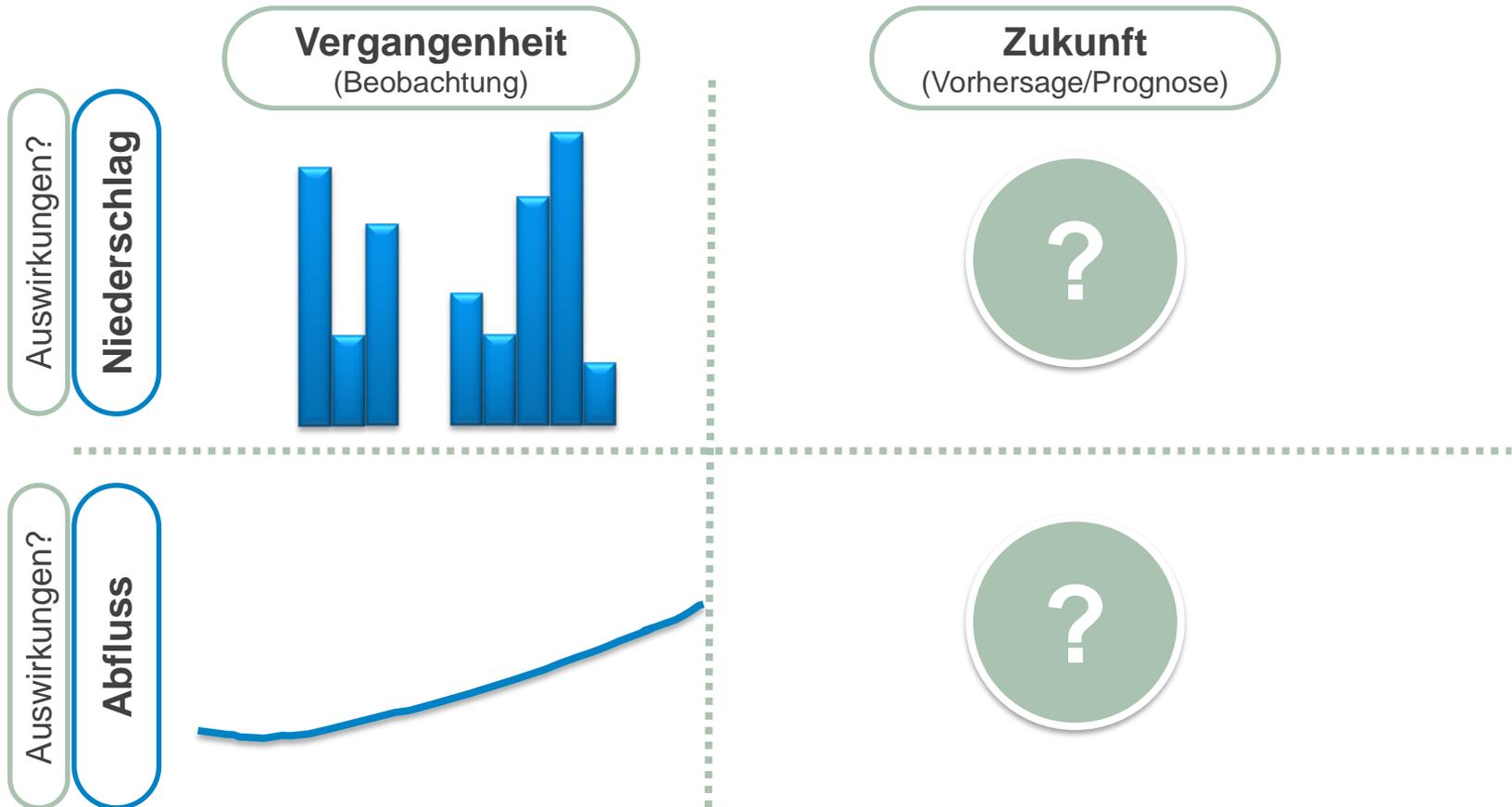


Überblicks- und detaillierte Darstellung

Einfache Darstellung bevorzugt

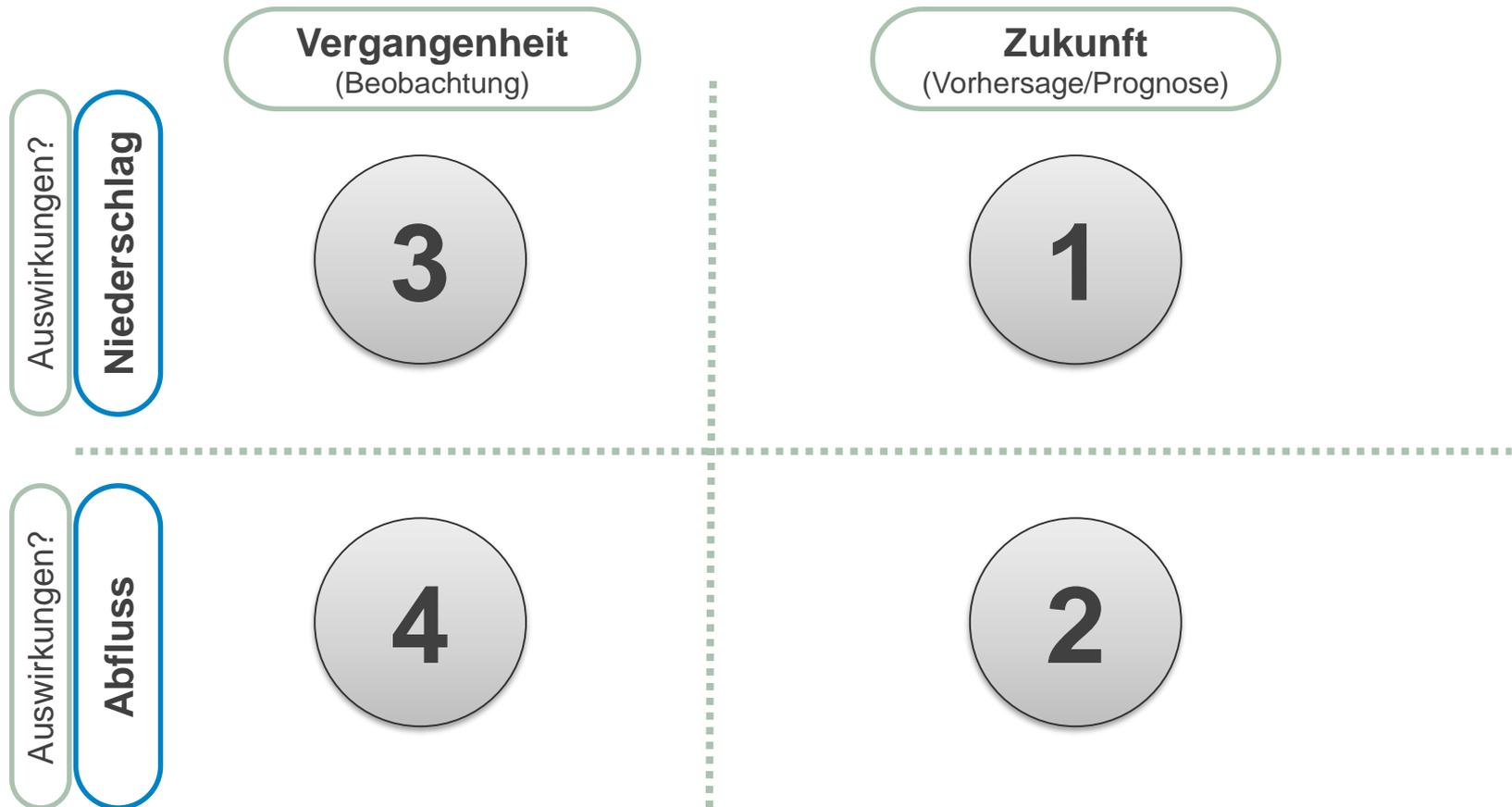
Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

Die Grundidee



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

Die Grundidee

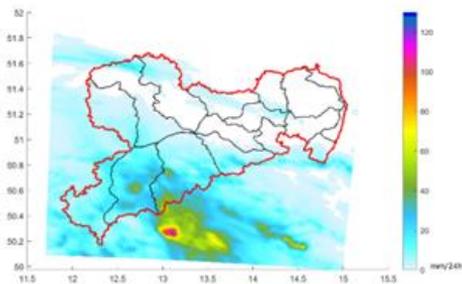


Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

Vorstellung Demonstrator-Web

3 24-h-Niederschlagssumme (Beobachtung)

Letzte Aktualisierung: 24.05.2018, 07:00 Uhr MESZ



Was sehe ich hier?
Hier sieht man die aktuellen **aufsummierten Niederschlagshöhen** der vergangenen 24 Stunden in Millimetern (Litern pro Quadratmeter). (Datenquelle: DWD)

4 Aktuelle Durchflüsse (Beobachtung)

Letzte Aktualisierung: 24.05.2018, 07:30 Uhr MESZ



Was sehe ich hier?
Hier sieht man die **aktuellen Durchflüsse** an den sächsischen Hochwasserpegeln. Bei Richtwert-Überschreitungen (Alarmstufen) werden die Punkte entsprechend eingefärbt. (Datenquelle: LHWZ)

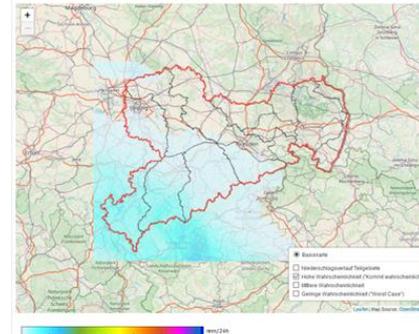
HoWa-innovativ: Demonstrator Hochwasserfrühwarnsystem

Allgemeine Informationen

Dieser Demonstrator wurde im Rahmen des Forschungsprojekts [HoWa-innovativ](#) erstellt. Er dient dazu, bestimmte für Hochwasser relevante Witterungsdaten vorzustellen und diese an einem für potentielle Nutzer beschreibbaren Zusammenhang zu bringen.

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

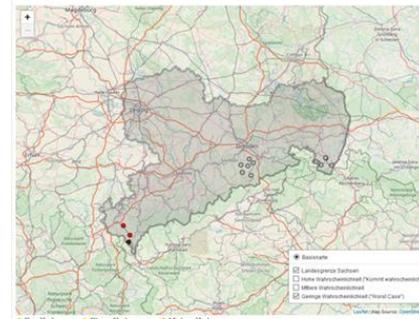
Zu Grunde liegende Vorhersage gültig bis: 24.05.2018, 05:00 Uhr MESZ bis 25.05.2018, 05:00 Uhr MESZ



Was sehe ich hier?
Hier sieht man eine **Prognose der Niederschlagsmengen** für die nächsten 24 Stunden. Die Angaben gibt es dabei für drei unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten: hoch ("Kommt wahrscheinlich"), mittel und gering wahrscheinlich ("Worst Case"). Eintrittswahrscheinlichkeiten haben eine geringere Wahrscheinlichkeit.

2 Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

Erstlingspunkt Prognose: 24.05.2018, 05:00 Uhr MESZ, gültig bis 25.05.2018, 05:00 Uhr MESZ



Was sehe ich hier?
Hier sieht man eine **Prognose der Hochwasserhöhen** für die nächsten 24 Stunden für bestimmte Gewässerabschnitte. Die Angaben gibt es dabei für drei unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten: hoch ("Kommt wahrscheinlich"), mittel und gering wahrscheinlich ("Worst Case"). Eintrittswahrscheinlichkeiten haben eine geringere Wahrscheinlichkeit.



Block 3: Training und Schulung

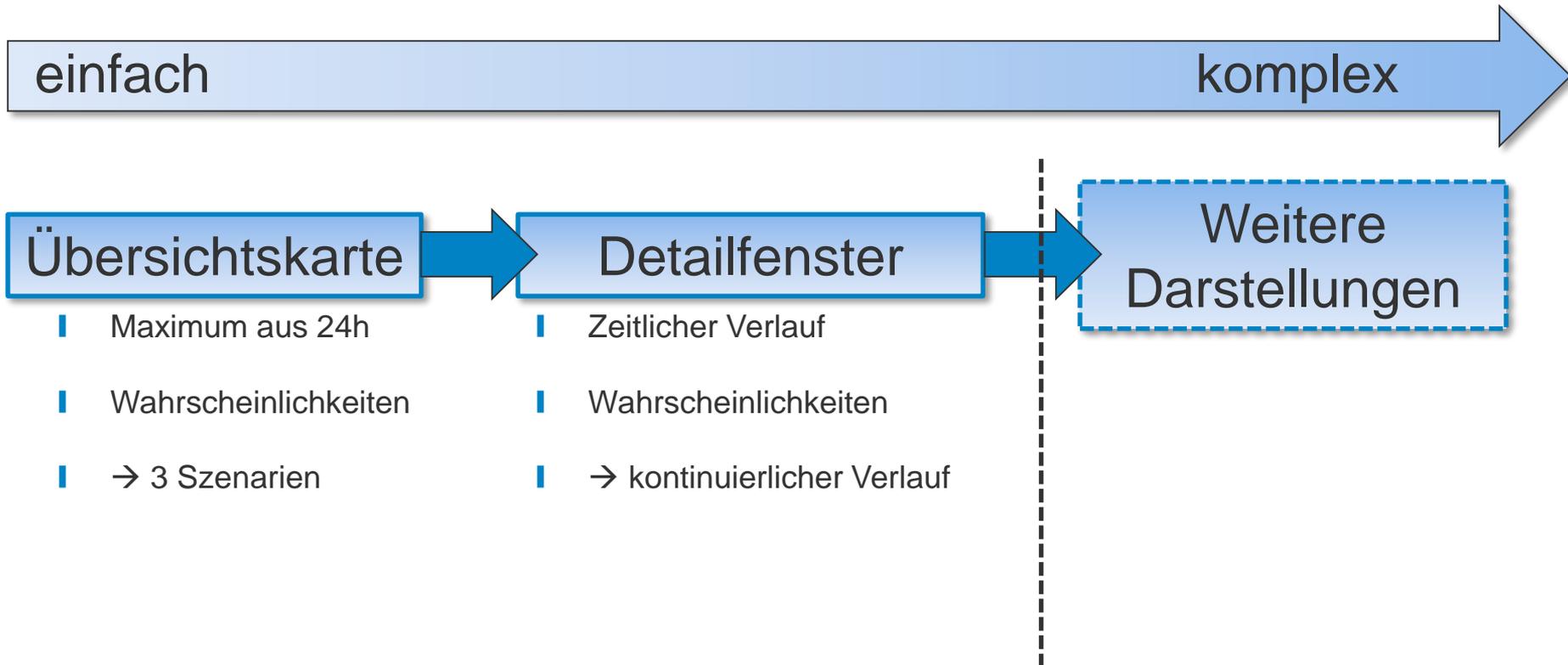
www.howa-innovativ.sachsen.de



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

- 1 Erwartete Niederschläge (Prognose)
- 2 Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

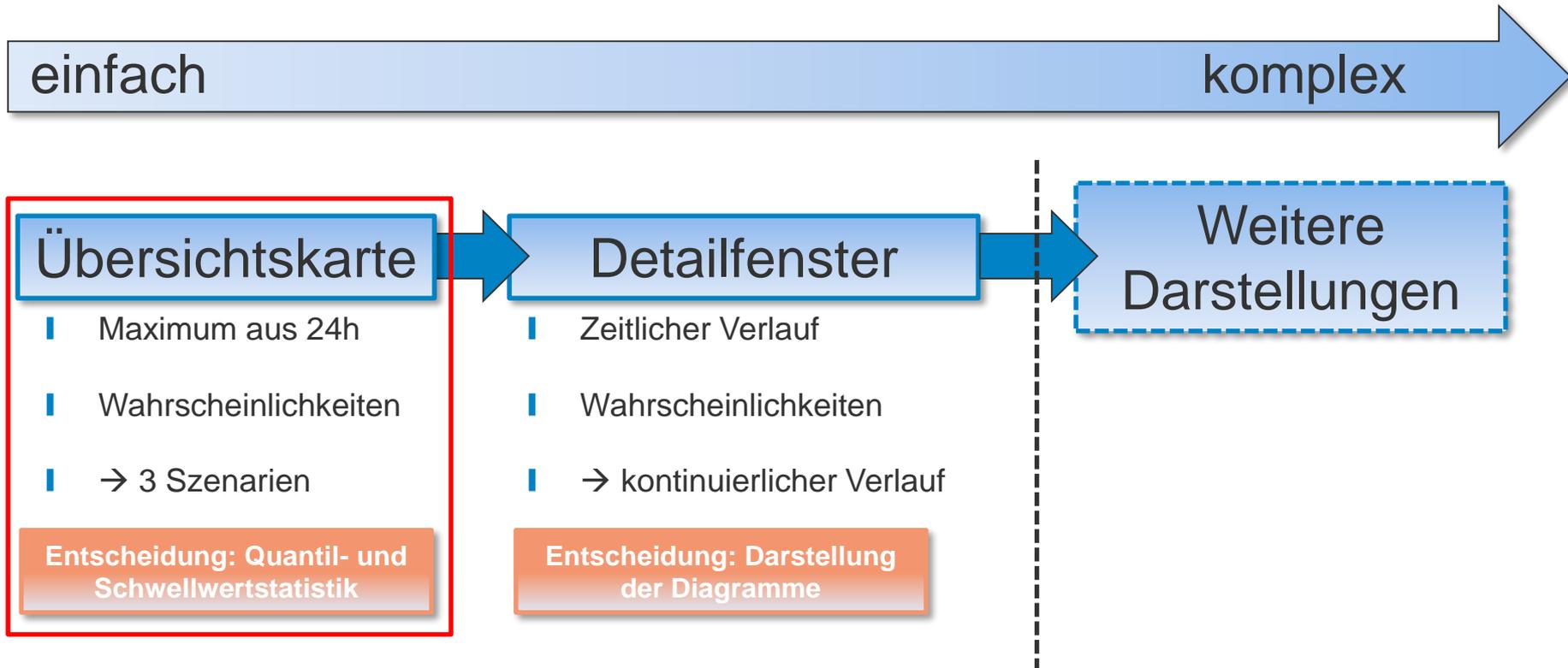
I Struktureller Aufbau



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

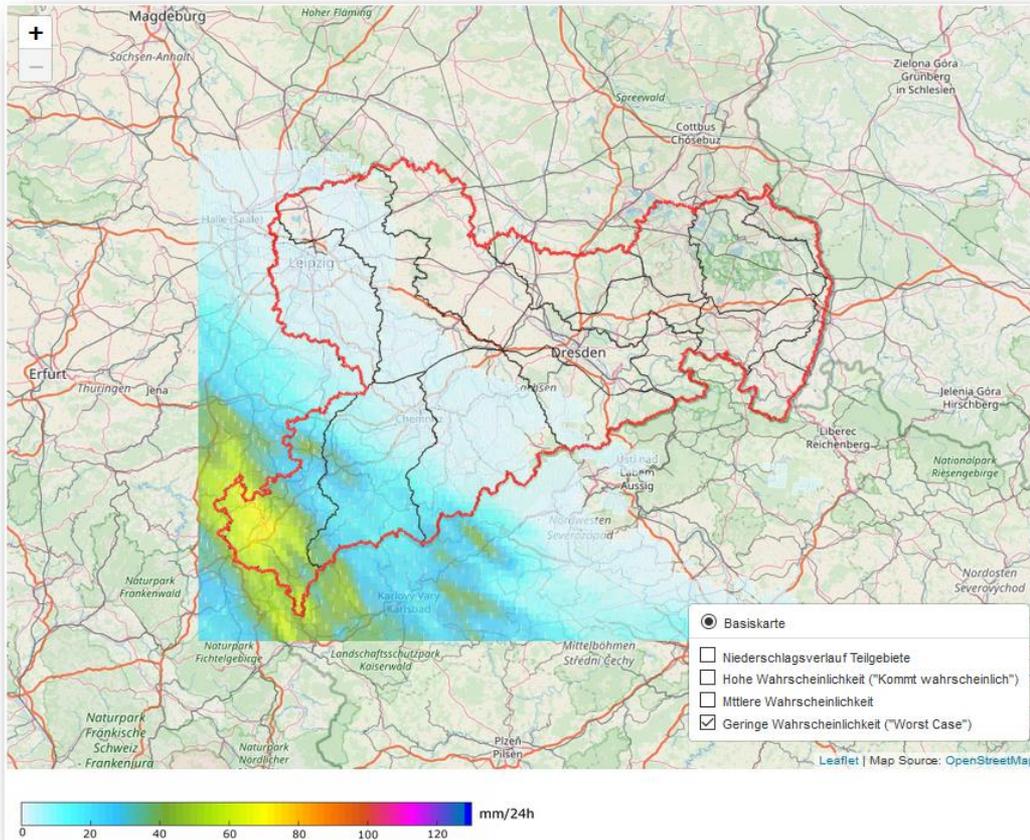
① Erwartete Niederschläge (Prognose)

Struktureller Aufbau



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

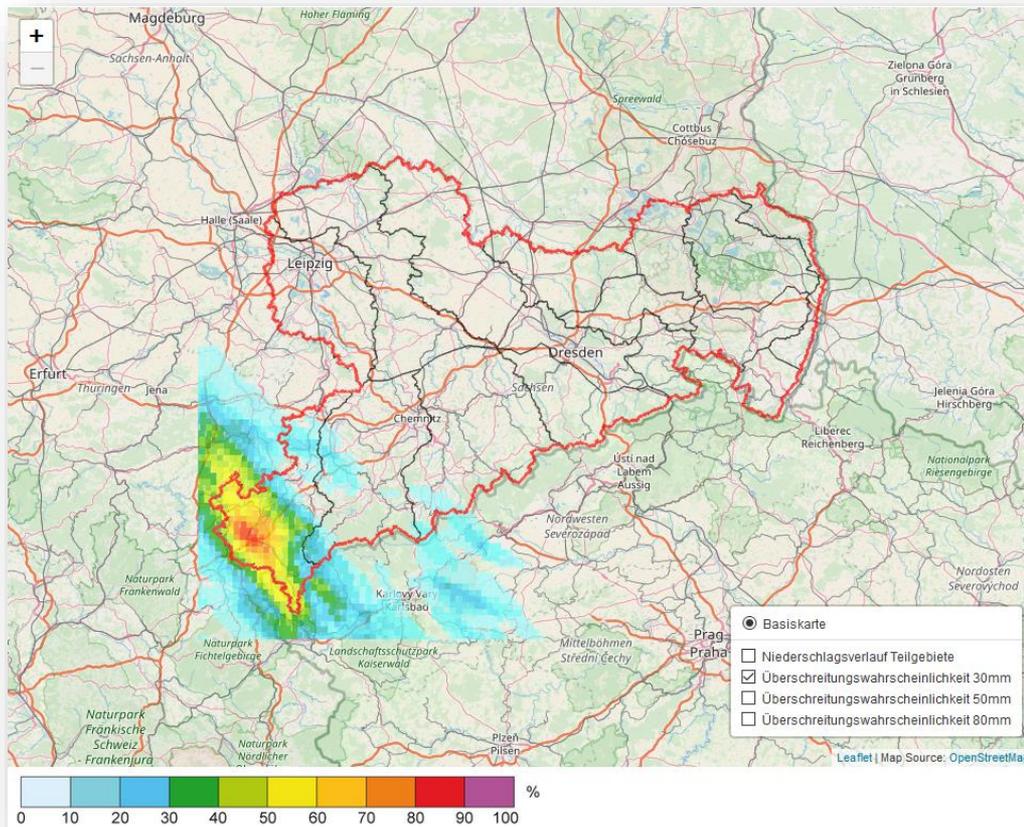


Was sehe ich hier?

Hier sieht man eine Prognose der **Niederschlagsmengen für die nächsten 24 Stunden**. Die Angaben gibt es dabei **für drei unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten**: hoch ("Kommt wahrscheinlich"), mittel und gering wahrscheinlich ("Worst Case"). Extremere/höhere Niederschläge haben eine geringere Wahrscheinlichkeit.

Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)



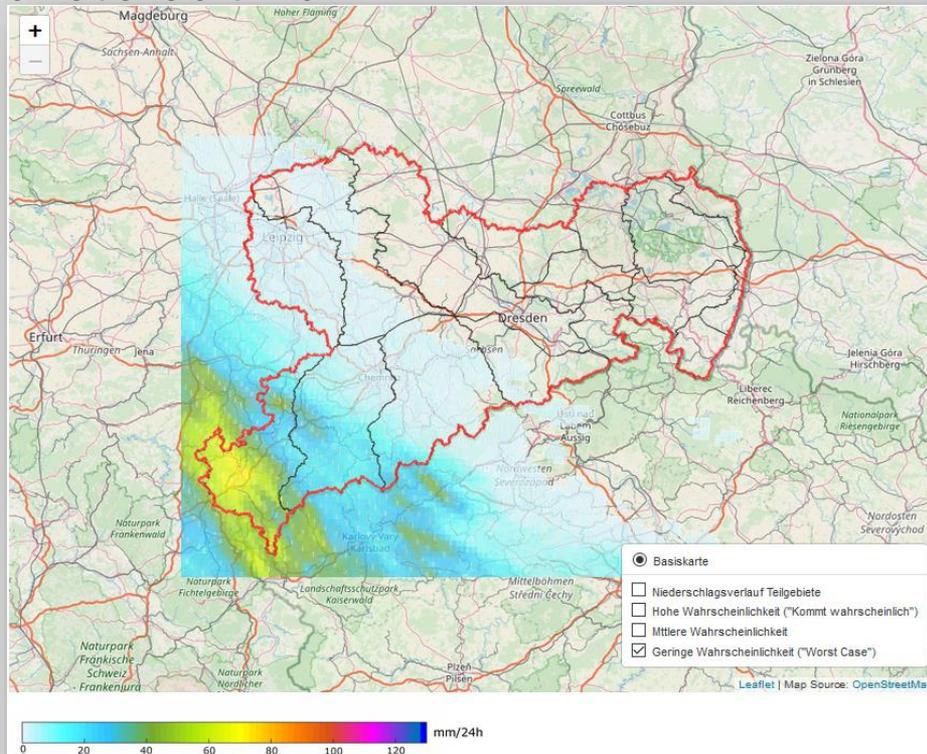
Was sehe ich hier?

Hier sieht man eine Prognose der **Wahrscheinlichkeit, mit der die Niederschlagsmengen der nächsten 24 Stunden einen gewissen Schwellenwert überschreitet**. Die Angaben gibt es dabei **für drei unterschiedliche Schwellenwerte**: 30mm, 50mm und 80mm. Die Überschreitung höherer Schwellenwerte hat eine geringere Wahrscheinlichkeit.

Umfrage: Frage 1

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

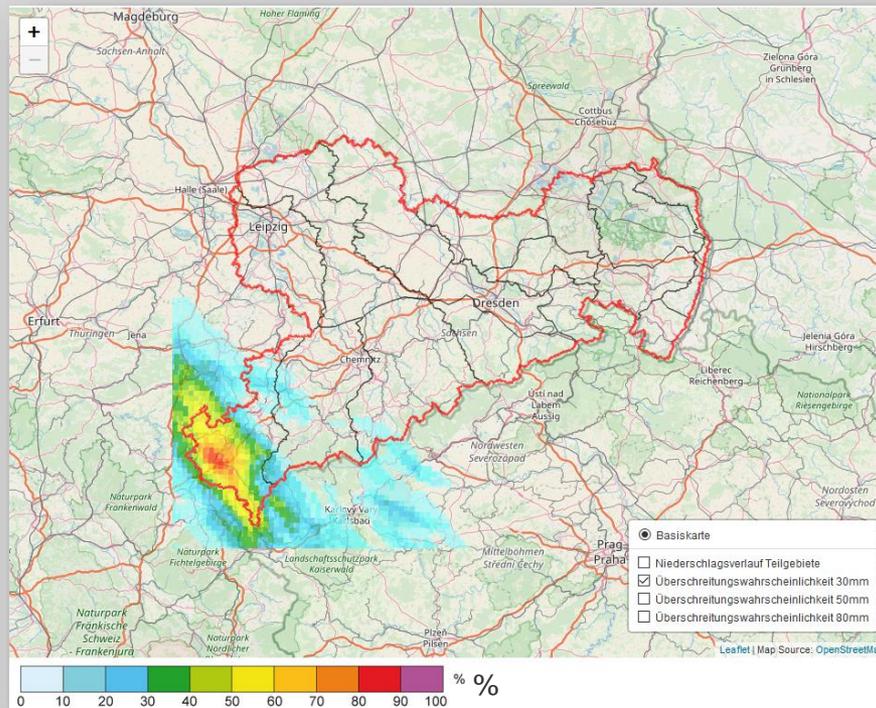
- I Welche Variante der Darstellung zum Überblick über die erwarteten Niederschläge bevorzugen Sie?
 - I A) **Quantilstatistik:** Niederschlags- oder Durchflusswert, der für eine vorgegebene Wahrscheinlichkeit erreicht wird



Umfrage: Frage 1

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

- I Welche Variante der Darstellung zum Überblick über die Gefährdung bevorzugen Sie?
 - B) **Schwellwertstatistik** (oder Grenzwertstatistik): Wahrscheinlichkeit mit der ein bestimmter Niederschlags- oder Durchflusswert (Schwellwert) erreicht wird



Umfrage: Frage 1

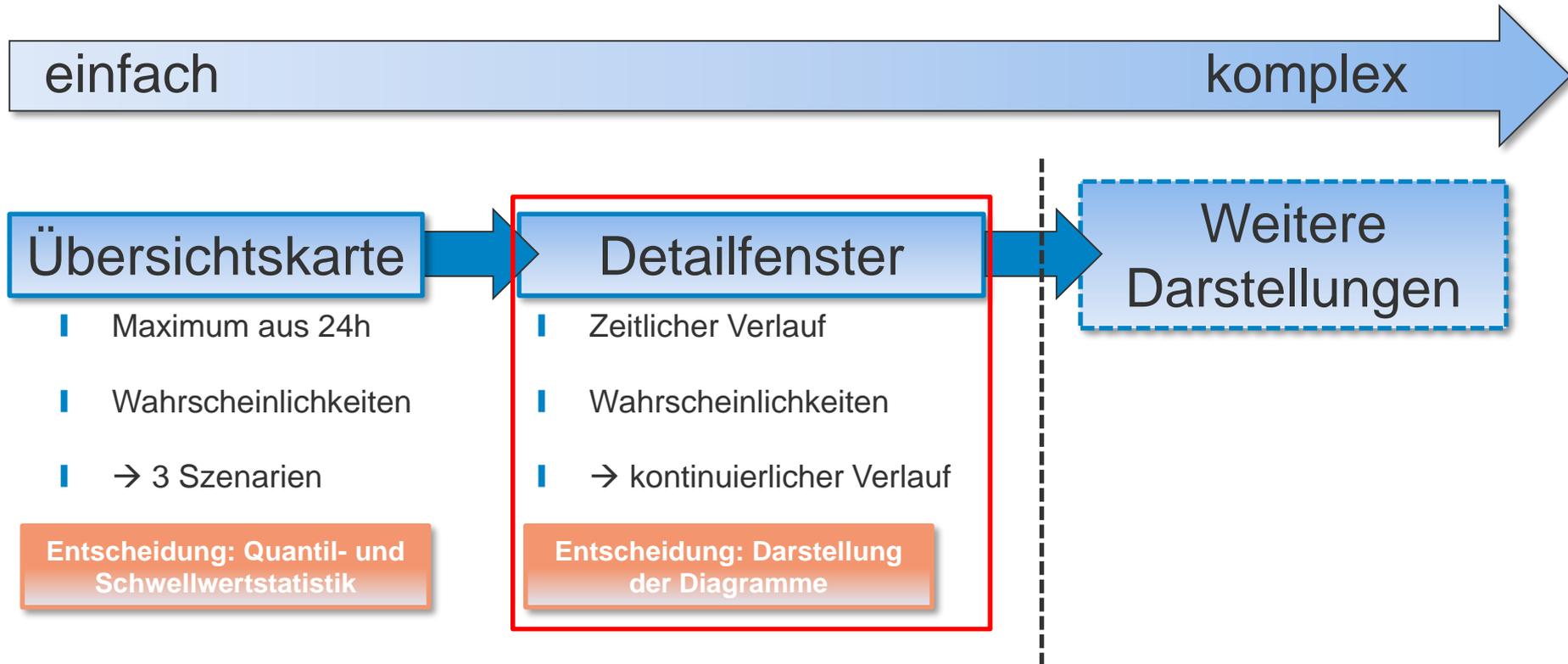
① Erwartete Niederschläge (Prognose)

- Welche Variante der Darstellung zum Überblick über die erwarteten Niederschläge bevorzugen Sie?
 - C) Beides (A und B)

Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

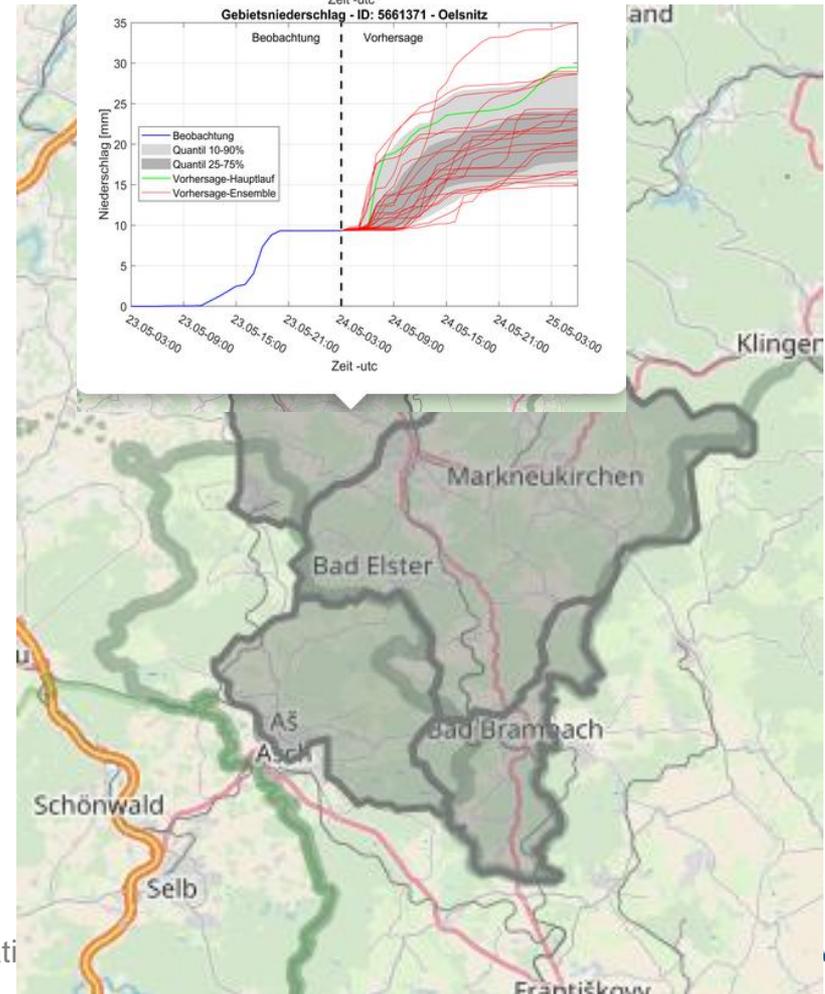
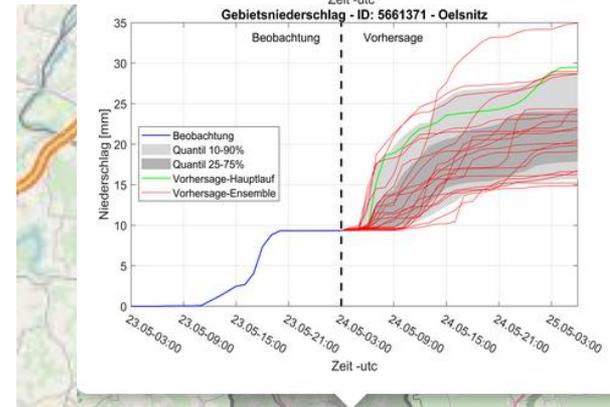
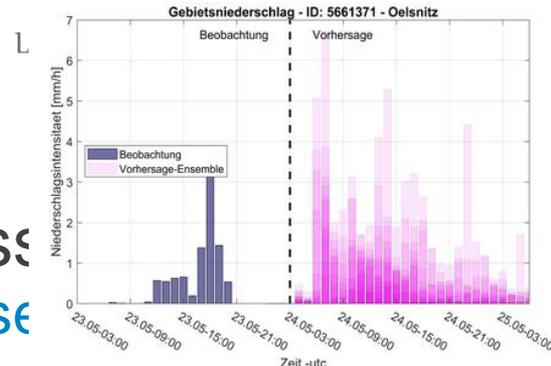
Struktureller Aufbau



Der Demonstrator zur Hochwass

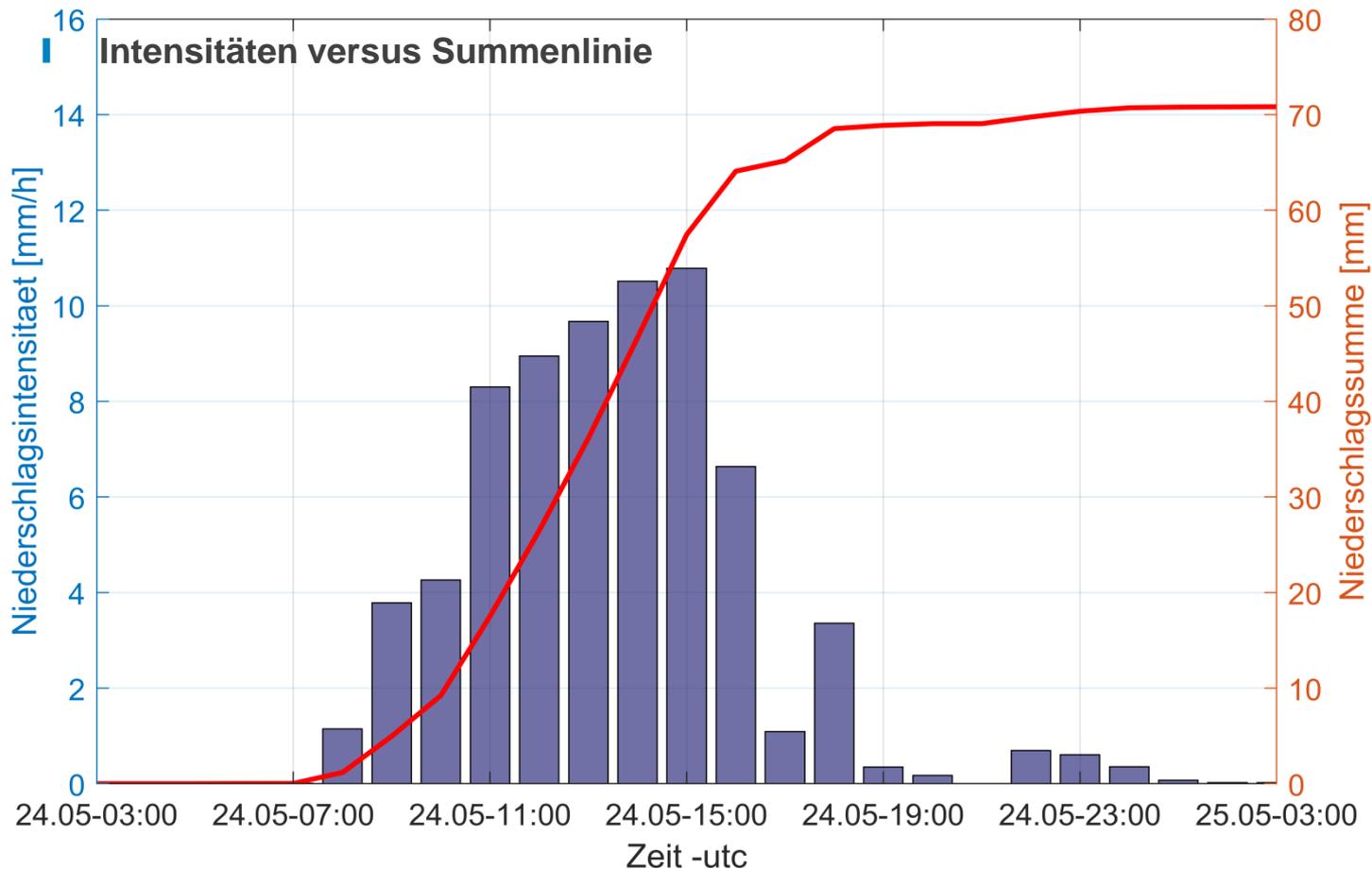
1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

- Einzugsgebiete von realen und virtuellen Pegeln
- Klick auf Einzugsgebiet
→ **Zeitlicher Verlauf** des gemittelten Gebietsniederschlags je Einzugsgebiet
- Darstellung des zeitlichen Verlaufs:
 - Intensitäten
 - Summenlinie
 - Beide



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

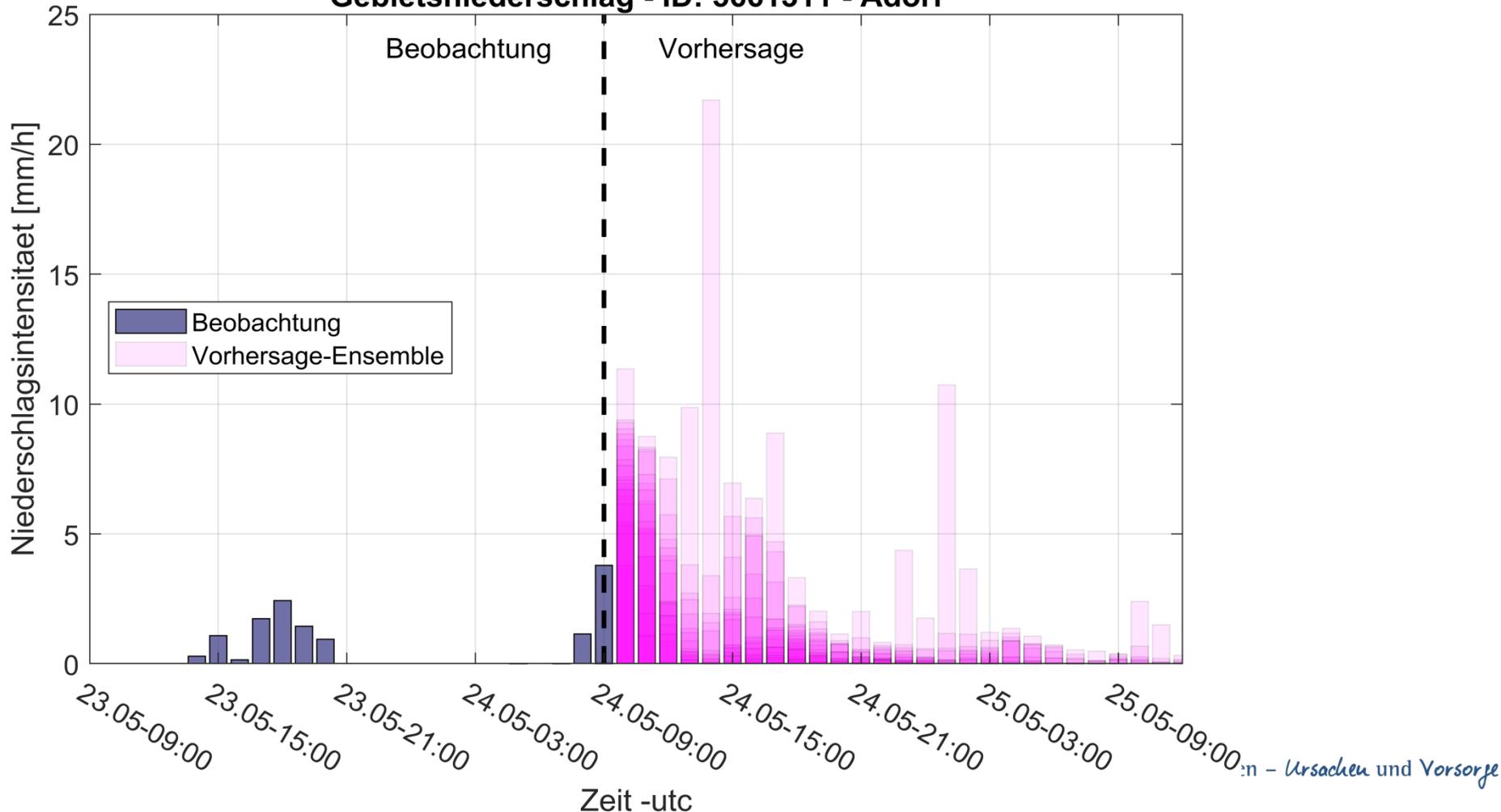
① Erwartete Niederschläge (Prognose)



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

① Erwartete Niederschläge (Prognose)

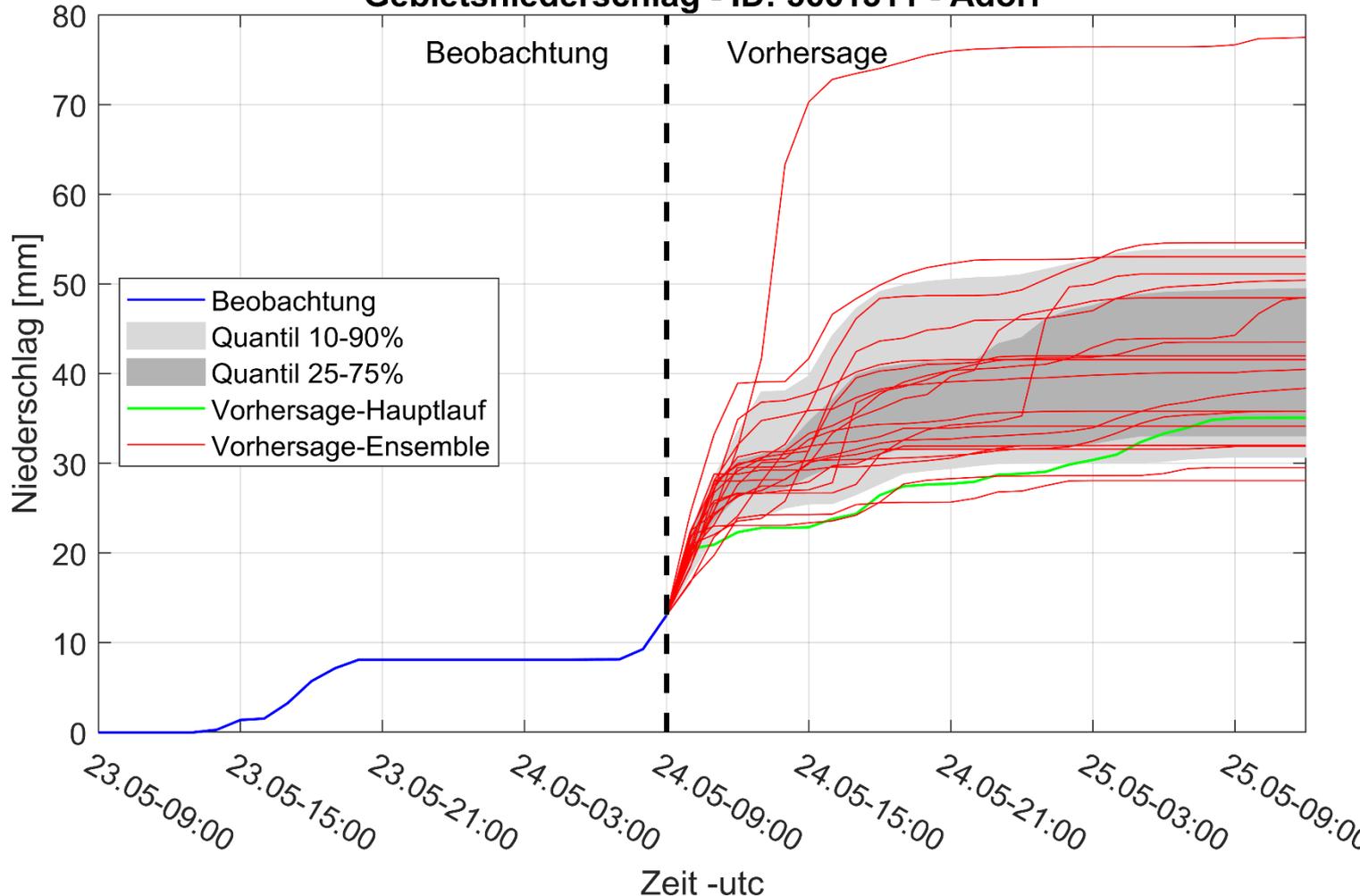
Gebietsniederschlag - ID: 5661311 - Adorf



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

① Erwartete Niederschläge (Prognose)

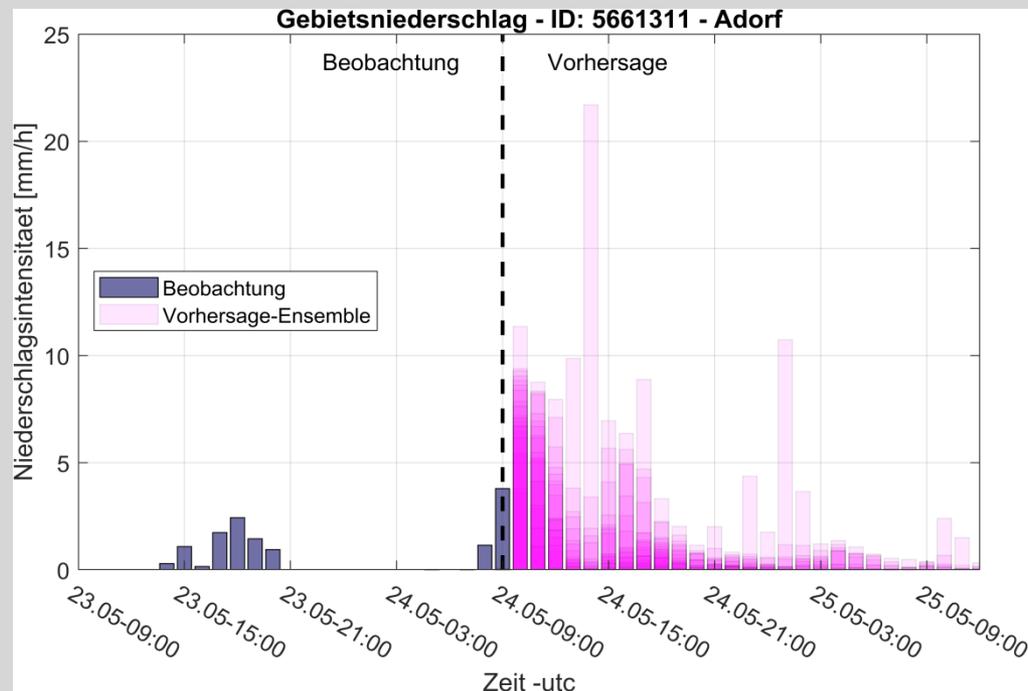
Gebietsniederschlag - ID: 5661311 - Adorf



Umfrage: Frage 2

① Erwartete Niederschläge (Prognose)

- Welche Variante der Darstellung des zeitlichen Verlaufs der erwarteten Gebietsniederschläge bevorzugen Sie?
- A) Intensitäten (Balkendiagramm)

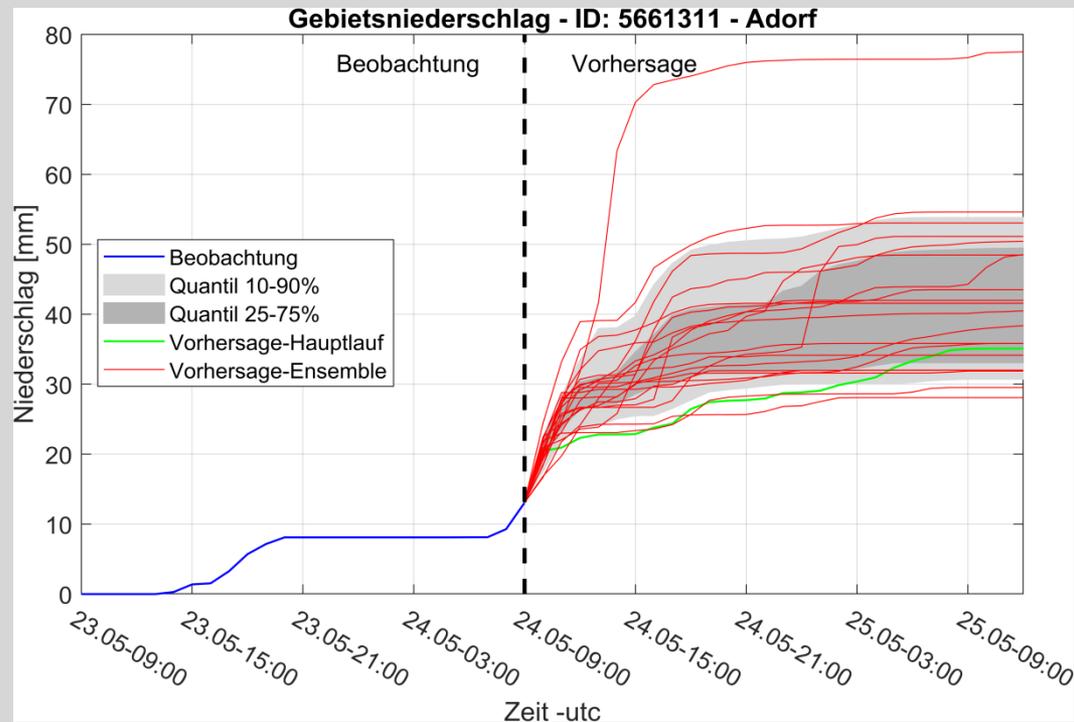


Umfrage: Frage 2

① Erwartete Niederschläge (Prognose)

Welche Variante der Darstellung des zeitlichen Verlaufs der erwarteten Gebietsniederschläge bevorzugen Sie?

B) Summenlinie

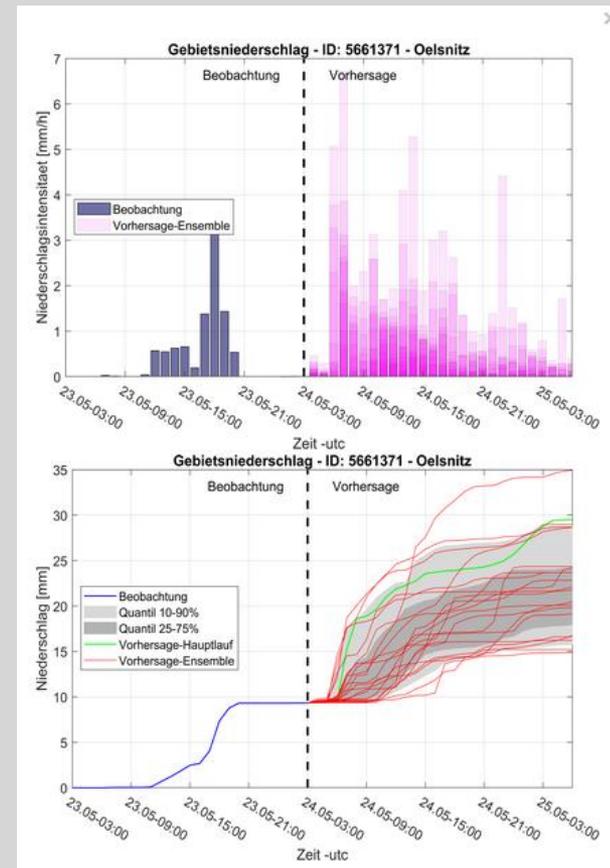


Umfrage: Frage 2

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

Welche Variante der Darstellung des zeitlichen Verlaufs der erwarteten Gebietsniederschläge bevorzugen Sie?

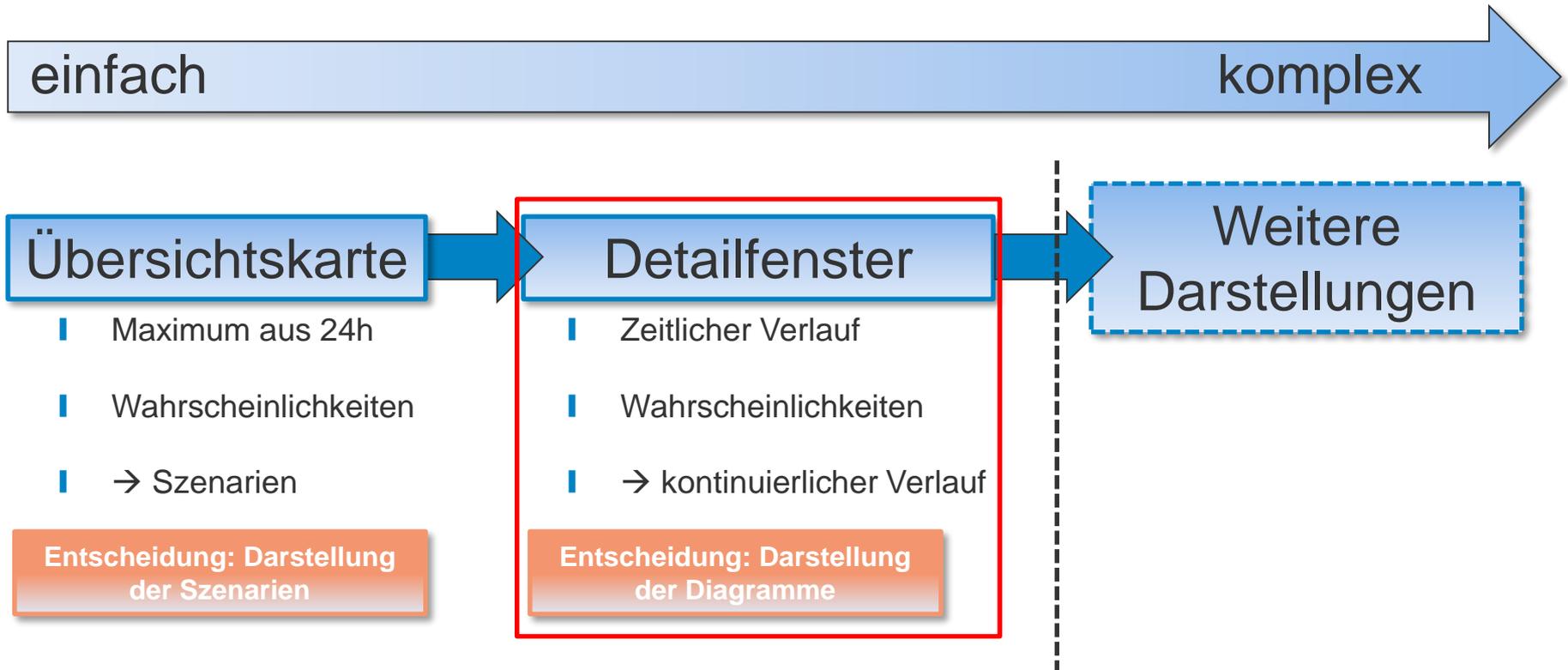
C) Beides



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

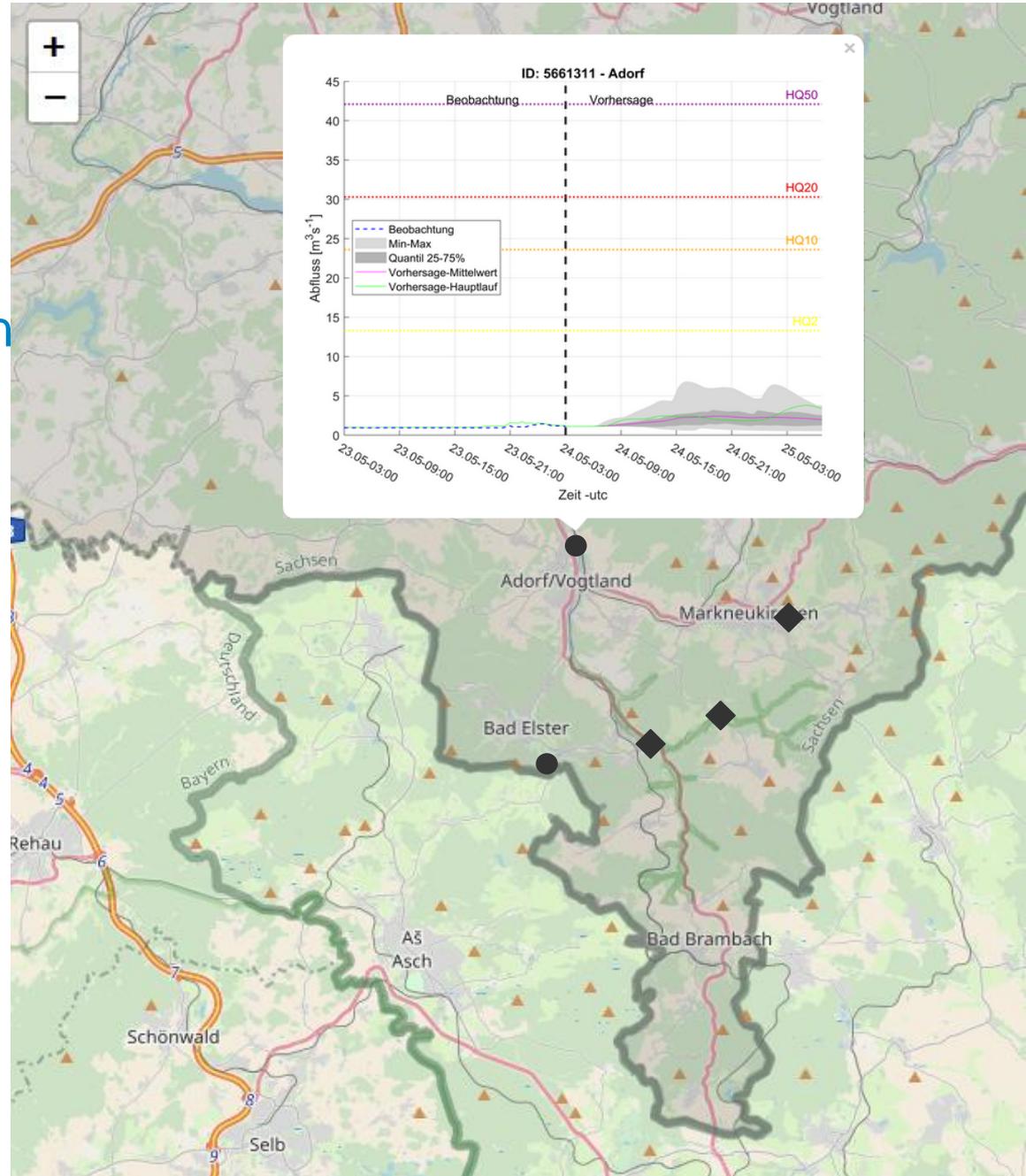
② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

I Struktureller Aufbau

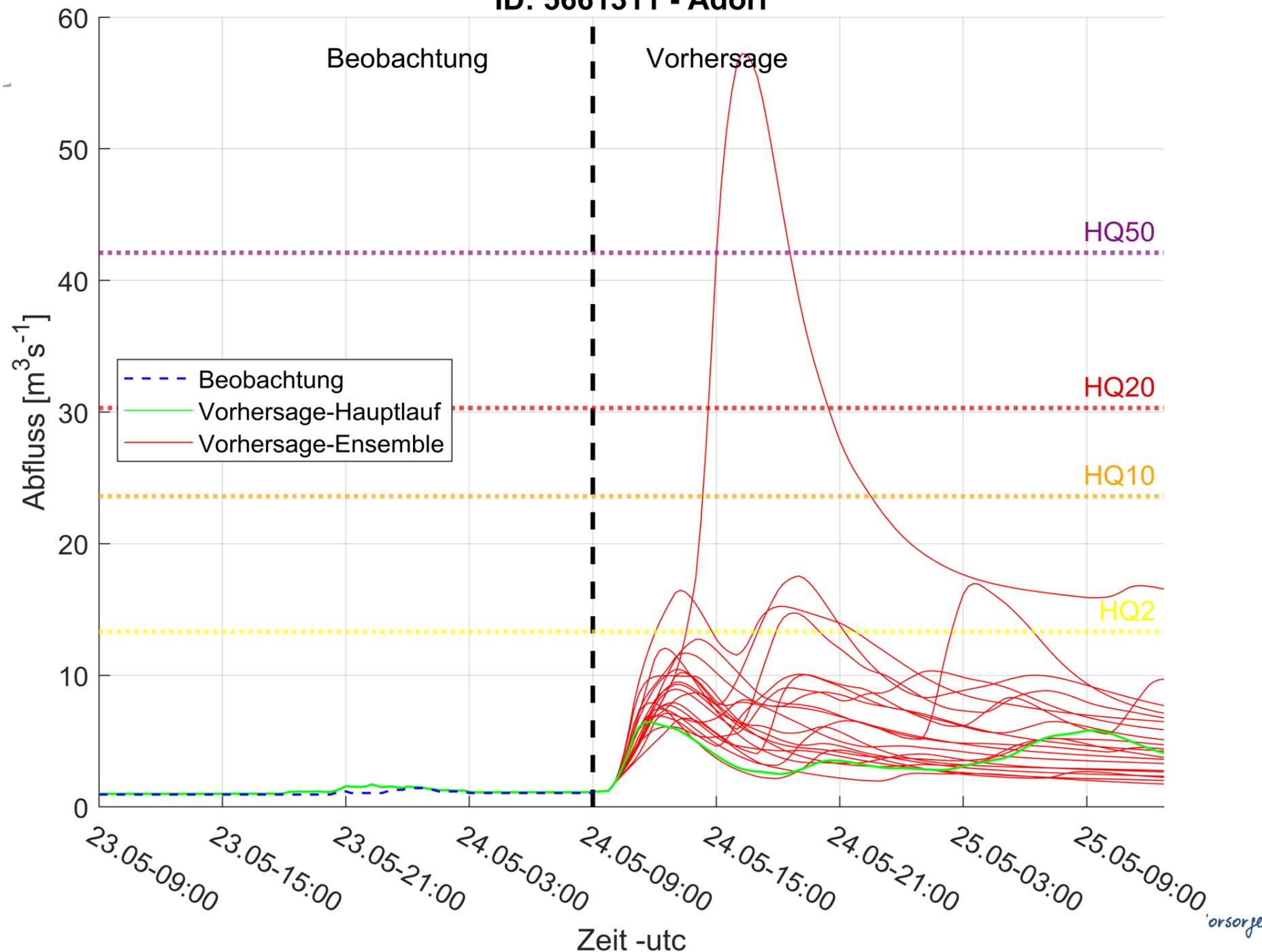


Der Demonstrator zur 2 Hochwasserfrühwarnung

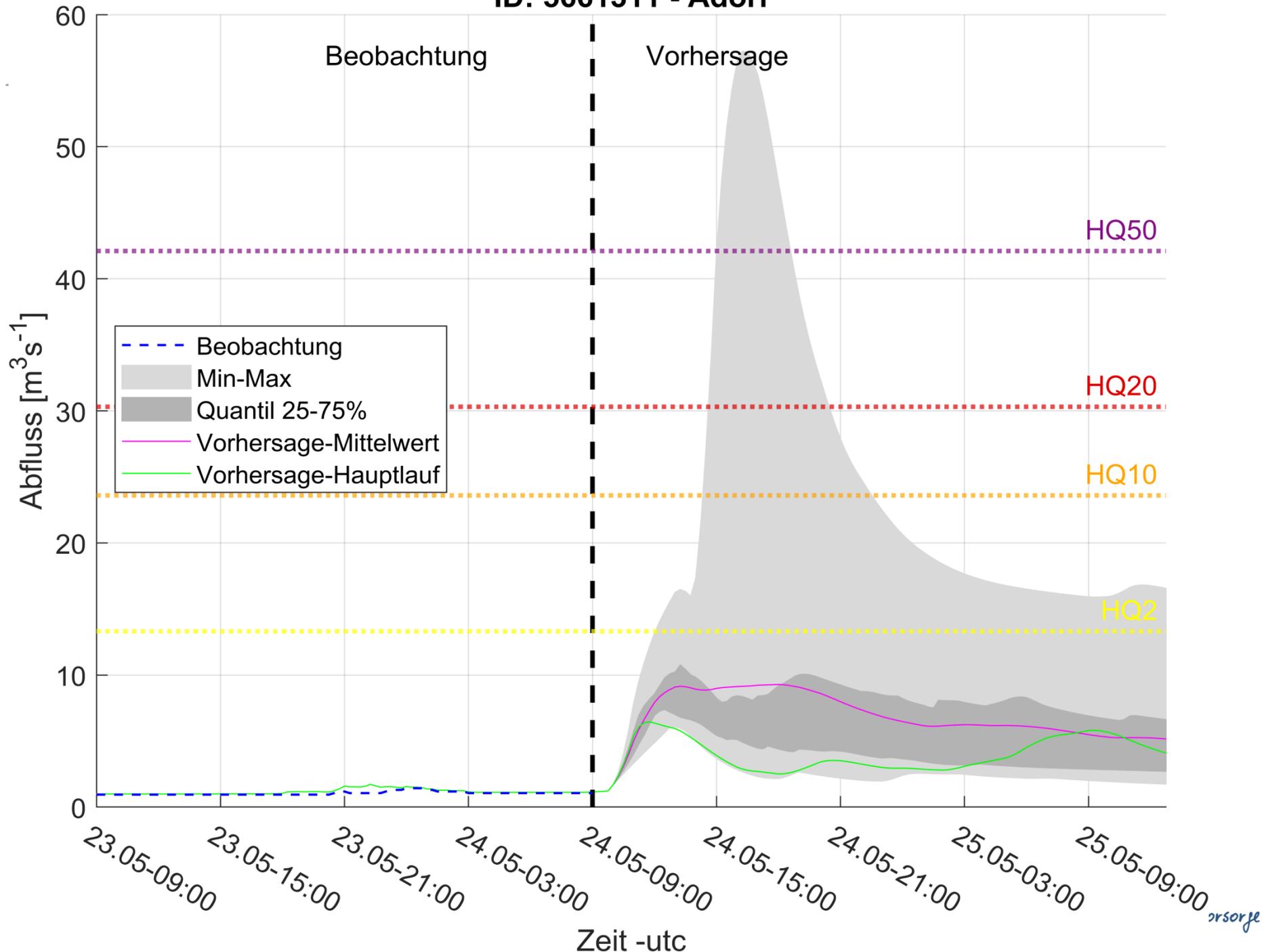
- reale und virtuelle Pegel
- Klick auf Pegel
→ Durchflussganglinie
- Darstellung Durchflussganglinie :
 - Spaghettiplot
 - Quantilplot
 - Spaghetti- und Quantilplot



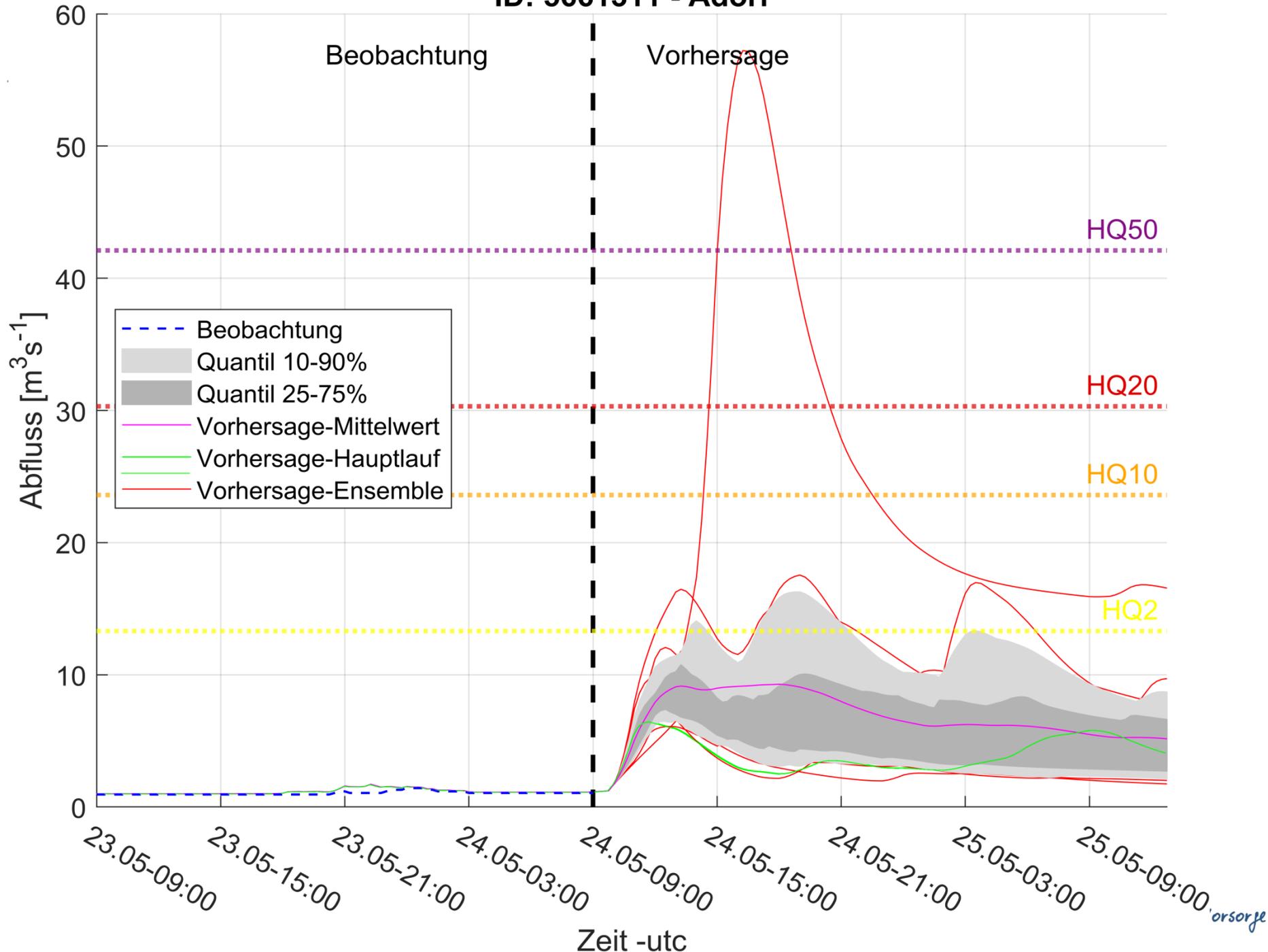
ID: 5661311 - Adorf



ID: 5661311 - Adorf



ID: 5661311 - Adorf

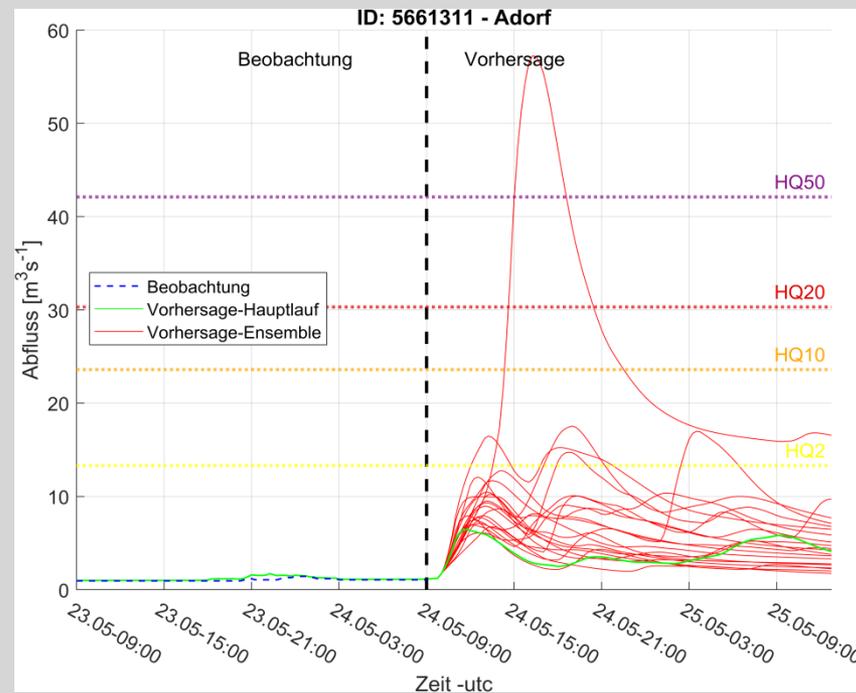


Umfrage: Frage 3

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

Welche Variante der Darstellung der Ganglinien der erwarteten Durchflüsse an den Pegeln bevorzugen Sie?

A) Spaghettiplots

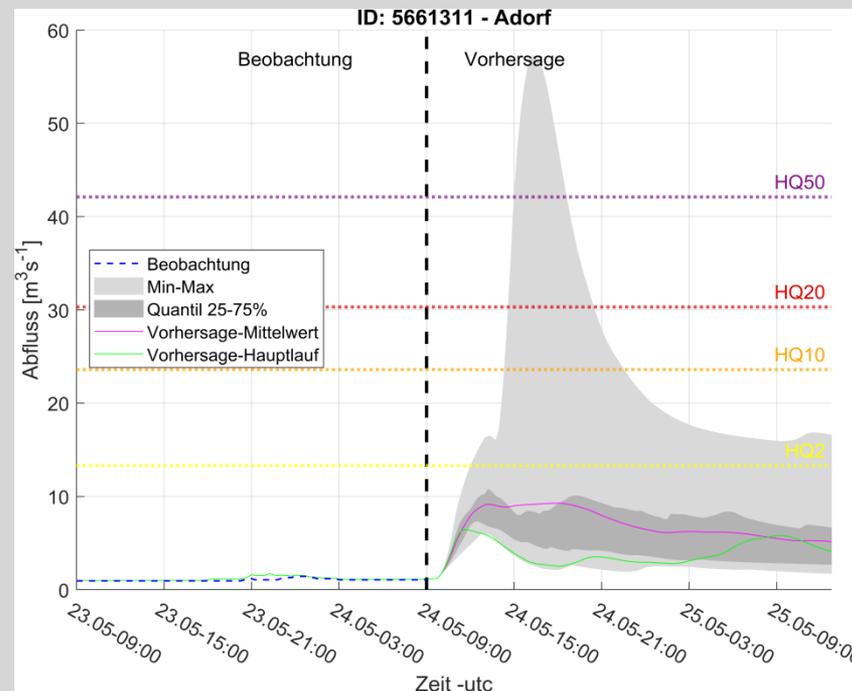


Umfrage: Frage 3

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

I Welche Variante der Darstellung der Ganglinien der erwarteten Durchflüsse an den Pegeln bevorzugen Sie?

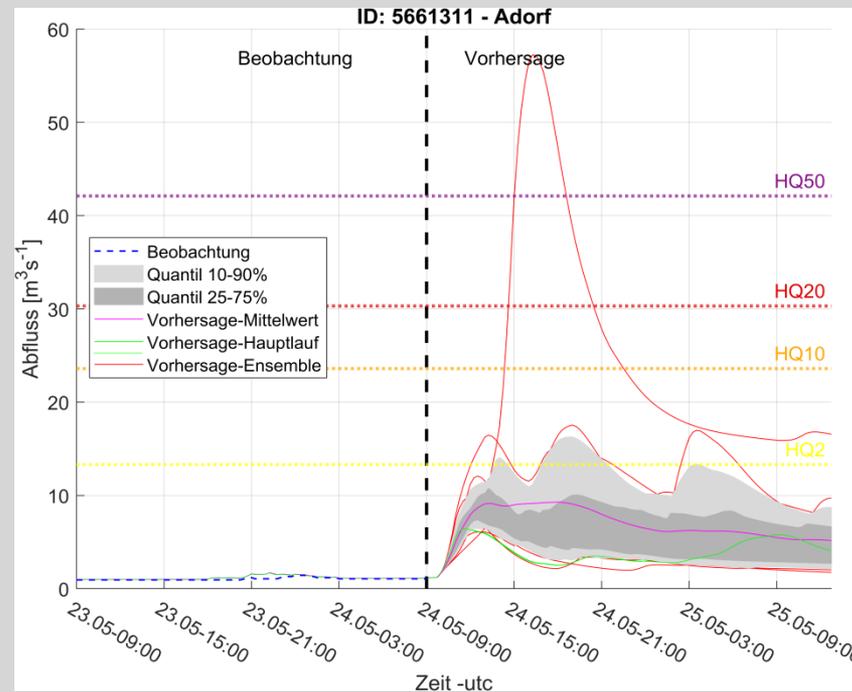
I B) Quantilplot



Umfrage: Frage 3

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

- I Welche Variante der Darstellung der Ganglinien der erwarteten Durchflüsse an den Pegeln bevorzugen Sie?
- I C) Beides zusammen



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

I Struktureller Aufbau

einfach

komplex

Übersichtskarte

- I Maximum aus 24h
- I Wahrscheinlichkeiten
- I → Szenarien

Entscheidung: Darstellung
der Szenarien

Detailfenster

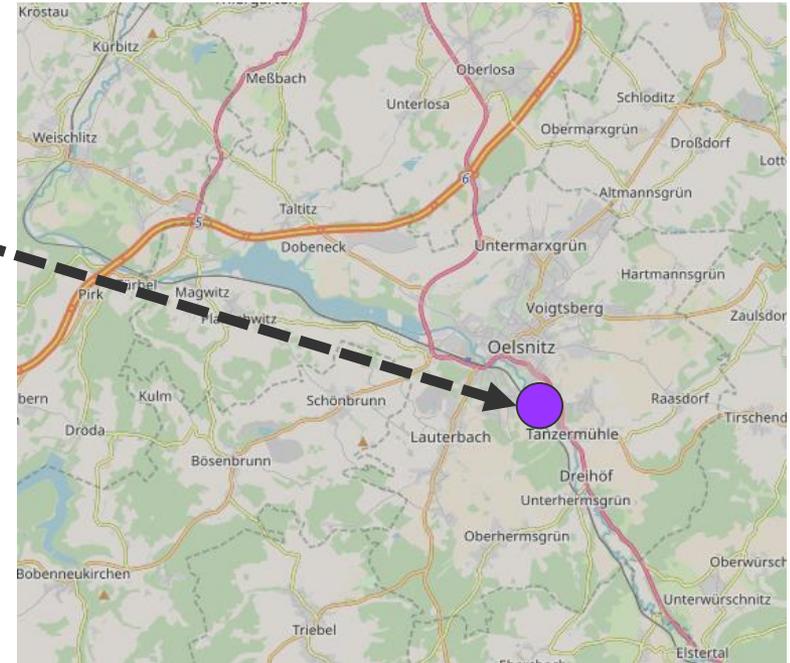
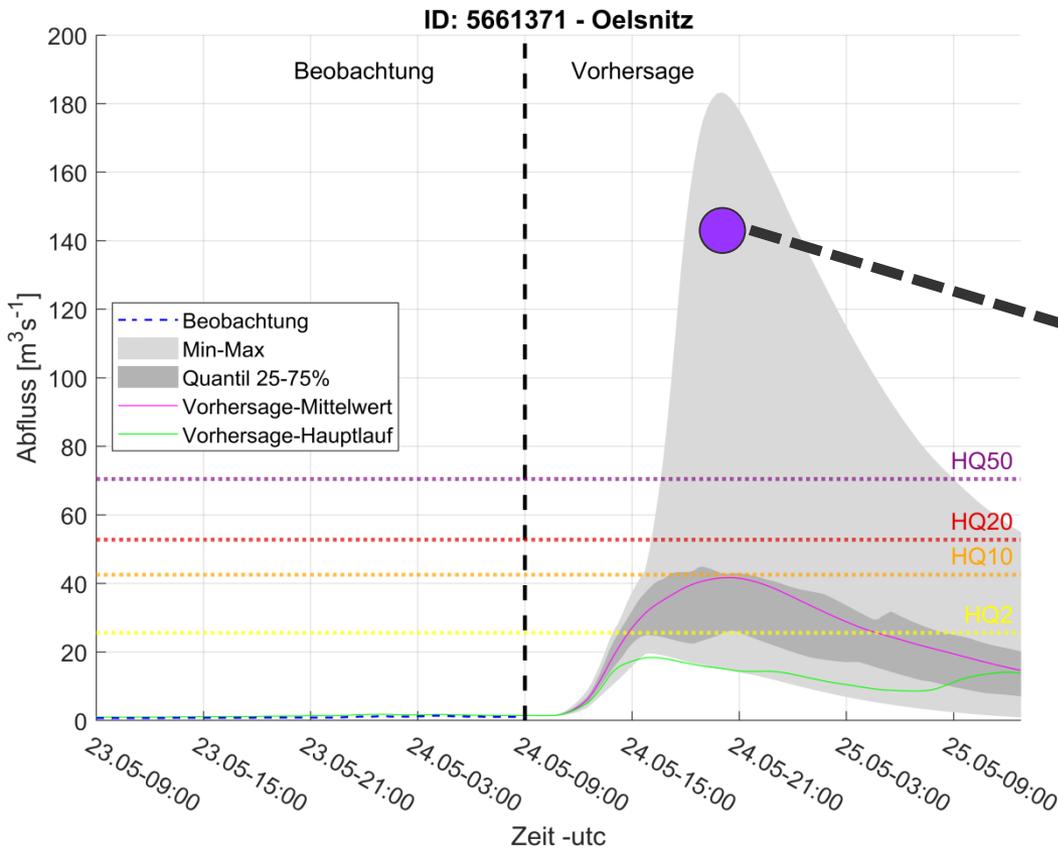
- I Zeitlicher Verlauf
- I Wahrscheinlichkeiten
- I → kontinuierlicher Verlauf

Entscheidung: Darstellung
der Diagramme

Weitere Darstellungen

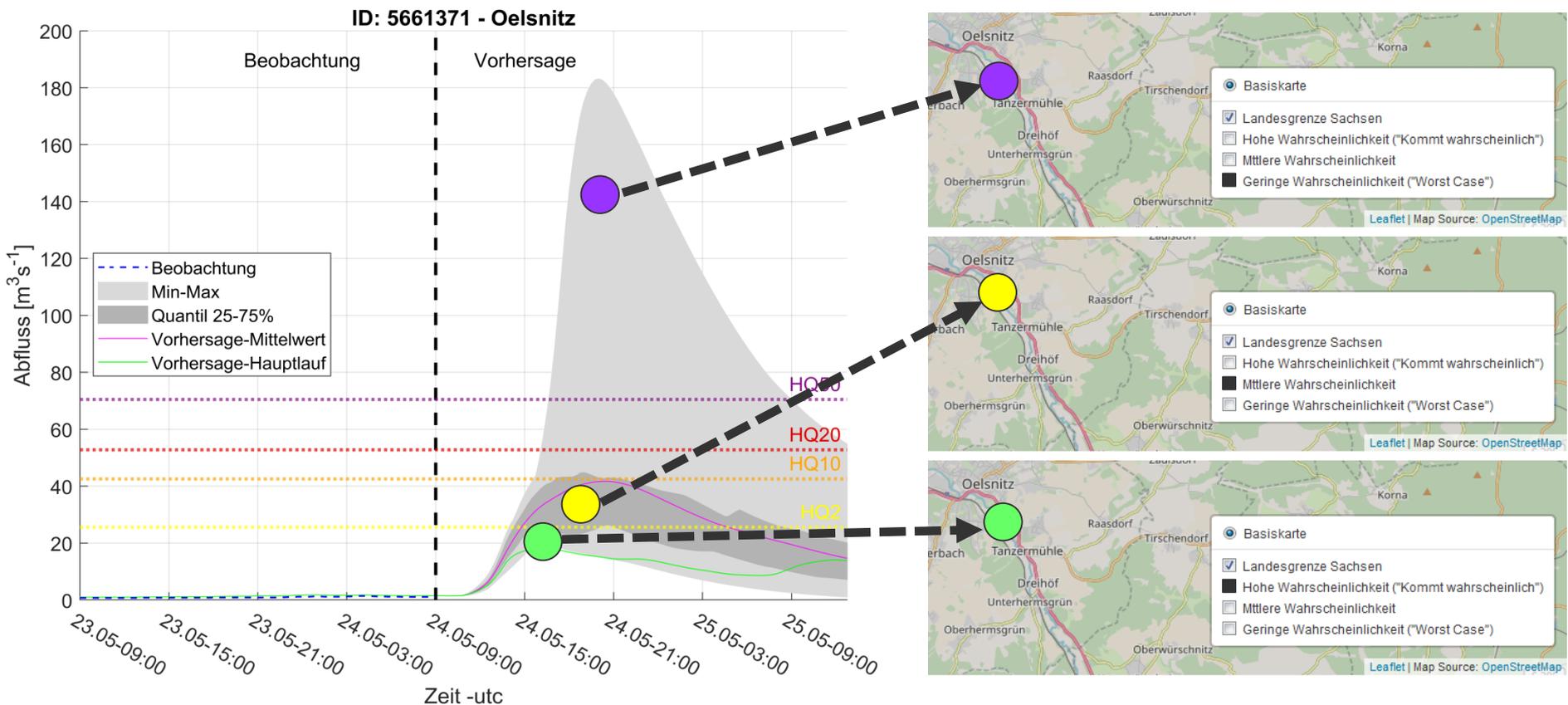
Darstellung Überblick Abflussvorhersage

Variante A



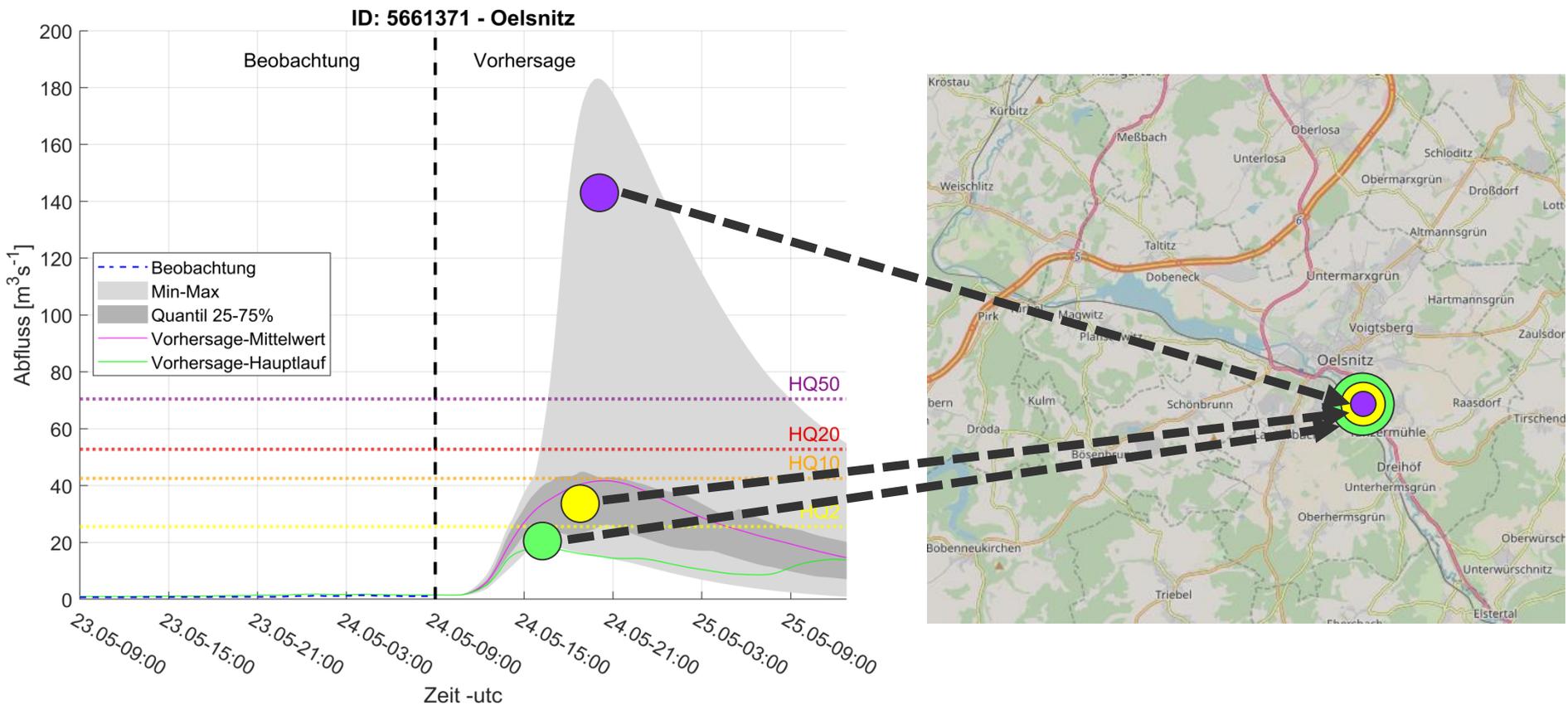
Darstellung Überblick Abflussvorhersage

Variante B



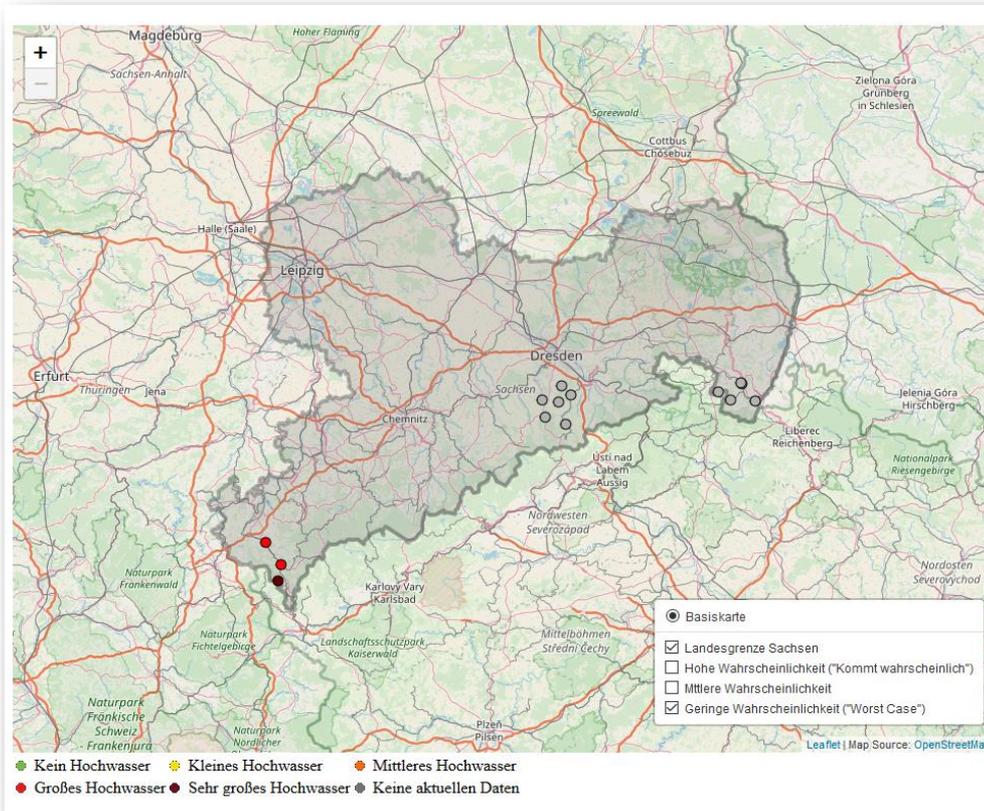
Darstellung Überblick Abflussvorhersage

Variante C



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)



Was sehe ich hier?

Hier sieht man eine **Prognose der Hochwassergefährdung für die nächsten 24 Stunden** für bestimmte Gewässerquerschnitte. Die Angaben gibt es **dabei für drei unterschiedliche Eintrittswahrscheinlichkeiten**: hoch ("Kommt wahrscheinlich"), mittel und gering wahrscheinlich ("Worst Case"). Extremere Hochwasser haben eine geringere Wahrscheinlichkeit.

Umfrage: Frage 4

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

- I Welche Variante der Darstellung zur Übersicht über die maximale Ausprägung der erwarteten Durchflüsse an den Pegeln für verschiedene Wahrscheinlichkeiten (Szenarios) bevorzugen Sie?
 - I A) Nur Worst Case

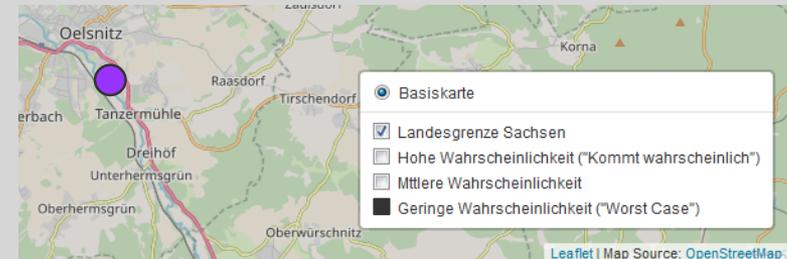


Umfrage: Frage 4

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

I Welche Variante der Darstellung zur Übersicht über die maximale Ausprägung der erwarteten Durchflüsse an den Pegeln für verschiedene Wahrscheinlichkeiten (Szenarios) bevorzugen Sie?

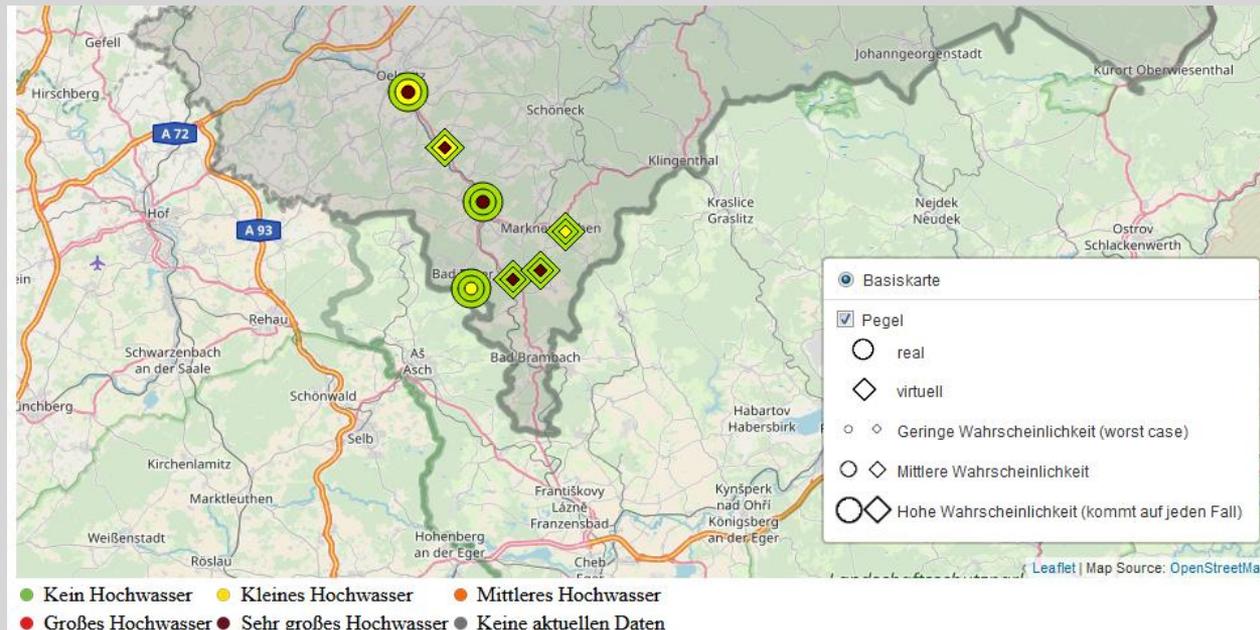
I B) 3 Szenarien als separate Layer



Umfrage: Frage 4

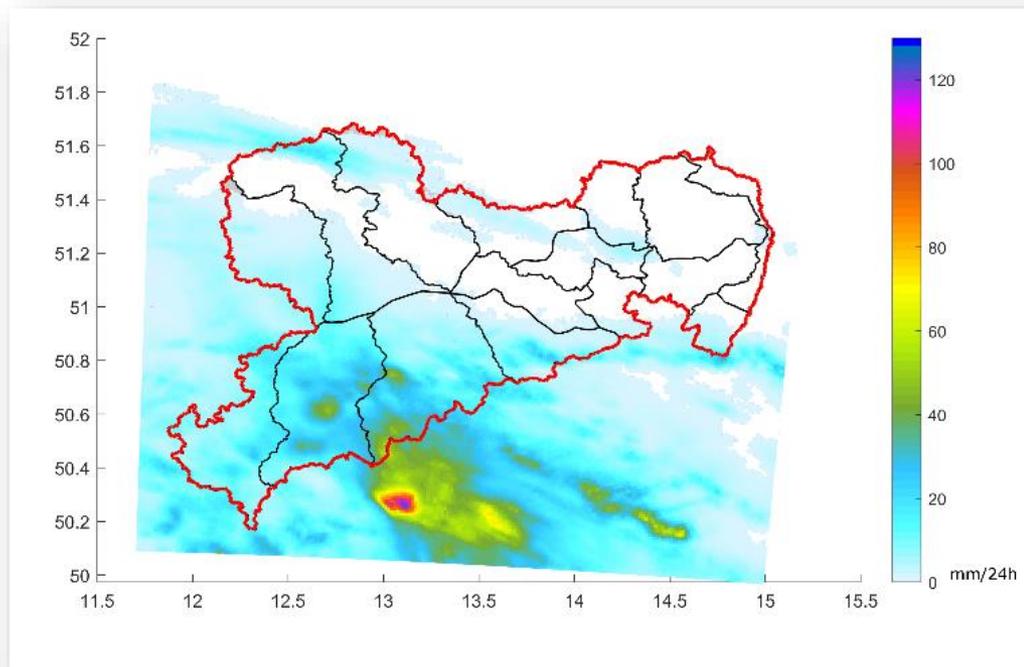
② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

- I Welche Variante der Darstellung zur Übersicht über die maximale Ausprägung der erwarteten Durchflüsse an den Pegeln für verschiedene Wahrscheinlichkeiten (Szenarios) bevorzugen Sie?
 - I C) 3 Szenarien als „Ampelpunkte“



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

③ 24-h-Niederschlagssumme (Beobachtung)

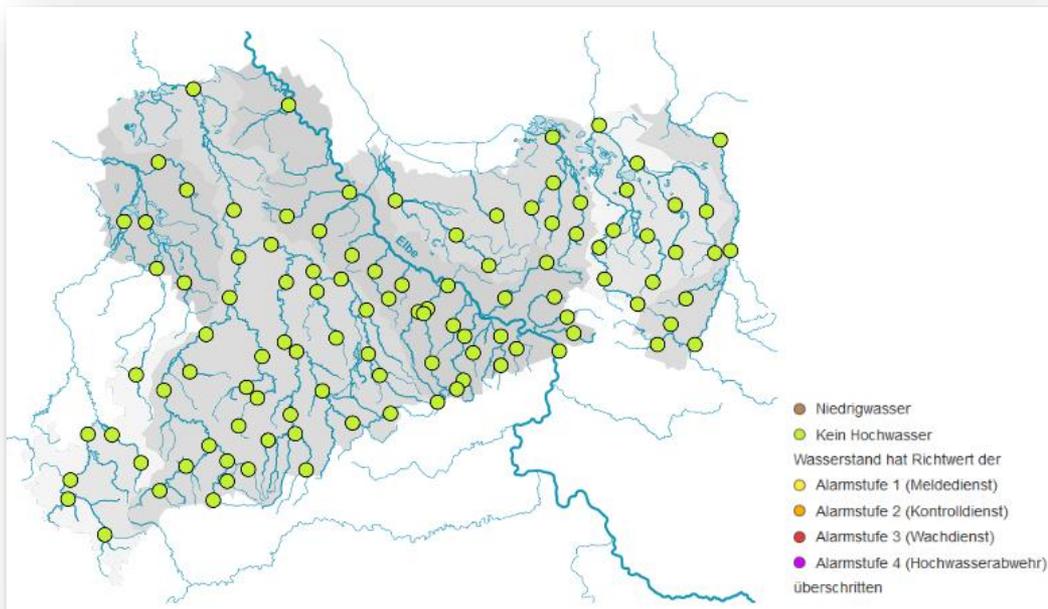


Was sehe ich hier?

Hier sieht man die **aktuellen aufsummierten Niederschlagshöhen** der **vergangenen 24 Stunden** in Millimetern (Litern pro Quadratmeter). (Datenquelle: DWD)

Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

4 Aktuelle Durchflüsse (Beobachtung)

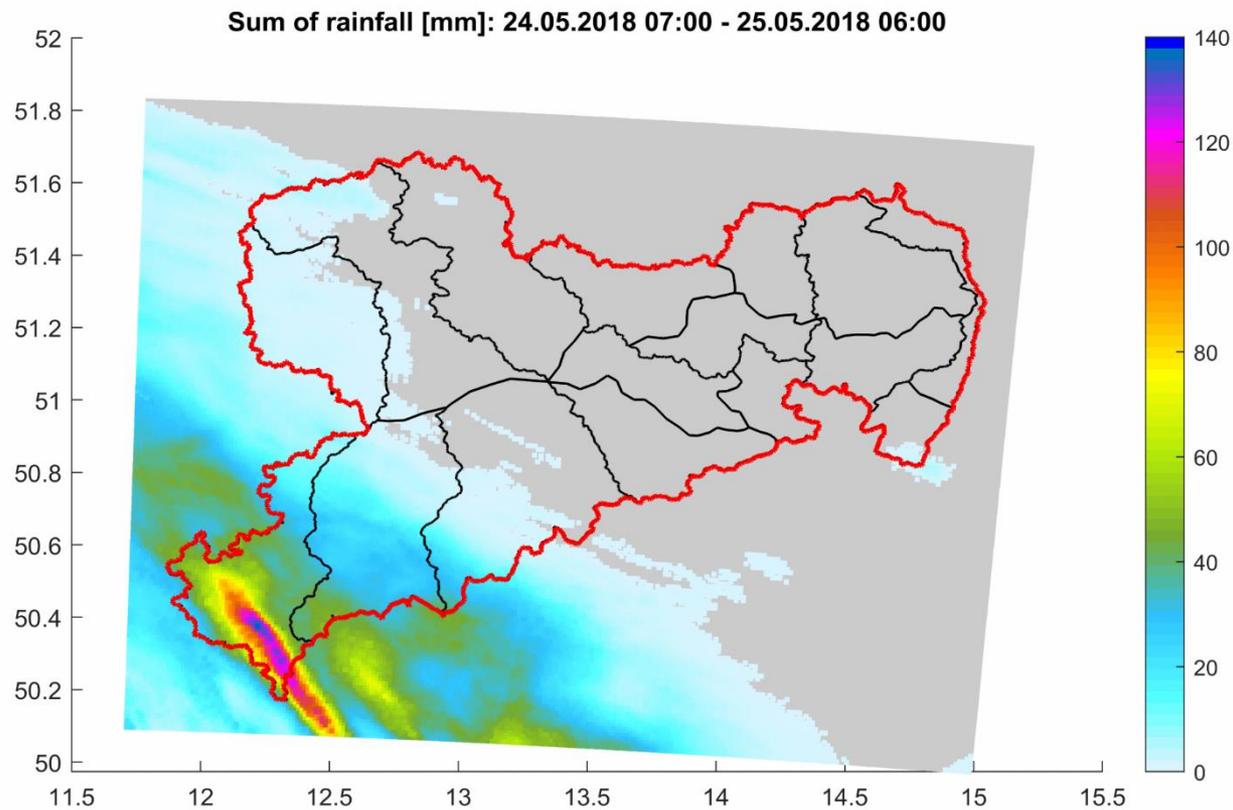


Was sehe ich hier?

Hier sieht man die **aktuellen Durchflüsse** an den sächsischen Hochwassermeldepegeln. Bei Richtwert-Überschreitungen (**Alarmstufen**) werden die Punkte entsprechend eingefärbt. (Datenquelle: LHWZ)

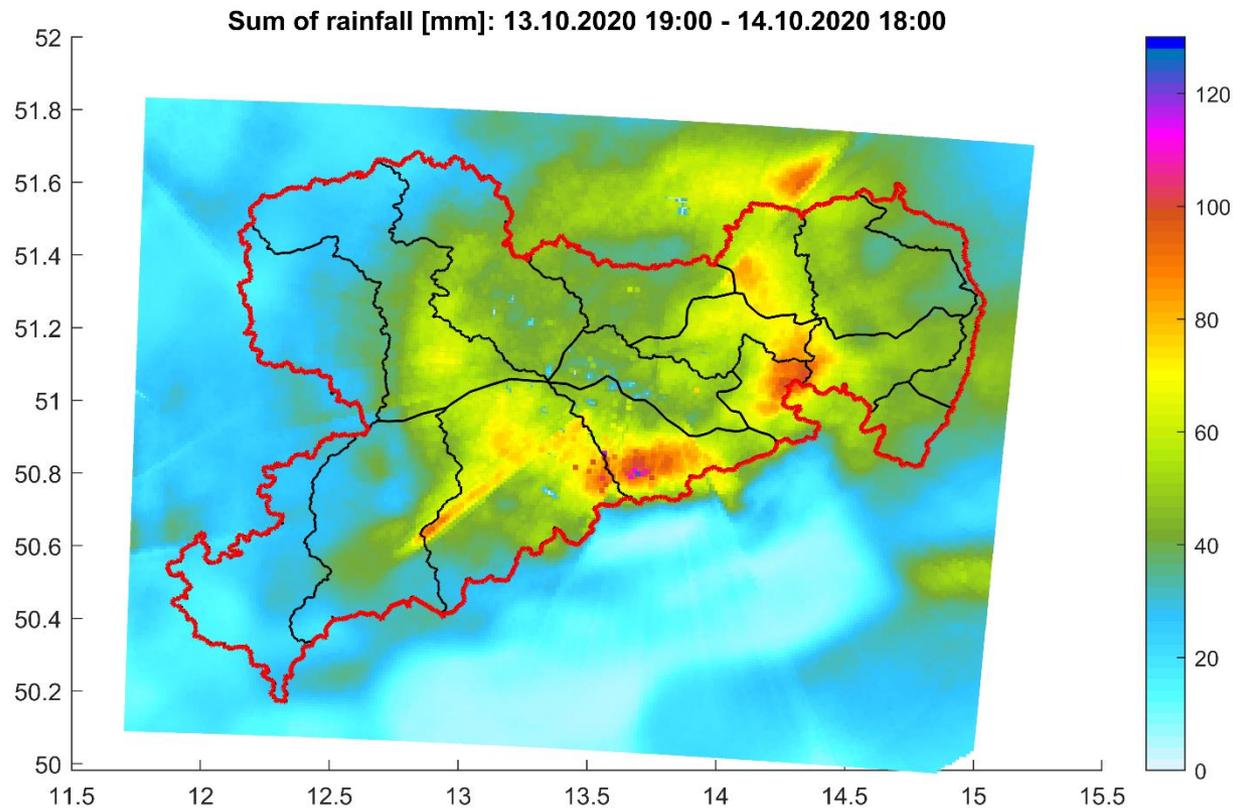
Und in der Praxis?

Ereignis 24.05.2018

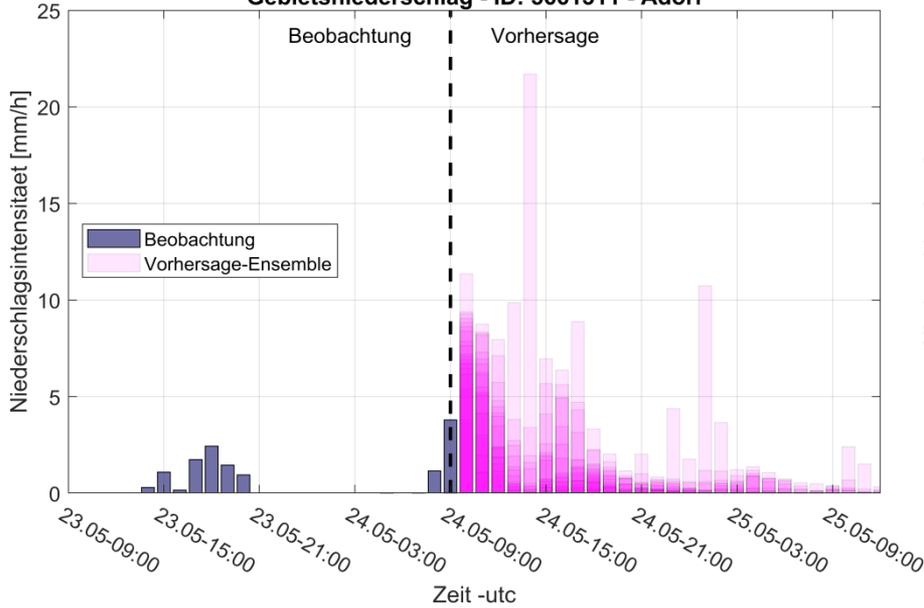


Und in der Praxis?

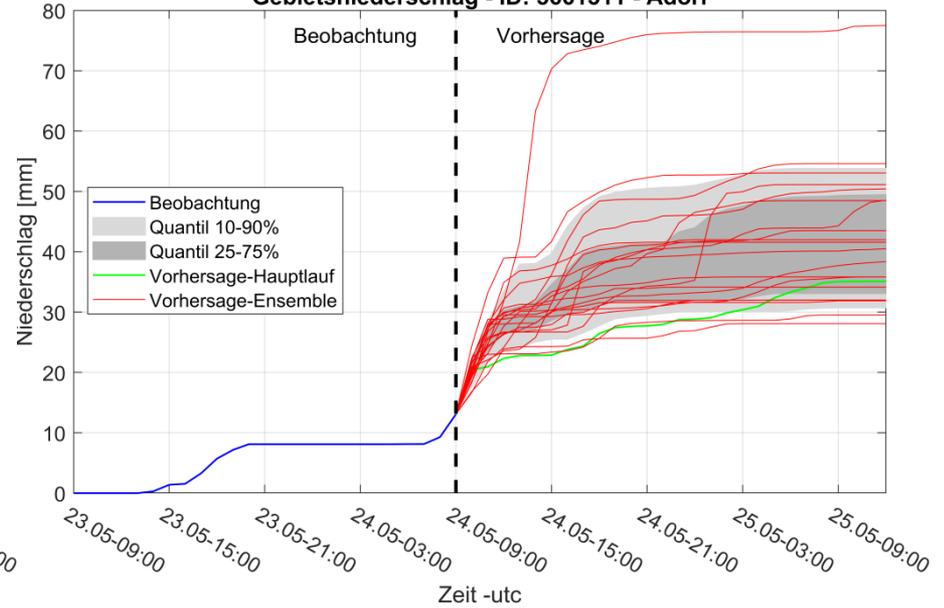
Ereignis 14.10.2020



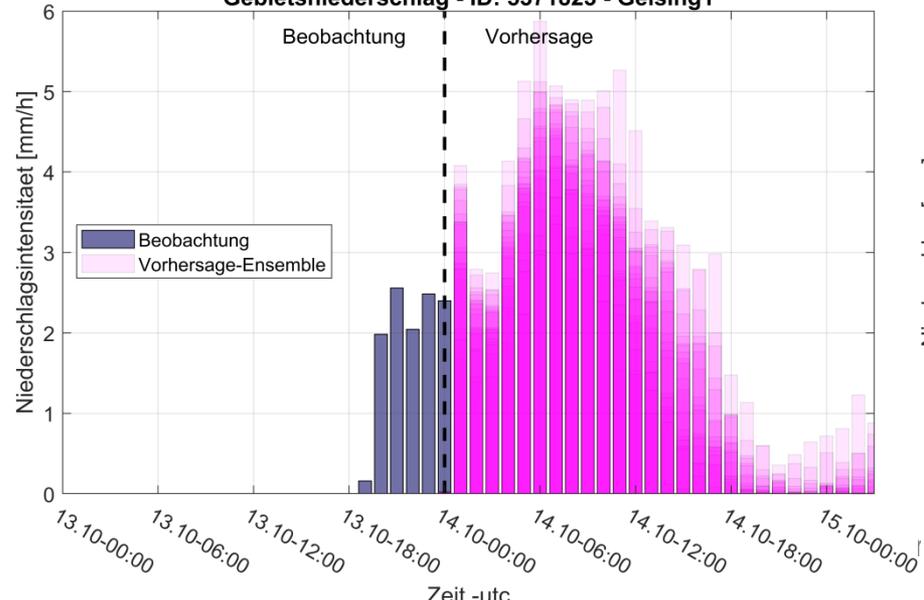
Gebietsniederschlag - ID: 5661311 - Adorf



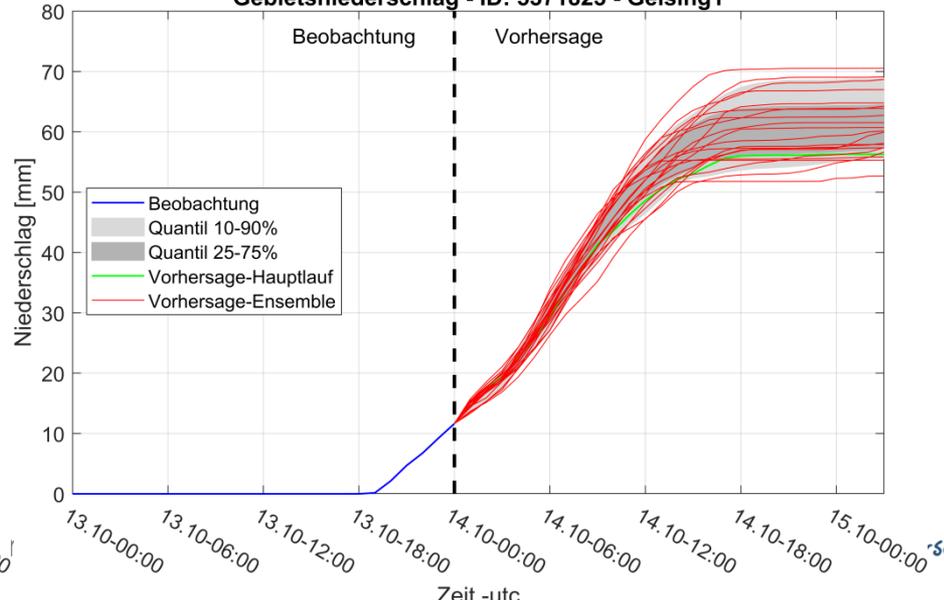
Gebietsniederschlag - ID: 5661311 - Adorf

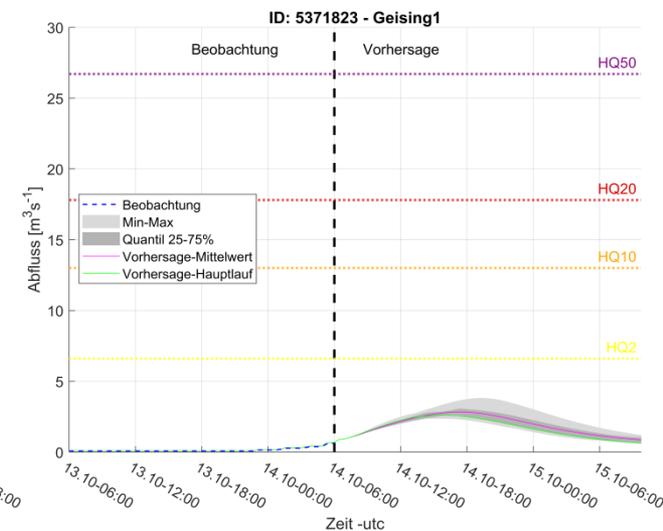
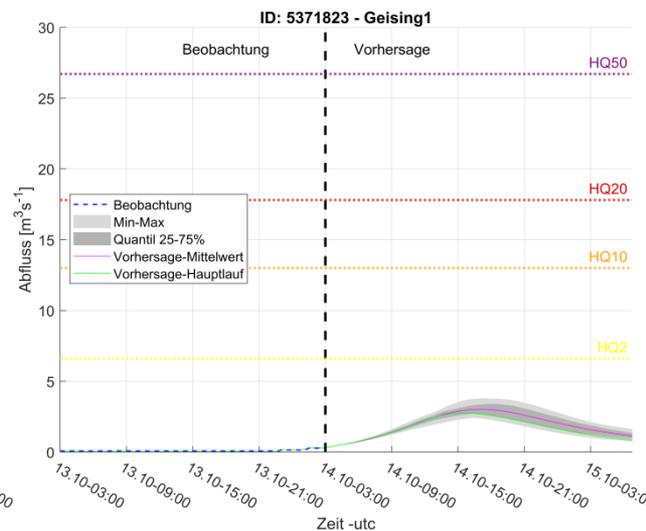
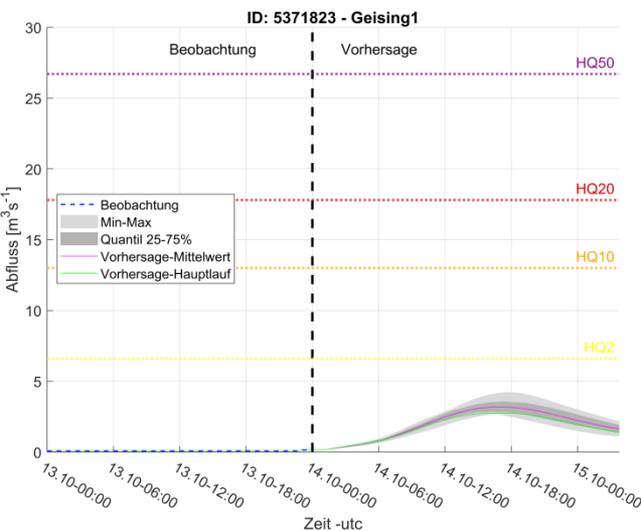
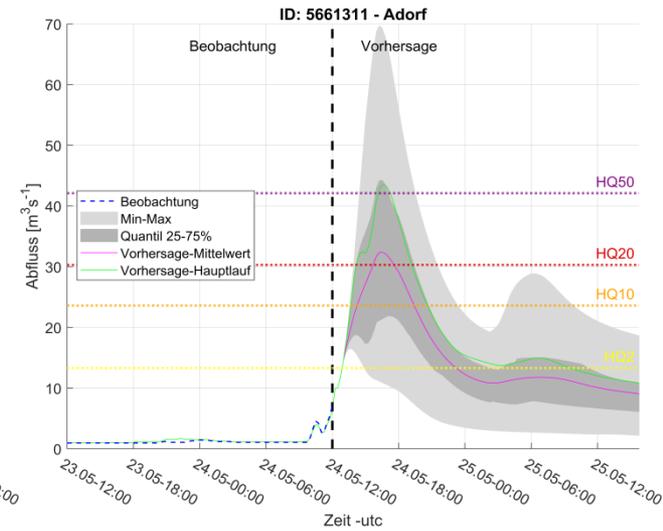
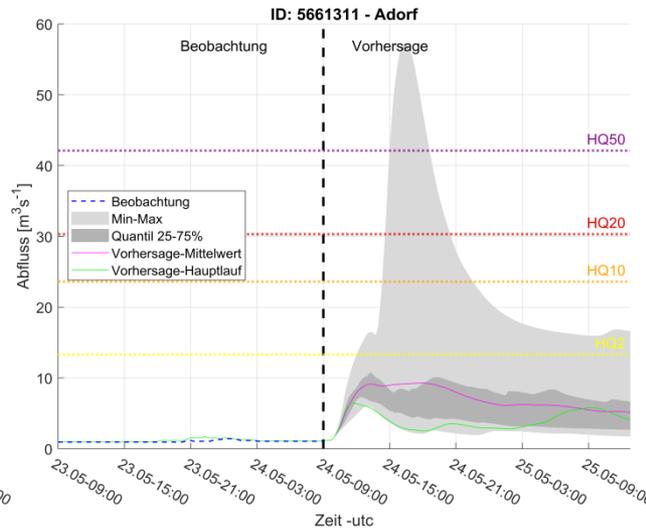
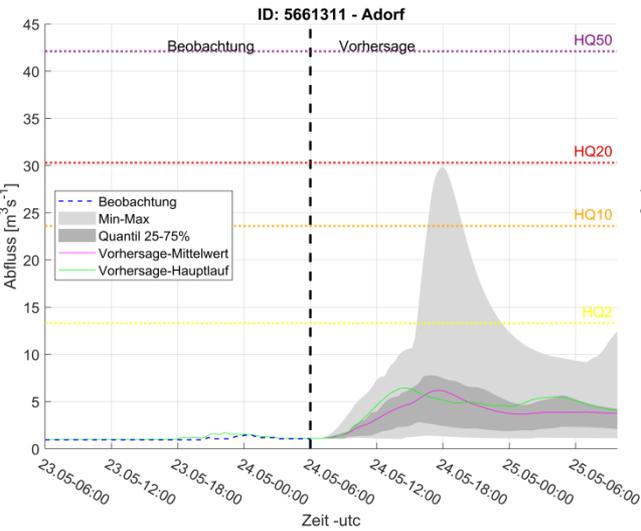


Gebietsniederschlag - ID: 5371823 - Geising1



Gebietsniederschlag - ID: 5371823 - Geising1





Abfrage virtuelle Pegel

Pegel Dohna
199 km²

Pegel Lauenstein 4
76 km²

Pegel Geising 1
26,3 km²

Schlottwitzgrundbach
8,5 km²

Briesnitz
15,3 km²

Biela
16,8 km²

Lauenstein ZP
26,8 km²

in 4
in UP



Ende Block 3

www.howa-innovativ.sachsen.de



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

Ausblick

- Bereitstellung Vortrag (<https://www.howa-innovativ.sachsen.de/>)
- Bereitstellung Demonstrator für Beispielergebnisse
- Bereitstellung operationalisierter Demonstrator
 - → Angebot: zusätzliche Online-Konferenz zur Online-Schaltung des Demonstrators
- Workshop 3:
 - Sommer 2021;
 - Evaluierung zu Design, Inhalt und Funktionalität des Demonstrators



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.howa-innovativ.sachsen.de

