

HoWa-innovativ: Workshop 2

Training und Handlungsoptionen

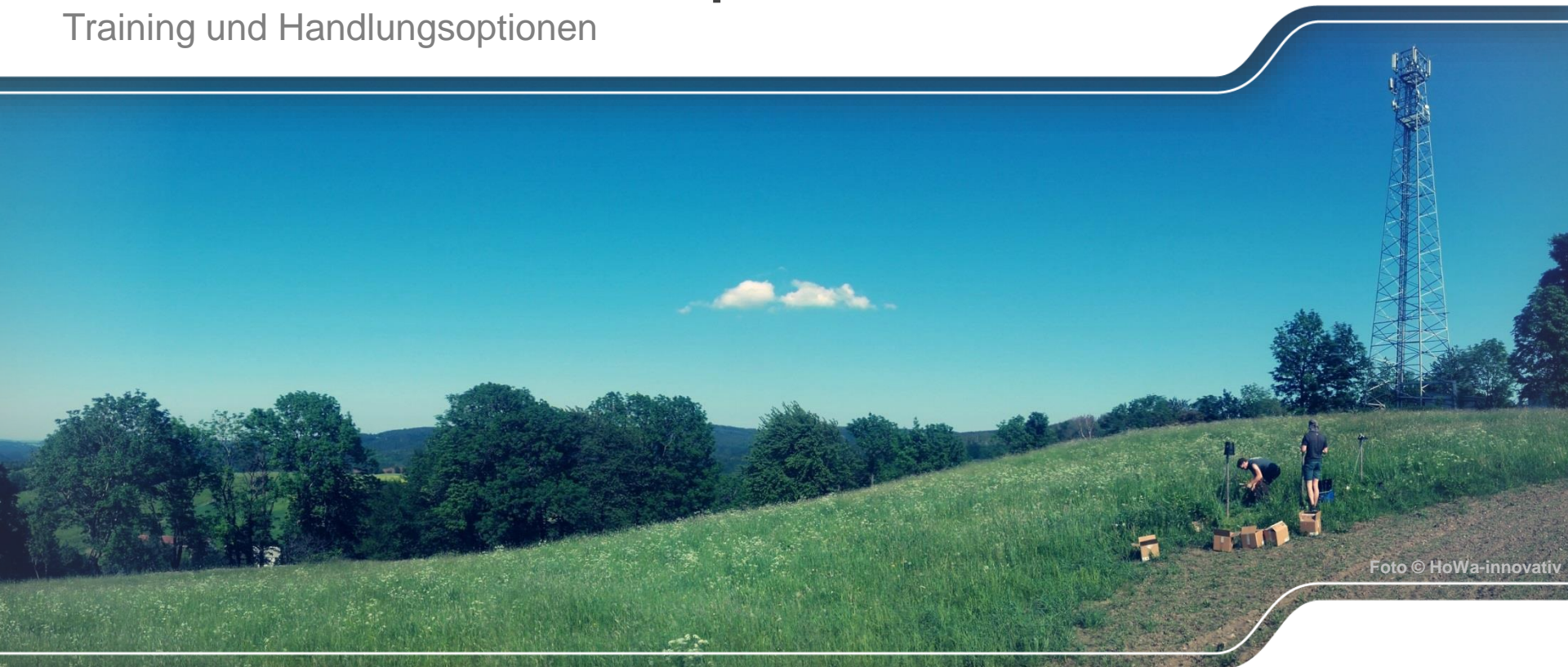


Foto © HoWa-innovativ

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

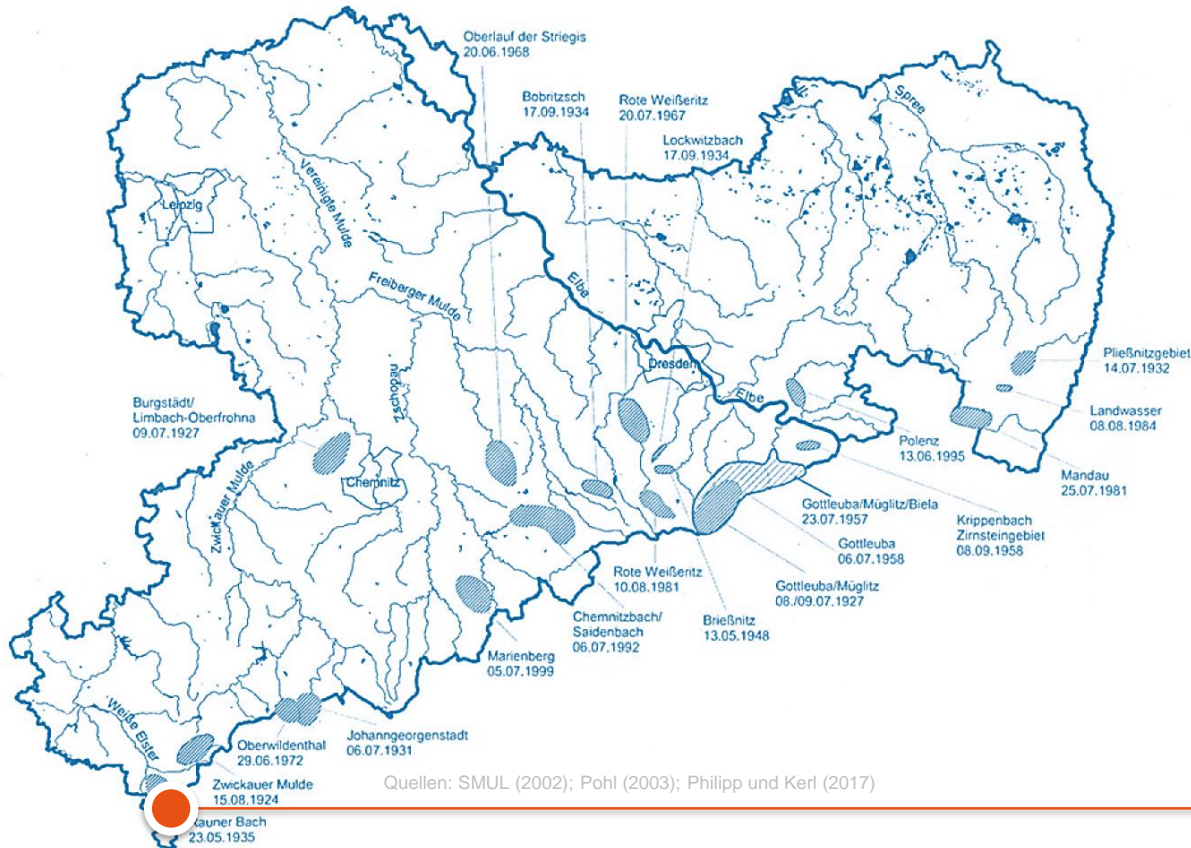


Block 1: Rückblick und Motivation

www.howa-innovativ.sachsen.de

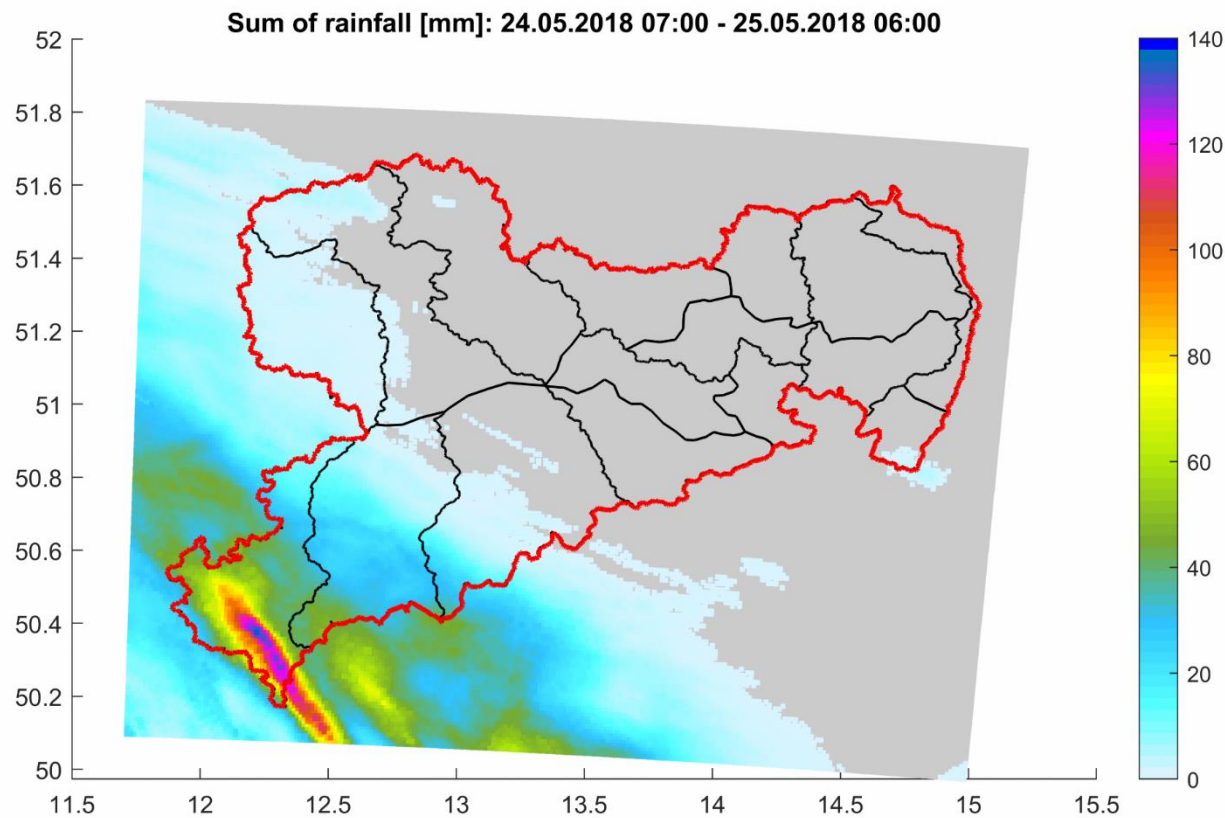


Und bei Extremhochwasser? Ereignis 24.05.2018 im Vogtland

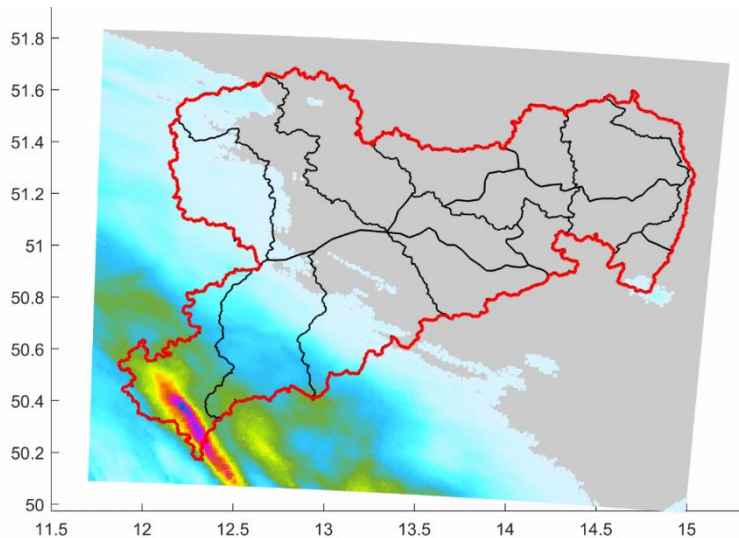


© B. März

Und bei Extremhochwasser? Ereignis 24.05.2018 im Vogtland



Und bei Extremhochwasser? Ereignis 24.05.2018 im Vogtland

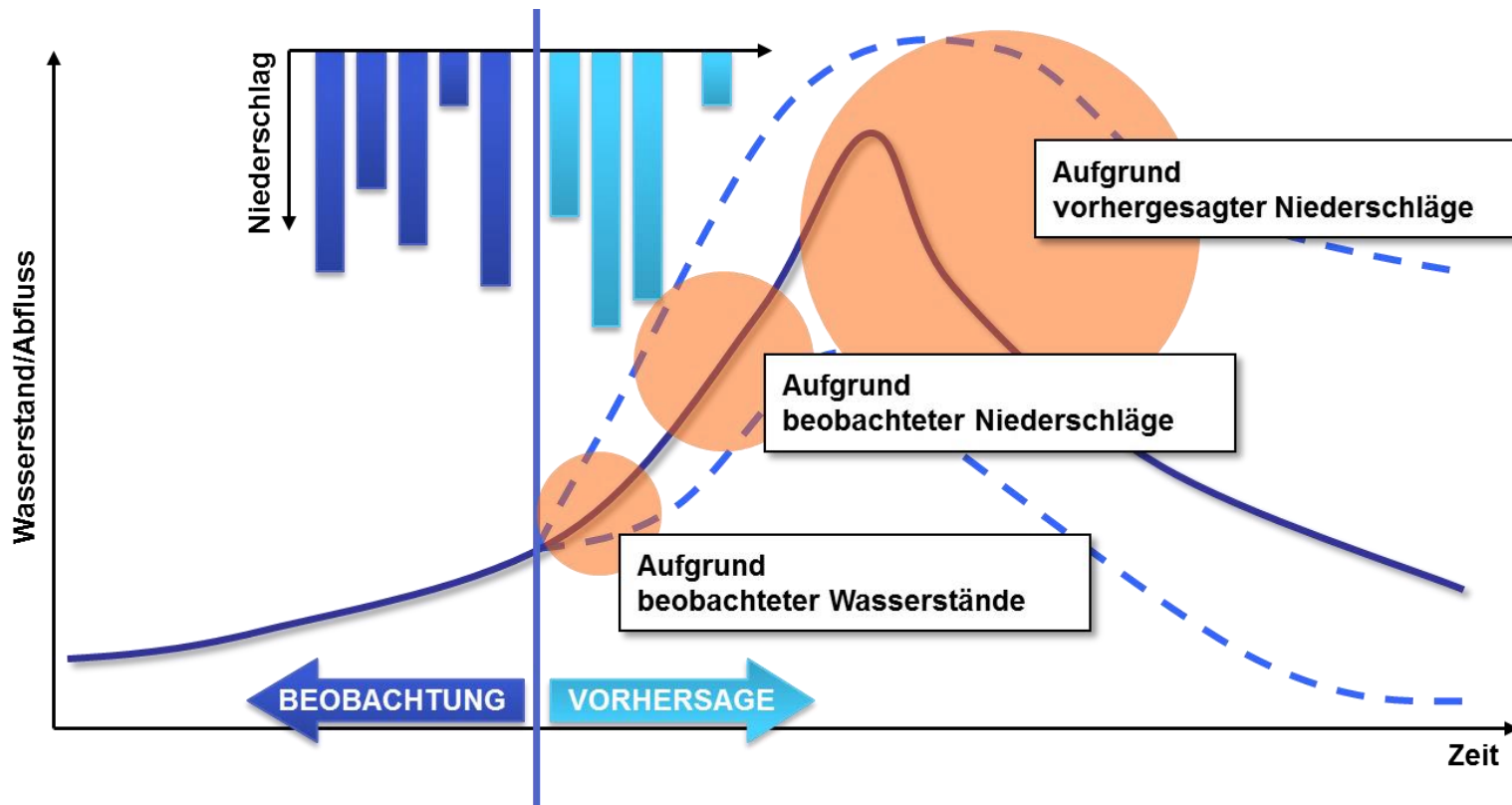


Bad Elster-Sohl (DWD); statistische Einordnung

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

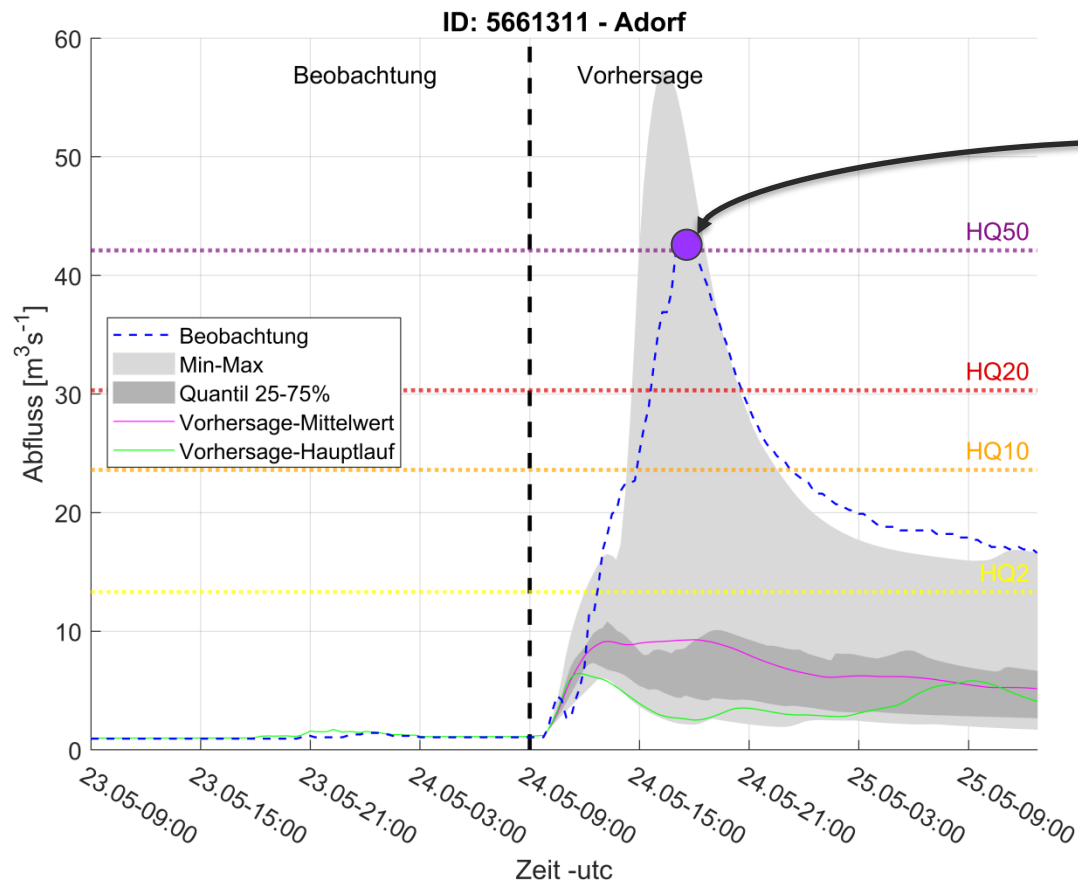
Übersicht Hochwasserwarnungen

Hochwasserfrühwarnung für kleine Einzugsgebiete



Möglichkeiten und Grenzen

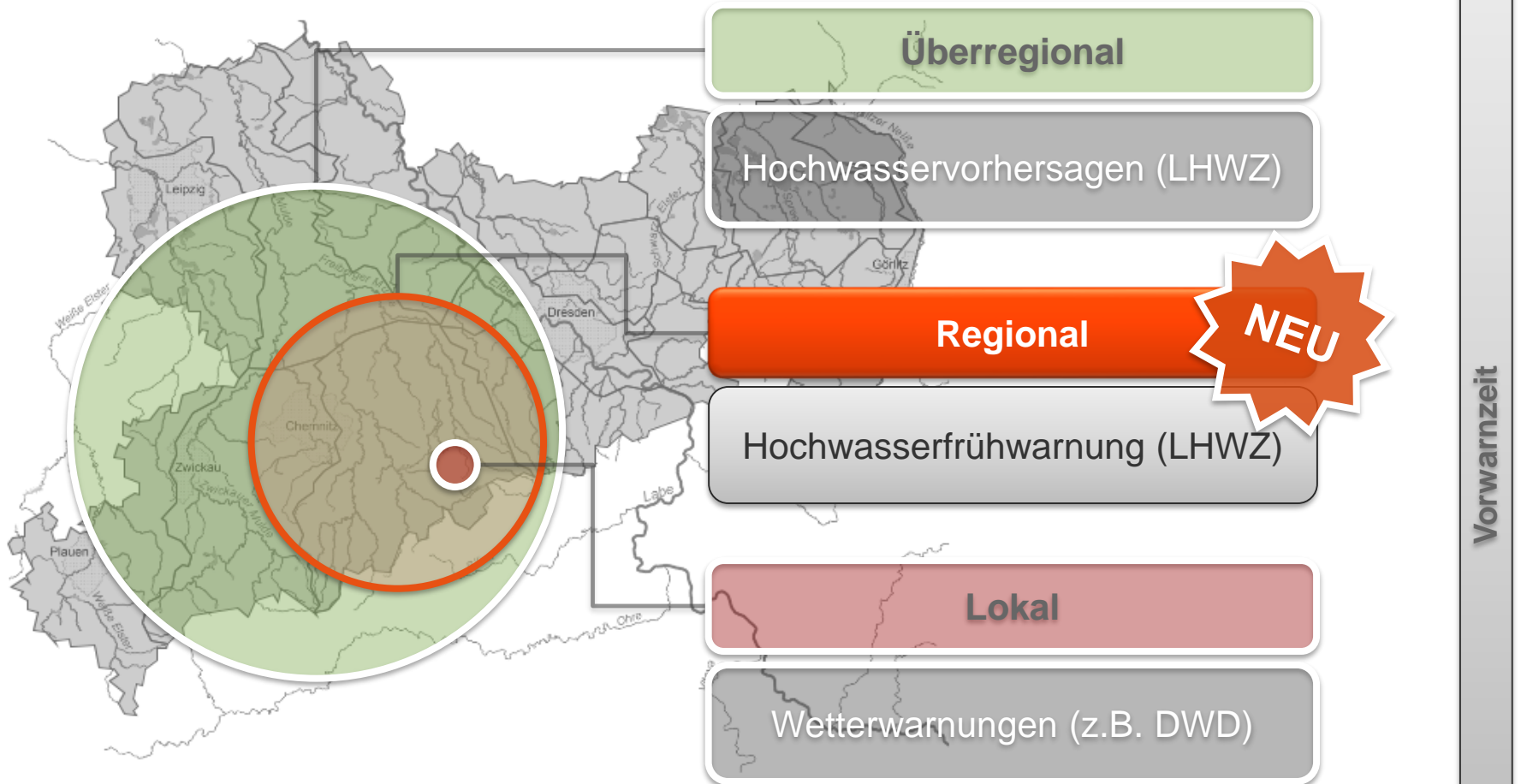
Ereignis 24.05.2018 im Vogtland (Vorhersage 09 UTC – 11 MESZ)



Max.: ca. 43 m³/s
(ca. 16 UTC)

Übersicht Hochwasserwarnungen

Einordnung Warnprodukte





Block 2: Vorstellung Demonstrator

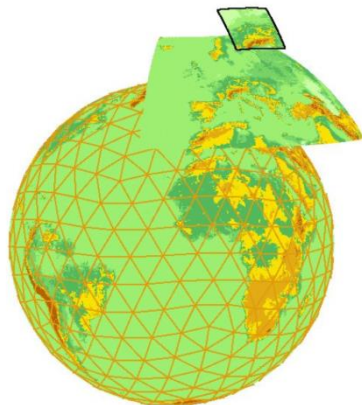
www.howa-innovativ.sachsen.de



Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

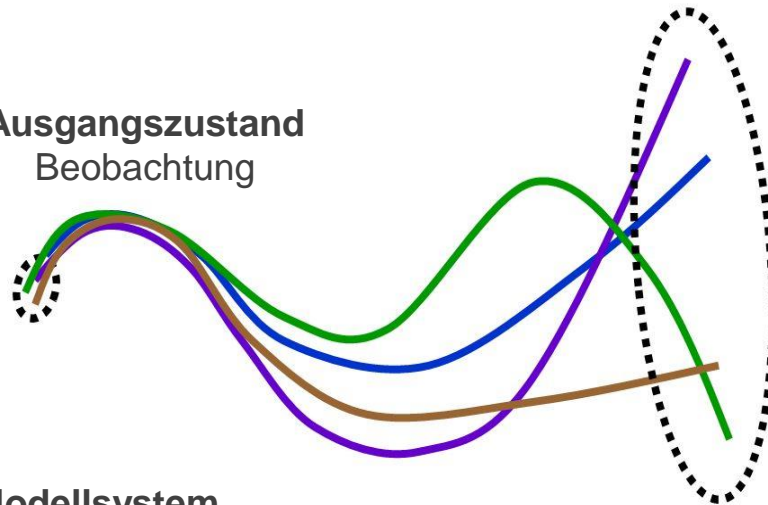
Meteorologische Ensemblevorhersagen

Was machen die Meteorologen?

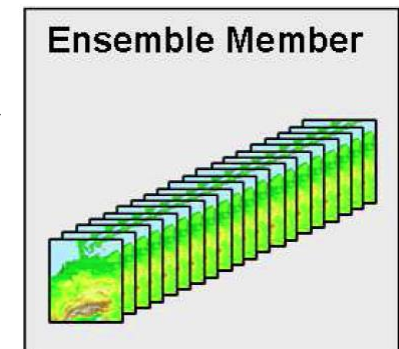


Modellkette des DWD

Ausgangszustand
Beobachtung



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



Variation im Modellsystem

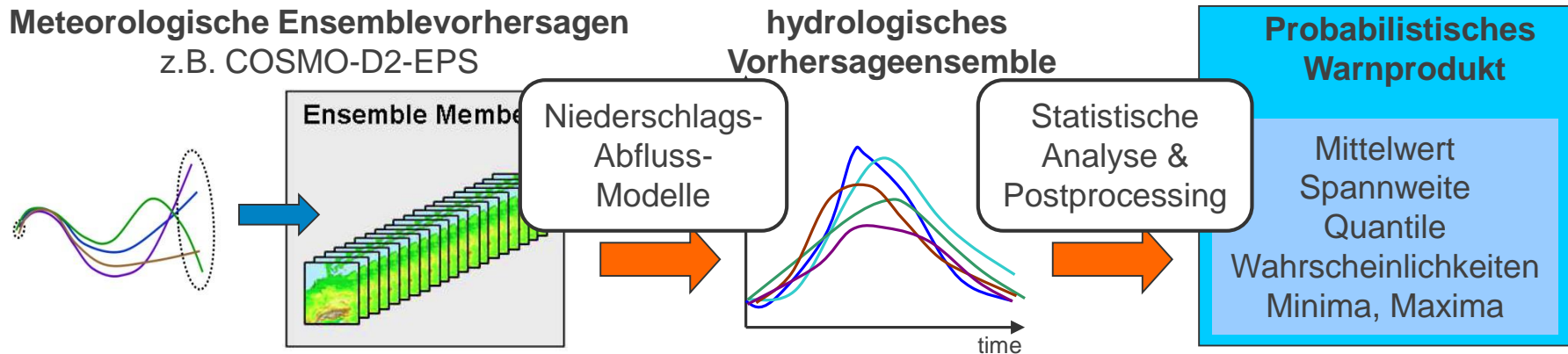
- Randbedingungen
- Anfangsbedingungen
- Modellphysik

Mögliche Zustände in der Zukunft

- Vorhersage
- charakterisieren Unsicherheit

Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

Zielstellung: probabilistische Warnungen für kleine Einzugsgebiete

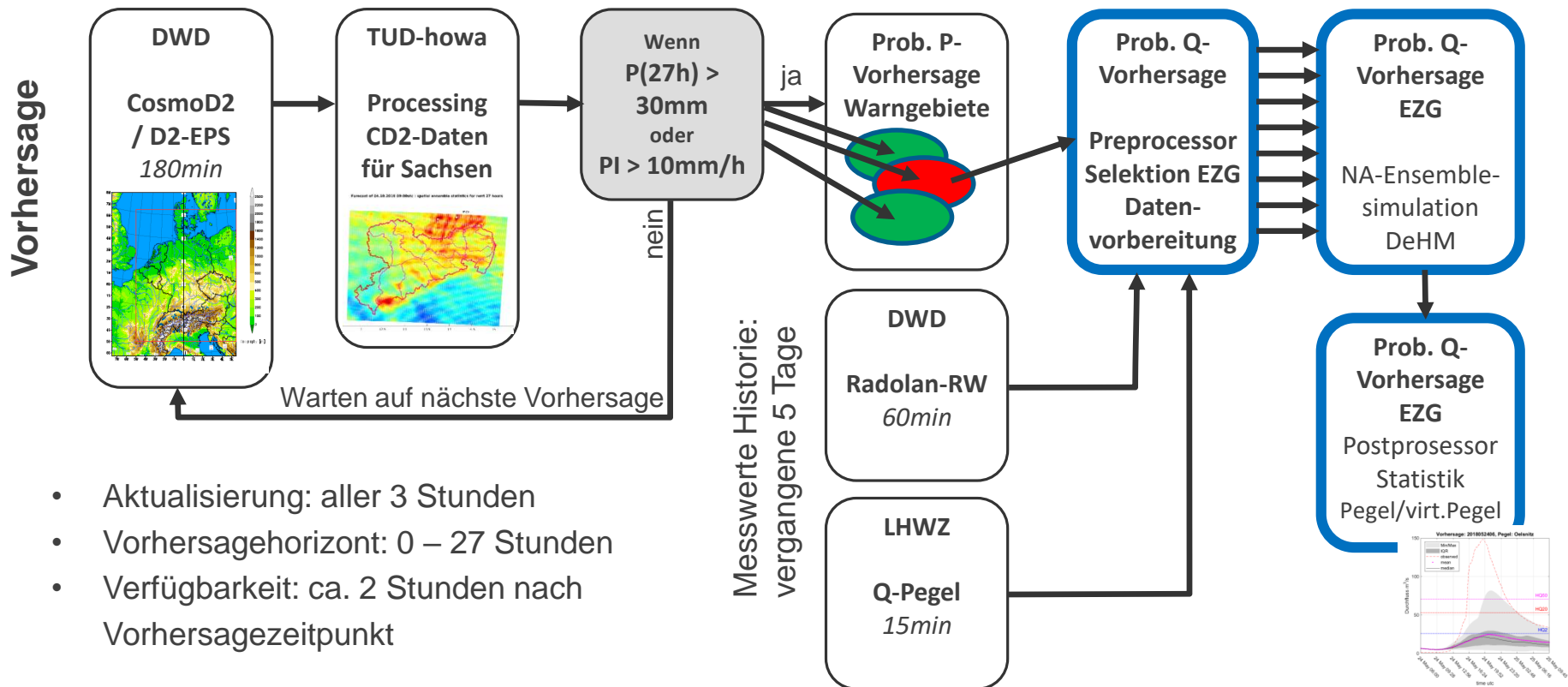


- **Unsicherheiten** in der meteorologischen Vorhersage sollte (muss) in die Hochwasserwarnung und Vorhersage einbezogen werden!
- Große Datenmengen → **Robuste und schnelle Prozessierung** erforderlich

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:

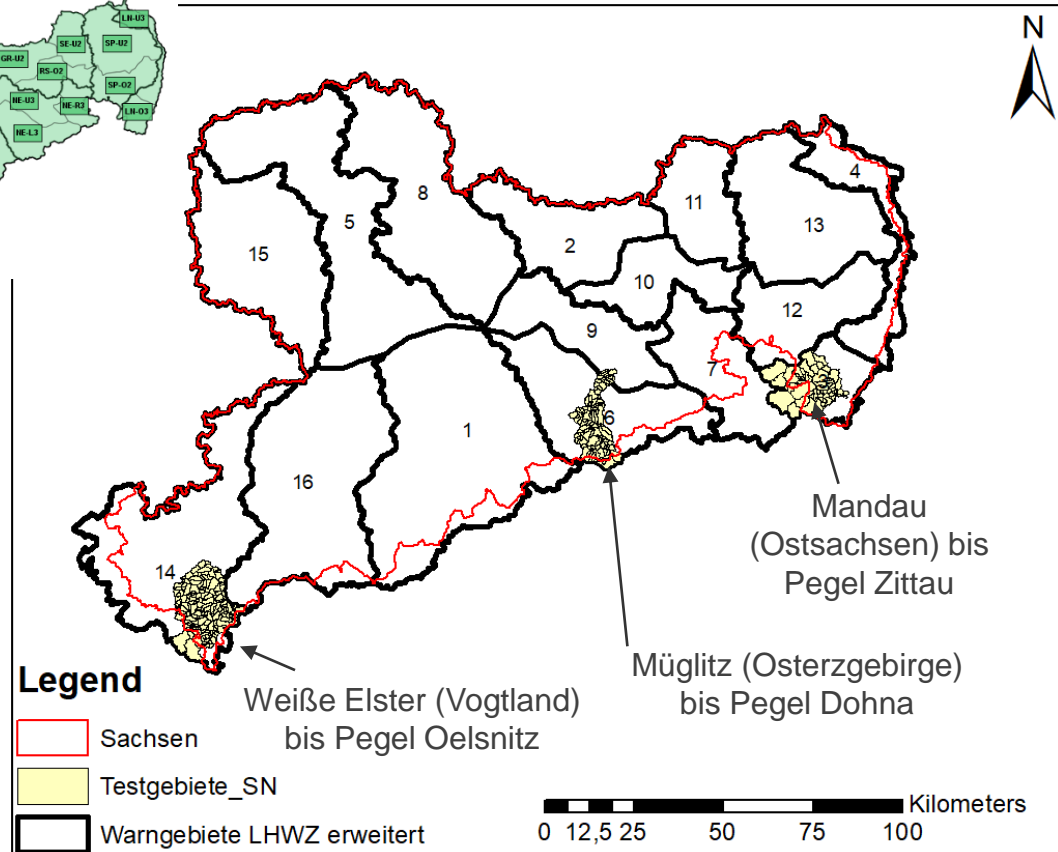
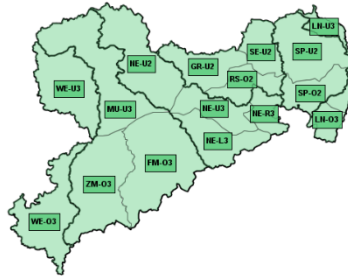
Warngebiete
(wie LHWZ-Frühwarnung)
Niederschlag



Einzugsgebiete
(beobachtete Pegel)
Niederschlag & Abfluss



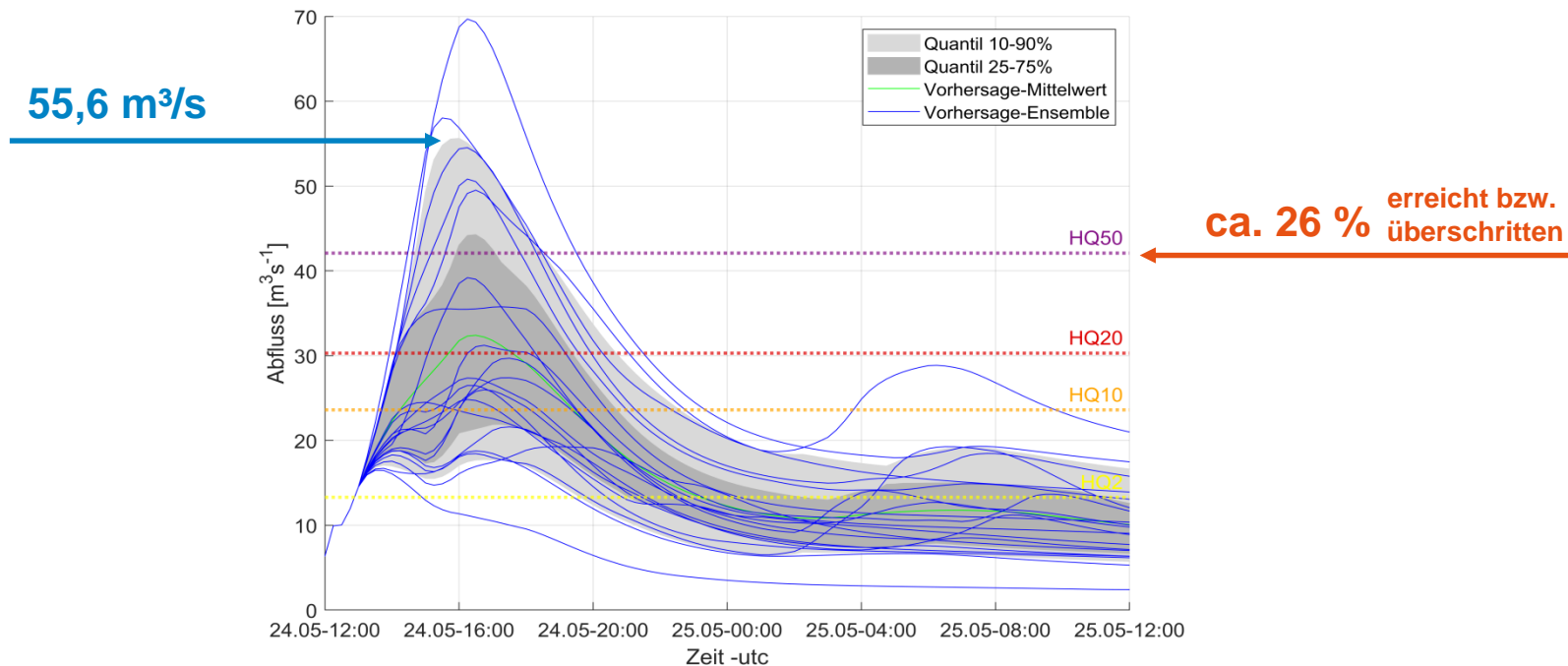
Teileinzugsgebiete
(unbeobachtet)
Niederschlag & Abfluss



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>

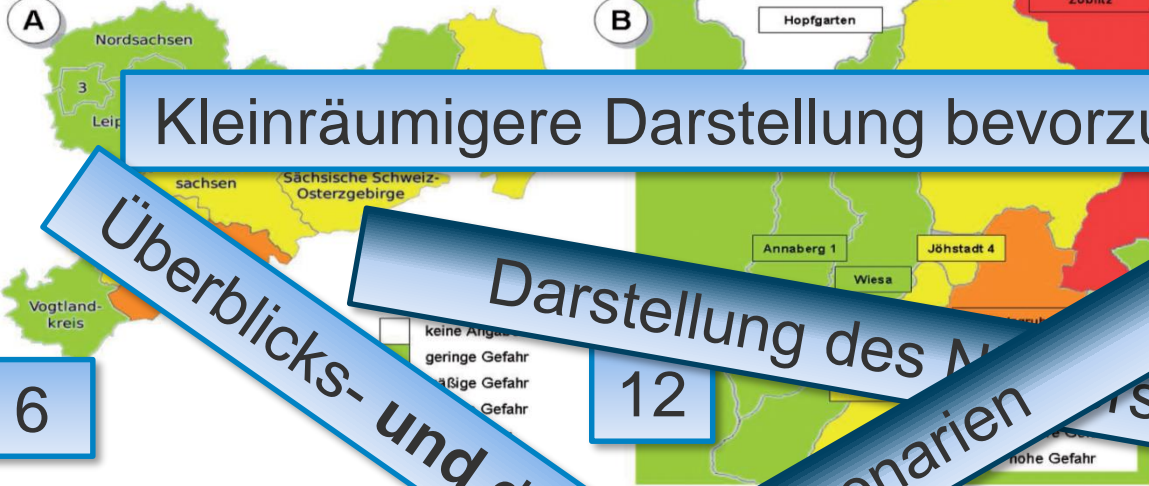
Probabilistische Vorhersagen und Warnungen

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

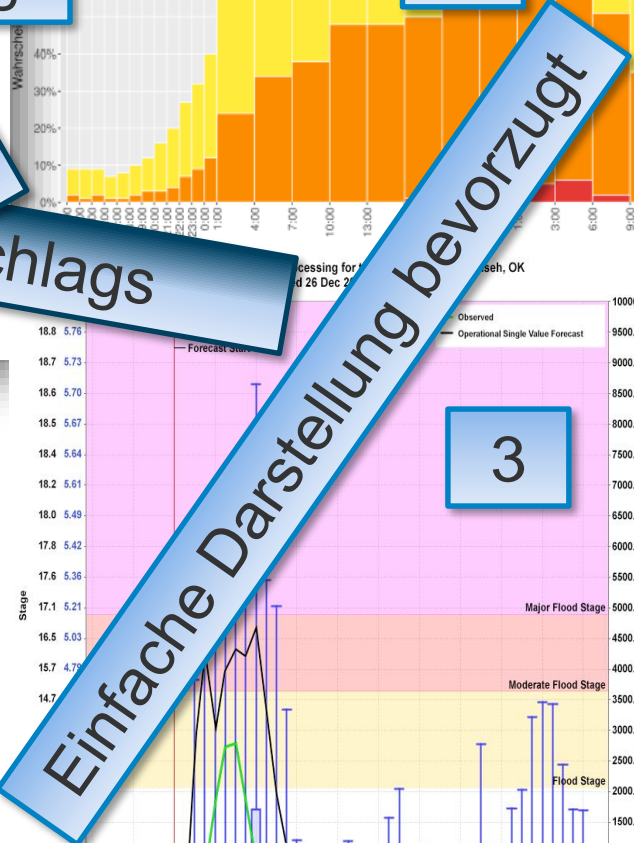
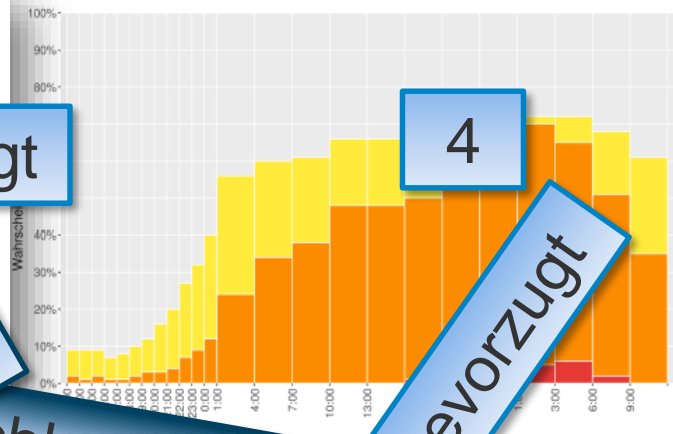


Kleinräumigere Darstellung bevorzugt

Darstellung des MDR-Verschlags

Darstellung von Szenarien

Quantitative und Schwellenwertdarstellung



C Wahrscheinlichkeit Erreichen/Überschreiten von Alarmstufen in den nächsten 24 Stunden
Pegel GROßSCHÖNAU / MANDAU
 gültig vom 01.01.20XX 08:00 Uhr bis 02.01.20XX 08:00 Uhr

	unwahrscheinlich	möglich	
Alarmstufe 4 (230 cm)	[Red bar]	[Red bar]	oberer Unsicherheitsbereich AS 4 400 cm
Alarmstufe 3 (200 cm)	[Red bar]	[Red bar]	Mittlerer Unsicherheitsbereich AS 3 350 cm
Alarmstufe 2 (170 cm)	[Red bar]	[Red bar]	unterer Unsicherheitsbereich AS 2 300 cm

Die Informationen basieren auf einer fachlichen Einschätzung der aktuellen meteorologischen und hydrologischen Lage, Wettervorhersagen sowie Modellrechnungen. Es handelt sich daher um eine Abschätzung der wesentlichen Parameter des Abflussgeschehens, welche mit Unsicherheiten behaftet sind.

Messwerte der Pegel sind auch telefonisch unter der Telefonnummer (0351) 8928260 sowie im MDR-Video-Text ab Seite 4

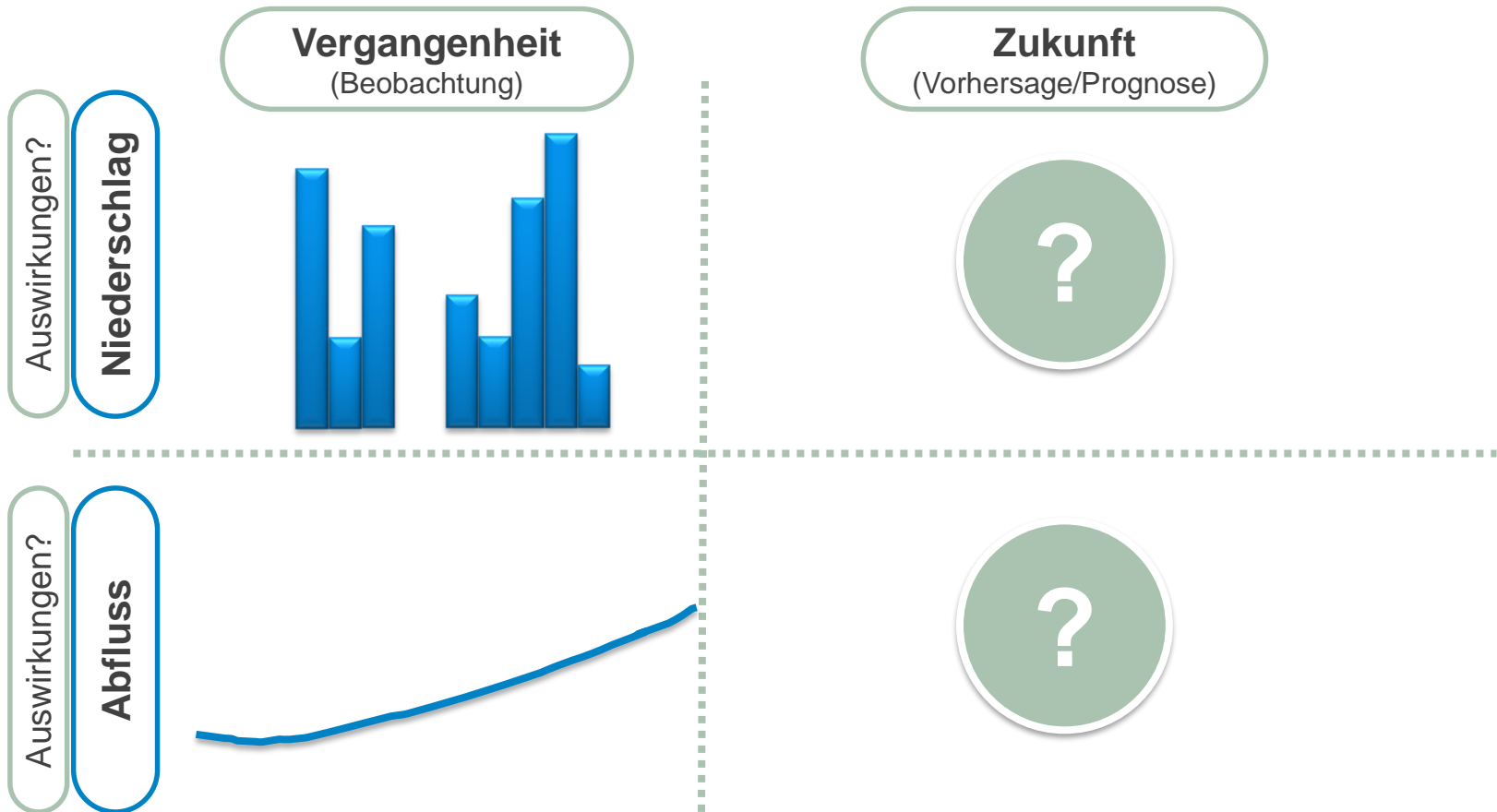
© Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
 Landeshochwasserzentrum – www.hochwasserzentrum.sachsen.de

4

3

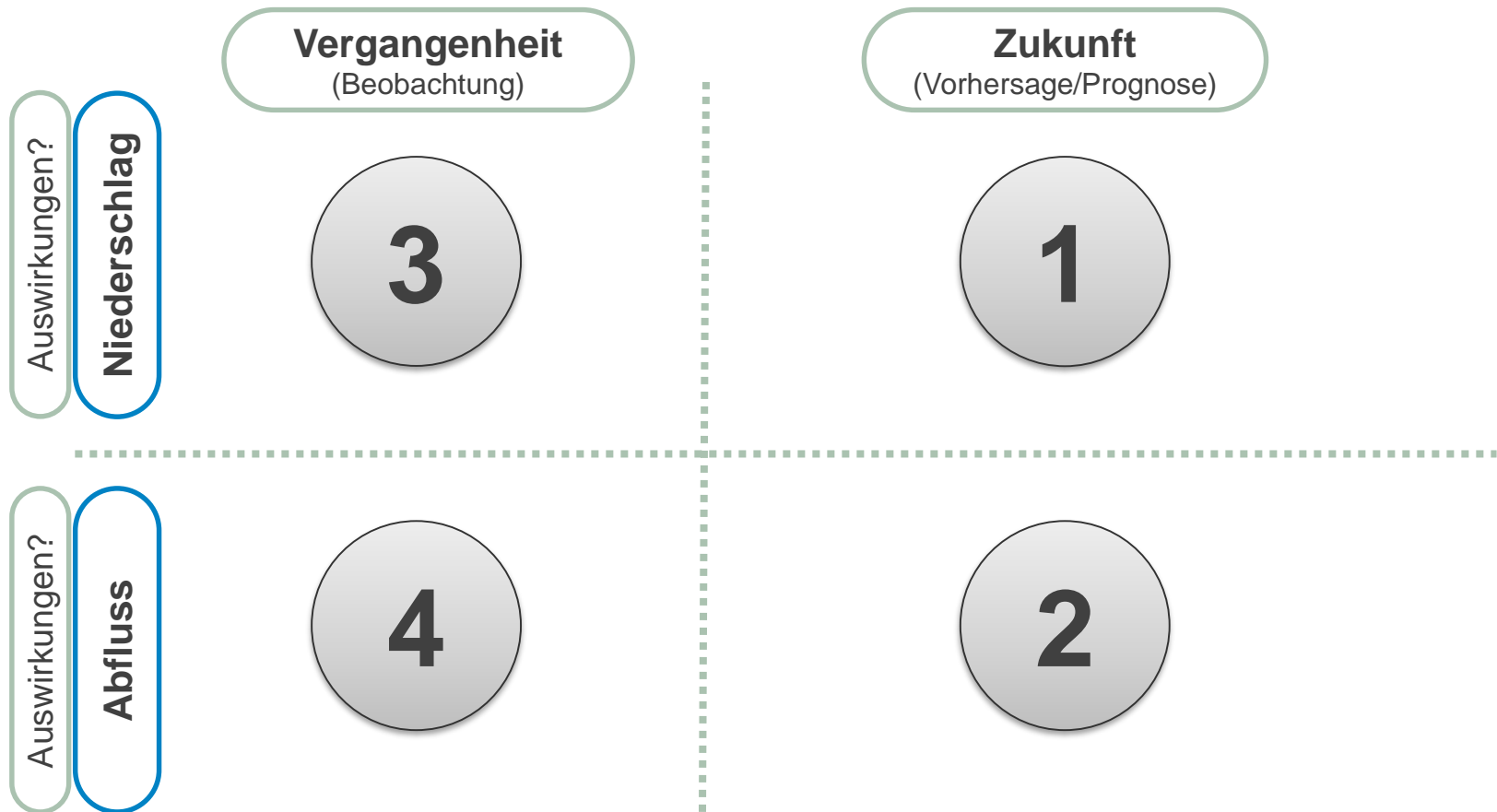
Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

Die Grundidee



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

Die Grundidee

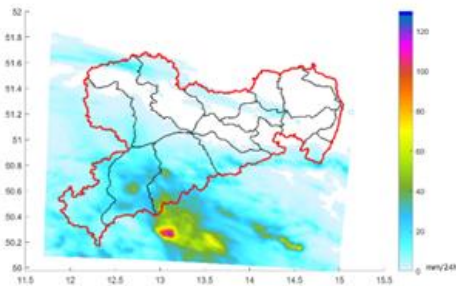


Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

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)

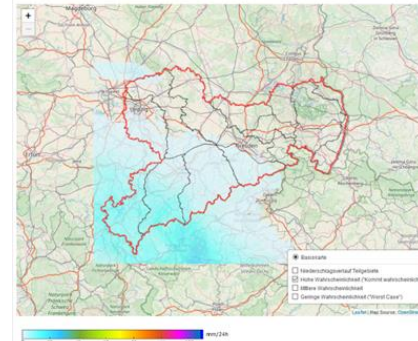
HoWa-innovativ: Demonstrator Hochwasserfrühwarnsystem

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)

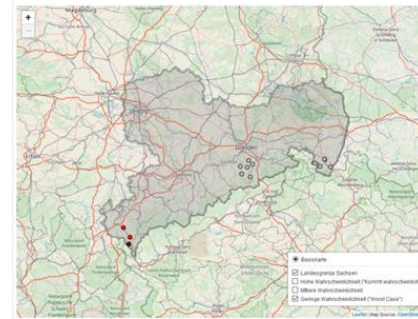
Zu Grunde liegende Vorhersage gültig bis: 24.05.2018, 05:00 Uhr MESZ bis 25.05.2018, 05:00 Uhr MESZ



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"). Eintrittswahrscheinliche Niederschläge haben eine geringere Wahrscheinlichkeit.

2 Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

Erstlingspunkt Prognose: 24.05.2018, 05:00 Uhr MESZ, gültig bis: 25.05.2018, 08:00 Uhr MESZ



Was sehe ich hier?
Hier sieht man eine **Prognose der Hochwassererhebungen** 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"). Eintrittswahrscheinliche Hochwasser haben eine geringere Wahrscheinlichkeit.



Block 3: Training und Schulung

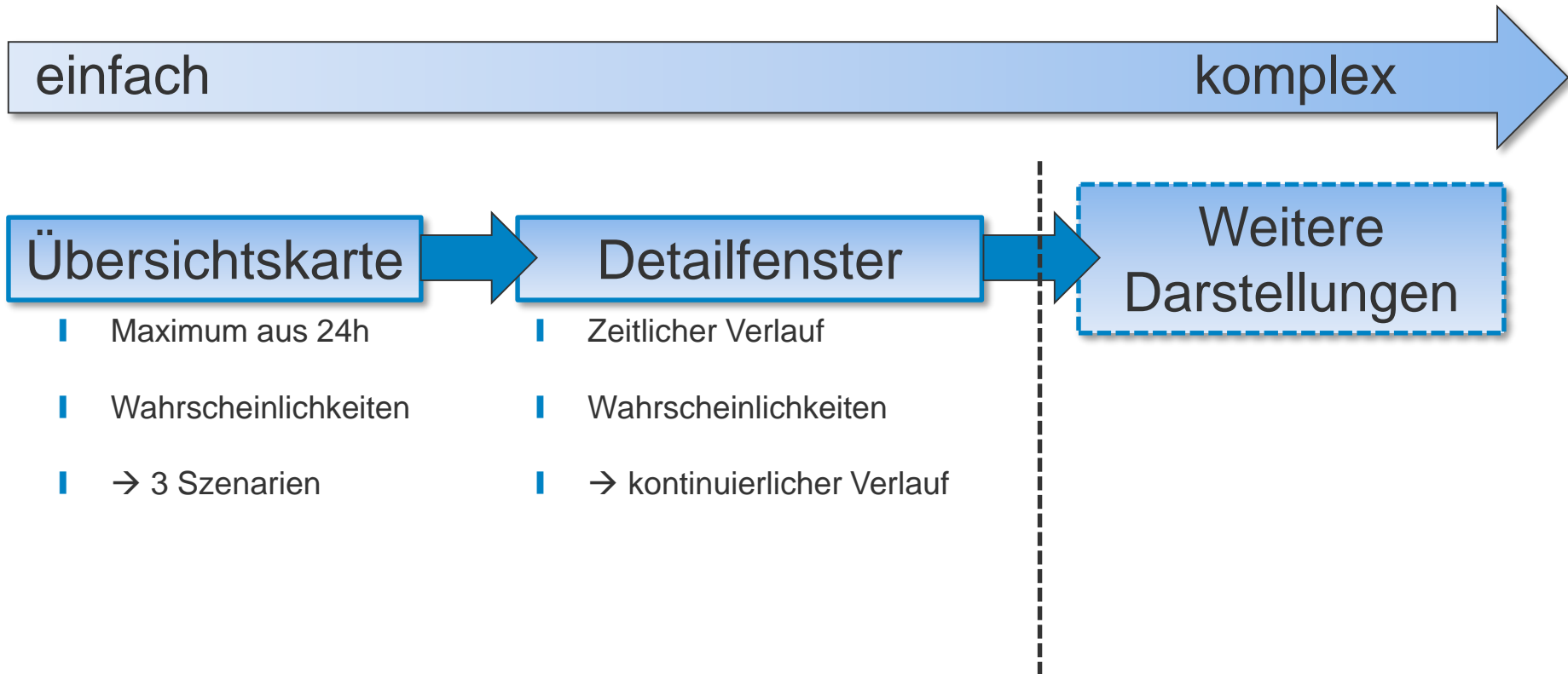
www.howa-innovativ.sachsen.de



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

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

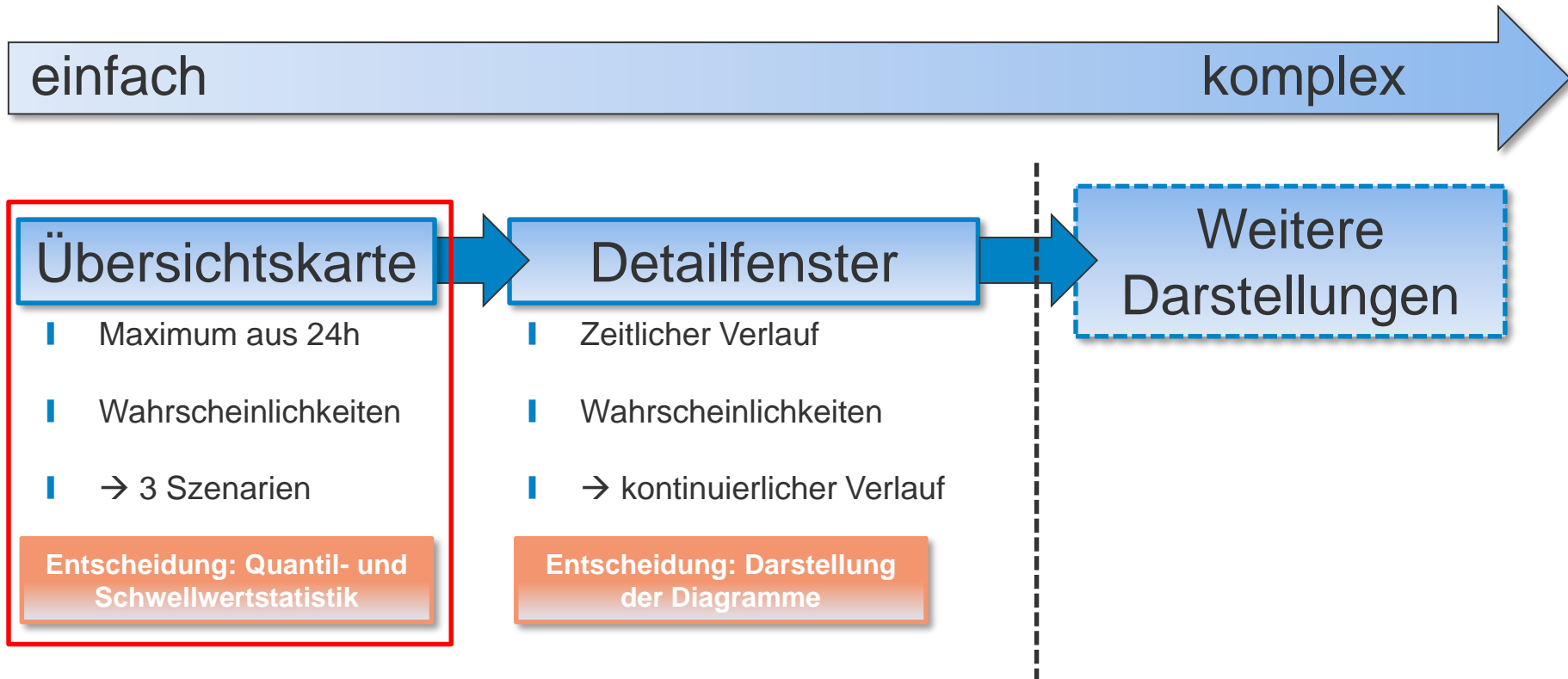
I Struktureller Aufbau



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

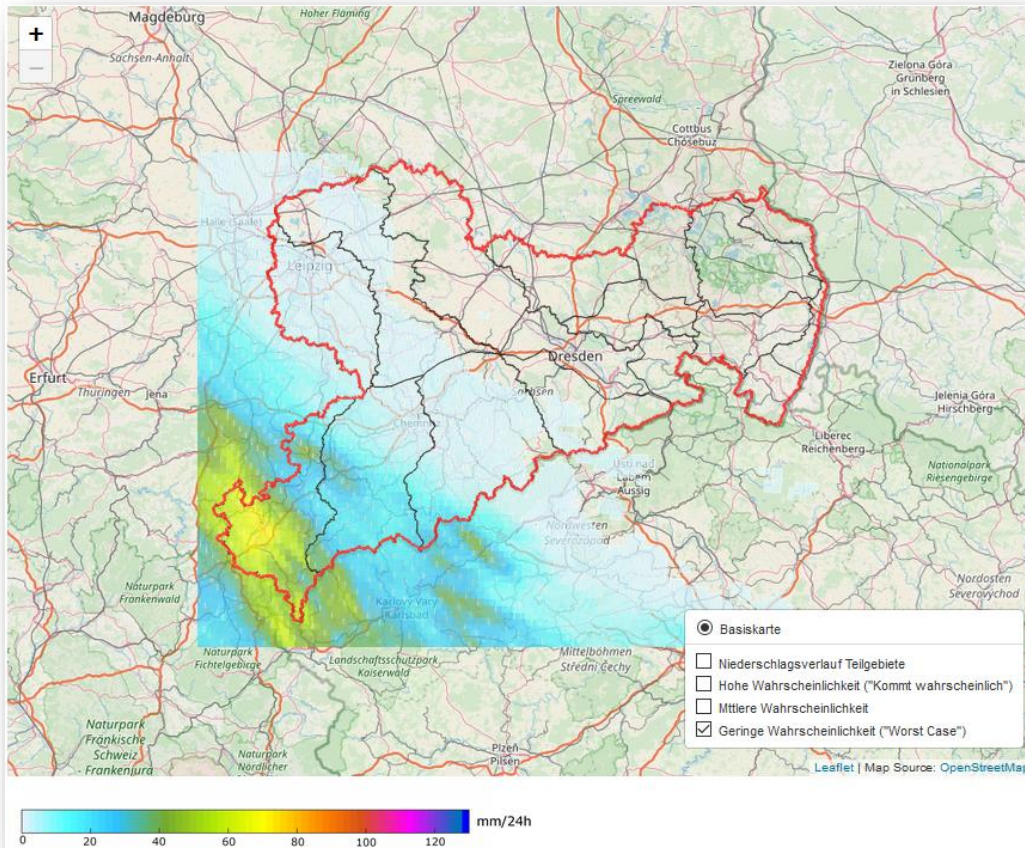
① Erwartete Niederschläge (Prognose)

Struktureller Aufbau



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

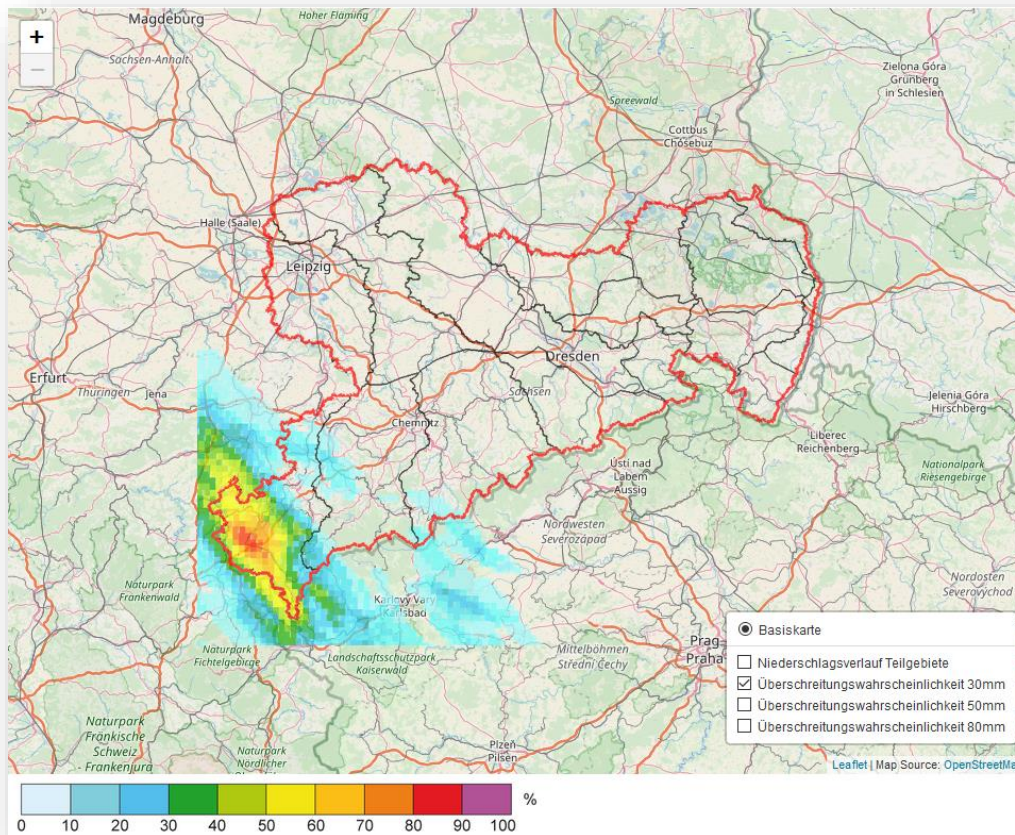


Was sehe ich hier?

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)



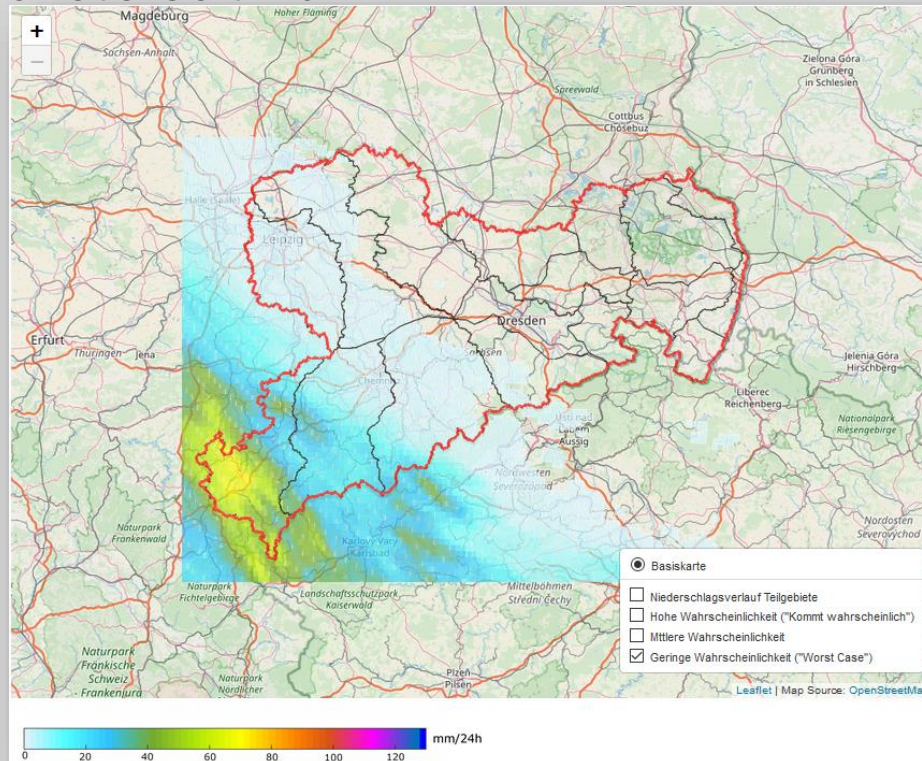
Was sehe ich hier?

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)

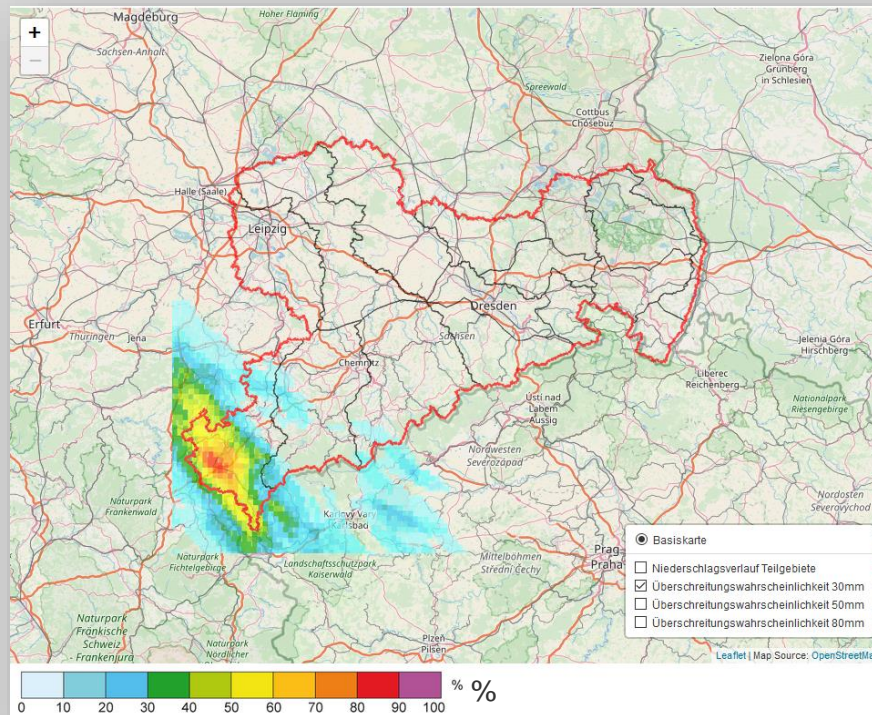
- I Welche Variante der Darstellung zum Überblick über die erwarteten Niederschläge bevorzugen Sie?
 - I A) **Quantilstatistik:** Niederschlags- oder Durchflusswert, der für eine vorgegebene Wahrscheinlichkeit erreicht wird



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

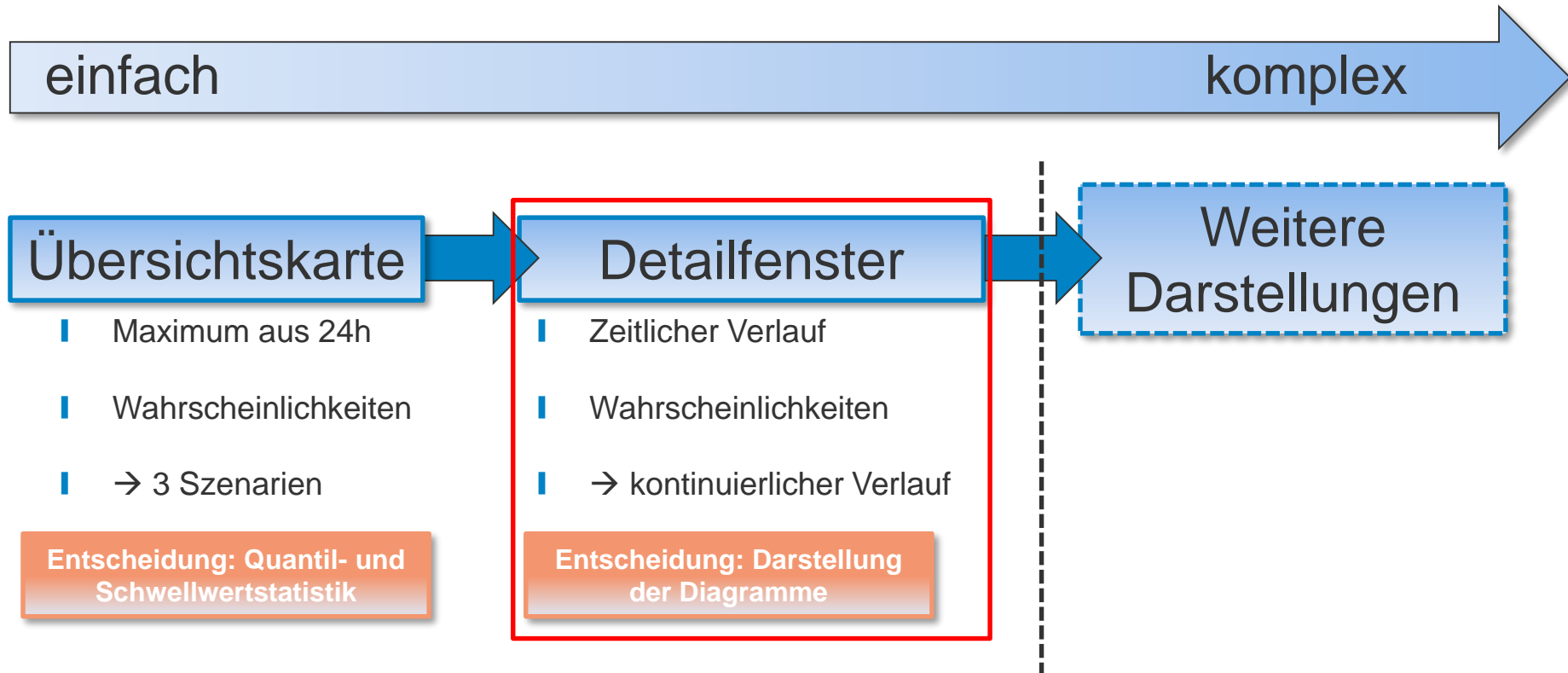
① Erwartete Niederschläge (Prognose)

- 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)

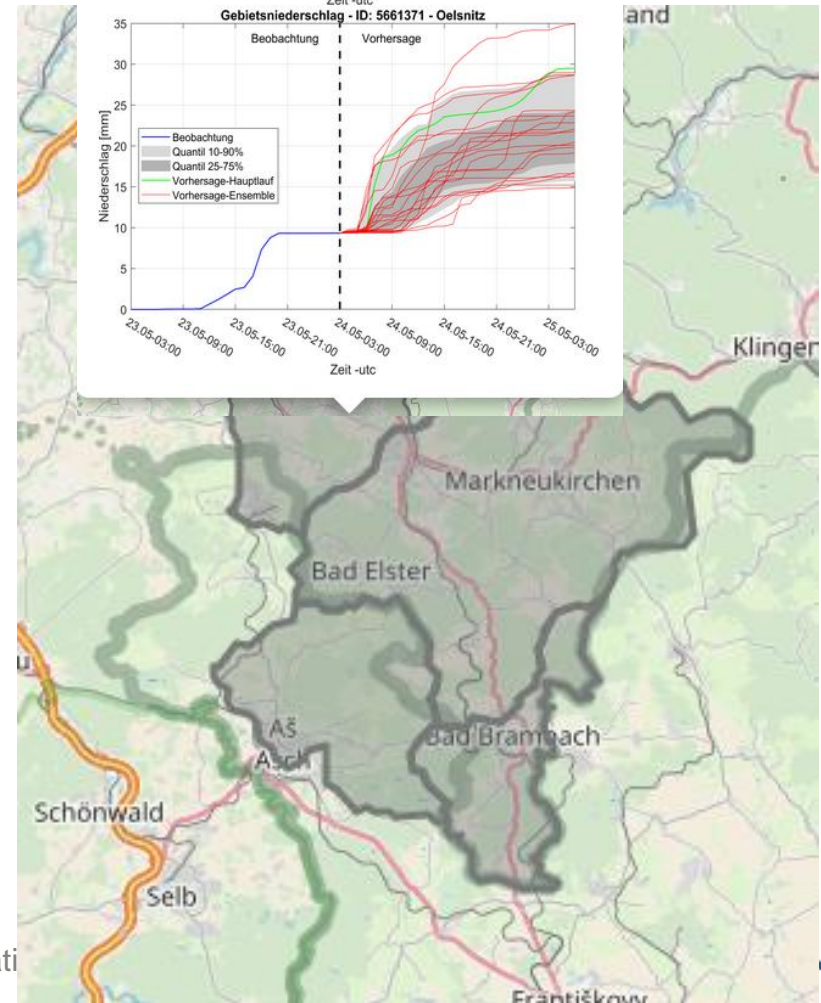
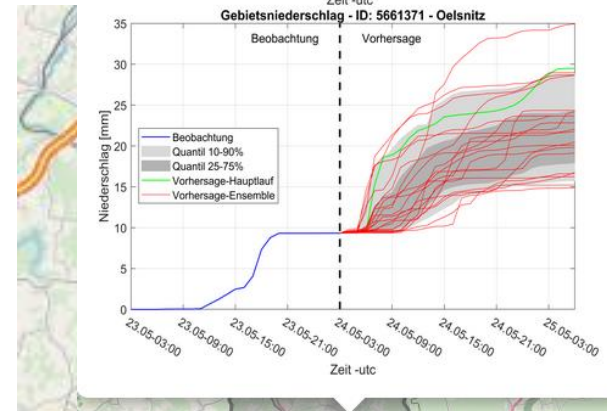
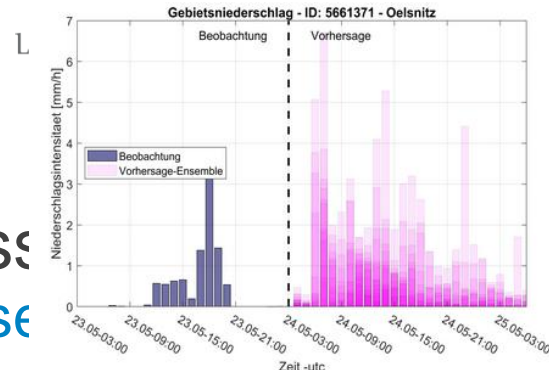
Struktureller Aufbau



Der Demonstrator zur Hochwass

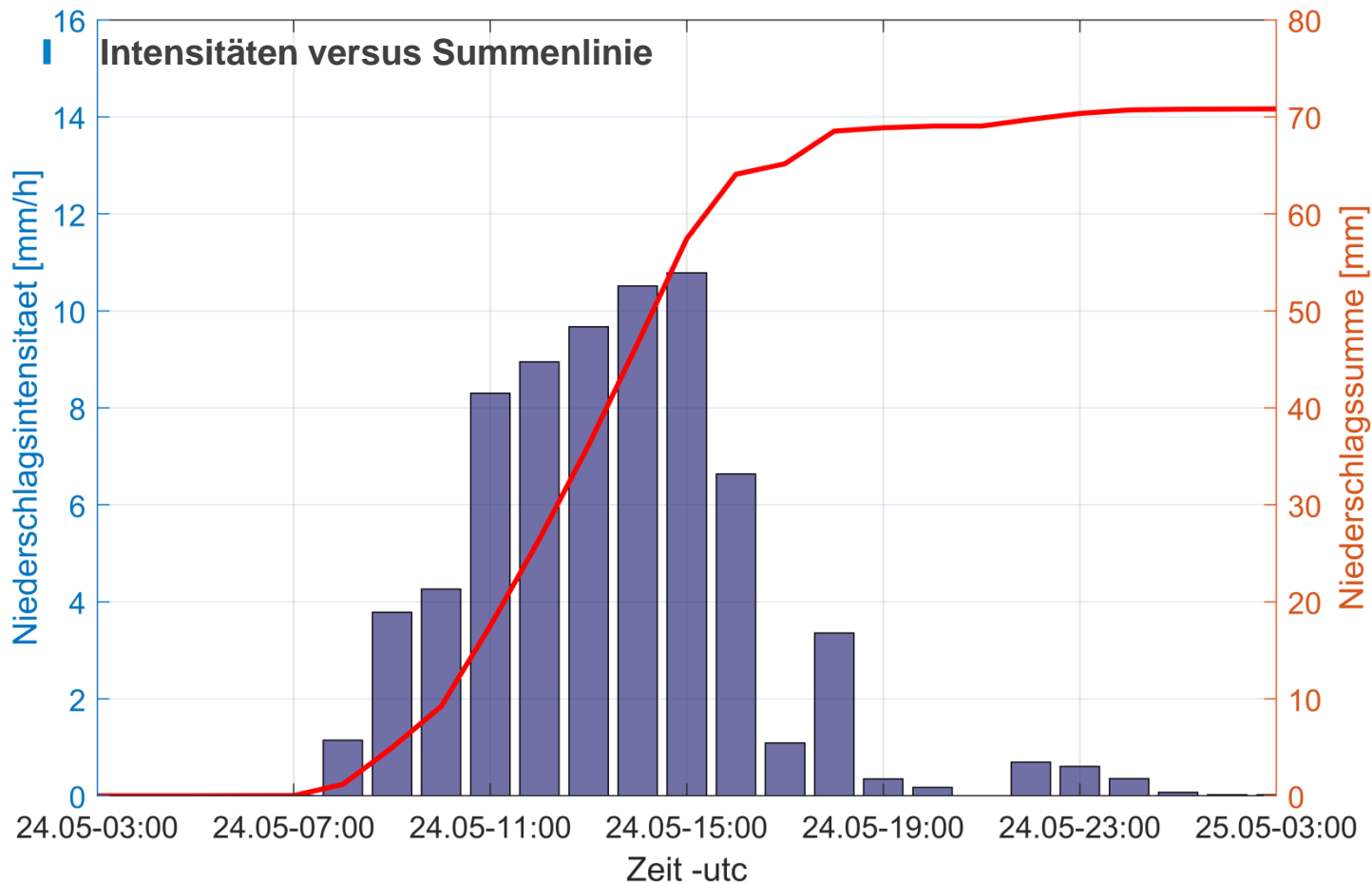
1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

- 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

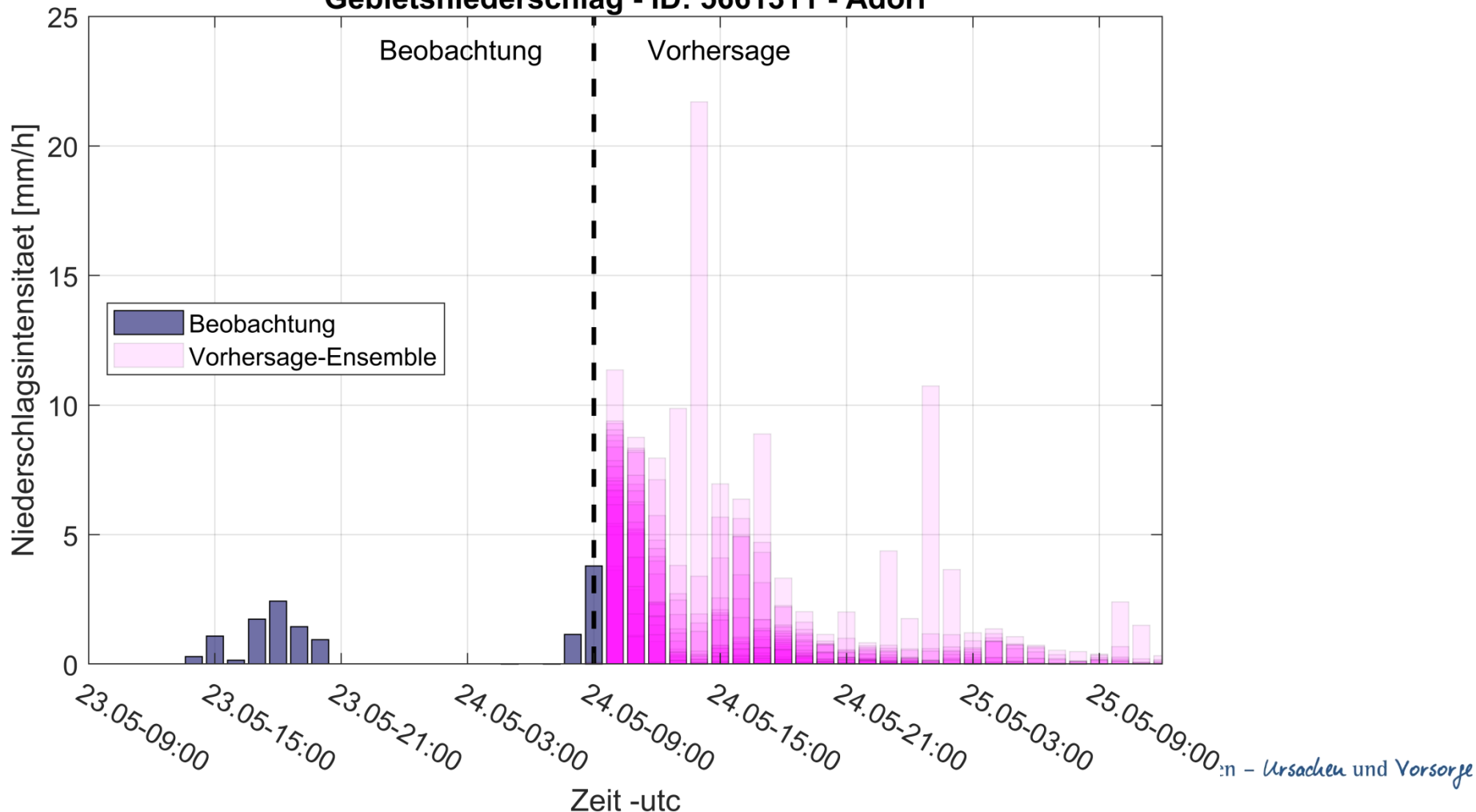
① Erwartete Niederschläge (Prognose)



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

① Erwartete Niederschläge (Prognose)

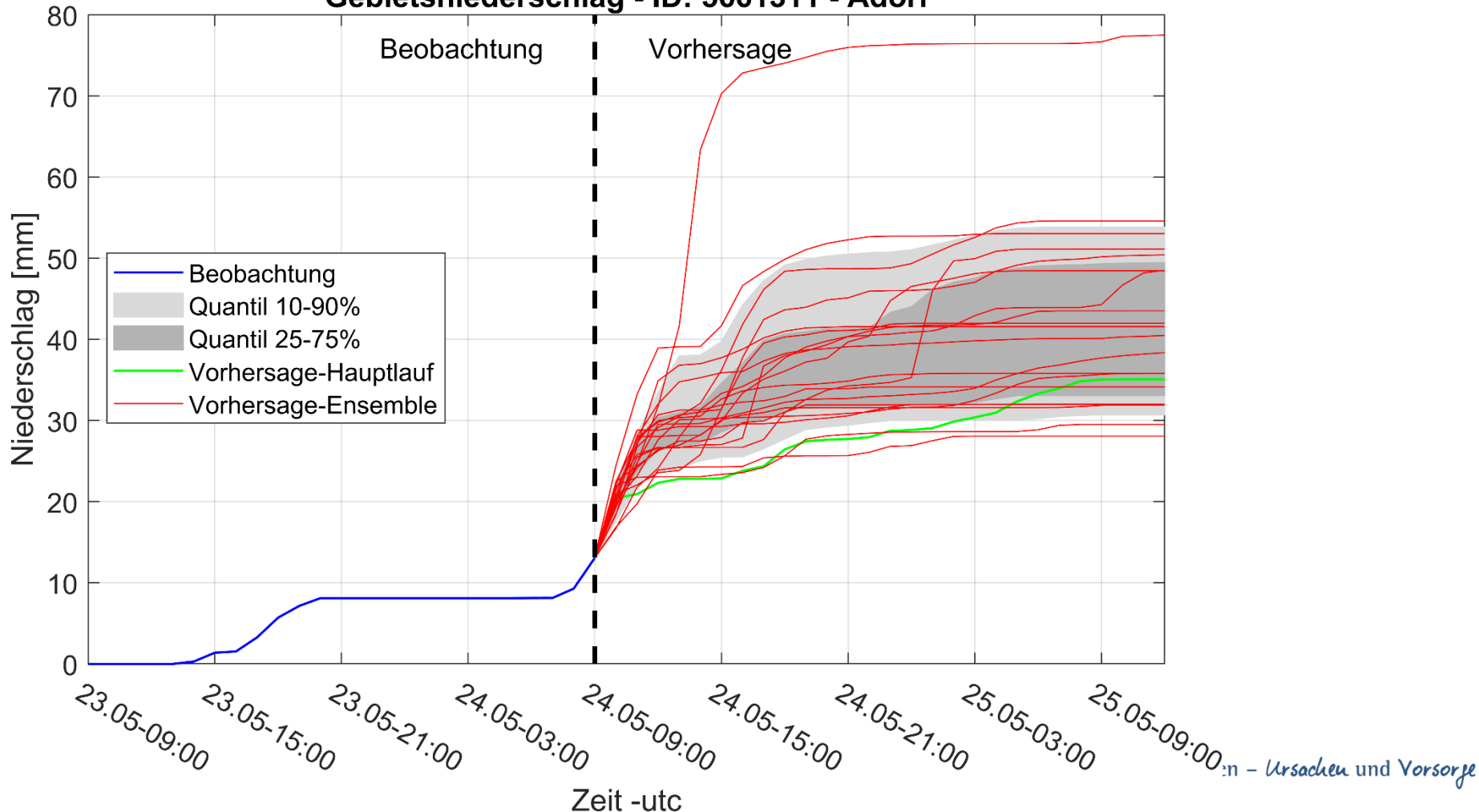
Gebietsniederschlag - ID: 5661311 - Adorf



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

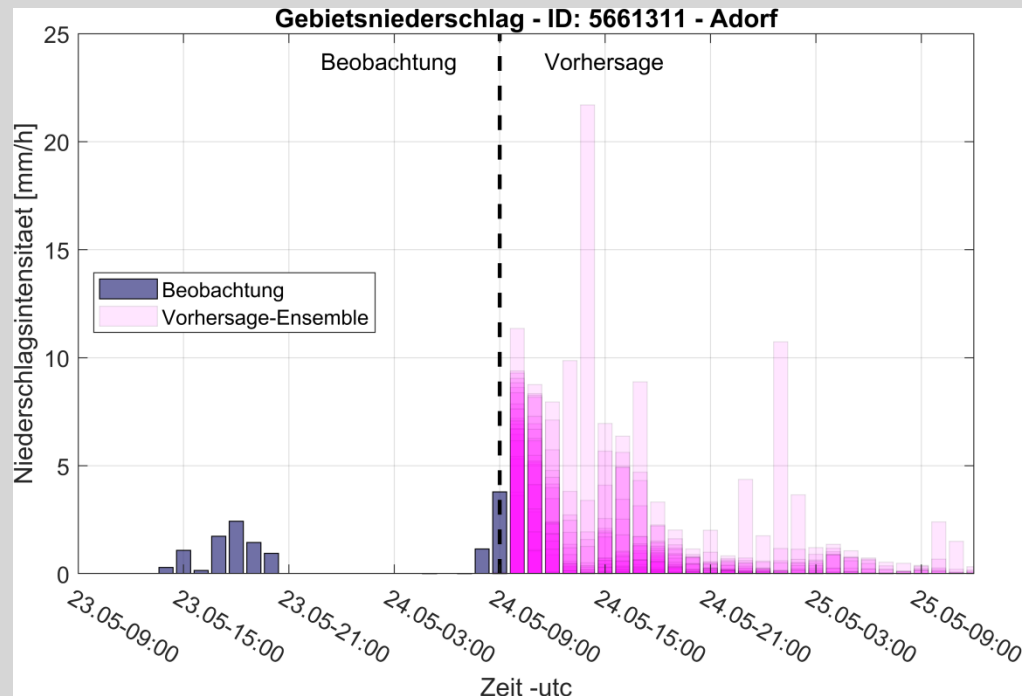
Gebietsniederschlag - ID: 5661311 - Adorf



Umfrage: Frage 2

① Erwartete Niederschläge (Prognose)

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

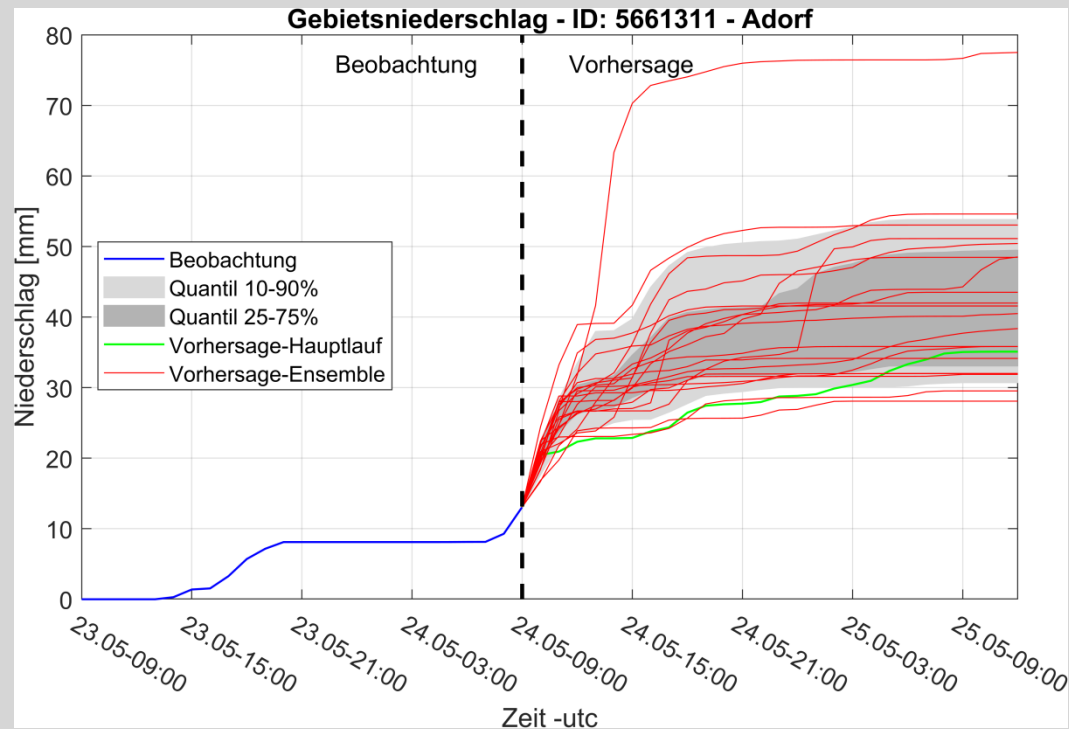


Umfrage: Frage 2

① Erwartete Niederschläge (Prognose)

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

B) Summenlinie

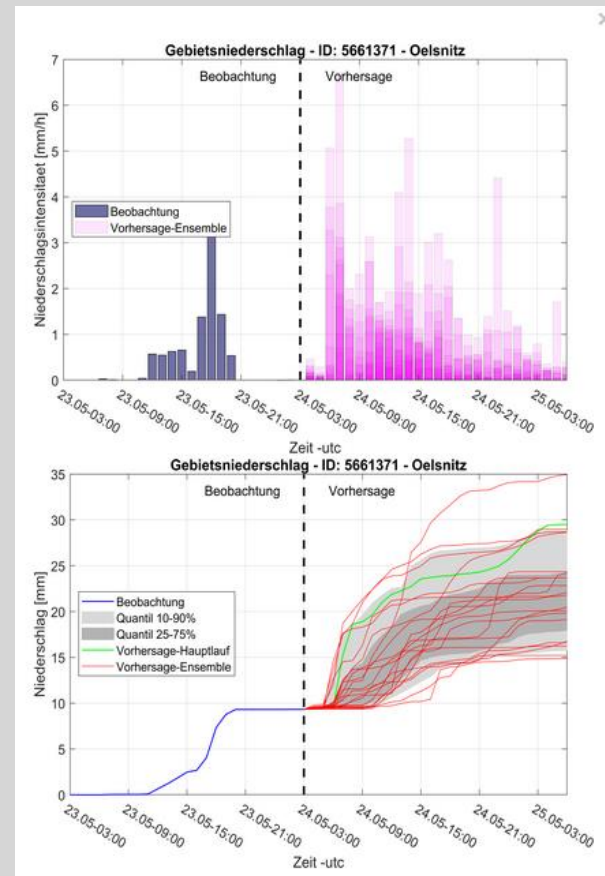


Umfrage: Frage 2

1 Erwartete Niederschläge (Prognose)

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

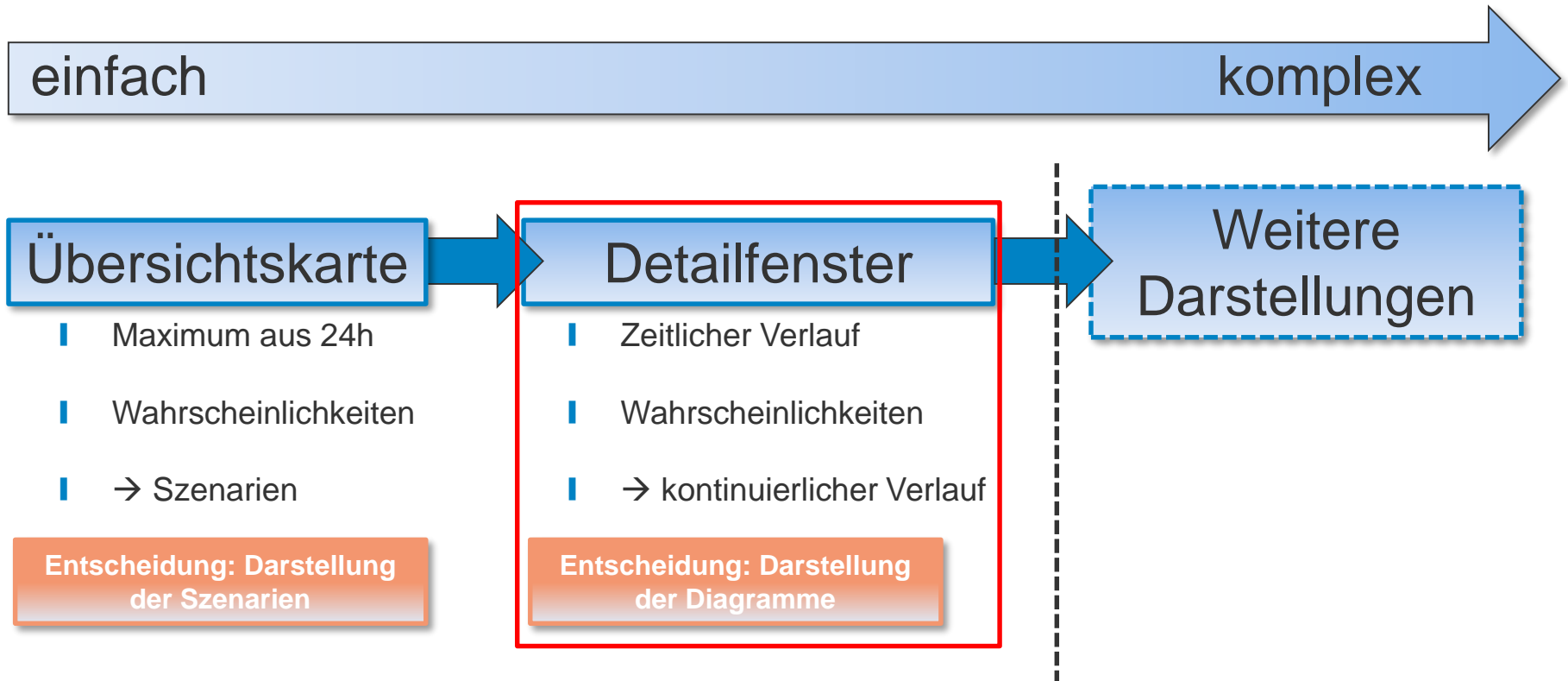
C) Beides



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

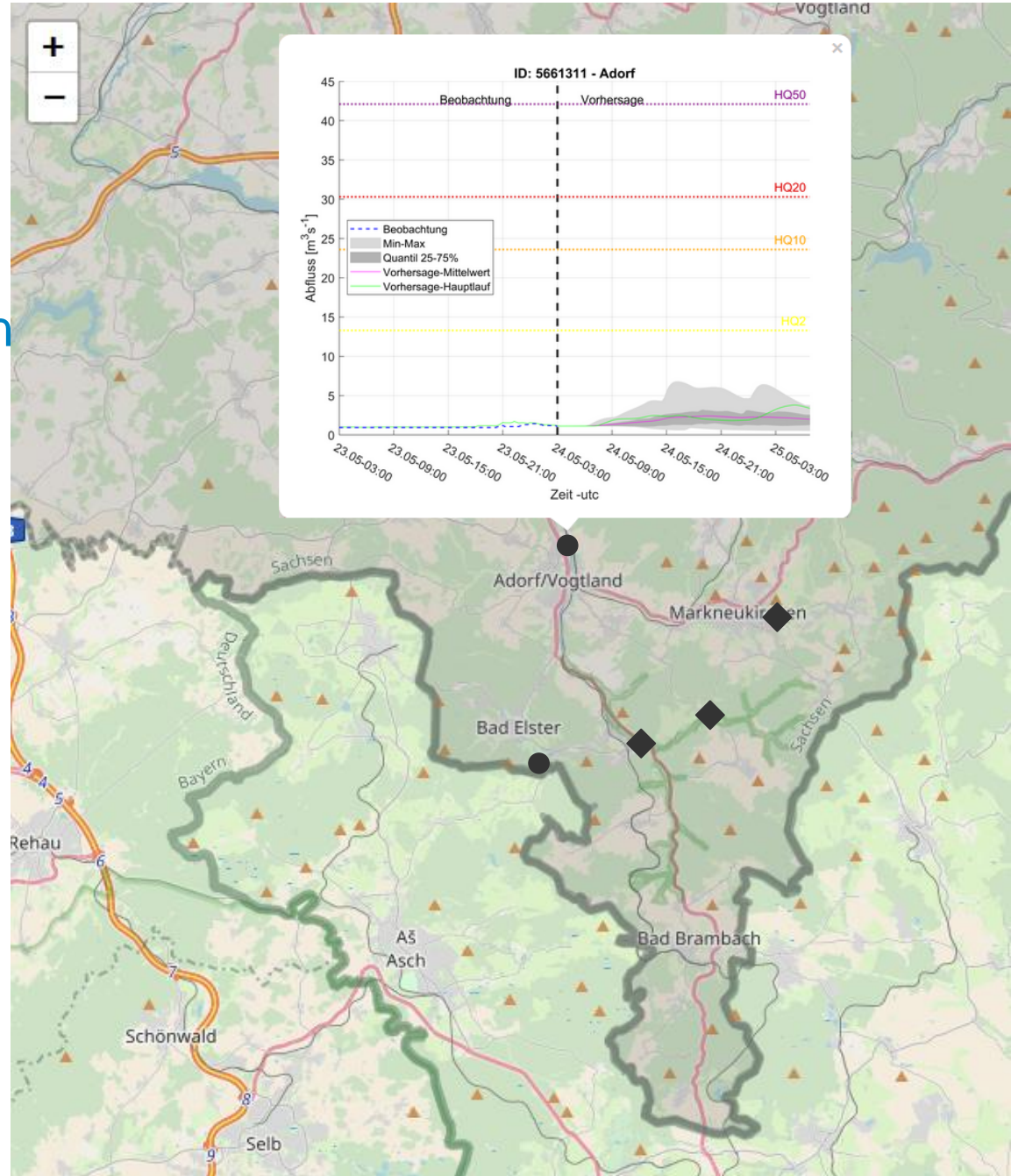
② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

I Struktureller Aufbau

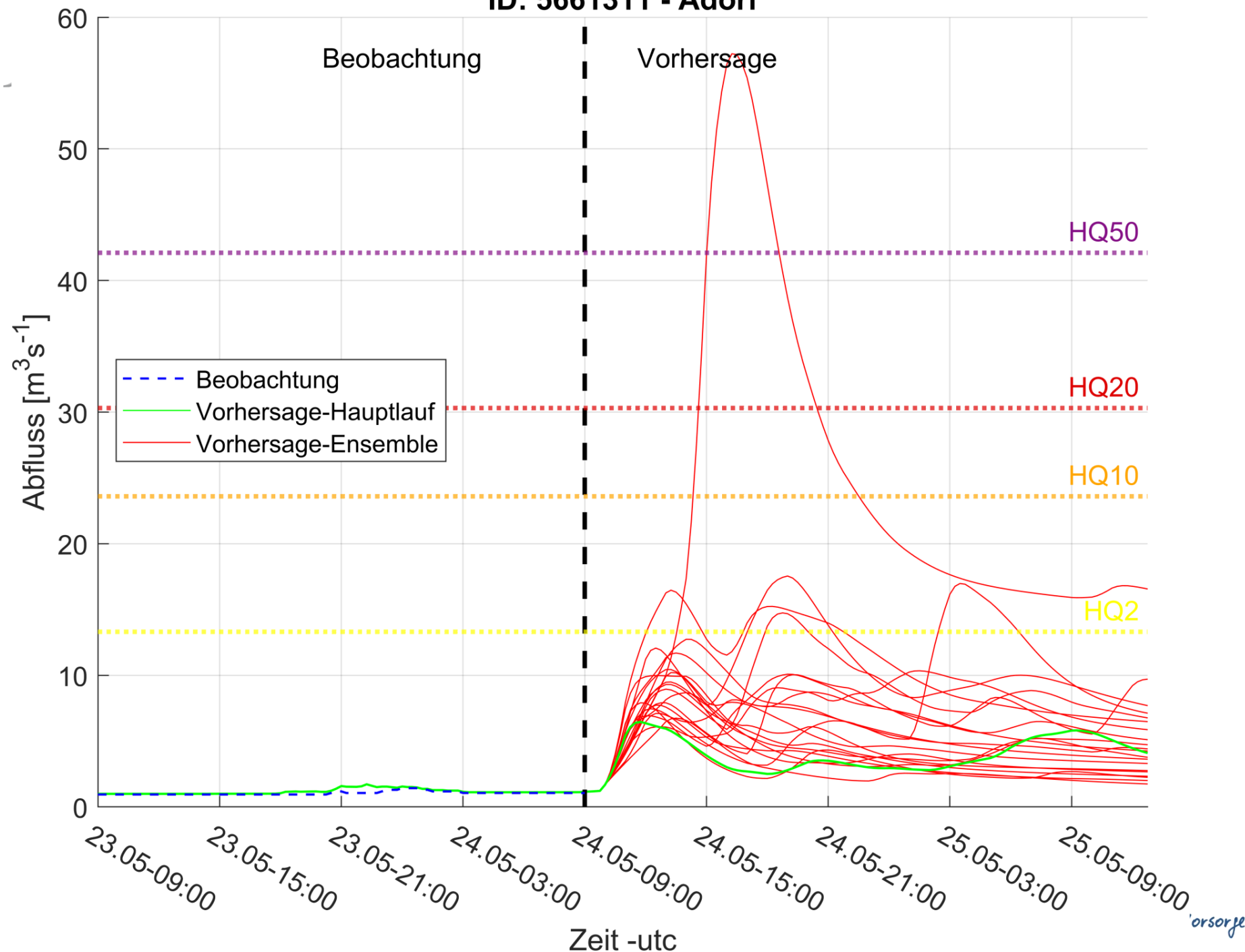


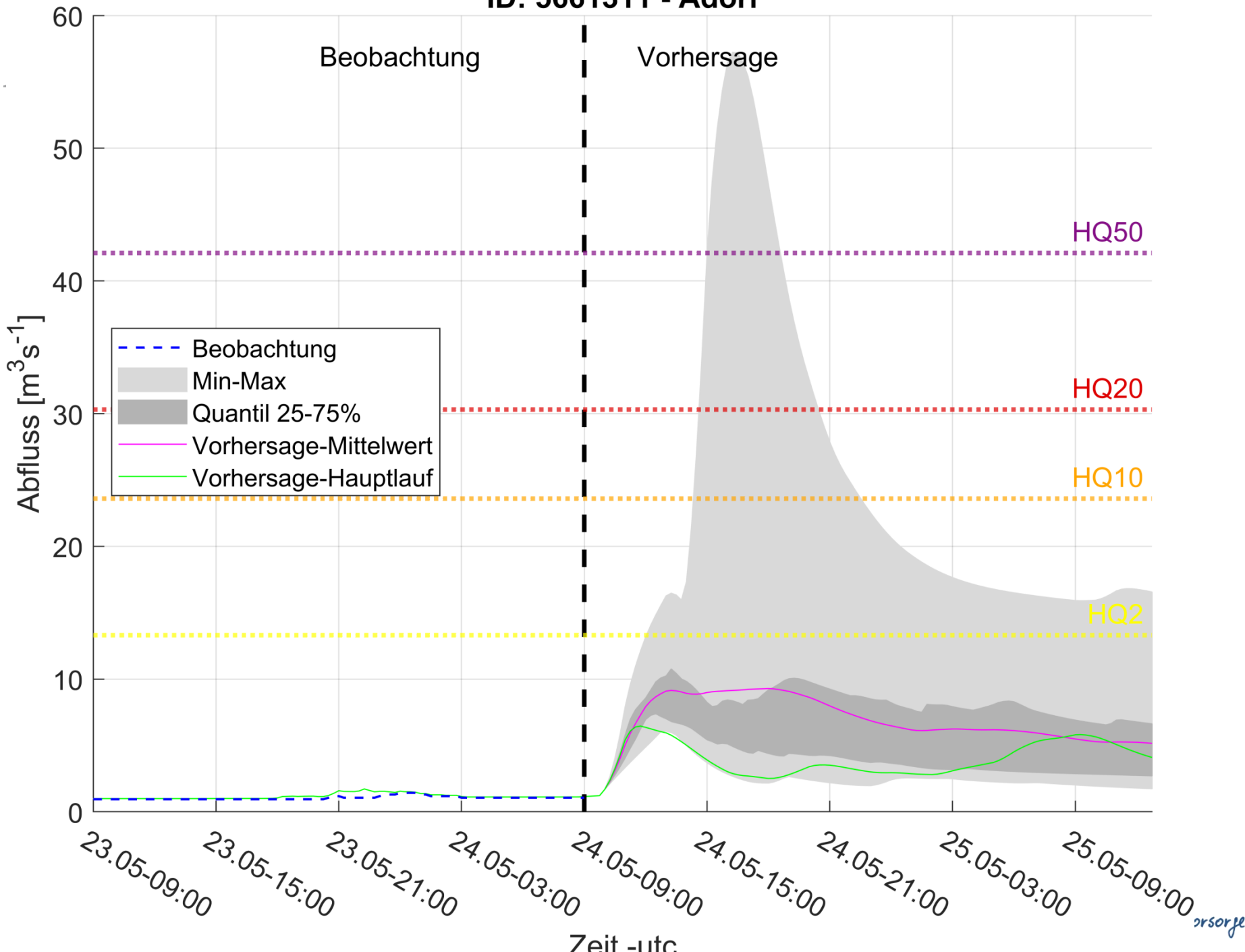
Der Demonstrator zur 2 Hochwasserfrühwarnung

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

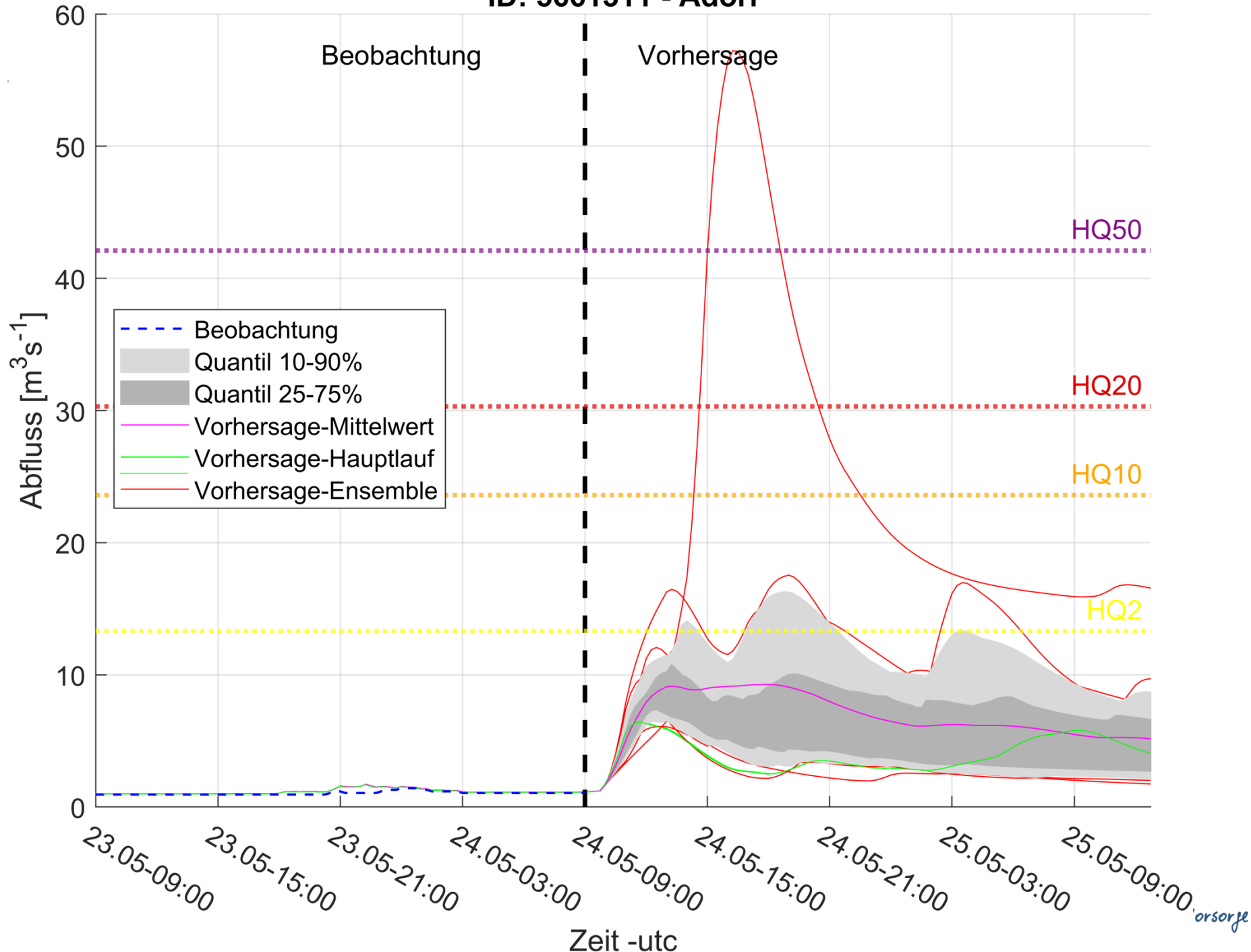


ID: 5661311 - Adorf





ID: 5661311 - Adorf

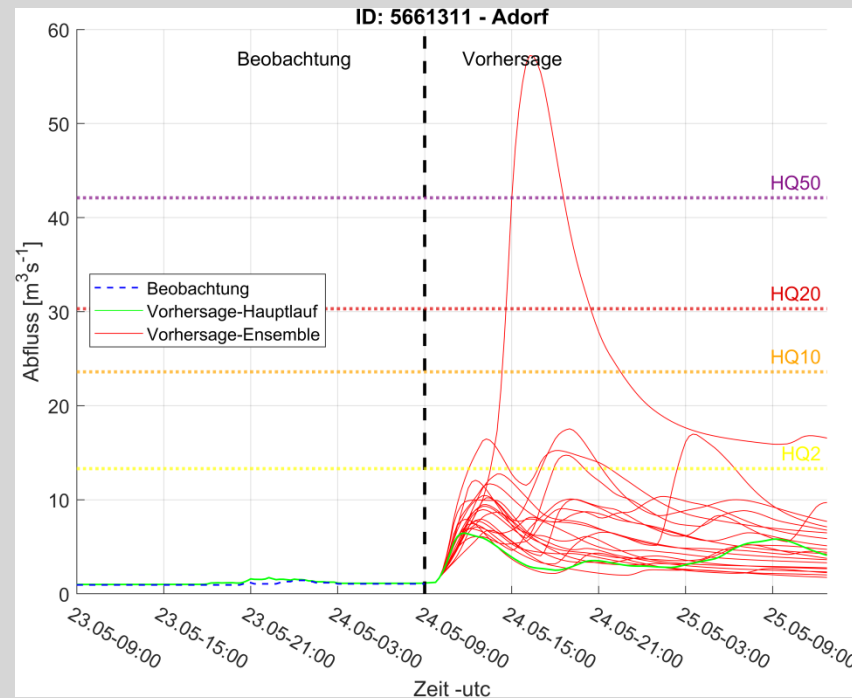


Umfrage: Frage 3

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

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

A) Spaghettiplots

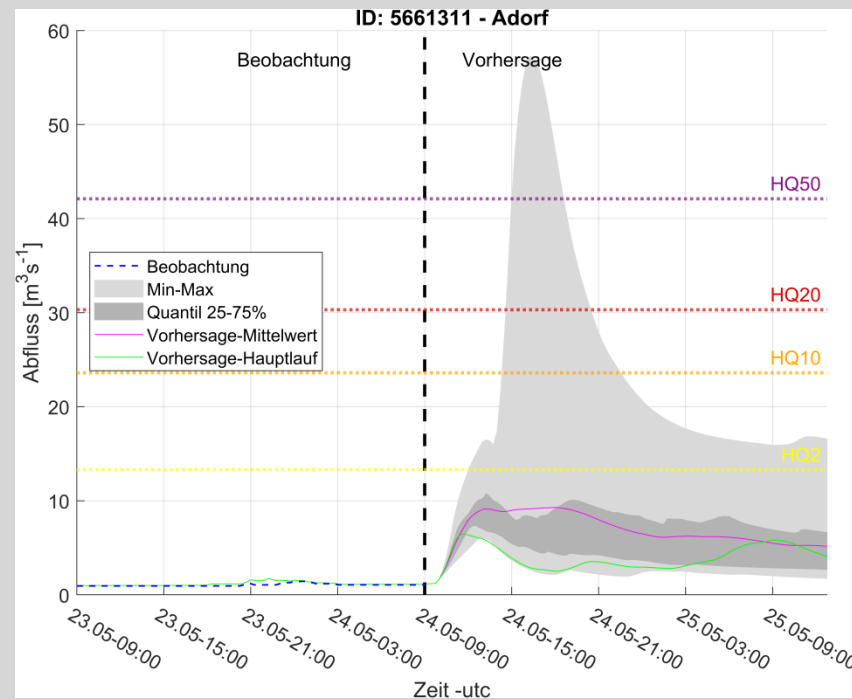


Umfrage: Frage 3

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

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

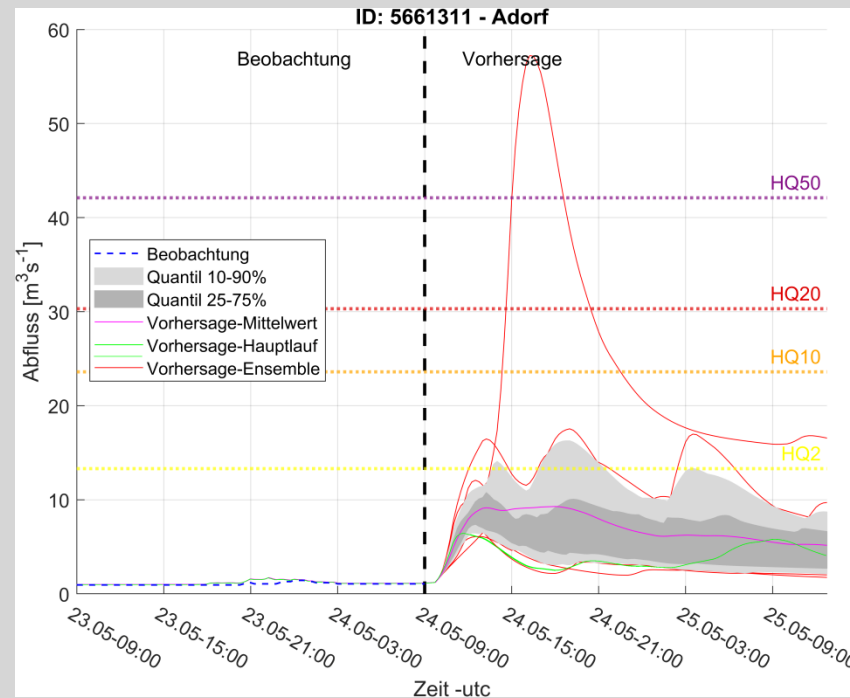
I B) Quantilplot



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

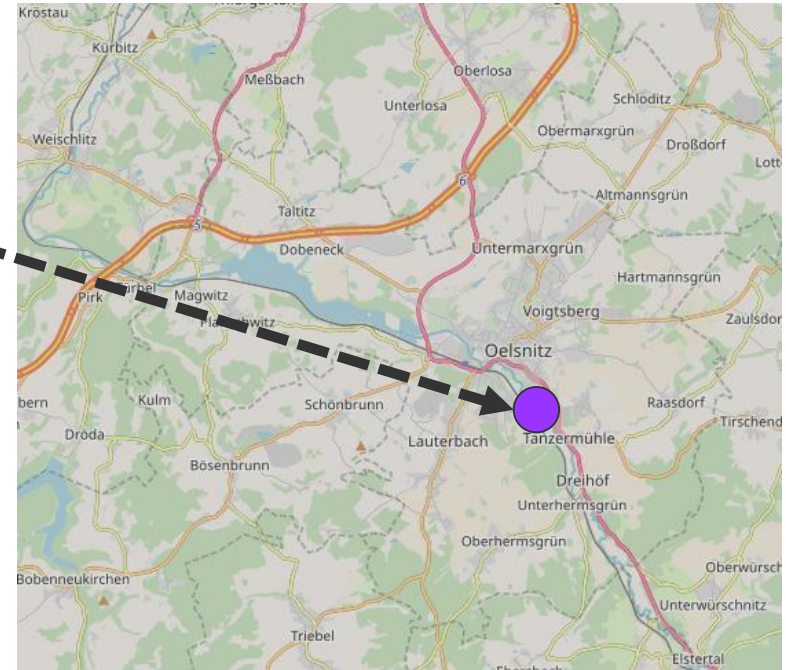
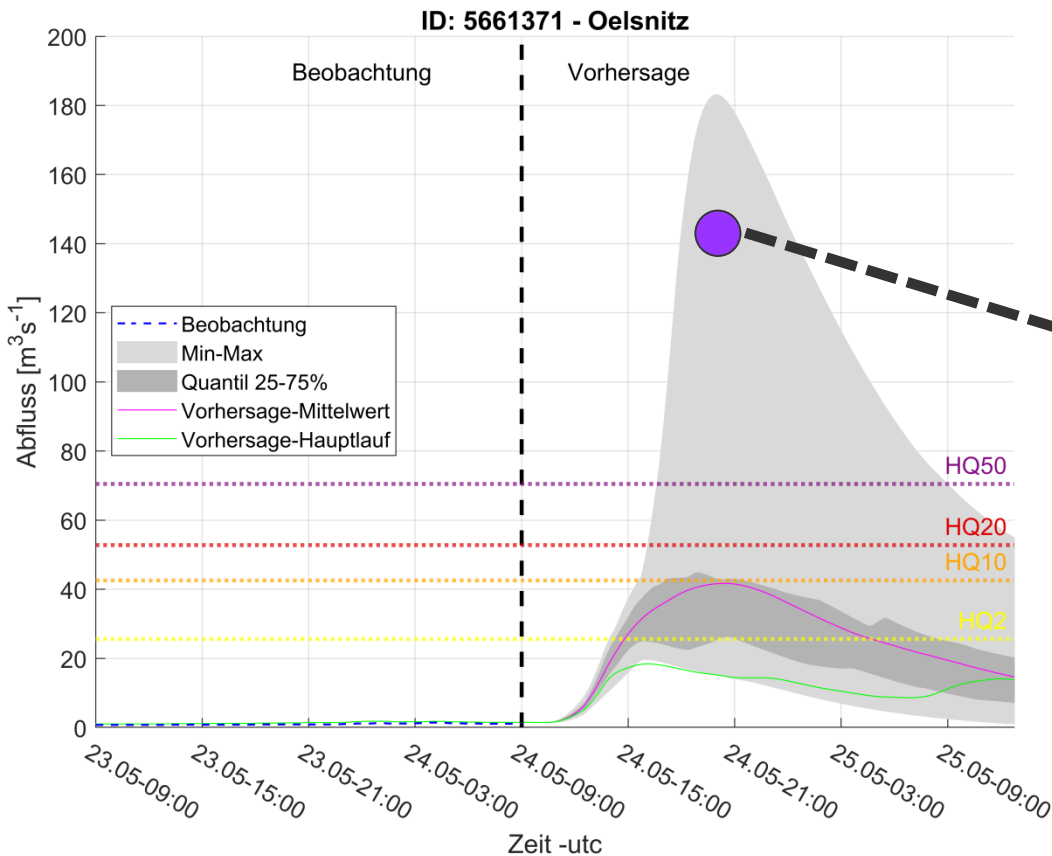
- I Zeitlicher Verlauf
- I Wahrscheinlichkeiten
- I → kontinuierlicher Verlauf

Entscheidung: Darstellung
der Diagramme

Weitere Darstellungen

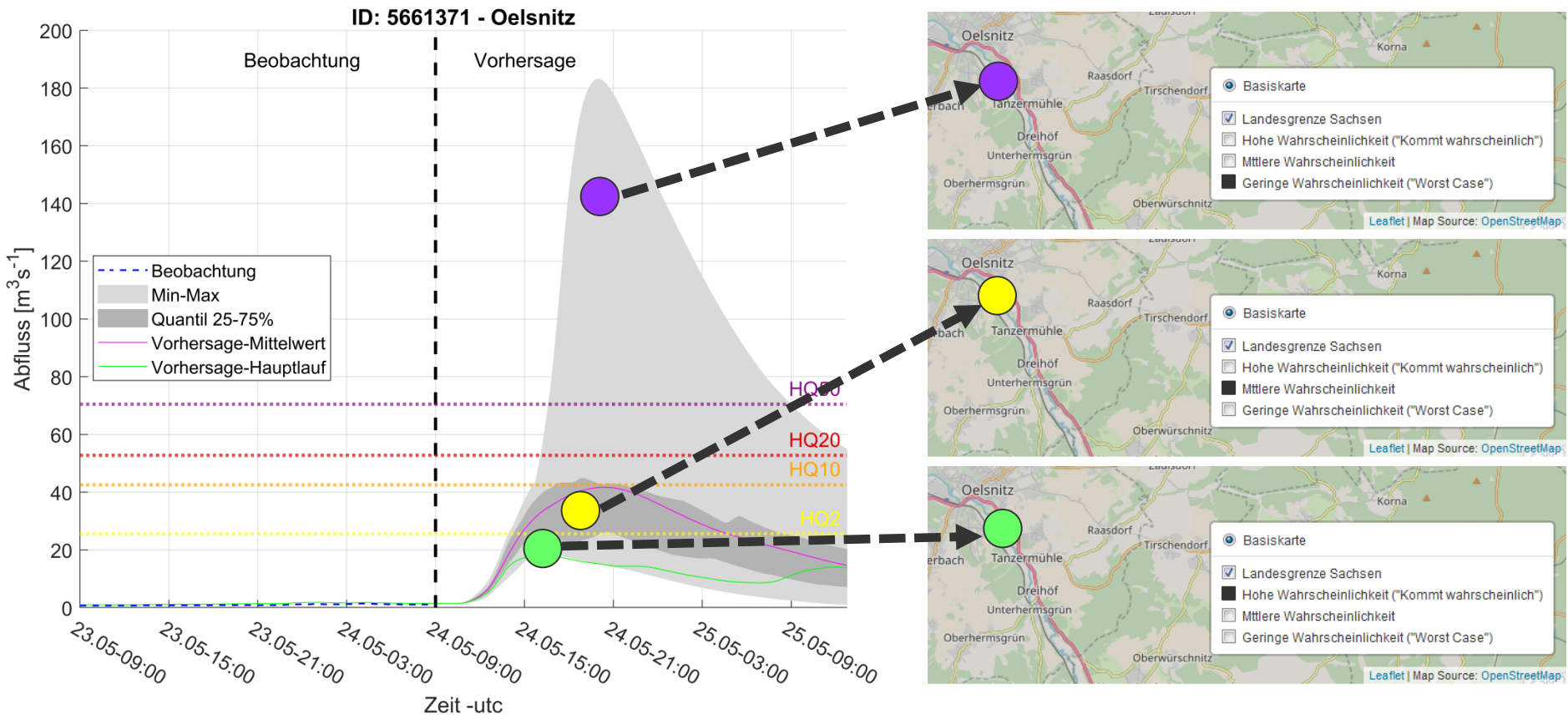
Darstellung Überblick Abflussvorhersage

Variante A



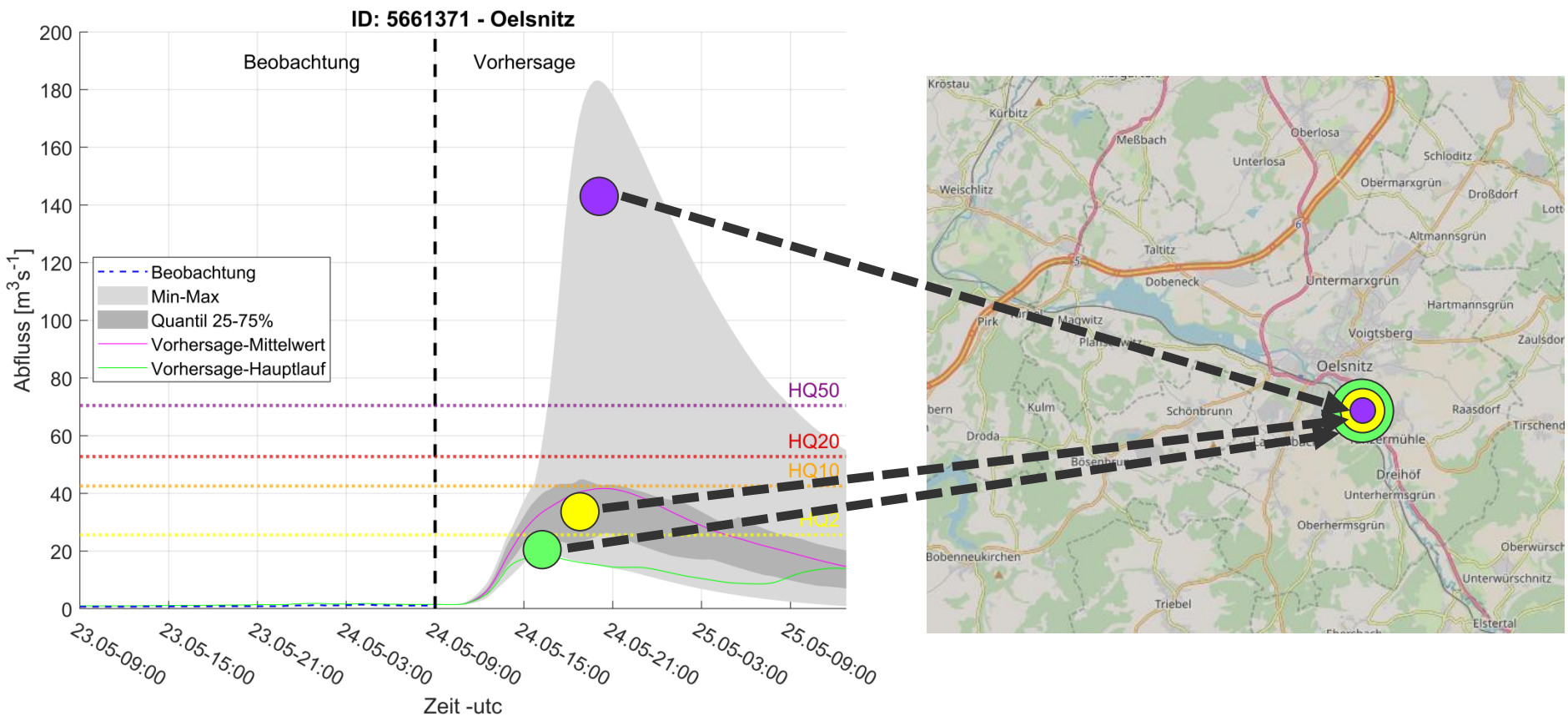
Darstellung Überblick Abflussvorhersage

Variante B



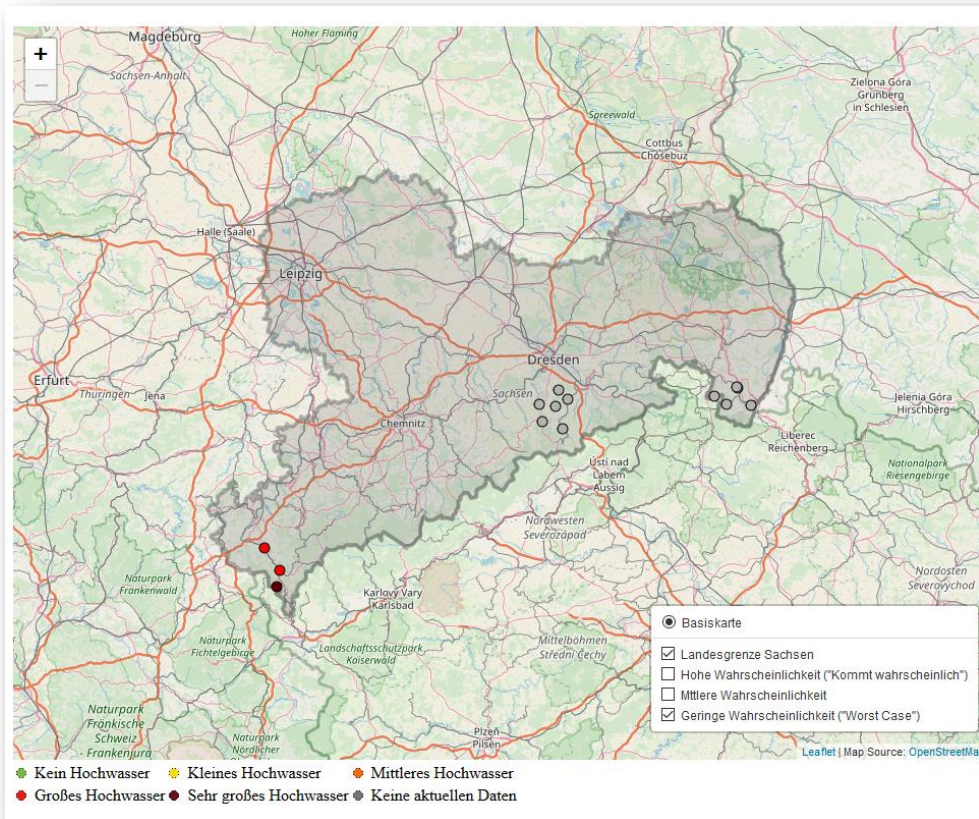
Darstellung Überblick Abflussvorhersage

Variante C



Der Demonstrator zur Hochwasserfrühwarnung

② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)



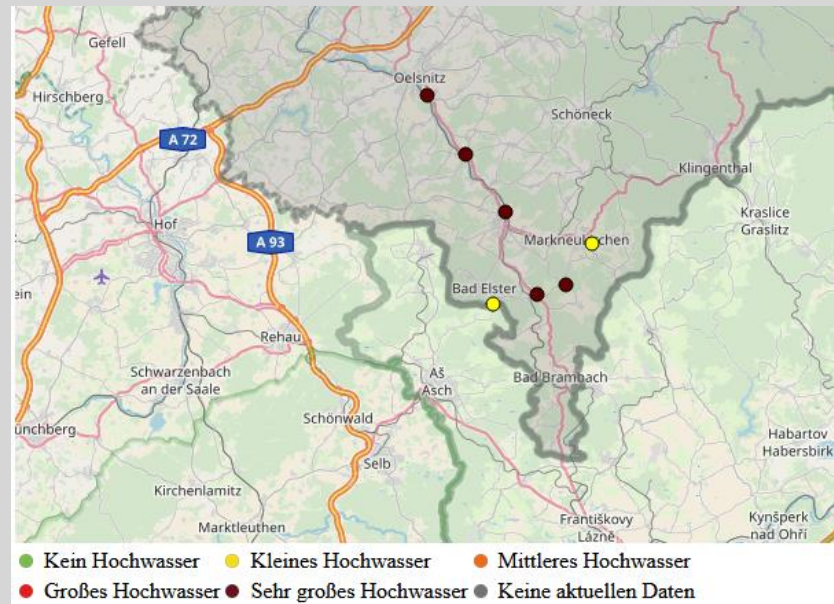
Was sehe ich hier?

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

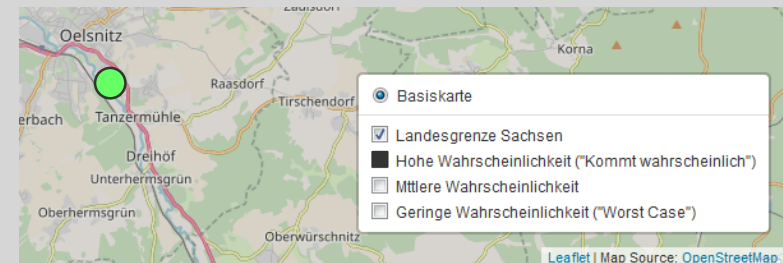
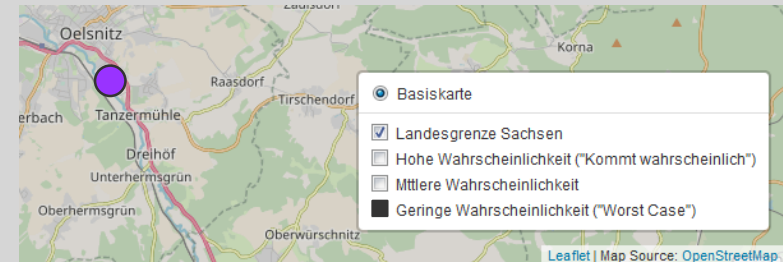


Umfrage: Frage 4

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?

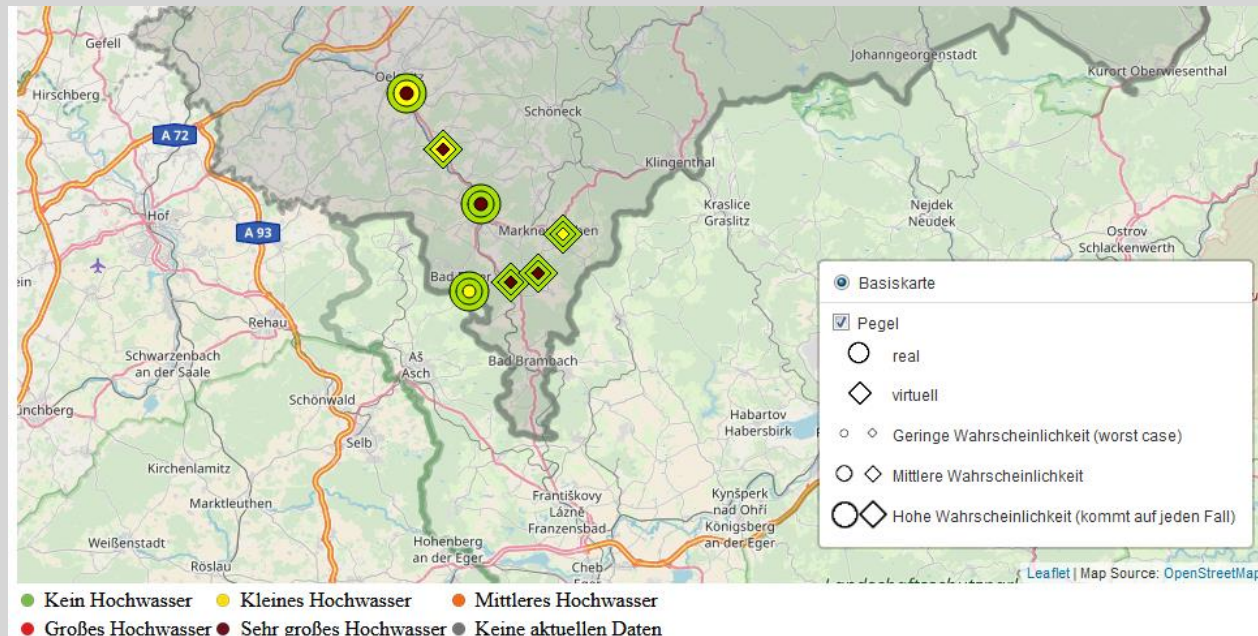
I B) 3 Szenarien als separate Layer



Umfrage: Frage 4

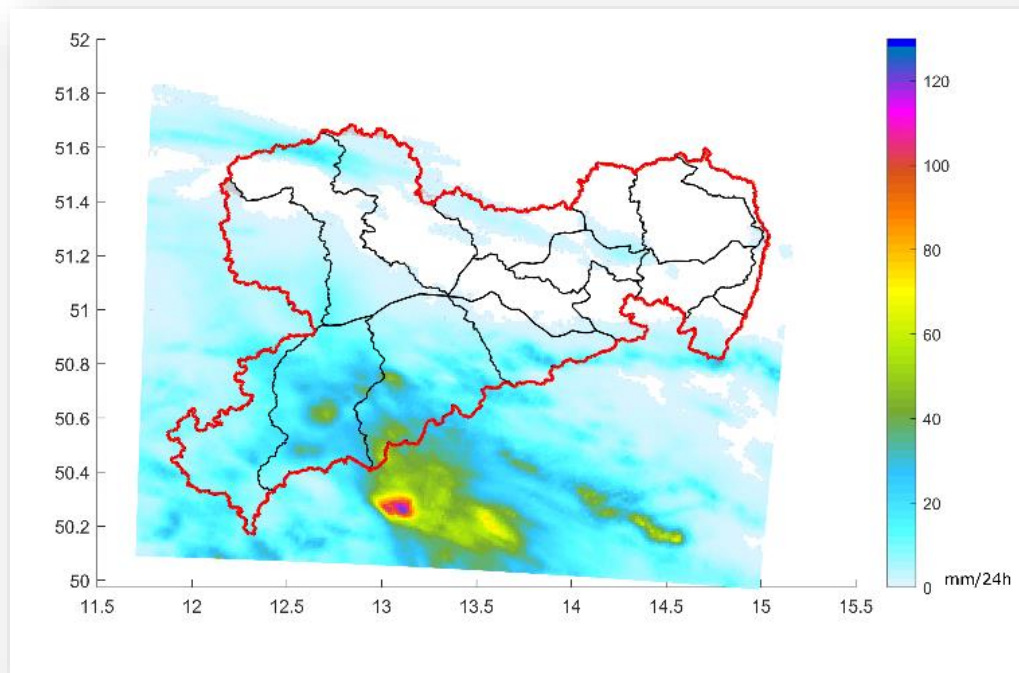
② Hochwasserfrühwarnung (Prognose)

- 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)

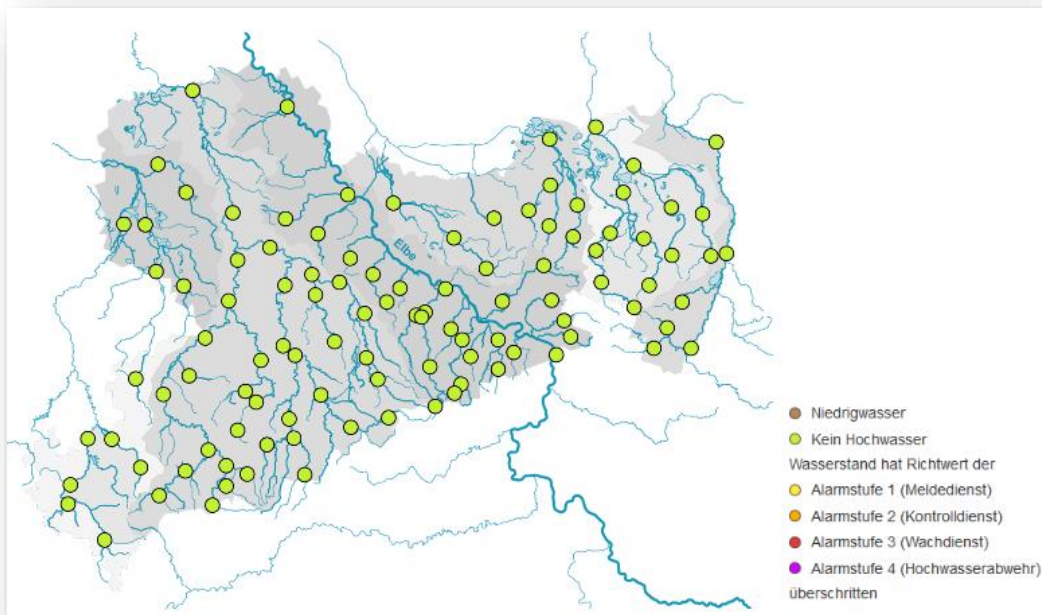


Was sehe ich hier?

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)

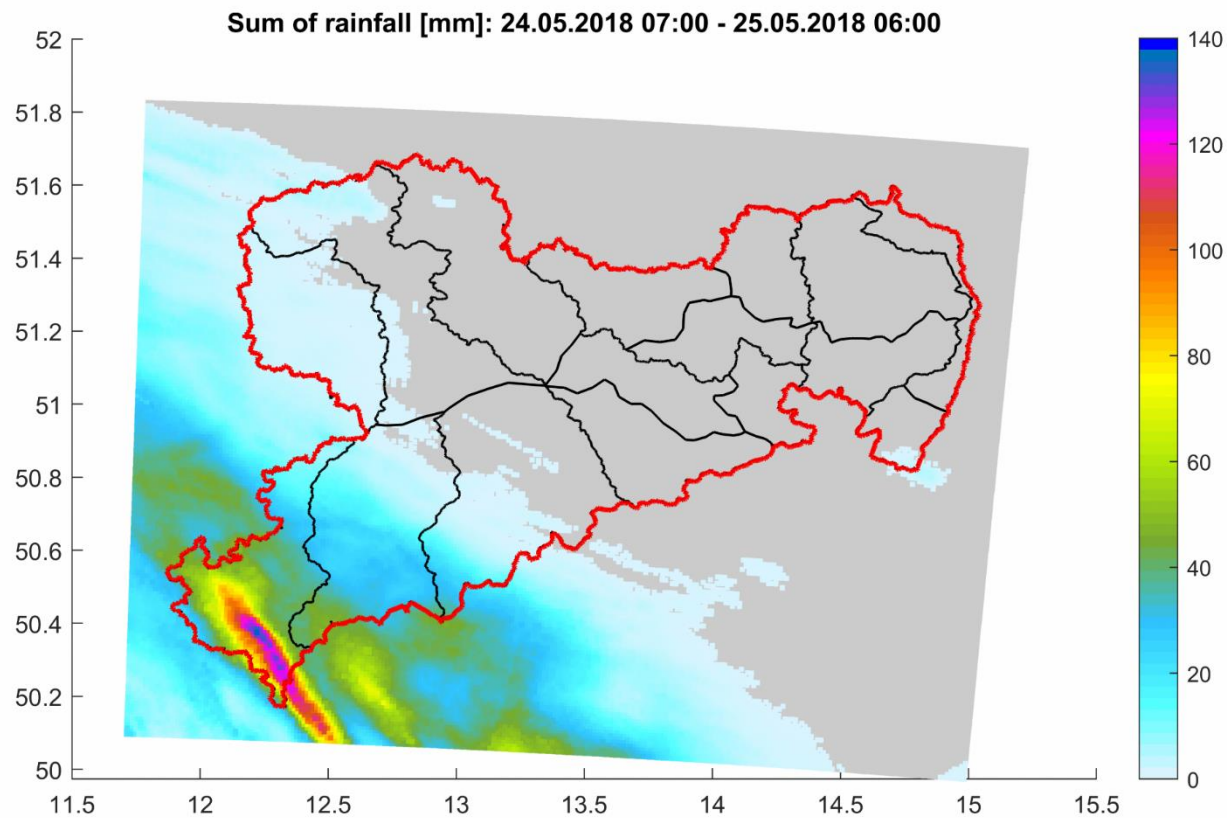


Was sehe ich hier?

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

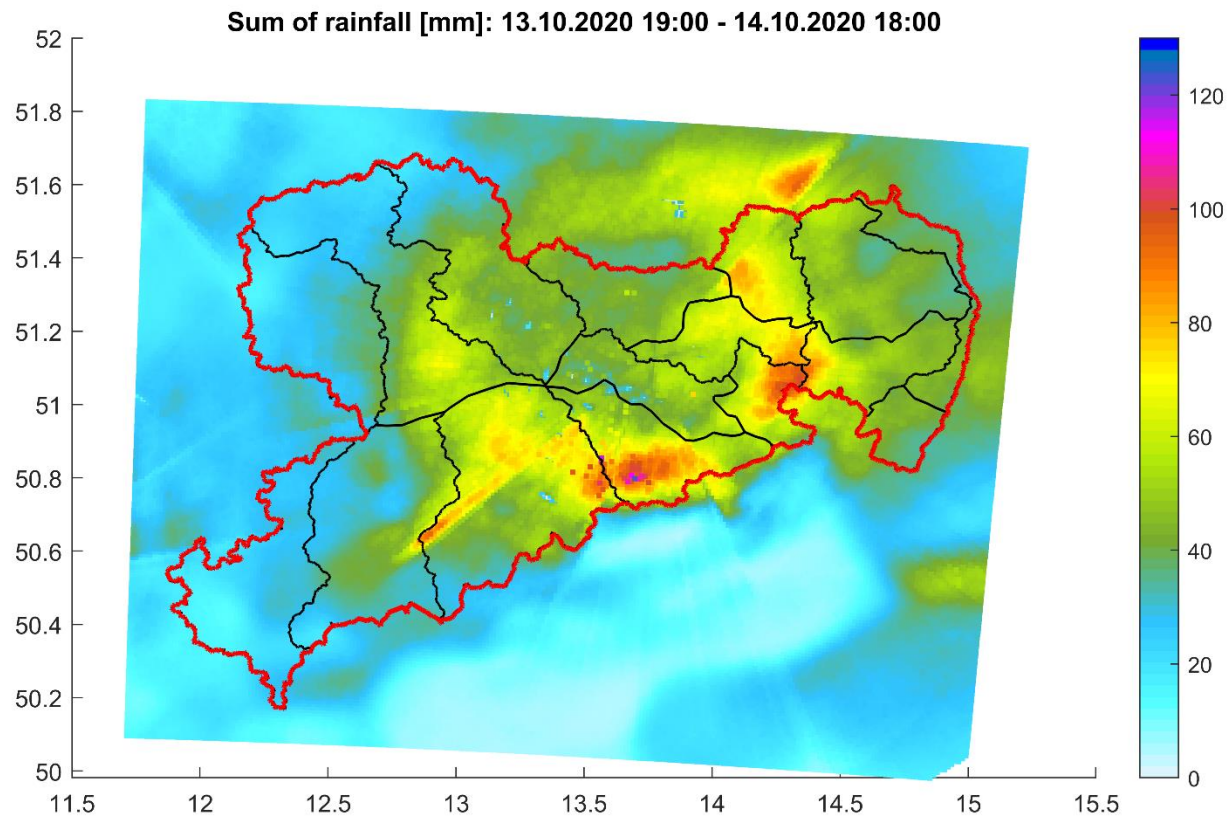
Und in der Praxis?

Ereignis 24.05.2018

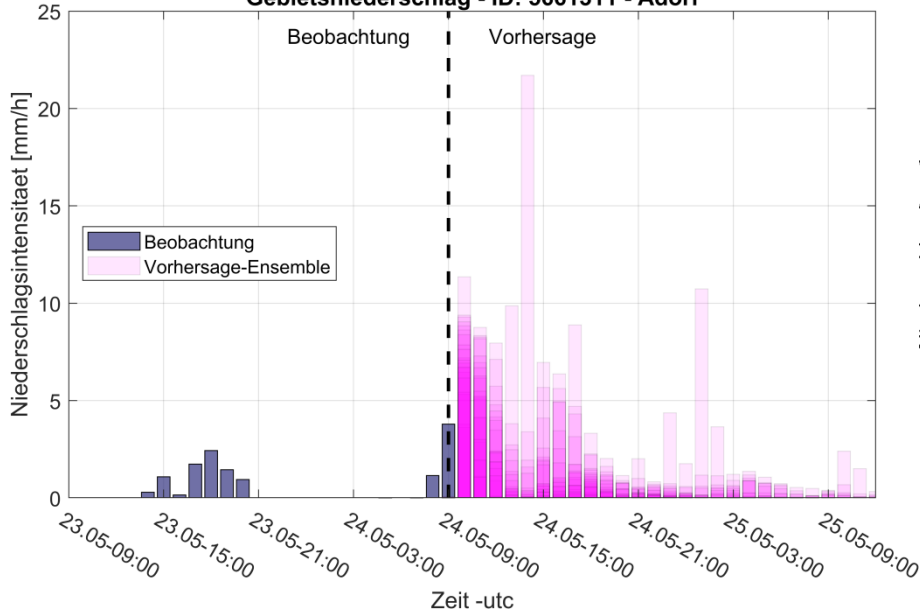


Und in der Praxis?

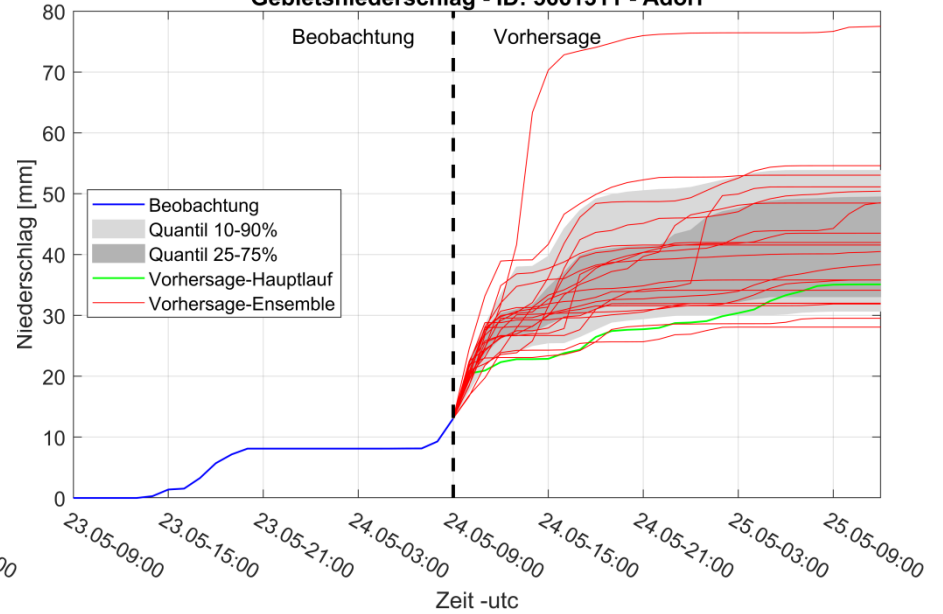
Ereignis 14.10.2020



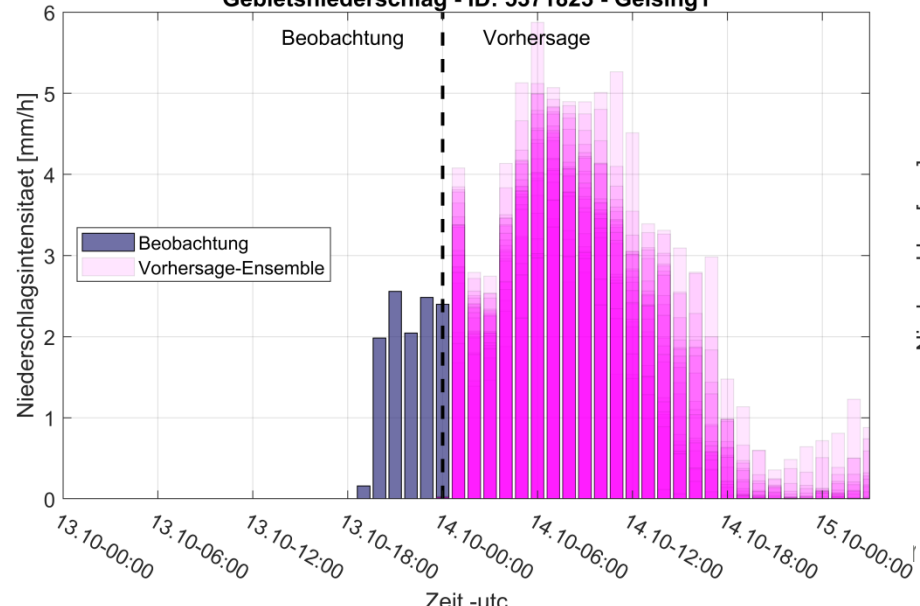
Gebietsniederschlag - ID: 5661311 - Adorf



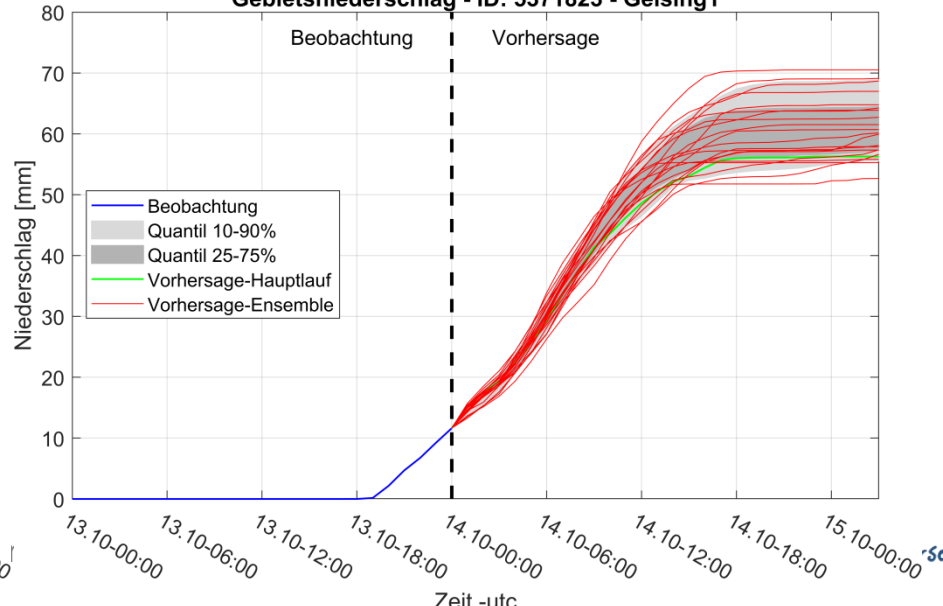
Gebietsniederschlag - ID: 5661311 - Adorf

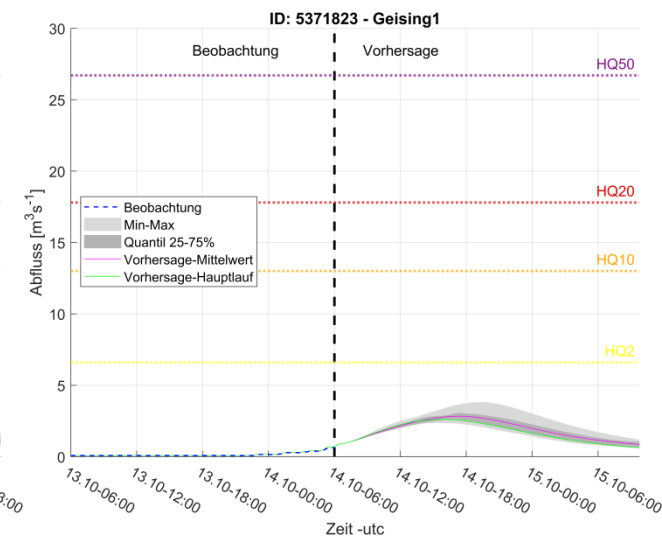
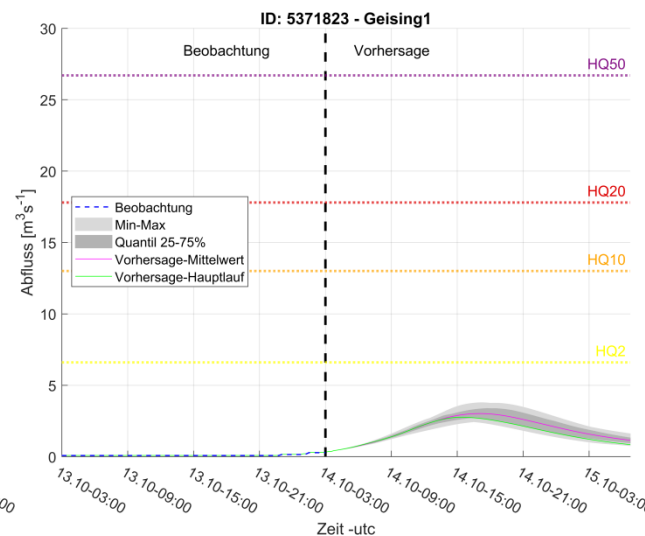
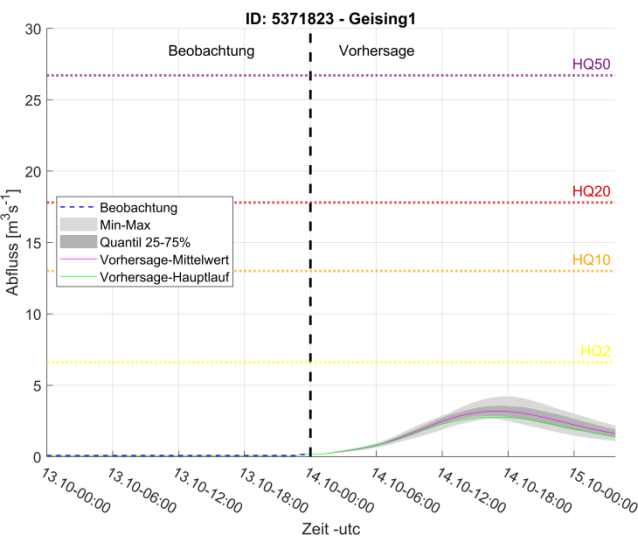
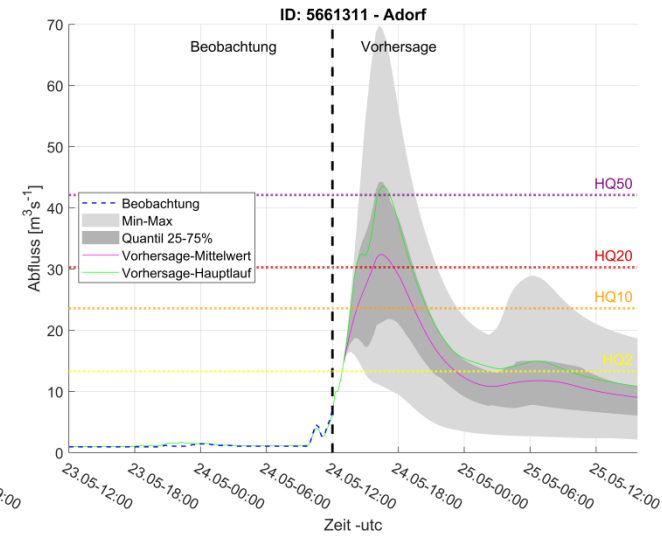
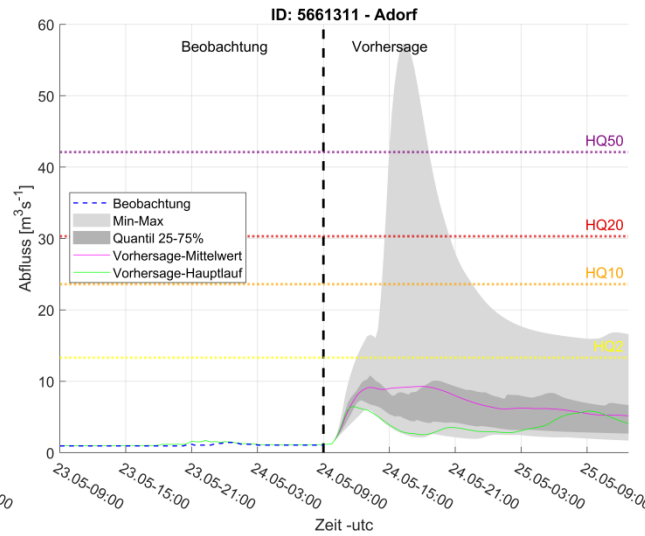
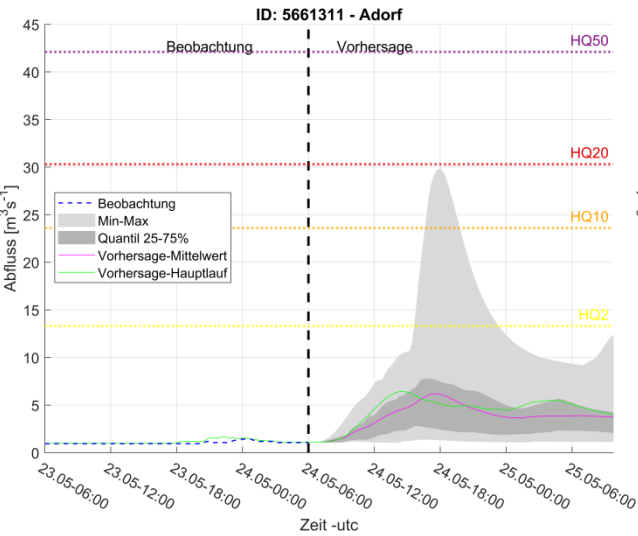


Gebietsniederschlag - ID: 5371823 - Geising1



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

