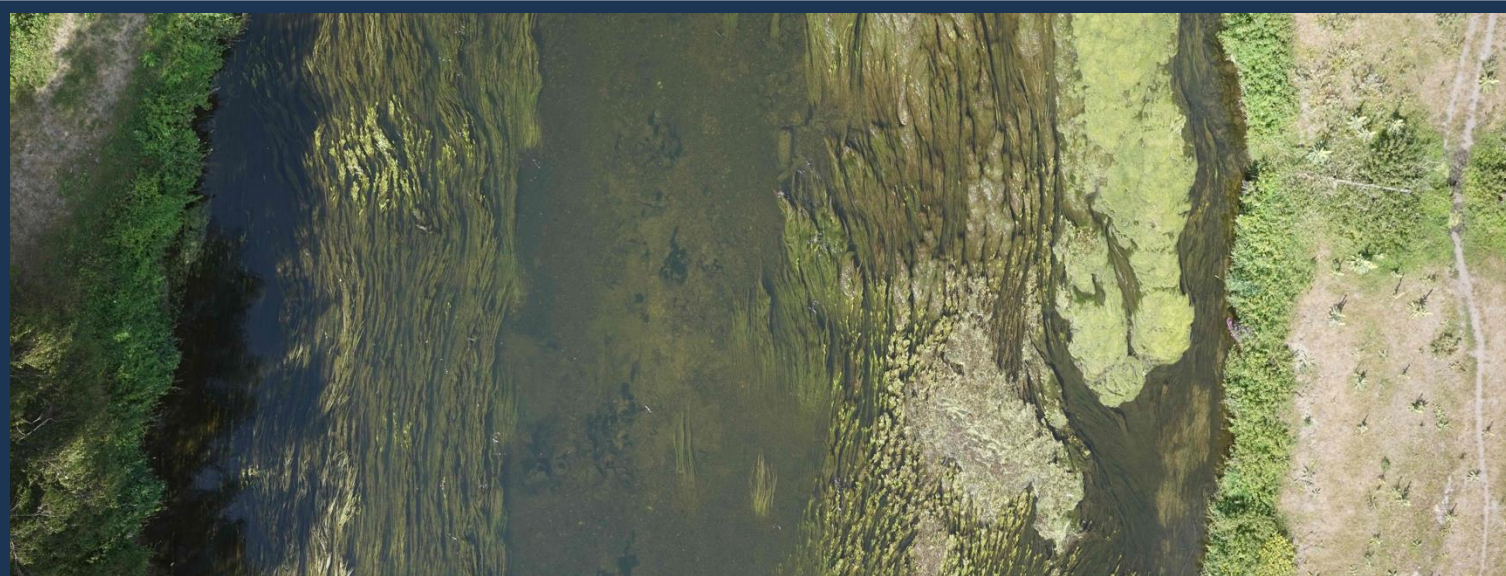


Kommunale Hochwasserinformation in Kopfgebieten durch den Einbezug der Bodenfeuchte

Benjamin Freudenberg

30.09.2024



OKEANOS

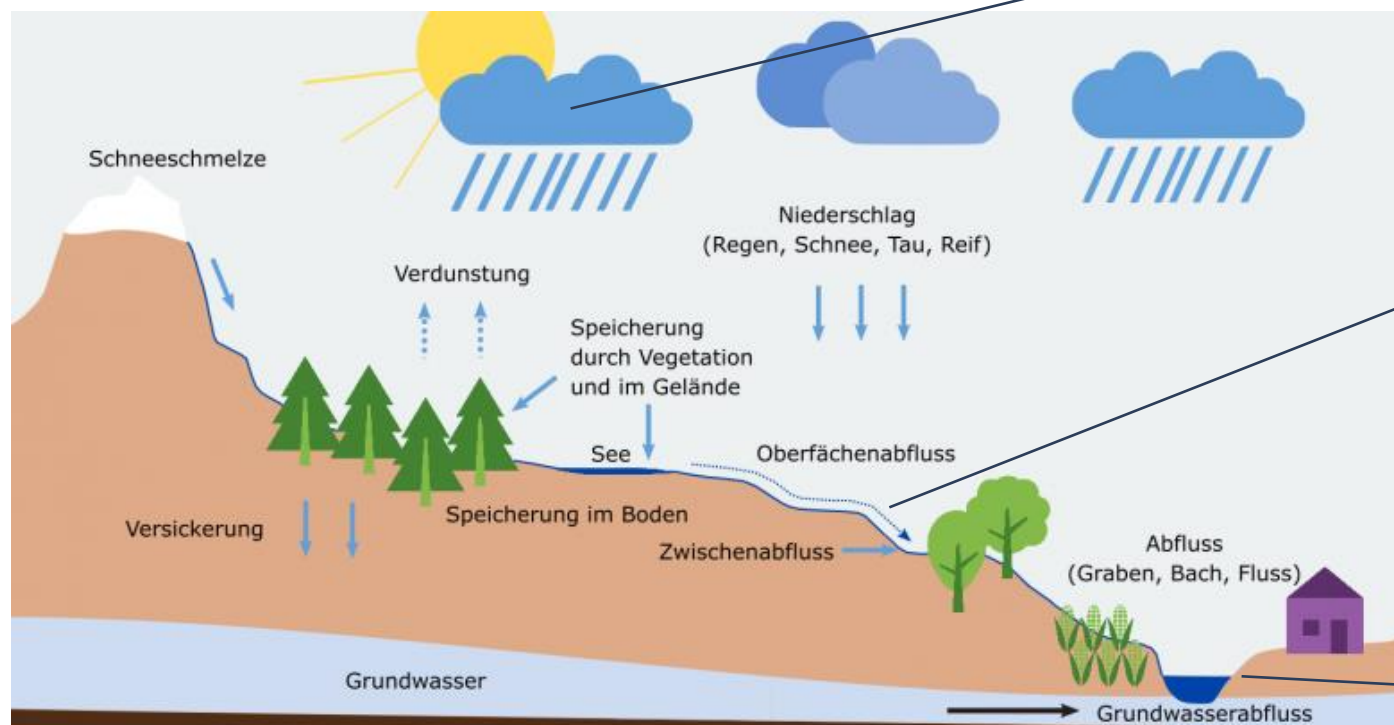
The logo for Okeanos features a stylized white wave graphic above the word "OKEANOS" in a bold, white, sans-serif font, all set against a dark blue background.



Wie entsteht Hochwasser?

Grundlagen der Hydrologie (in Kürze)

Wie entsteht Hochwasser?



Bildquelle: Matthias Rothe (2022): Die Entstehung von oberflächlichem Abfluss. Umweltbundesamt.

Ursachen: **Langanhaltende Niederschläge, Starkregen** und **Schneeschmelzen**



HW-auslösender Niederschlag kann in weiter Entfernung des betroffenen Gewässers fallen

Niederschlag, der **nicht versickert** oder **verdunstet**, fließt dem Gewässer zu

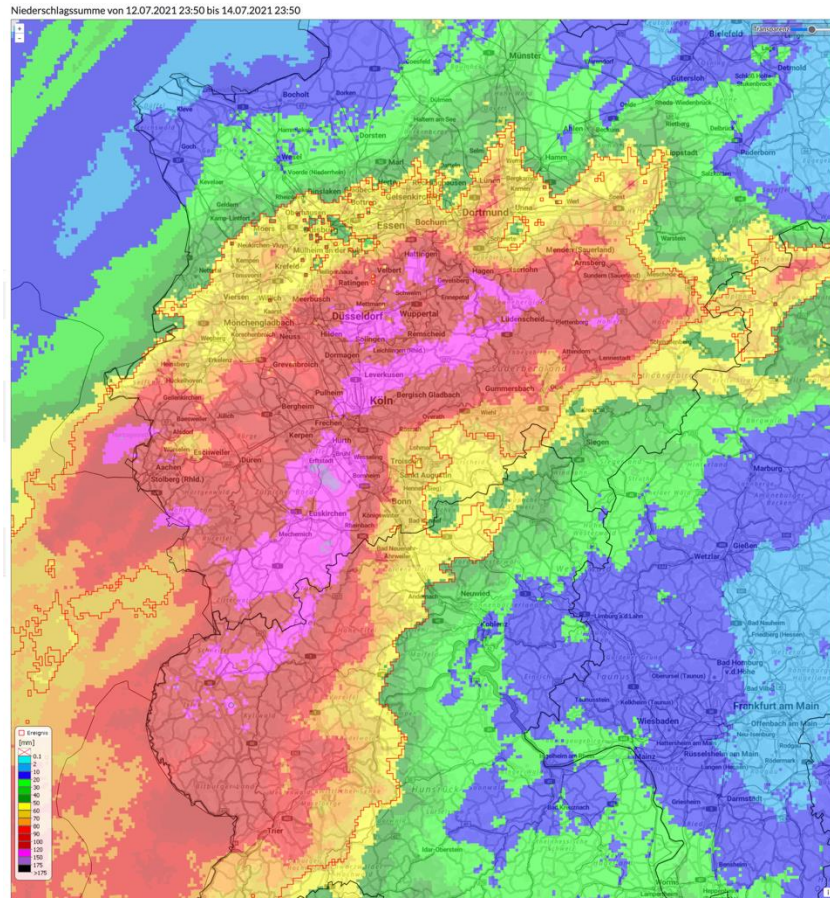


Bodenbeschaffenheit und Topographie nehmen Einfluss auf Oberflächenabflussgeschwindigkeit

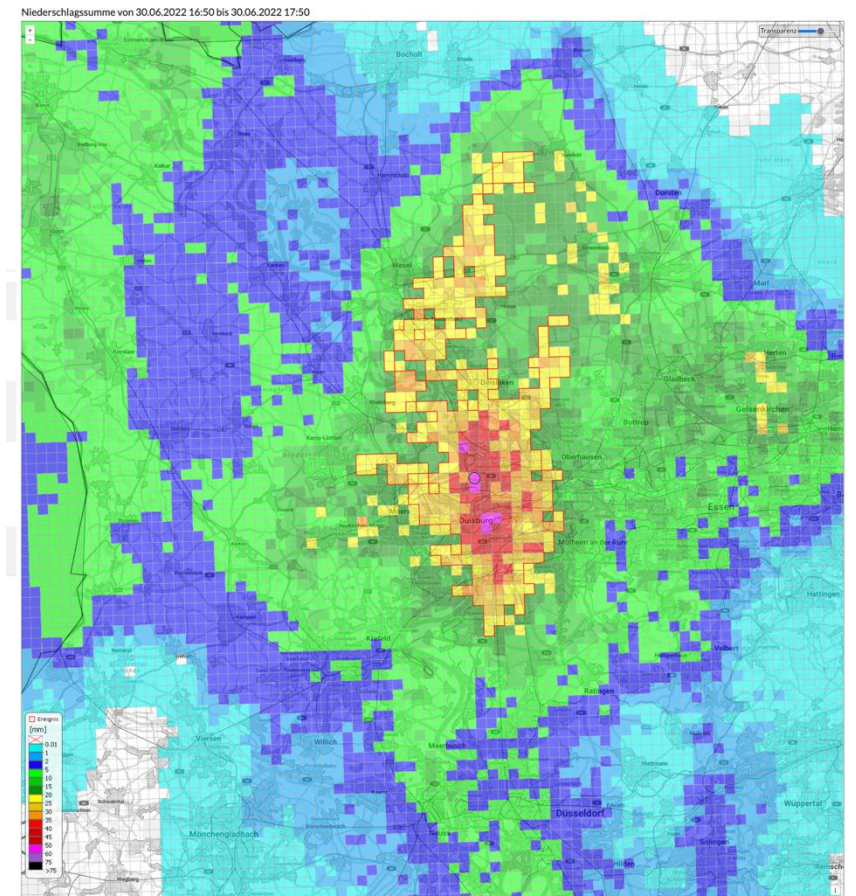
Fließt mehr Wasser zu als das **Gewässer** transportieren kann, tritt es über die Ufer

Hochwassertypen

Dauerregen

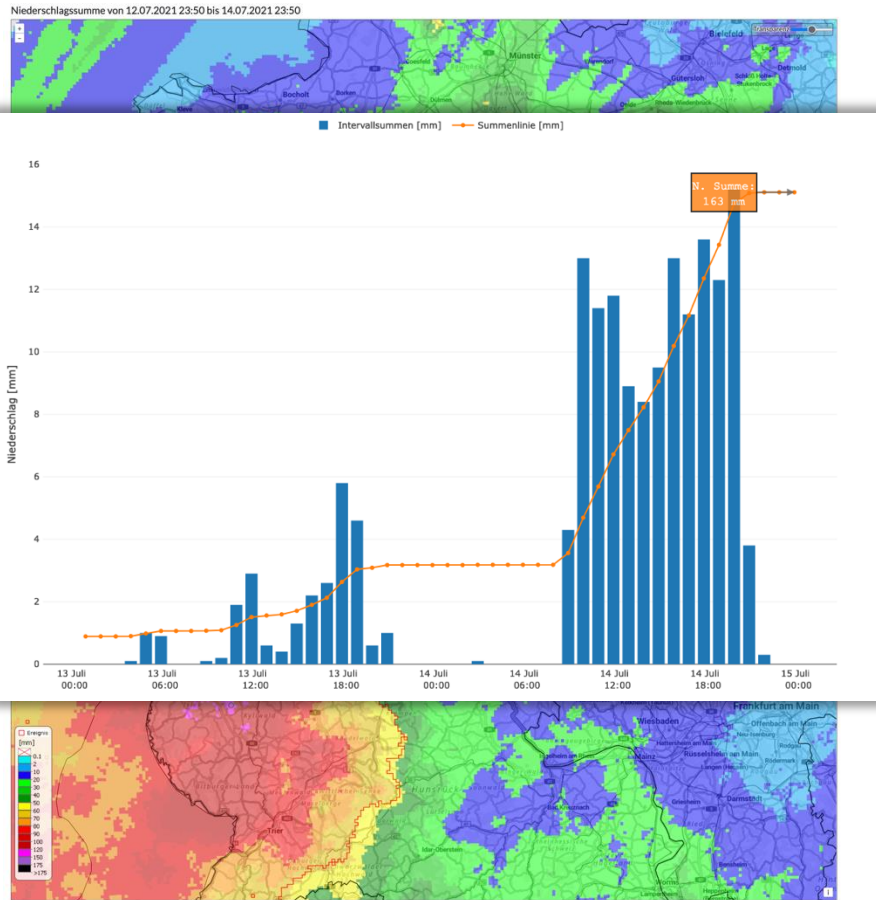


Starkregen

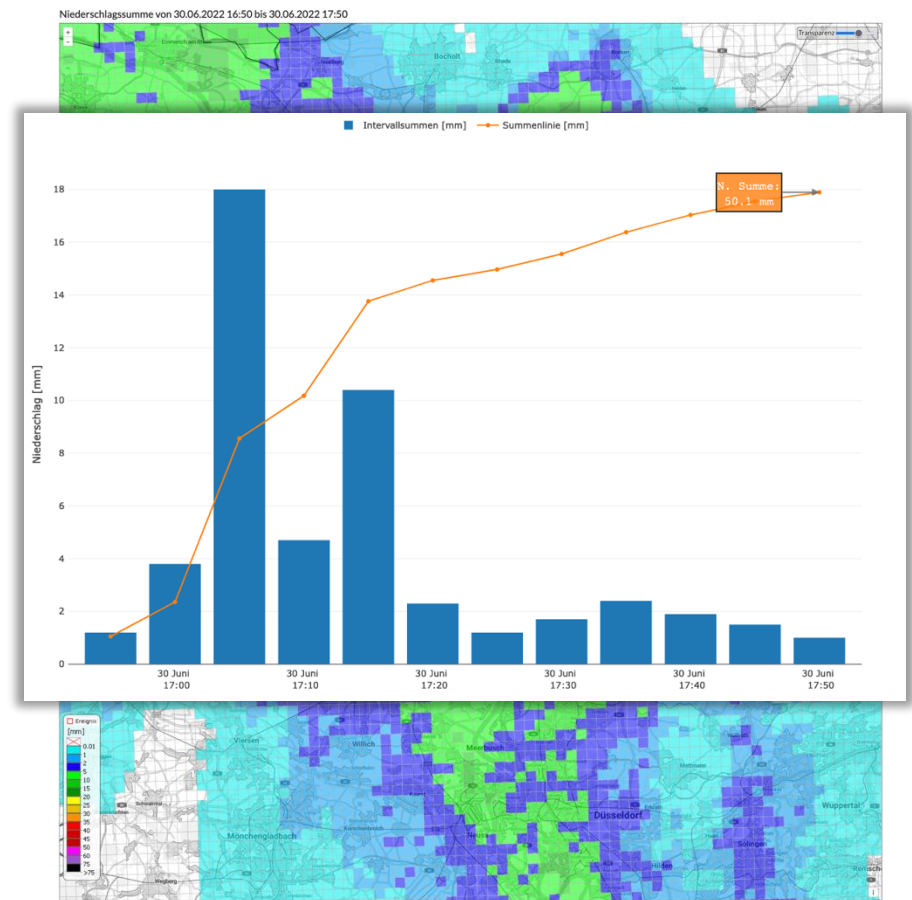


Hochwassertypen

Dauerregen



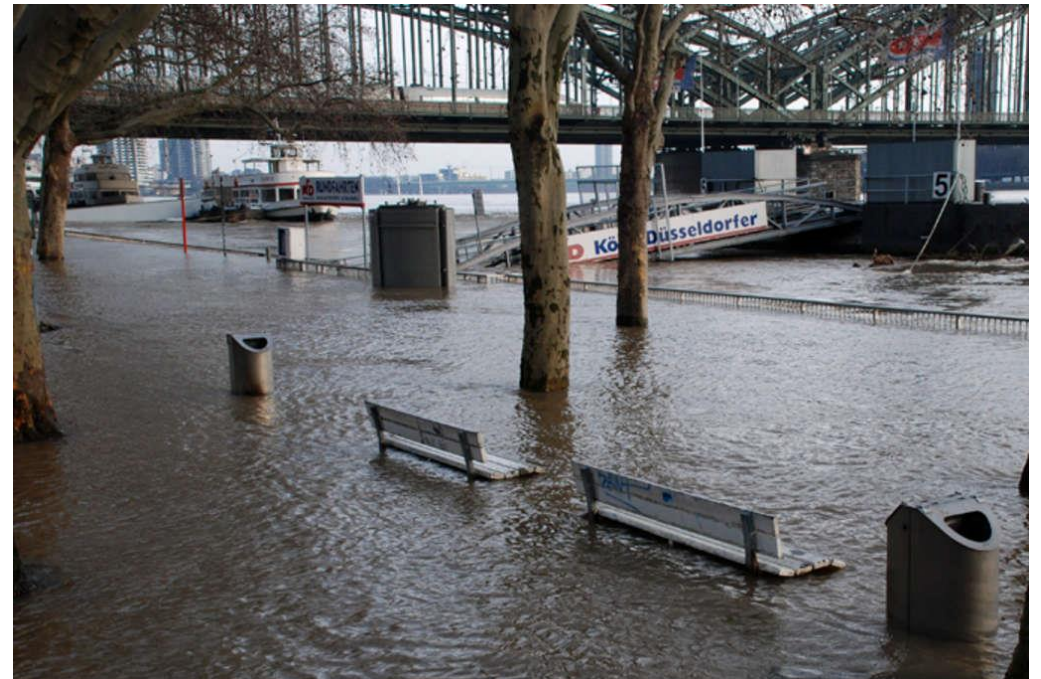
Starkregen



Hochwassertyp: Schneesmelze

Unterschiedliche Entstehungsarten von Hochwassern haben unterschiedliche Auswirkungen und Schadensformen:

- Dauerregen – Großflächige Ereignisse mit hohen Niederschlagsmengen über lange Dauern.
- Starkregen – Lokale, kleinräumige Ereignisse mit teilweise extremen Intensitäten.
- Schneeschmelze & Wellenablauf – Flusshochwasser mit Ursachen außerhalb des Stadtgebietes

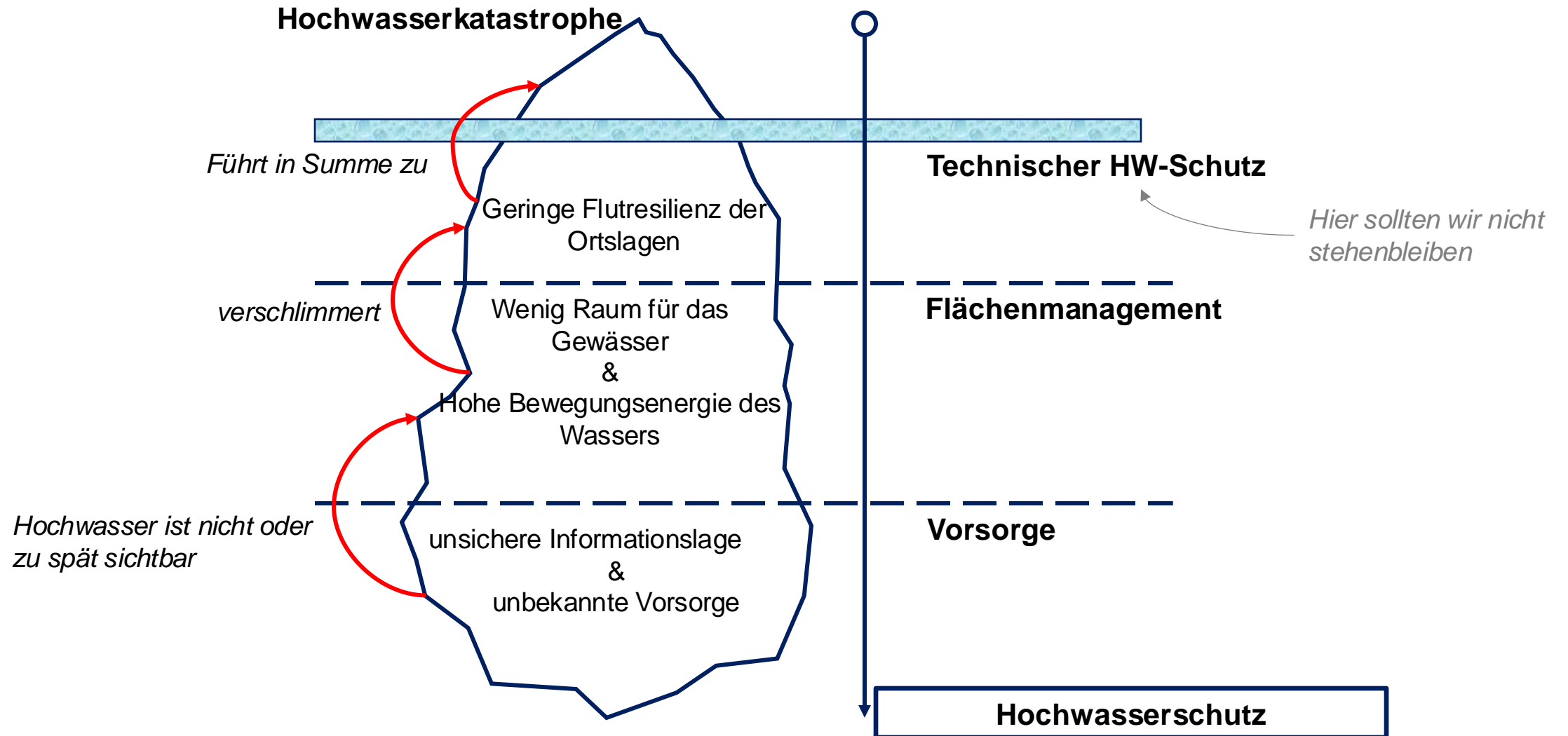




Wo gliedern sich Frühwarnsysteme in den Hochwasserschutz ein?

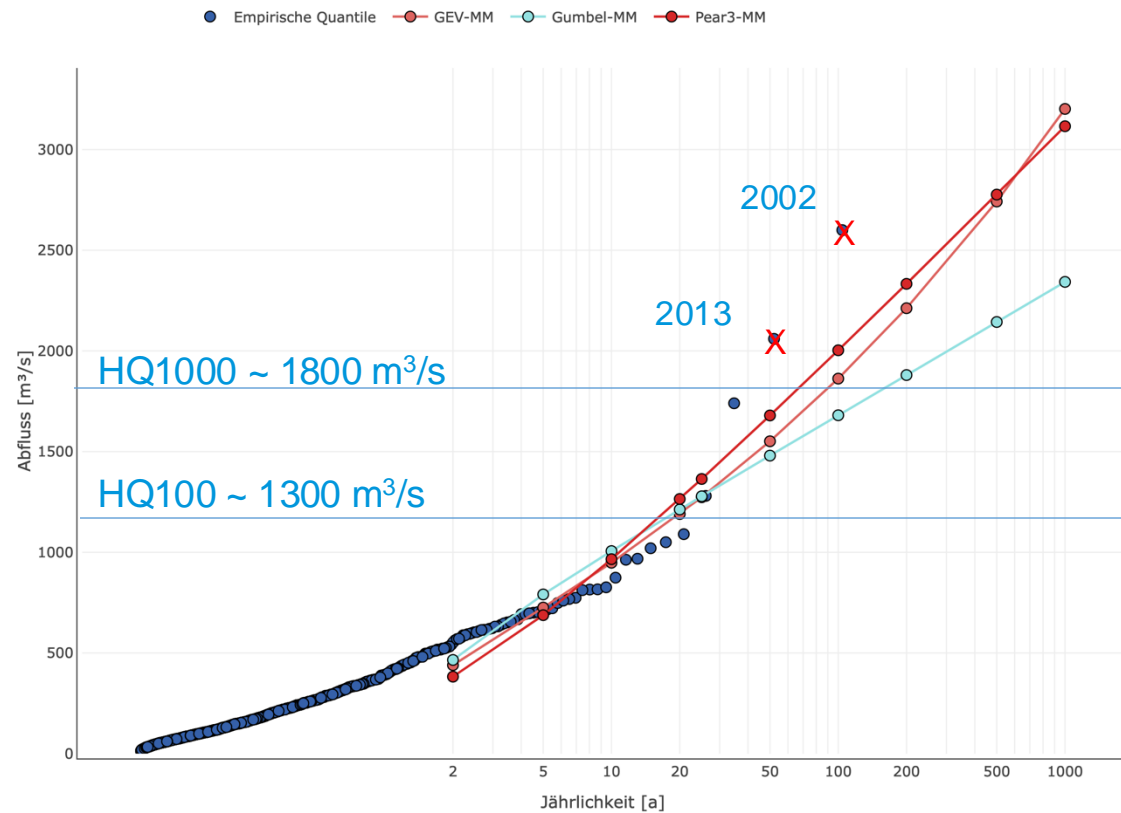
Und wann werden sie benötigt?

Handlungsoptionen



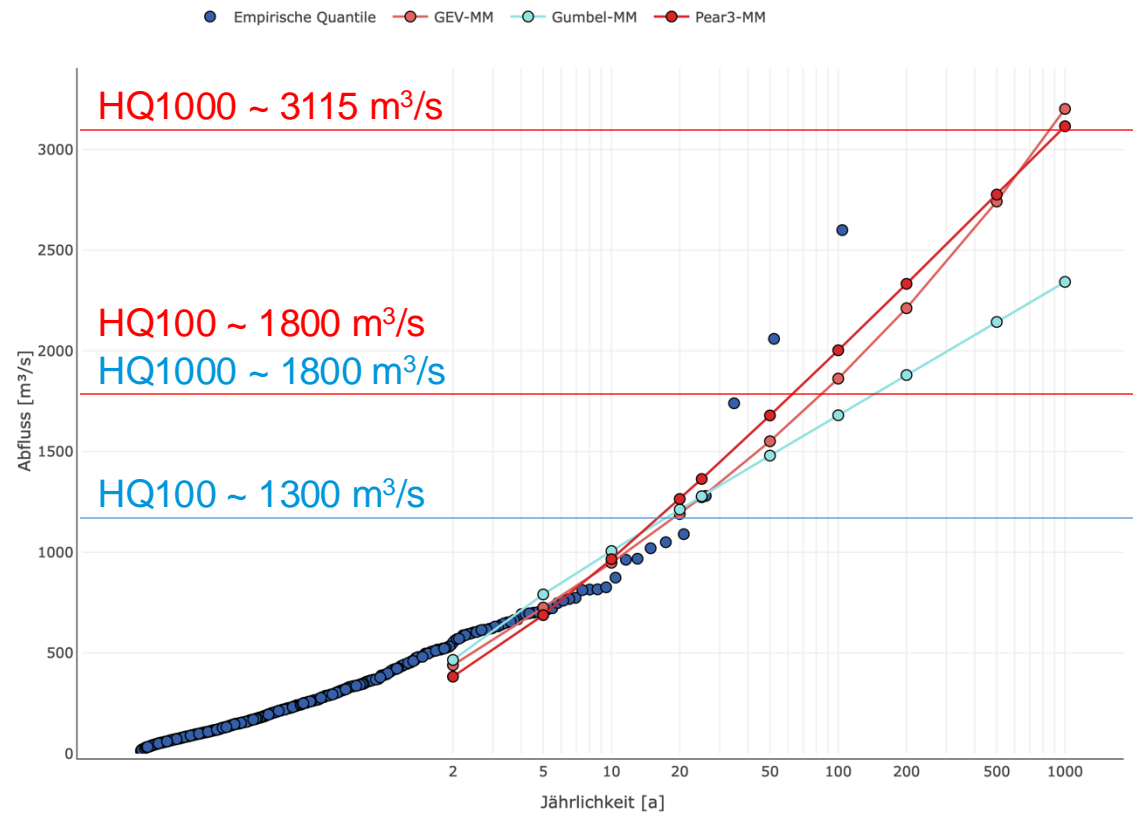
Wiederkehrintervalle

Pegel Golzern / Vereinigte Mulde / Sachsen



Wiederkehrintervalle

Pegel Golzern / Vereinigte Mulde / Sachsen

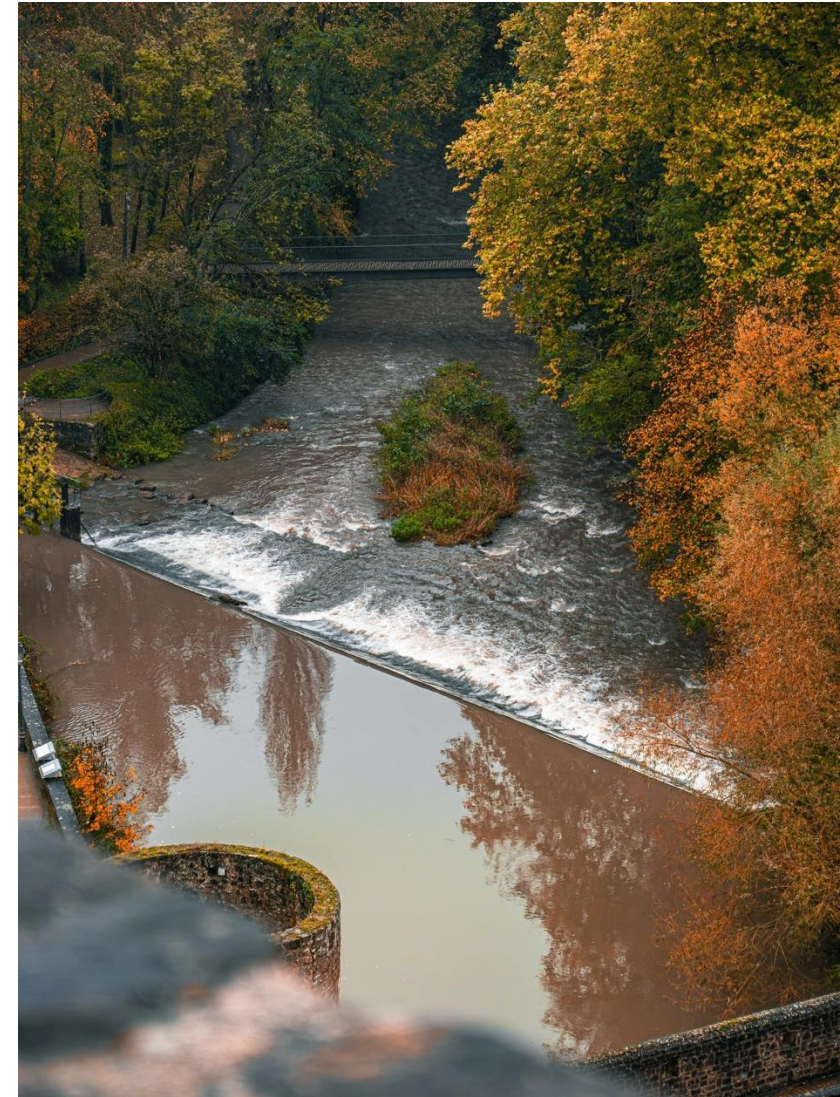


HQ100 - Missverstanden

- Jährlichkeit von 100 Jahren
- Wiederkehrintervall
- Jahrhunderthochwasser
- Hundertjährliches Hochwasser

Hochwasser, dass

- einmal alle 100 Jahre vorkommt?
- danach erst wieder in 99 Jahren?

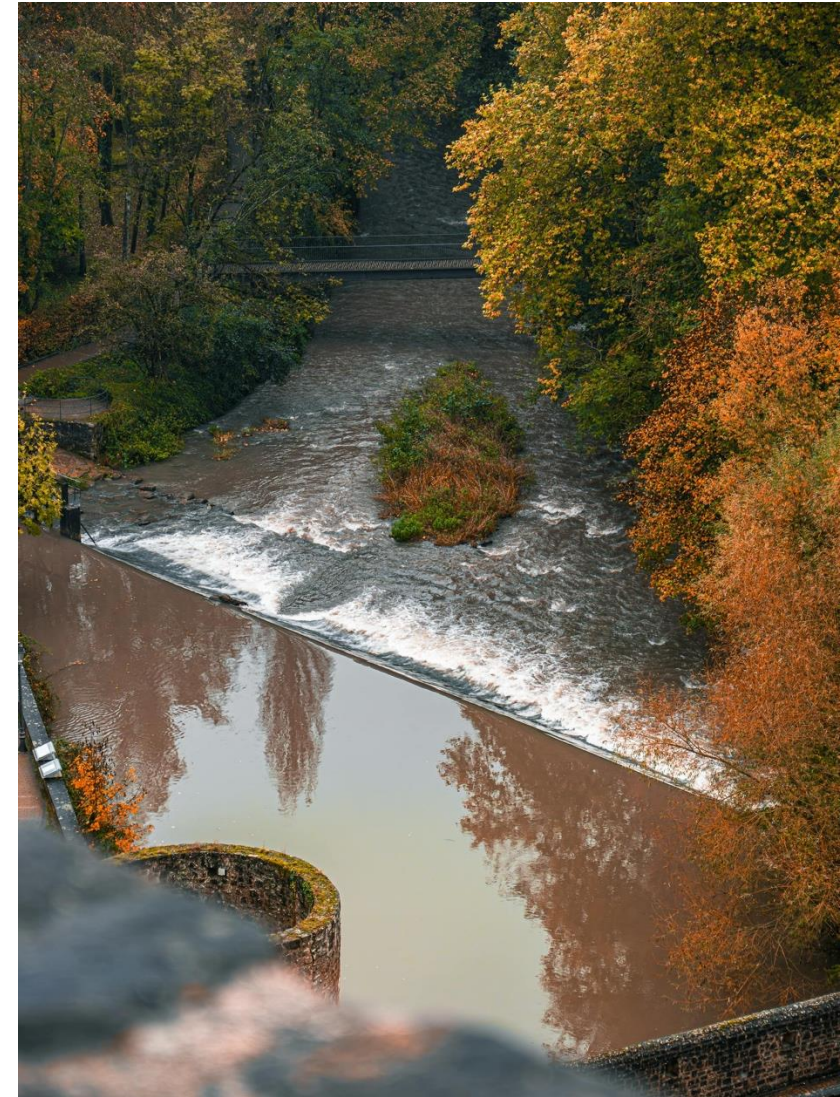


HQ100 - Missverstanden

- Jährlichkeit von 100 Jahren
- Wiederkehrintervall
- Jahrhunderthochwasser
- Hundertjährliches Hochwasser

Hochwasser, dass

- einmal alle 100 Jahre vorkommt?
- danach erst wieder in 99 Jahren?



Was Q100 wirklich bedeutet...

Ereignis, welches im statistischen Mittel
1-mal in 100 Jahren erreicht oder
überschritten wird

Tritt zu 99% nicht ein

Unterschreitungswahrscheinlichkeit

Kann zu 1% eintreten

Überschreitungswahrscheinlichkeit

Mehrmals innerhalb von 100 Jahren möglich!

Der Blick mit einer anderen Metrik: Erlebenswahrscheinlichkeit

Risiko der mind. einmaligen
Überschreitung

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{\text{Jährlichkeit}}\right)^{\text{Lebensdauer}}$$
$$= 1 - \left(1 - \frac{1}{101}\right)^{80} = 55\%$$

Zu 55% werde ich die **Überschreitung** eines HQ_{100} mit $XX \text{ m}^3/\text{s}$ also erleben!

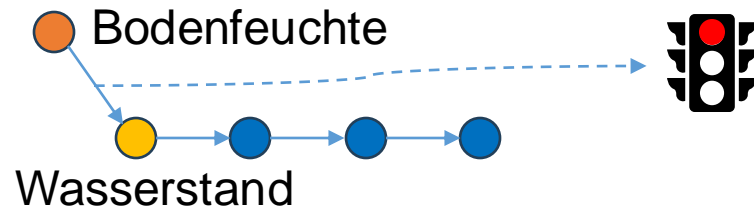


Welche Systemtypen gibt es?

Zur Vorabinformation vor fluvialen Überschwemmungen

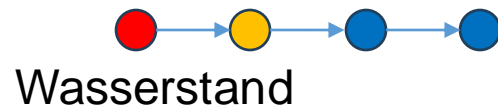
Zielsysteme für ein Hochwassermonitoring

Bodenfeuchte-gestütztes Frühwarnsystem



Verhältnis Aufnahmefähigkeit des Bodens vs. Wasserstand löst Warnung aus

Hydraulisches Frühwarnsystem



Frühzeitiges Erkennen eines hohen Wasserstandes im Oberlauf löst Warnung aus

Schwellwertbasiertes Frühwarnsystem



Erreichen eines erhöhten Wasserstandes am Objekt löst Warnung aus

Bedeutung der Bodenfeuchte

Hinweis: andere z-Achsen-Limits!

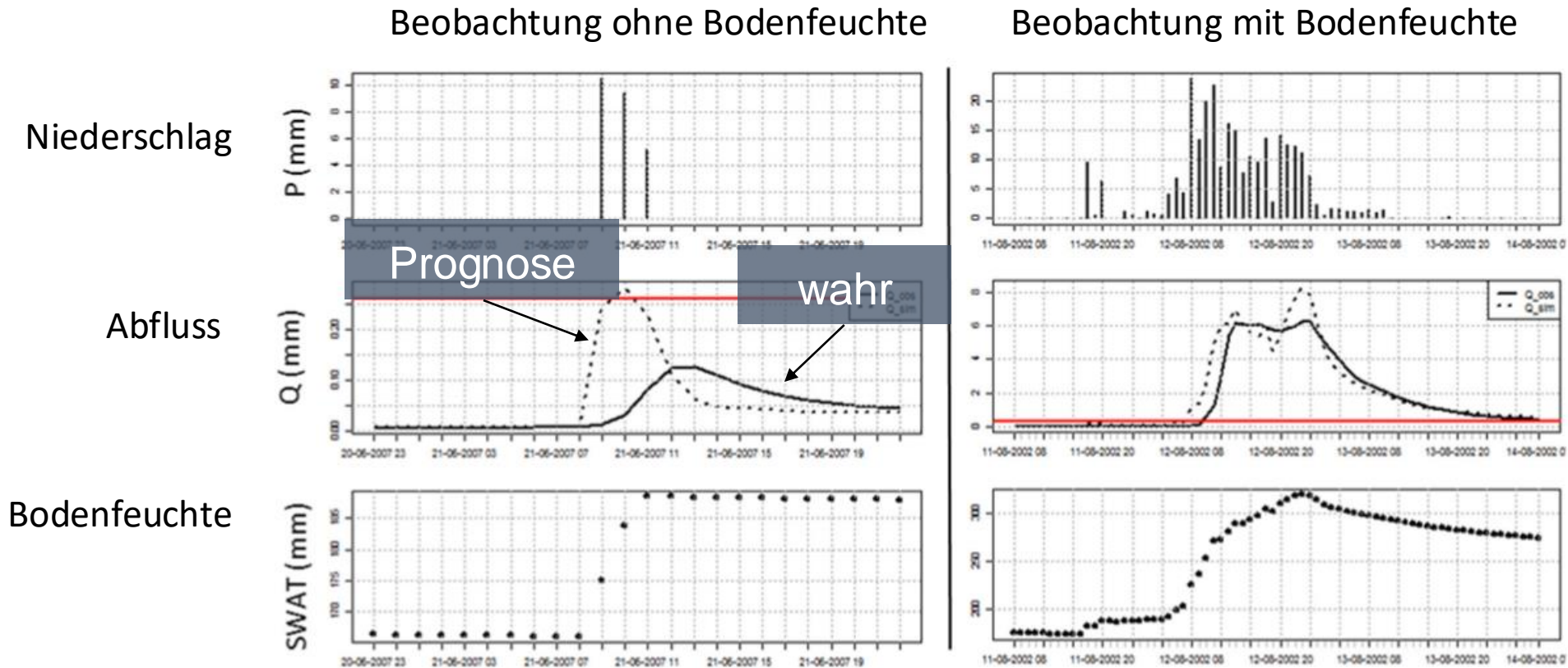


Figure 6. Examples of a false alarm (left side) and a correct alarm (right side). P = precipitation (mm), Q_{obs} = observed discharge (mm), Q_{sim} = simulated discharge (mm) and SWAT = estimated soil moisture (mm). The red line in the second row indicates the discharge threshold.

Bedeutung der Bodenfeuchte

Hinweis: andere z-Achsen-Limits!

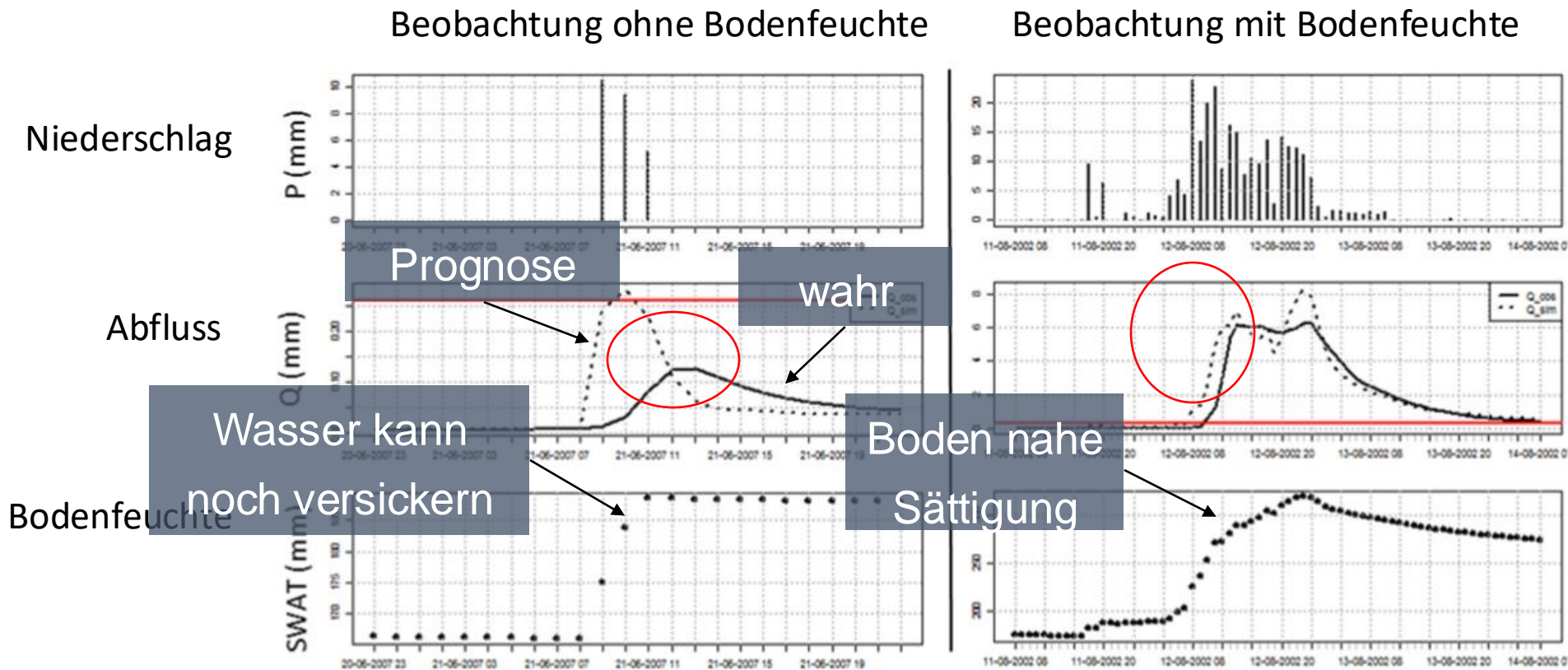


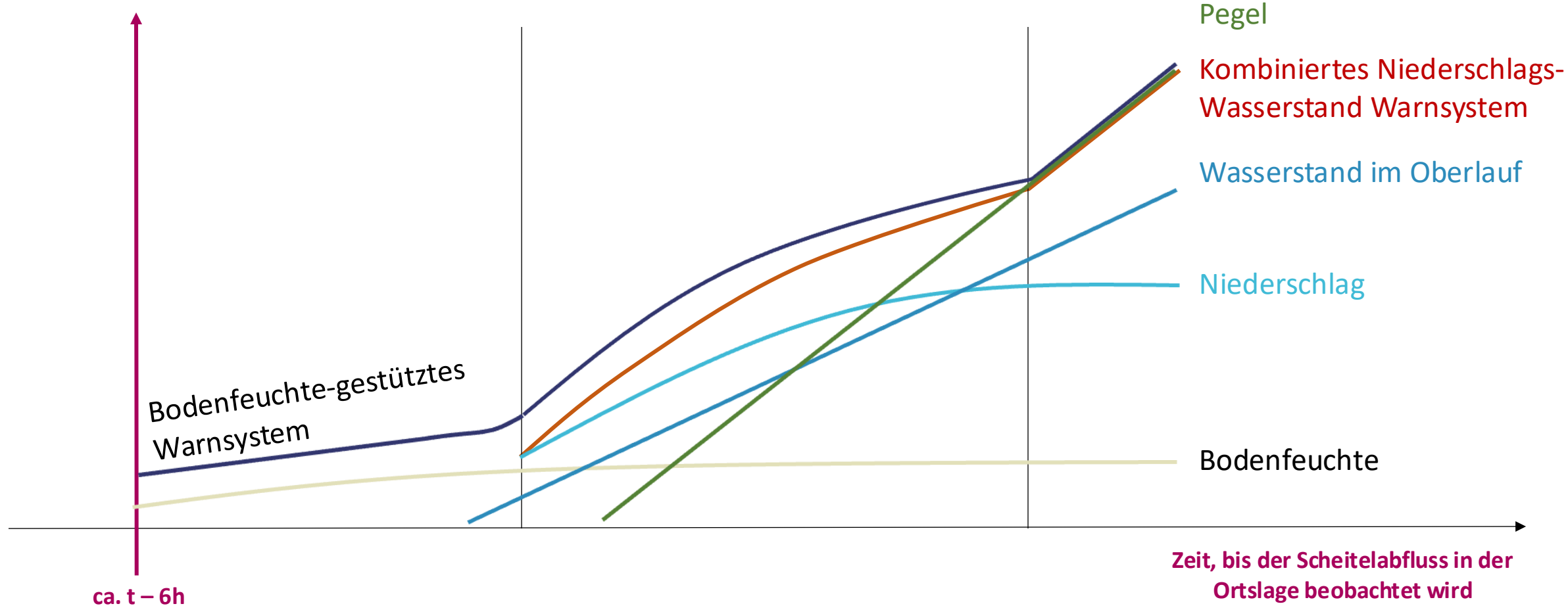
Figure 6. Examples of a false alarm (left side) and a correct alarm (right side). P = precipitation (mm), Q_{obs} = observed discharge (mm), Q_{sim} = simulated discharge (mm) and $SWAT$ = estimated soil moisture (mm). The red line in the second row indicates the discharge threshold.

Der Abflussbildung einen Schritt voraus?

Informationsgehalt für frühzeitige Schutzmaßnahmen

Beginn Regenereignis

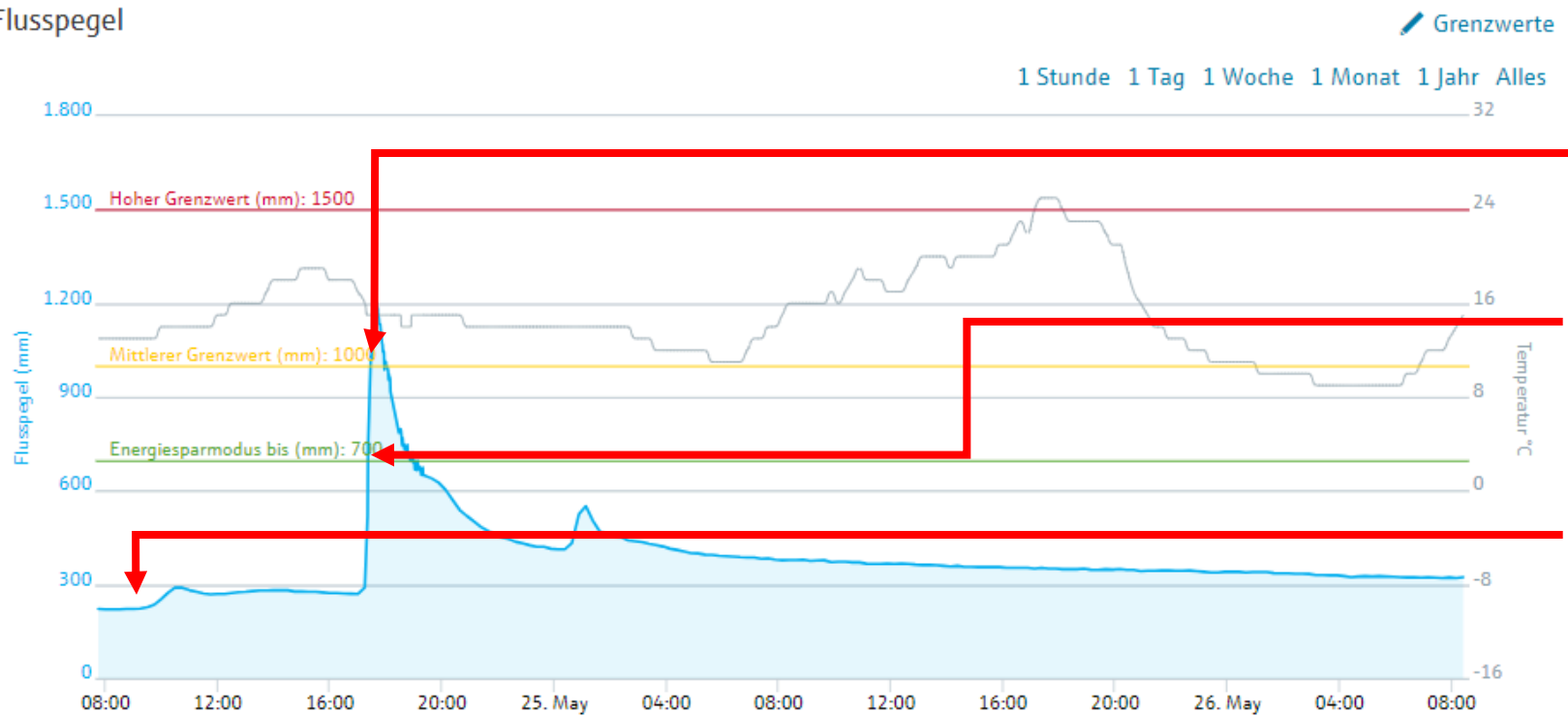
Pegelwarnung



Beispiel aus der Praxis

Historie

Flusspegel



17:15 Uhr Überschreiten
des zweiten
Schwellwertes
(Wasserstand)

17:00 Uhr Überschreiten
des ersten Schwellwertes
(Wasserstand)

8:45 Uhr
Gefährdungsinformation
basierend auf
Bodenfeuchteinformation

**Vorwarnzeit durch Einbezug der Bodenfeuchte generieren.
Besonders in forstlich geprägten EZGs von Nöten.**

A landscape photograph showing a flooded area in the foreground with green grass and water. In the background, there are bare trees and a few houses on a hillside. The text is overlaid on the image.

Entscheidungsunterstützung für Hochwasserfrühwarnsysteme

Hinweise und Anregungen

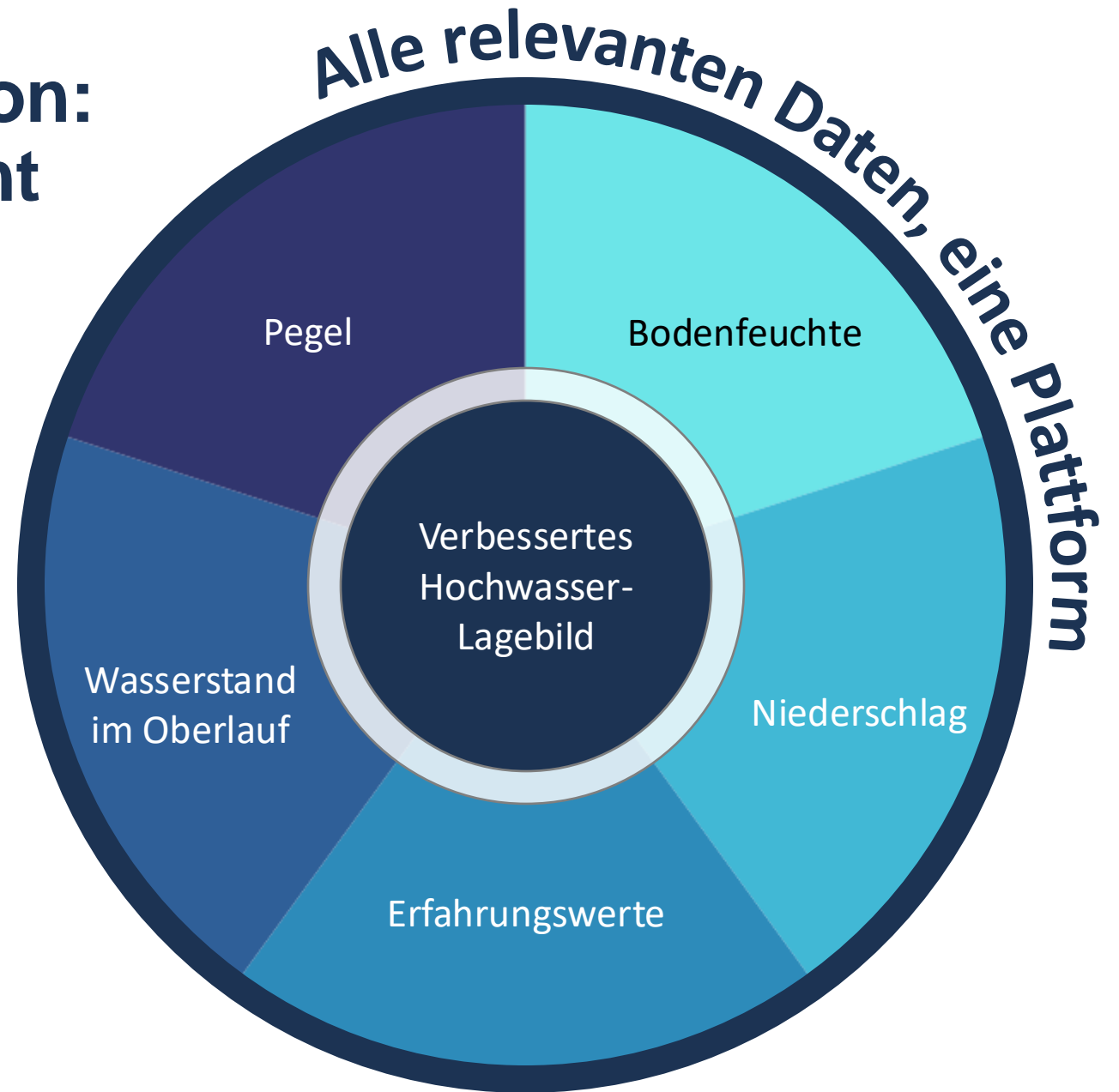
Leitfragen für ein Hochwasserfrühwarnsystem

Für die Auswahl eines geeigneten Frühwarnsystems gilt es eine Reihe von Fragen zu beantworten:

- Durch welchen **HW-Typ** bin ich überwiegend betroffen?
- Wie viel **hydraulische Vorwarnzeit** kann erreicht werden?
- Welche Bedeutung spielt die **Versickerungsfähigkeit** des Untergrundes in meinem Einzugsgebiet?
- Welche **Adressaten** muss ich erreichen und welche Funktionen / Informationen sind dafür erforderlich?
- Welche **Bestandssysteme** möchte ich für einen Mehrwert integrieren?

1. grundlegende Funktion: Transparenz & Übersicht

Sämtliche Frühindikatoren
werden auf einer Plattform
zusammengebracht



Handlungsempfehlung

- **Hinterfragen** Sie das Wording eines „Frühwarn“-Systems:
 - Wie „früh“ ist früh? Echtzeitmessungen im Oberlauf oder tatsächliche Prognosefunktionalität?
- Schaffen Sie ein Bewusstsein dafür, **wie viel Vorwarnzeit** Sie benötigen. Gehen Sie dafür auch in Abstimmung mit den Verantwortlichen des Katastrophenmanagements
 - Muss die Abflussgenese ganzheitlich erfasst werden oder genügt eine hydraulische Vorwarnzeit (Fließzeit der Gewässer)?
- Legen Sie Wert auf eine **niederschwellige Informationspräsentation**
 - Sie wollen im Ereignisfall handeln und nicht interpretieren!
- Holen Sie sich **fachliche Unterstützung** bei der Messnetzkonzeption
 - Messstandorte und Sensortypen/Messverfahren (Radar, Ultraschall, Druck, etc.) sind mindestens so wichtig, wie die dahinterliegende Software
- Prüfen Sie die Möglichkeit von **Skalierungseffekten** und treten ggf. als **Konsortium** auf
 - Auch Ihre Nachbarn profitieren von einer früheren Warnung

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Benjamin Freudenberg

Referent der Geschäftsführung



Benjamin.Freudenberg@oceanos.ai



+49 (0)176 30107703

