

Dokumentation und Untersuchungen zur Talsperrenbewirtschaftung der Wupper- talsperren während des Hochwassers 2021 - Vorläufige Abschlussergebnisse 04.05.22 -



Univ.-Prof. Dr.-Ing. Holger Schüttrumpf
Martha Wingen, M.Sc. RWTH
Jens Reinert, M.Sc. RWTH

Lehrstuhl und Institut für Wasserbau
und Wasserwirtschaft

RWTH Aachen University

Aufgabenstellung

Dokumentation

- Meteorologische, hydrologische und wasserwirtschaftliche Daten
- Flutmarkeneinmessung
- Social-Media-Daten

Talsperrensteuerung

- Aufgaben von Talsperren
- Auswertung Talsperrensteuerung
- Vorentlastung der Talsperren
- Hypothetische Vorentlastung zur Verhinderung des Überlaufs der Wupper-Talsperre
- Situation ohne Talsperren

Fazit

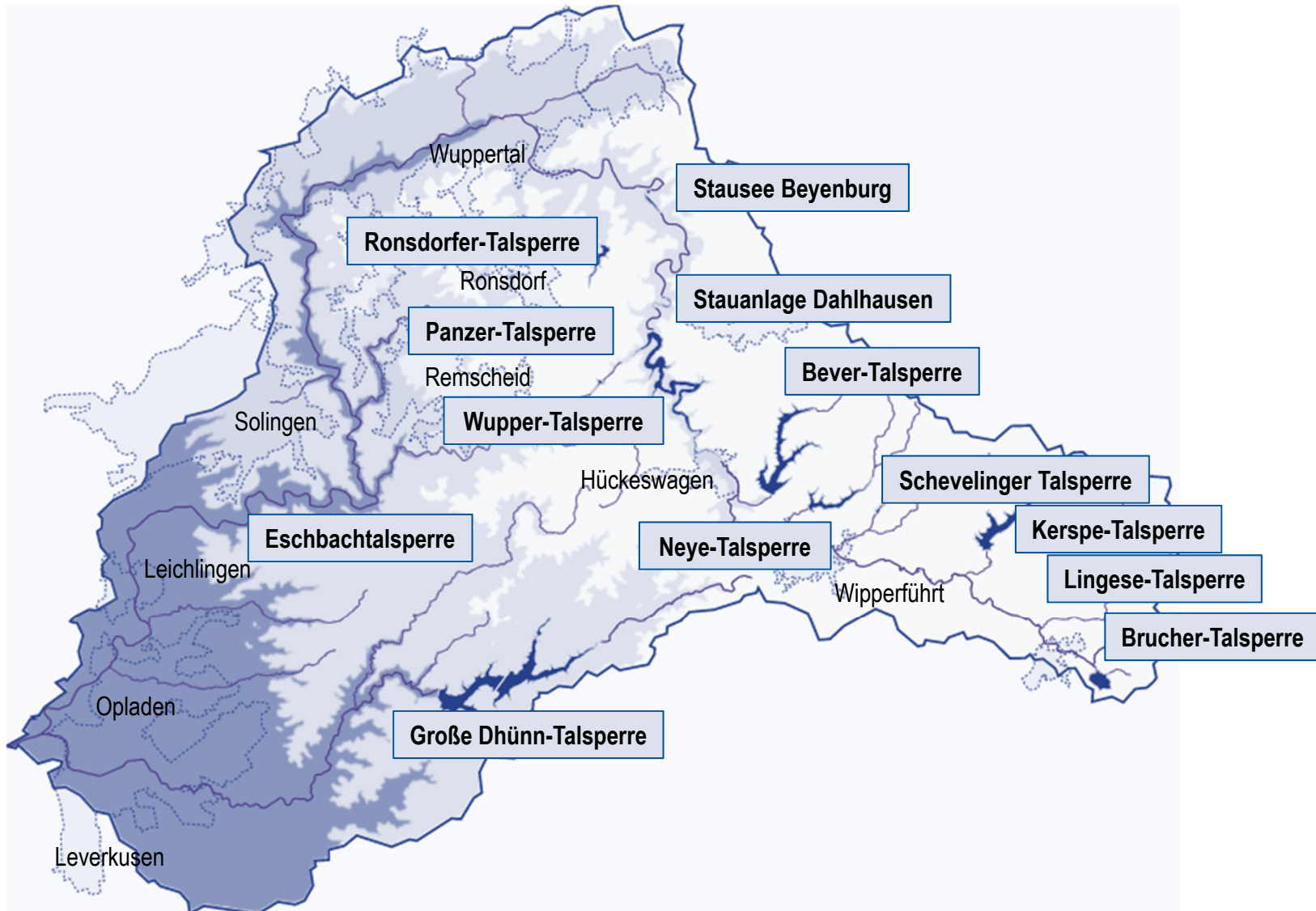
Empfehlungen und Ausblick

Aufgabenstellung

1. Zusammenstellung verfügbarer meteorologischer, hydrologischer und wasserwirtschaftlicher Daten für das Wuppergebiet inkl. Talsperren als Grundlage für eine zeitliche und räumliche Dokumentation des Ereignisses
2. Einmessung, Auswertung und Dokumentation von Flutmarken
3. Aufbereitung der hydrologischen Daten für eine Analyse der Talsperrensteuerung
4. Erstellung einer Dokumentation des Hochwasserereignisses in Berichtsform

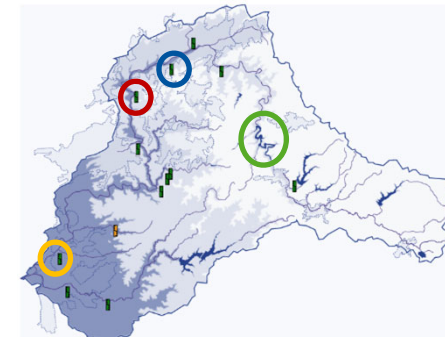
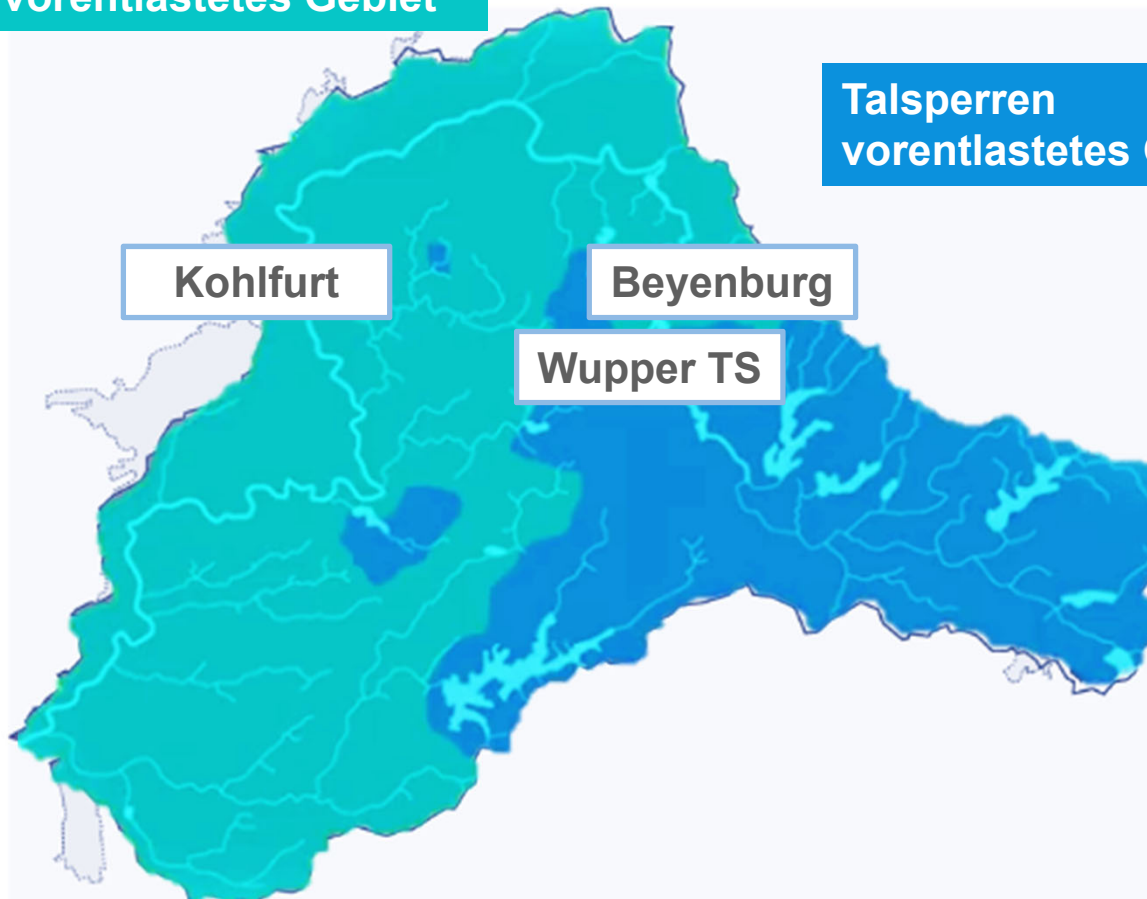
1. Sind die Talsperren an der Wupper während des Hochwasserereignisses 2021 richtig bewirtschaftet worden?
2. Wieviel Stauraum wäre notwendig gewesen, um das Hochwasserereignis schadlos abzuführen?
3. Wie wäre die Situation für die Unterlieger ohne Talsperren gewesen?
4. Welche Niederschlagsmengen sind zu welchem Zeitpunkt für das Wupperverbandsgebiete vom DWD prognostiziert worden?
5. Welche Abflüsse waren in den einzelnen Teileinzugsgebieten auf Grundlage der Niederschlagsprognosen zu erwarten?
6. Welchen Füllstand hatten die Talsperren zum jeweiligen Zeitpunkt?
7. Welche Auswirkungen hätten die vom DWD prognostizierten Niederschläge und die daraus resultierenden Abflüsse für den Füllstand der Talsperren gehabt?
8. Hätte eine frühzeitigere und / oder stärkere Vorentlastung der Talsperren Auswirkungen auf die Hochwassersituation unterstrom der Wuppertalsperre gehabt?
9. Welche sonstigen Aspekte (Bewirtschaftungsplan Talsperren, Überschwemmungssituation unterstrom, Unsicherheiten Niederschlagsprognose, etc.) haben die Entscheidungen des Wupperverbandes beeinflusst?

Überblick Dokumentation



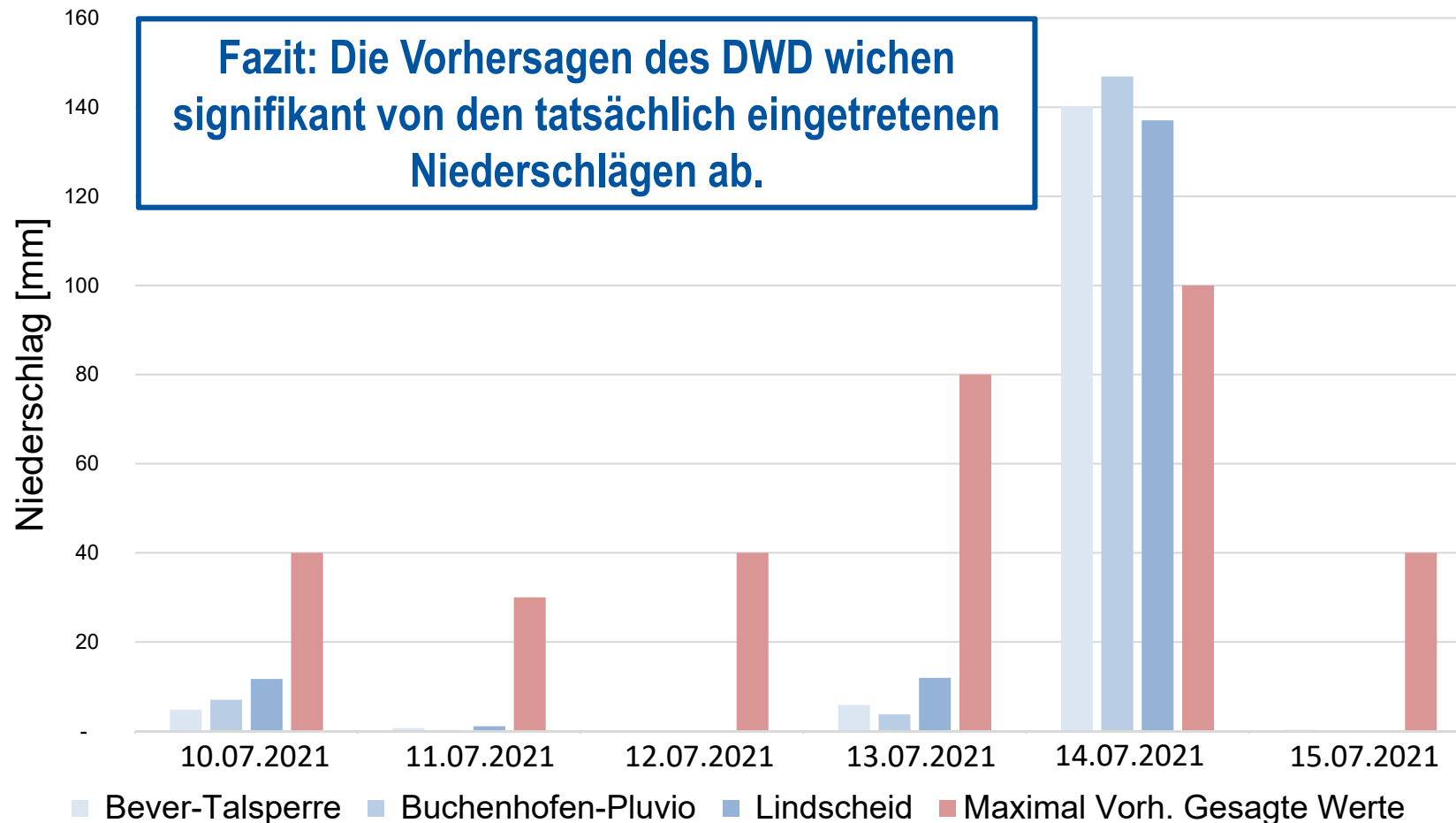
Von Talsperren (un-)vorentlastetes Gebiet

Unvorentlastetes Gebiet



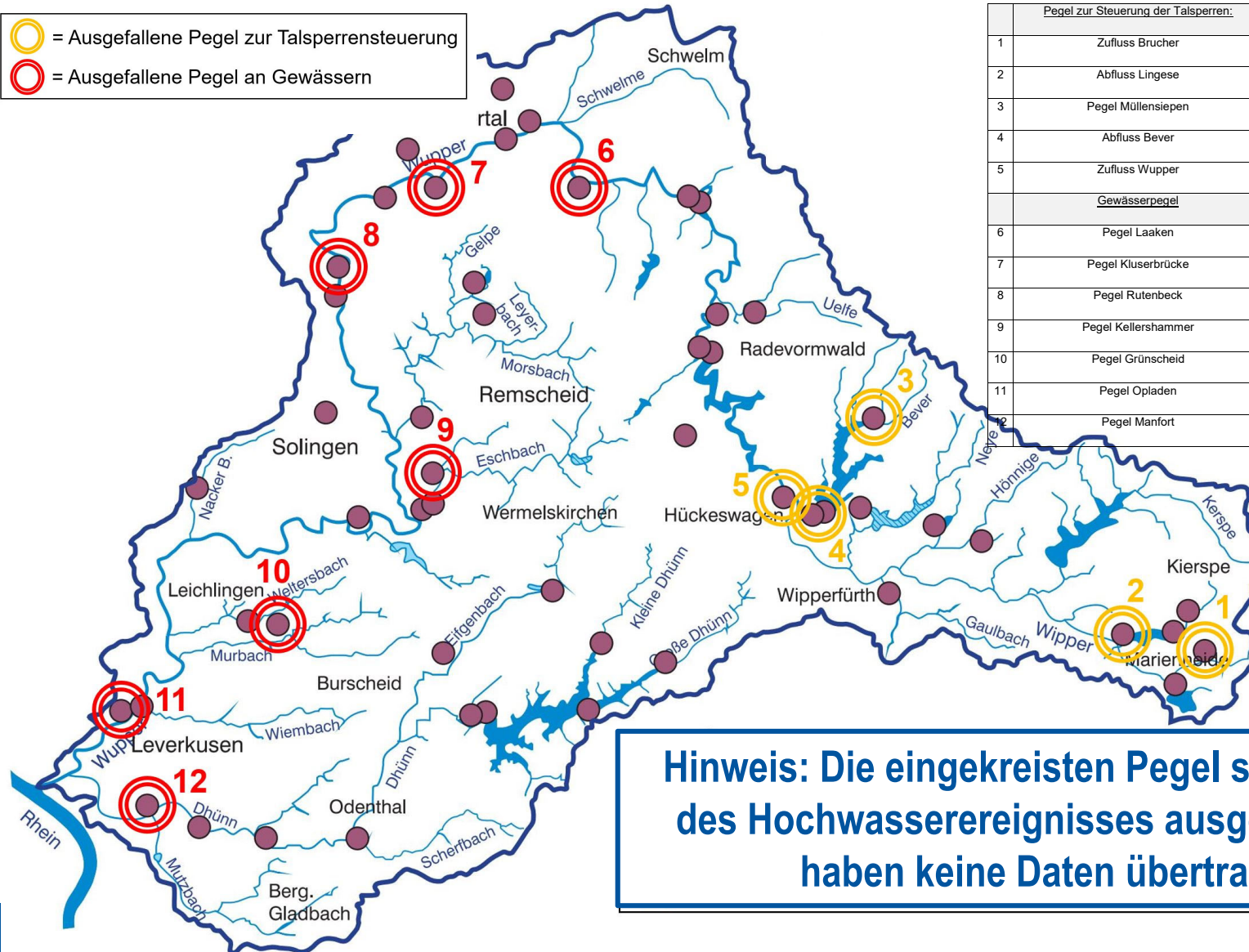
Wupperverbandsgebiet

Welche Niederschlagsmengen sind zu welchem Zeitpunkt für das Wupperverbandsgebiet vom DWD prognostiziert worden?



Pegelausfälle

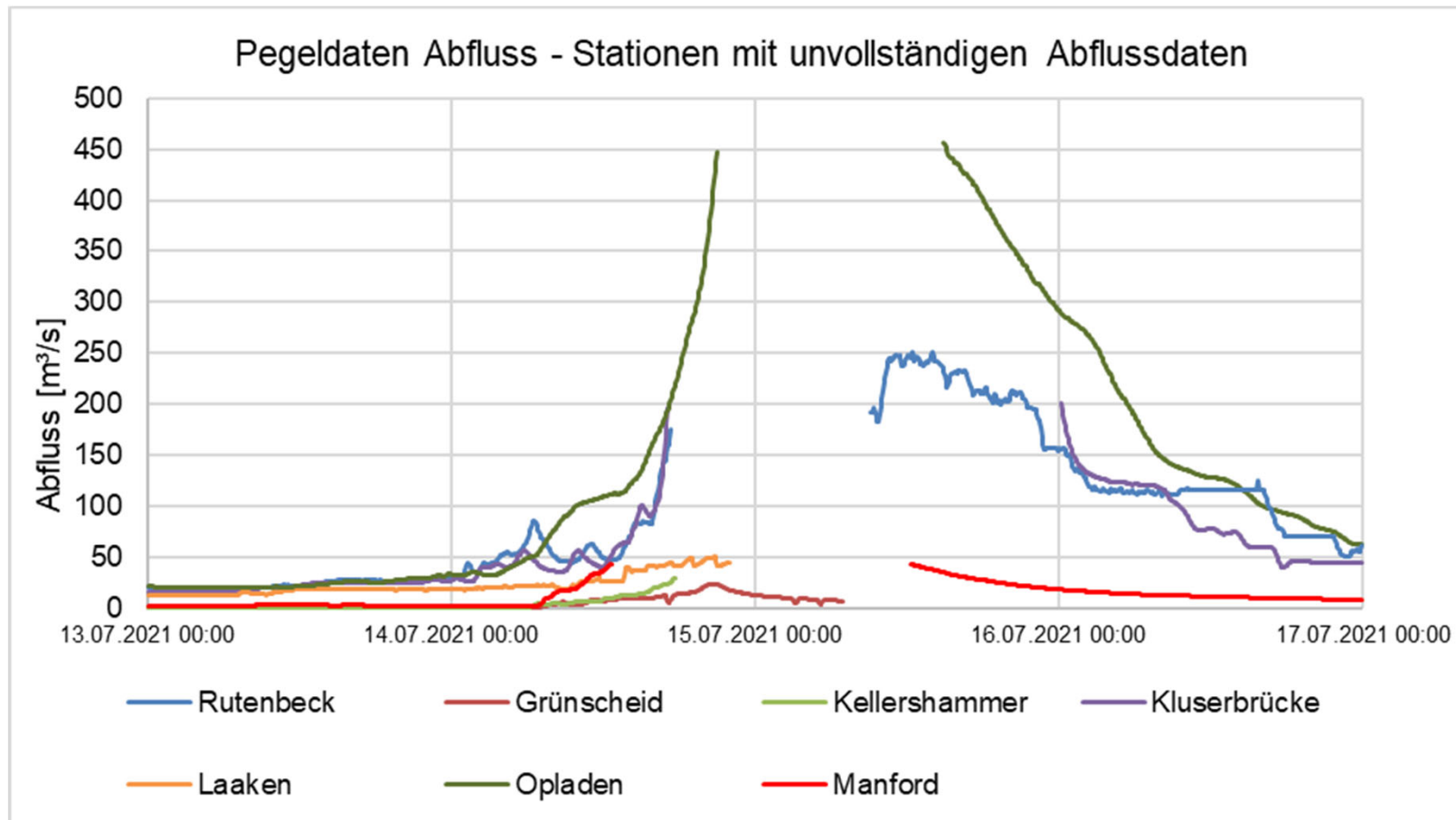
- = Ausgefallene Pegel zur Talsperrensteuerung
- = Ausgefallene Pegel an Gewässern

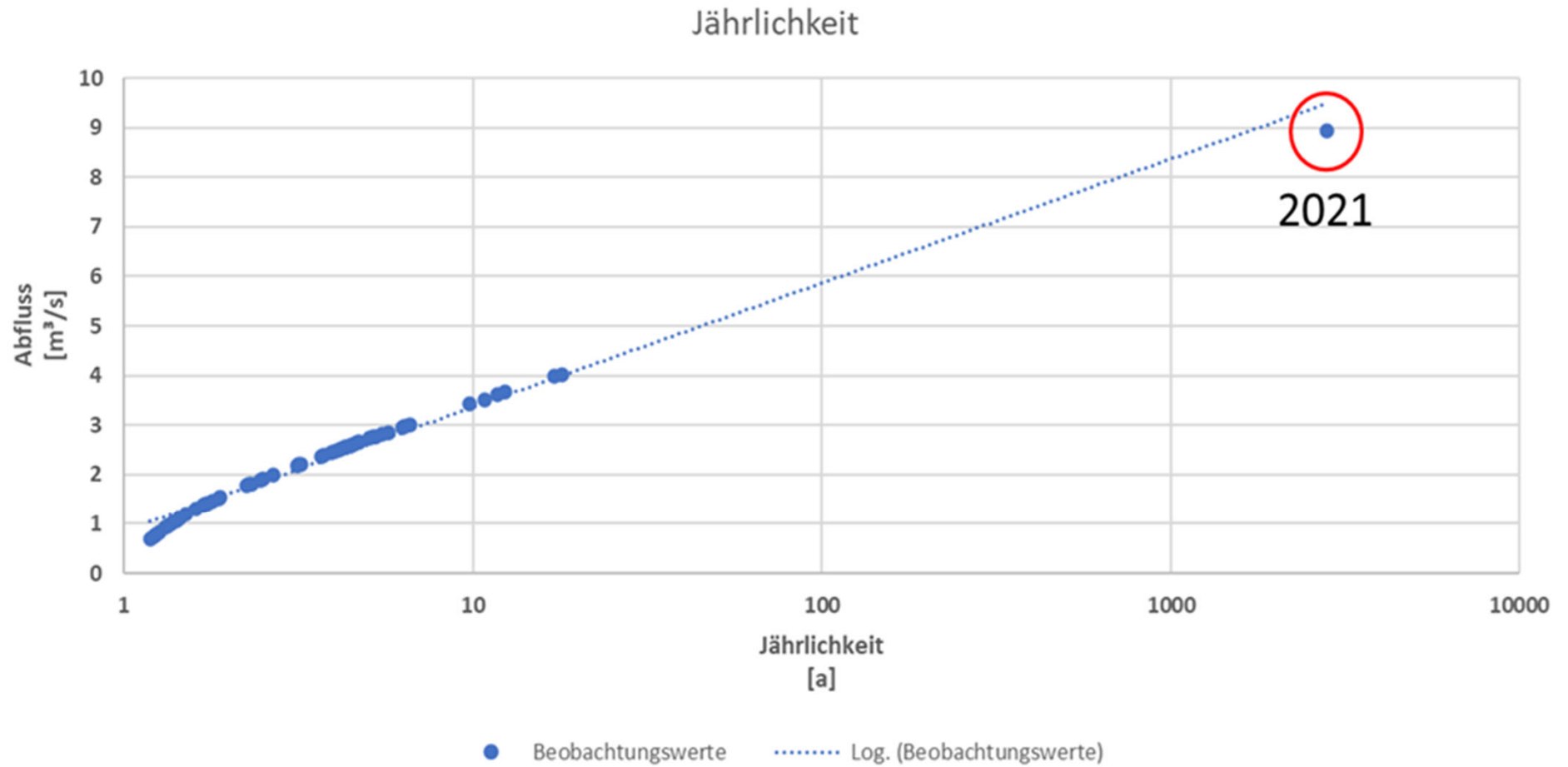


Pegel zur Steuerung der Talsperren:		Ausfall Beginn:	Ausfall Ende:
1	Zufluss Brucher	14.07.2021 17:40	14.07.2021 22:25
2	Abfluss Lingese	14.07.2021 18:15	15.07.2021 02:00
3	Pegel Müllensiepen	14.07.2021 17:05	14.07.2021 20:25
4	Abfluss Bever	15.07.2021 02:15	16.07.2021 04:10
5	Zufluss Wupper	14.07.2021 15:20	16.07.2021 13:10
Gewässerpegel		Ausfall Beginn:	Ausfall Ende:
6	Pegel Laaken	14.07.2021 22:05	-
7	Pegel Kluserbrücke	14.07.2021 17:10	16.07.2021 00:05
8	Pegel Rutenbeck	14.07.2021 17:25	15.07.2021 09:05
9	Pegel Kellershammer	14.07.2021 17:55	-
10	Pegel Grünscheid	15.07.2021 07:00	-
11	Pegel Opladen	14.07.2021 21:05	15.07.2021 14:50
12	Pegel Manfort	14.07.2021 12:45	15.07.2021 12:15

Hinweis: Die eingekreisten Pegel sind während des Hochwasserereignisses ausgefallen oder haben keine Daten übertragen!

Info: Abflusskurven liegen auch neun Monate nach dem Ereignis noch nicht vollständig vor → Ausfallsichere Pegel werden benötigt!



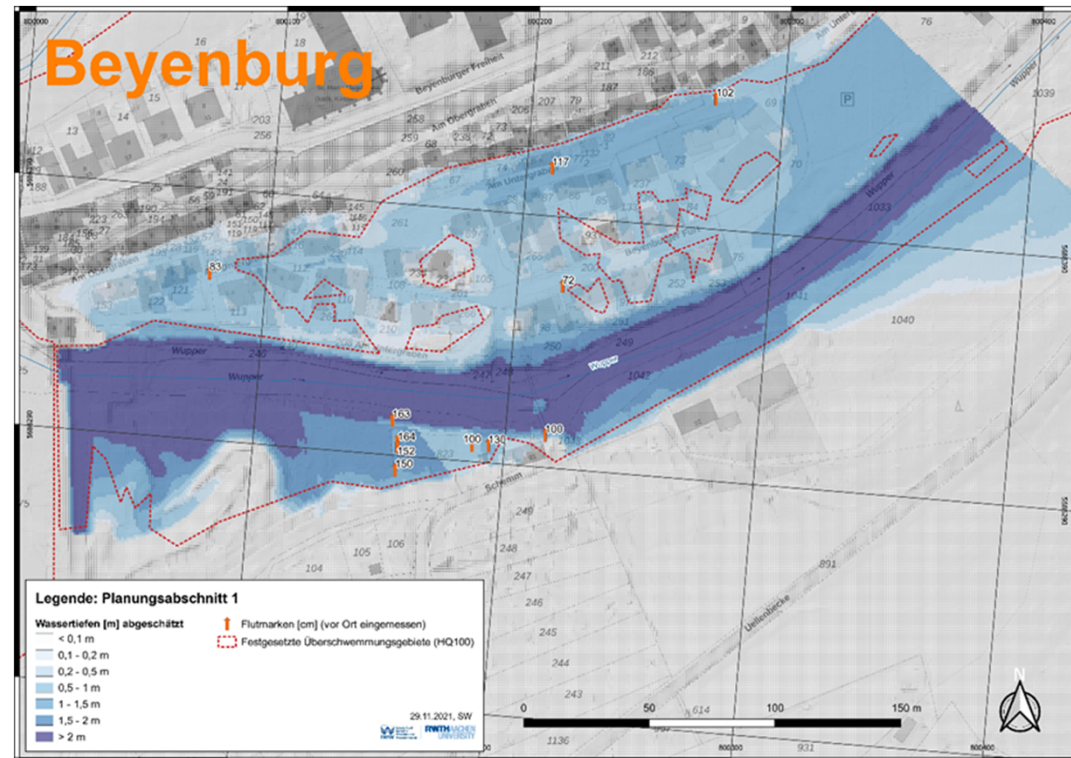


Einordnung des Hochwasserereignisses

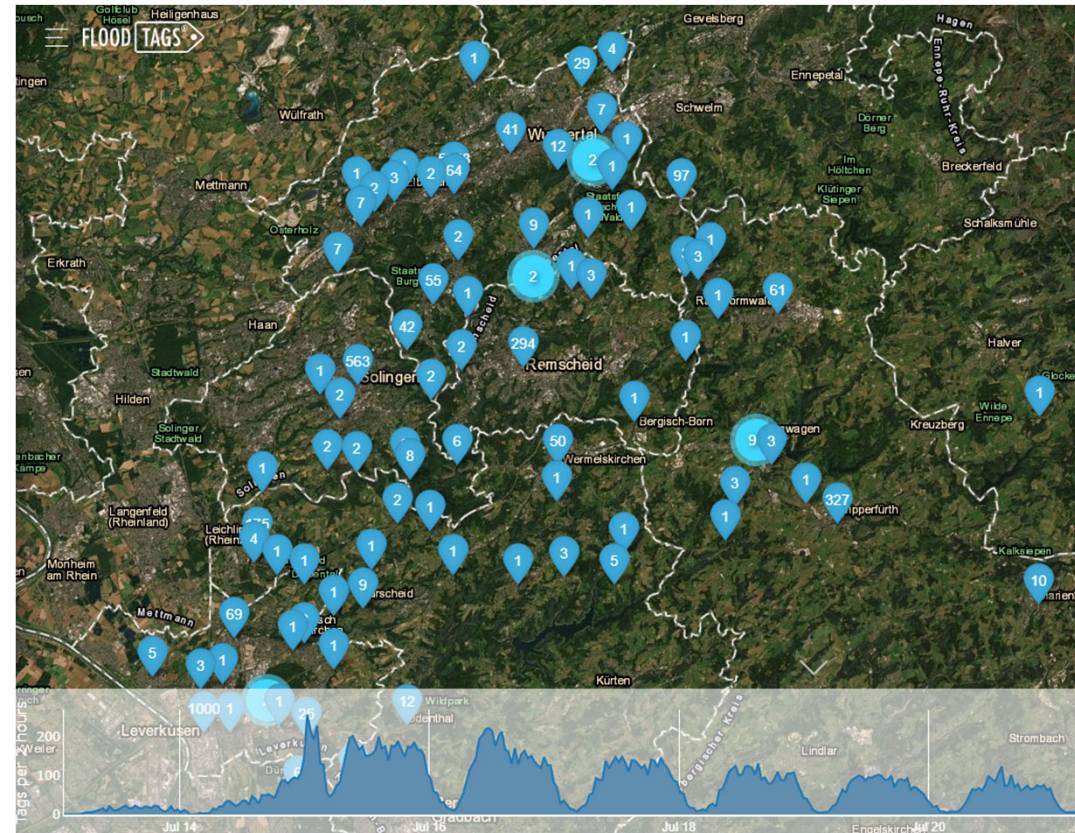
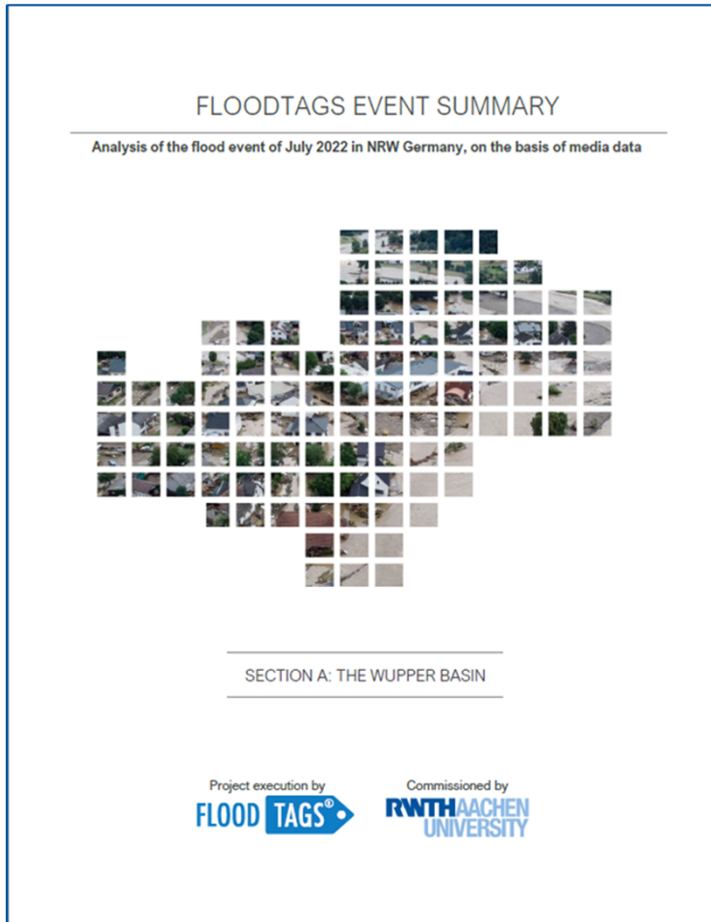


Stauanlage	BHQ1 [m ³ /s] (HQ1.000)	BHQ2 [m ³ /s] (HQ10.000)	Tatsächliche Abgabe [m ³ /s]	natürliches EZG (km ²)	EZG (km ²) mit Überleitung
Schevelinger-TS	10,02	10,77	Ca. 10,8	1,60	9,10
Neye-TS	14,0	16,0	Ca. 17	11,60	22,20
Bever-TS	19,4	29,5	Ca. 25	25,70	47,90
Wupper-TS	154,6	165,1	Ca. 190	212,0	
Panzer-TS	2,5	3,1	Ca. 0,95	1,5	

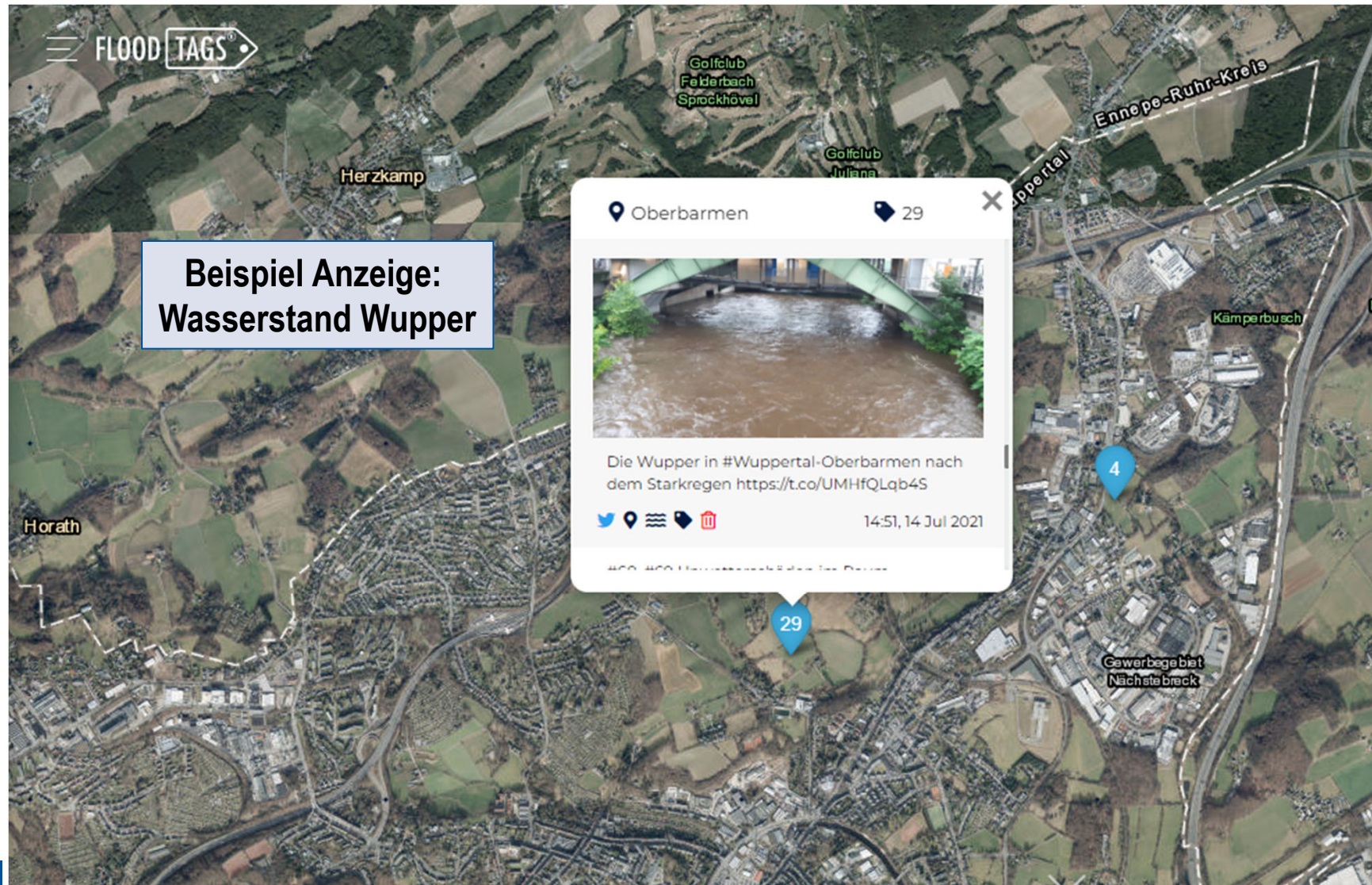
- Einmessen vor Ort nach Hochwasser
- Flutmarken haben unterschiedliche Qualität
- Nicht überall Gebäude mit Flutmarken vorhanden



Web-Ansicht aller Tweets im System mit Verortung



Social Media Daten FloodTags



**Beispiel Anzeige:
Wasserstand Wupper**

Talsperrensteuerung

1. Sind die Talsperren an der Wupper während des Hochwasserereignisses 2021 richtig bewirtschaftet worden?
2. Wieviel Stauraum wäre notwendig gewesen, um das Hochwasserereignis schadlos abzuführen?
3. Wie wäre die Situation für die Unterlieger ohne Talsperren gewesen?
- ~~4. Welche Niederschlagsmengen sind zu welchem Zeitpunkt für das Wupperverbandsgebiete vom DWD prognostiziert worden?~~
5. Welche Abflüsse waren in den einzelnen Teileinzugsgebieten auf Grundlage der Niederschlagsprognosen zu erwarten?
6. Welchen Füllstand hatten die Talsperren zum jeweiligen Zeitpunkt?
7. Welche Auswirkungen hätten die vom DWD prognostizierten Niederschläge und die daraus resultierenden Abflüsse für den Füllstand der Talsperren gehabt?
8. Hätte eine frühzeitigere und / oder stärkere Vorentlastung der Talsperren Auswirkungen auf die Hochwassersituation unterstrom der Wuppertalsperre gehabt?
9. Welche sonstigen Aspekte (Bewirtschaftungsplan Talsperren, Überschwemmungssituation unterstrom, Unsicherheiten Niederschlagsprognose, etc.) haben die Entscheidungen des Wupperverbandes beeinflusst?

- **Die Beurteilung der Talsperrensteuerung wurde auf der Grundlage von Daten und Informationen durchgeführt, die vor und während des Hochwasserereignisses dem Wupperverband vorlagen.**
- **Die Beurteilung der Talsperrensteuerung wurde methodisch auf der Grundlage im Hochwasserfall verfügbarer Verfahren durchgeführt.**

Sind die Talsperren an der Wupper während des Hochwasserereignisses 2021 richtig bewirtschaftet worden?

- Talsperren sind Multifunktionsbauwerke, deren definierte Aufgaben sich auch im Hochwasserfall nicht ändern.

Talsperre	Größe	Brauchwasser	Trinkwasser	Niedrigwasser-aufhöhung	Hochwasser-schutz	Freizeit	Durchlaufbauwerk
Brucher	3,37 Mio. m ³	Grün	Rot	Grün	Grün	Grün	Rot
Lingese	2,68 Mio. m ³	Grün	Rot	Grün	Grün	Grün	Rot
Kerspe	14,90 Mio. m ³	Rot	Grün	Rot	Rot	Rot	Rot
Schevelinger	0,31 Mio. m ³	Rot	Rot	Rot	Rot	Grün	Grün
Neye	6,00 Mio. m ³	Rot	Ersatz	Rot	Rot	Rot	Rot
Bever	23,70 Mio. m ³	Grün	Rot	Grün	Grün	Grün	Rot
Wupper	25,09 Mio. m ³	Grün	Rot	Grün	Grün	Grün	Rot
Panzer	0,19 Mio. m ³	Grün	Rot	Rot	Rot	Rot	Rot
Stausee Beyenburg	0,46 Mio. m ³	Rot	Rot	Rot	Rot	Grün	Grün
Herbinghauser	2,85 Mio. m ³	Rot	Grün	Rot	Rot	Rot	Rot
Ronsdorfer	0,12 Mio. m ³	Grün	Rot	Rot	Rot	Rot	Rot
Eschbach	1,05 Mio. m ³	Rot	Ersatz	Rot	Rot	Rot	Rot
Große Dhünn	81,00 Mio. m ³	Rot	Grün	Grün	Grün	Rot	Rot

Sind die Talsperren an der Wupper während des Hochwasserereignisses 2021 richtig bewirtschaftet worden?

Monat	Wupper-Talsperre	Brucher-Talsperre	Lingese-Talsperre	Bever-Talsperre	Große Dhünn-Talsperre (GDT)
	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³	Mio. m ³
November	9,9	0,4	1,1	5,0	8,5
Dezember	9,9	0,4	1,1	5,0	8,5
Januar	9,9	0,4	1,1	4,0	4,5
Anfang Februar	9,9	0	0	4,0	4,5
Mitte Februar	7,4	0	0	0*	4,5
Ende Februar	5,0	0	0	0	4,5
Mitte März	3,8	0	0	0	2,0
Ende März	2,5	0	0	0	2,0
Anfang April	2,5	0	0	0	0
Ende April	0	0	0	0	0
Mai - Oktober	0	0	0	0	0

* Bei Schnee nach dem 15.02: 30.000 m³ für jeden mm Wassergehalt

Auswertung Talsperrensteuerung

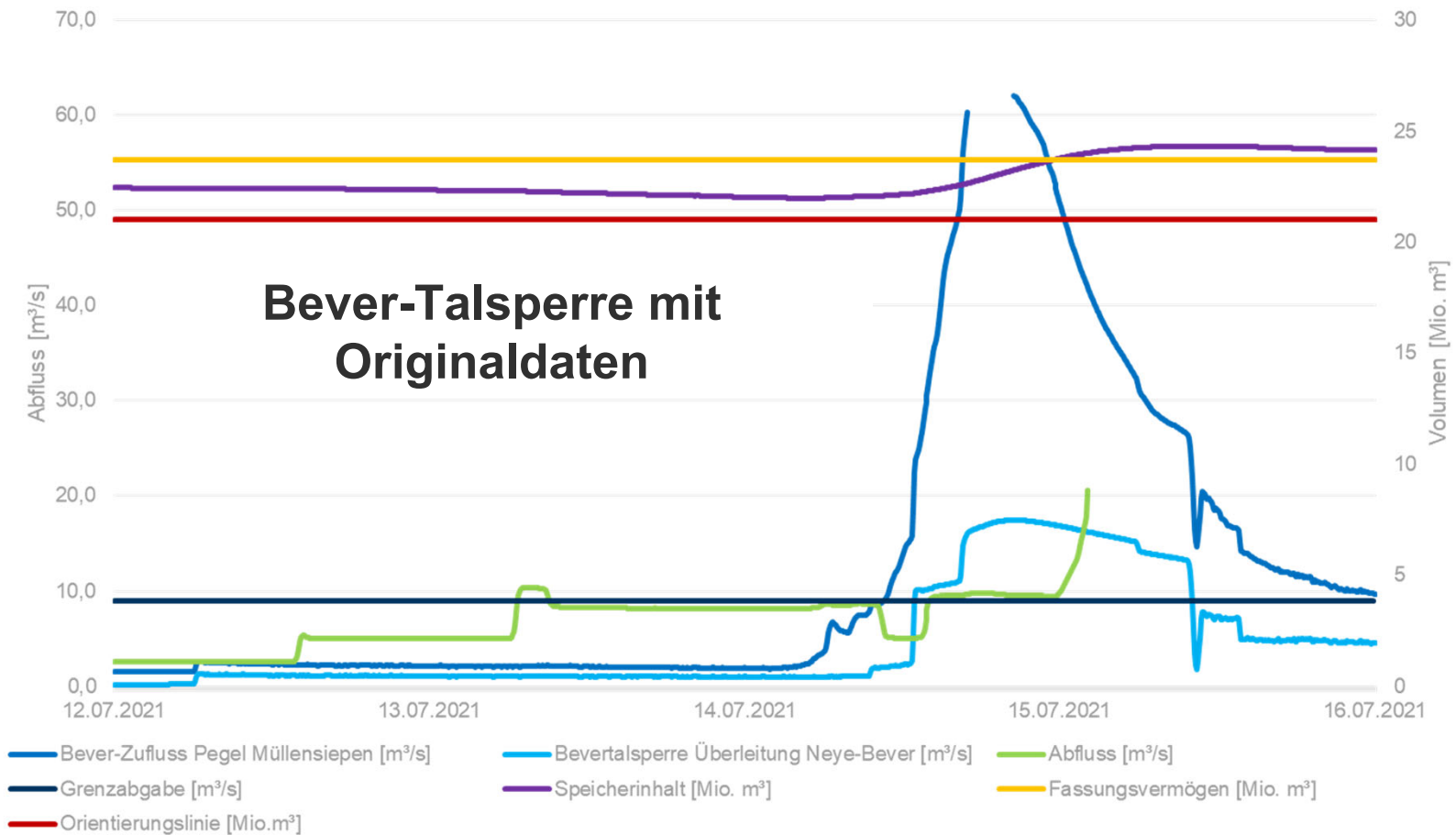


Sind die Talsperren an der Wupper während des Hochwasserereignisses 2021 richtig bewirtschaftet worden?

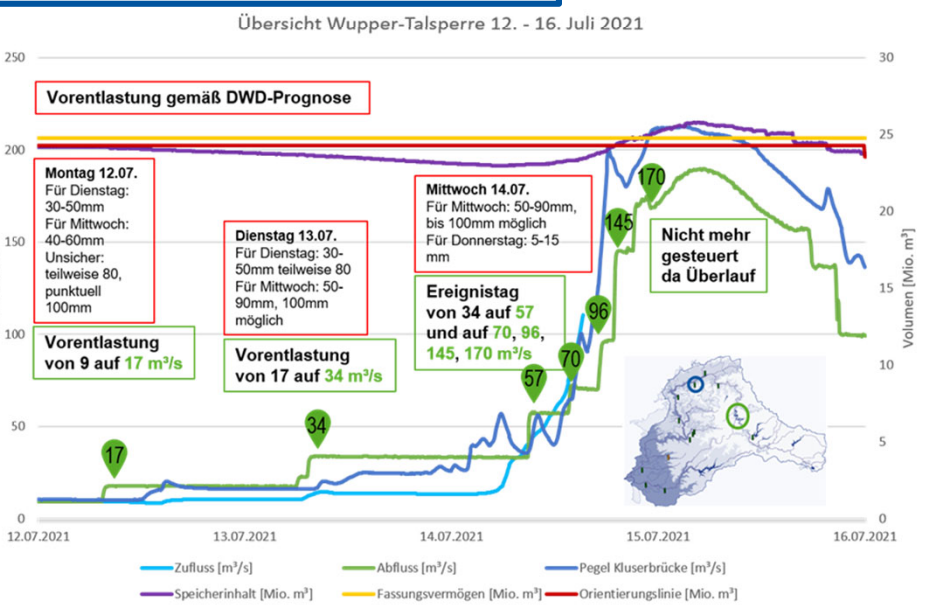
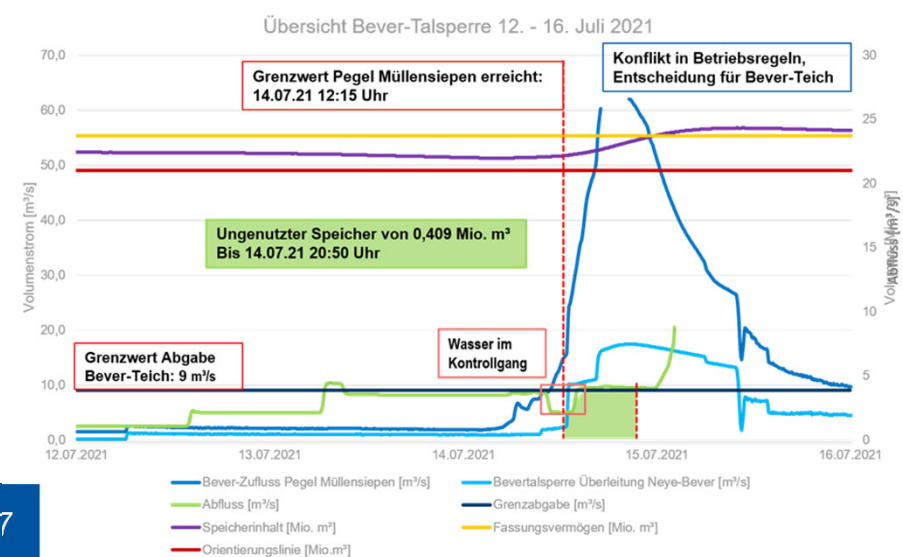
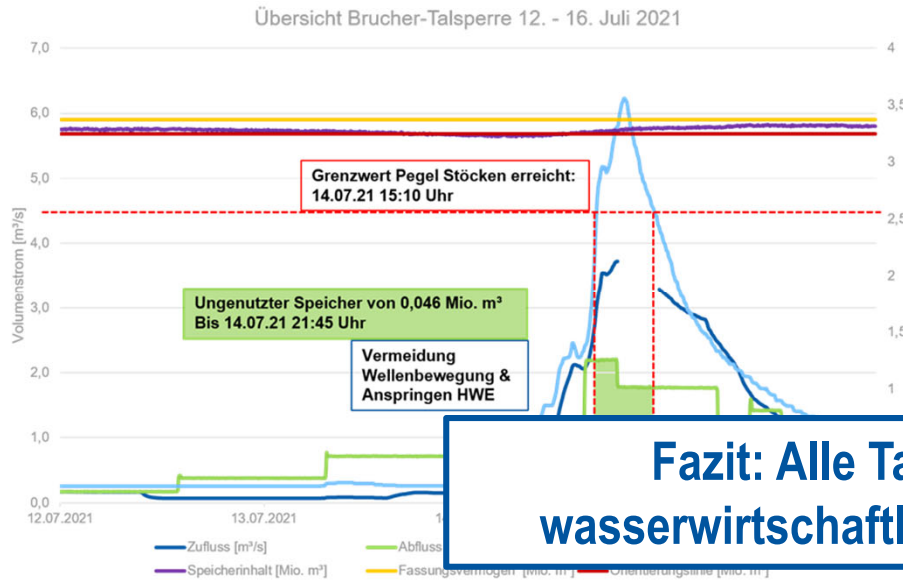
Stauanlage	Vollstau (Mio.m³)	Niedrigster Füllstand am Ereignistag	Füllgrad (%)	Verfügbares Volumen [Mio.m³]	natürliches EZG (km²)	EZG (km²) mit Überleitung
Oberes Gebiet						
Brucher-TS	3,37	3,22	96	0,15	2,60	5,80
Lingese-TS	2,68	2,56	96	0,12	9,10	
Kerspe-TS	14,90	14,43	97	0,47	27,50	
Schevelinger-TS	0,31	0,31	100	0,00	1,60	9,10
Neye-TS	6,00	5,79	97	0,21	11,60	22,20
Bever-TS	23,70	21,97	93	1,73	25,70	47,90
Wupper-TS	25,09	22,90	92	2,09	212,0	
Unteres Gebiet						
Panzer-TS	0,19	0,15	80	0,04	1,5	
Stauanlage Dahlhausen	0,08	0,08	100	0,00	4,0	216,0
Stausee Beyenburg	0,46	0,46	100	0,00	33,0	249,0
Ronsdorfer TS	0,12	0,07	58	0,05	0,9	
Herbringhauser TS	2,85	2,85	100	0,00	5,9	
Eschbach-TS	1,05	0,91	87	0,14	5,3	
Sengbach*					12,0	
Dhünn Gebiet						
Summe Große Dhünn-TS inkl. Vorsperren	81	51,80	64	29,20	60	89

Sind die Talsperren an der Wupper während des Hochwasserereignisses 2021 richtig bewirtschaftet worden?

Übersicht Bever-Talsperre 12. - 16. Juli 2021

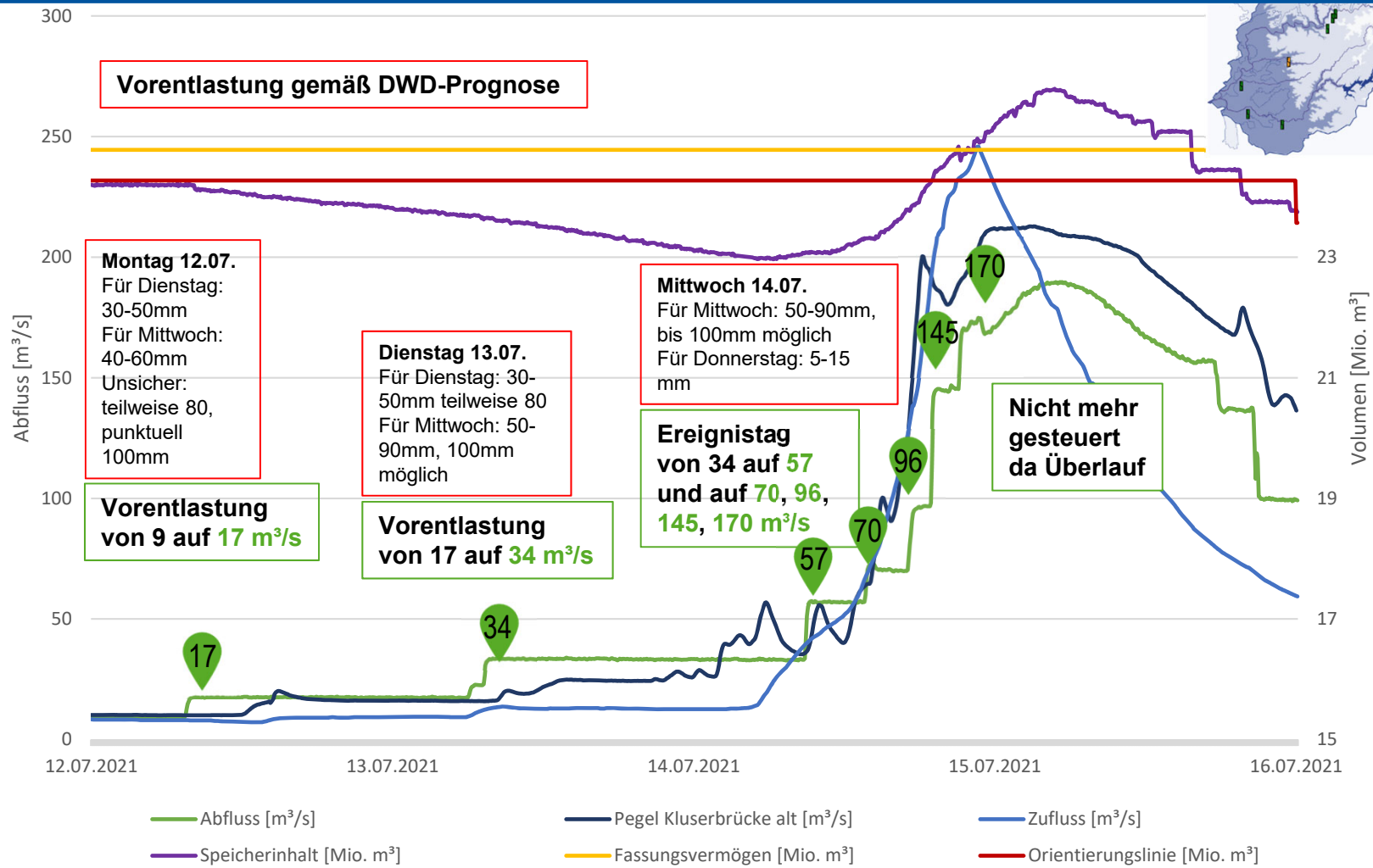


Auswertung Talsperrensteuerung

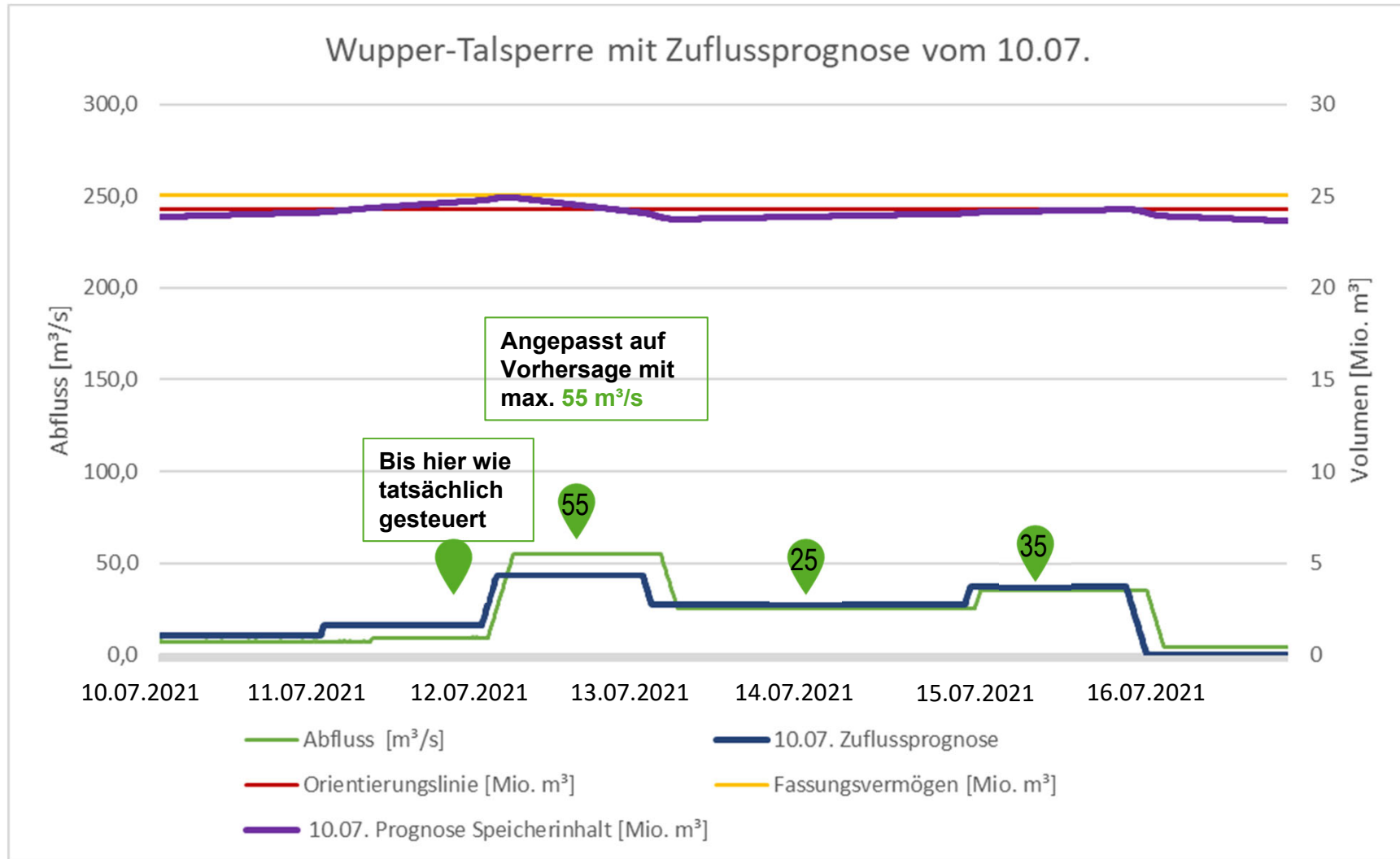


Auswirkungen Niederschlag

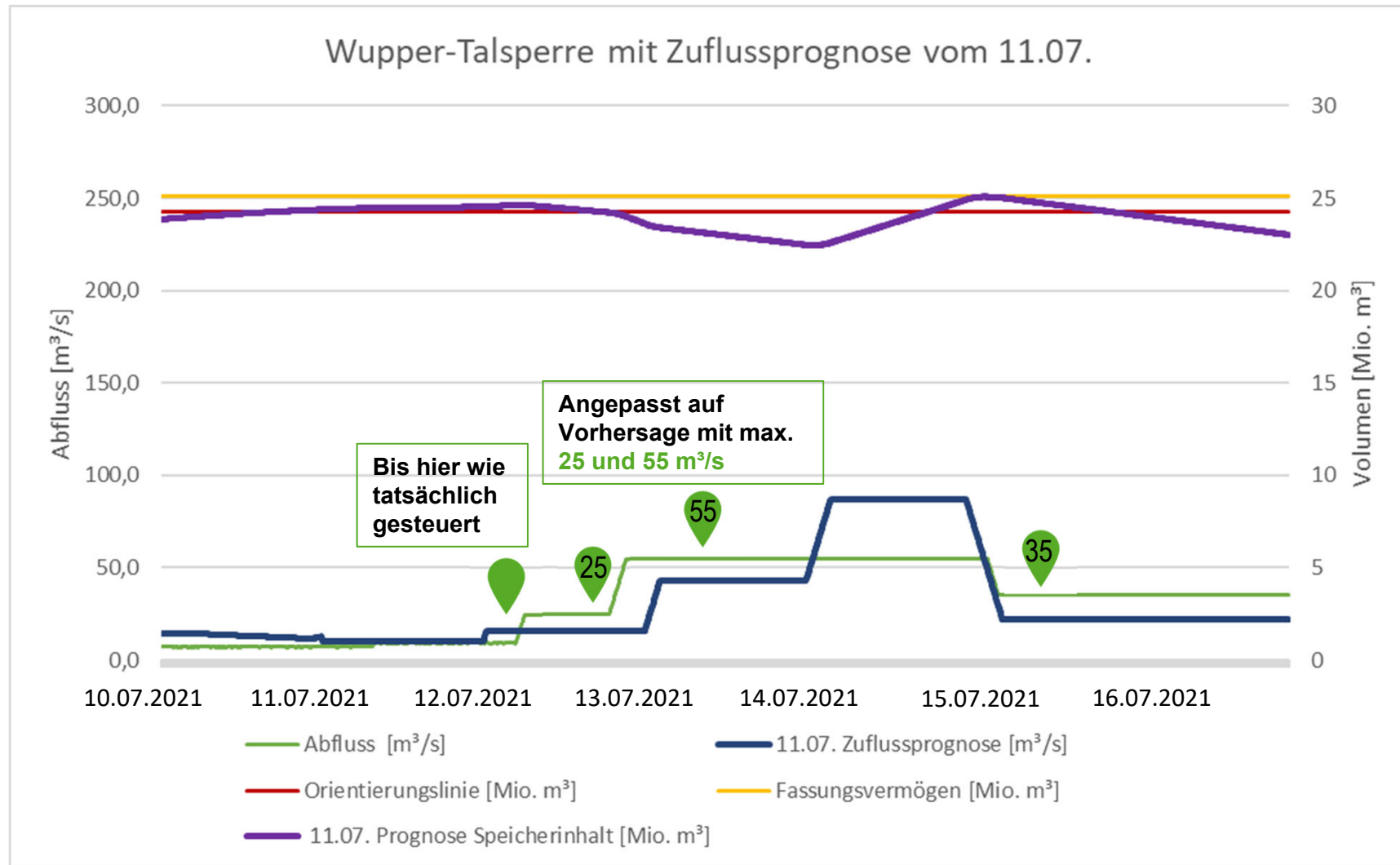
Welche Auswirkungen hätten die vom DWD prognostizierten Niederschläge und die daraus resultierenden Abflüsse für den Füllstand der Talsperren gehabt?



Niederschlagsprognosen 10.07. Wupper-Talsperre

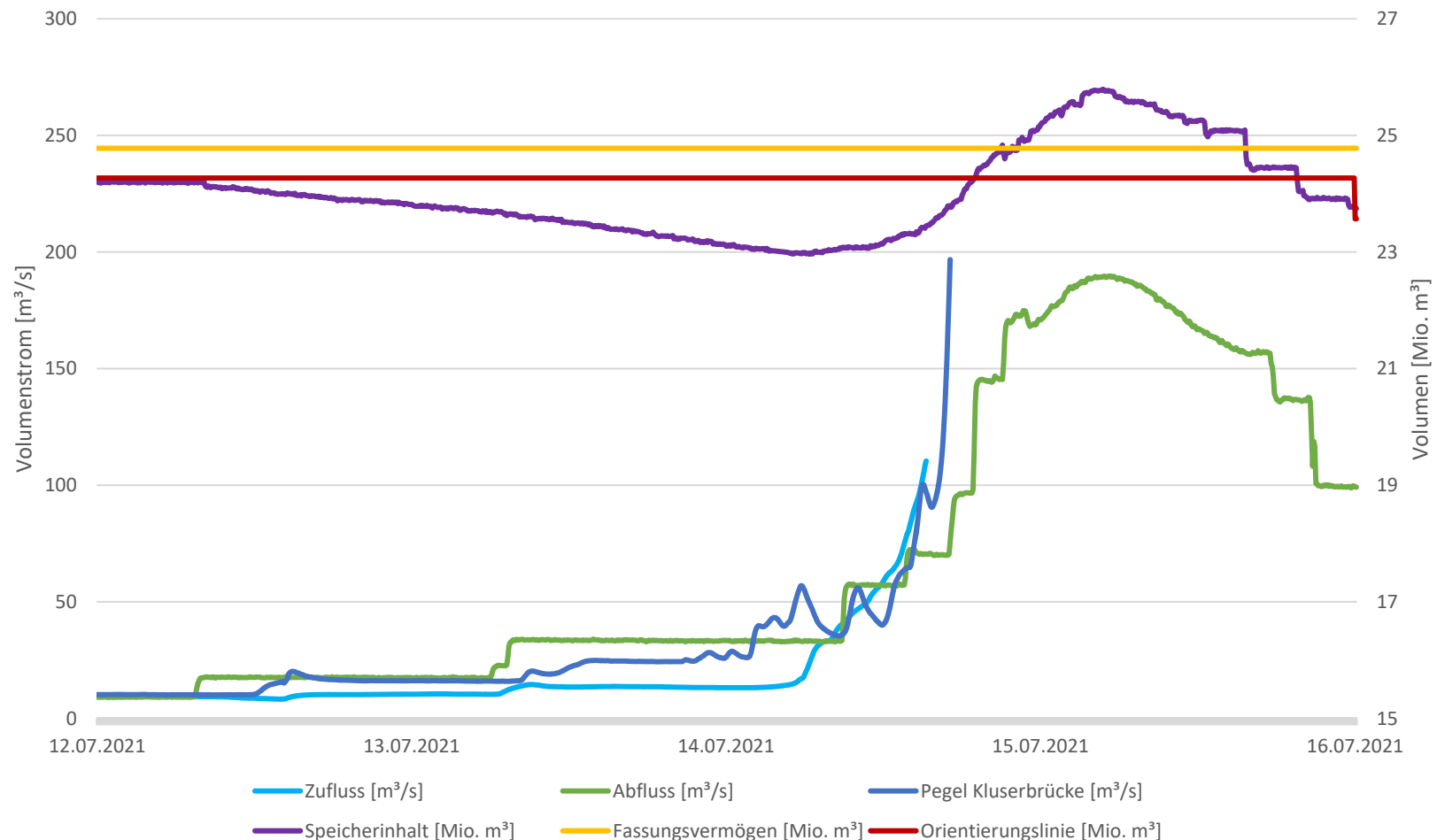


Niederschlagsprognosen 11.07. Wupper-Talsperre



Wieviel Stauraum wäre notwendig gewesen, um das Hochwasserereignis schadlos abzuführen?

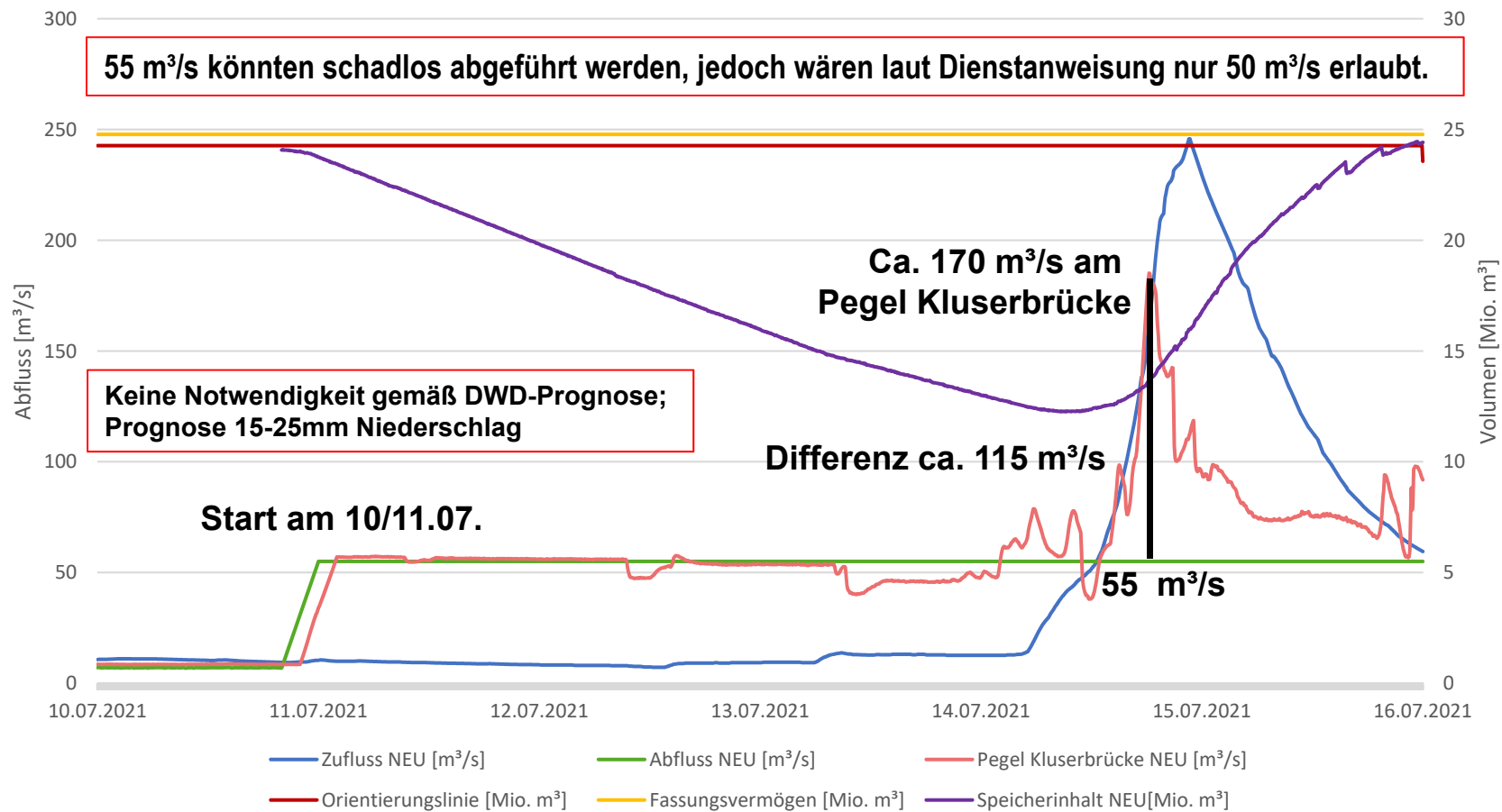
Übersicht Wupper-Talsperre 12. - 16. Juli 2021



Hypothetische Vorentlastung

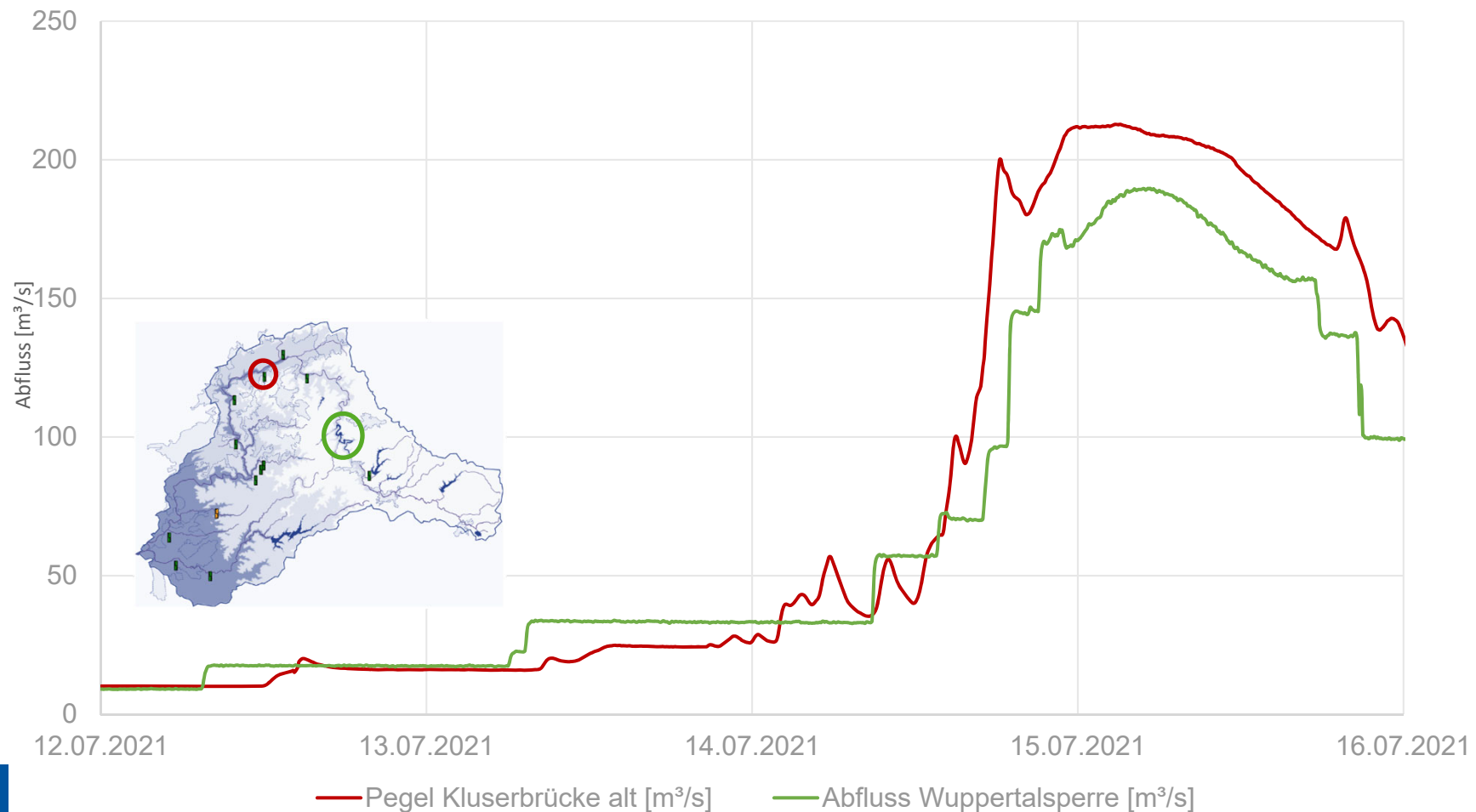
Wieviel Stauraum wäre notwendig gewesen, um das Hochwasserereignis schadlos abzuführen?

Wupper-Talsperre 10.07 - 16.07.2021
 Mit dauerhaftem Abfluss von 55 m³/s ab dem 11.07.2021



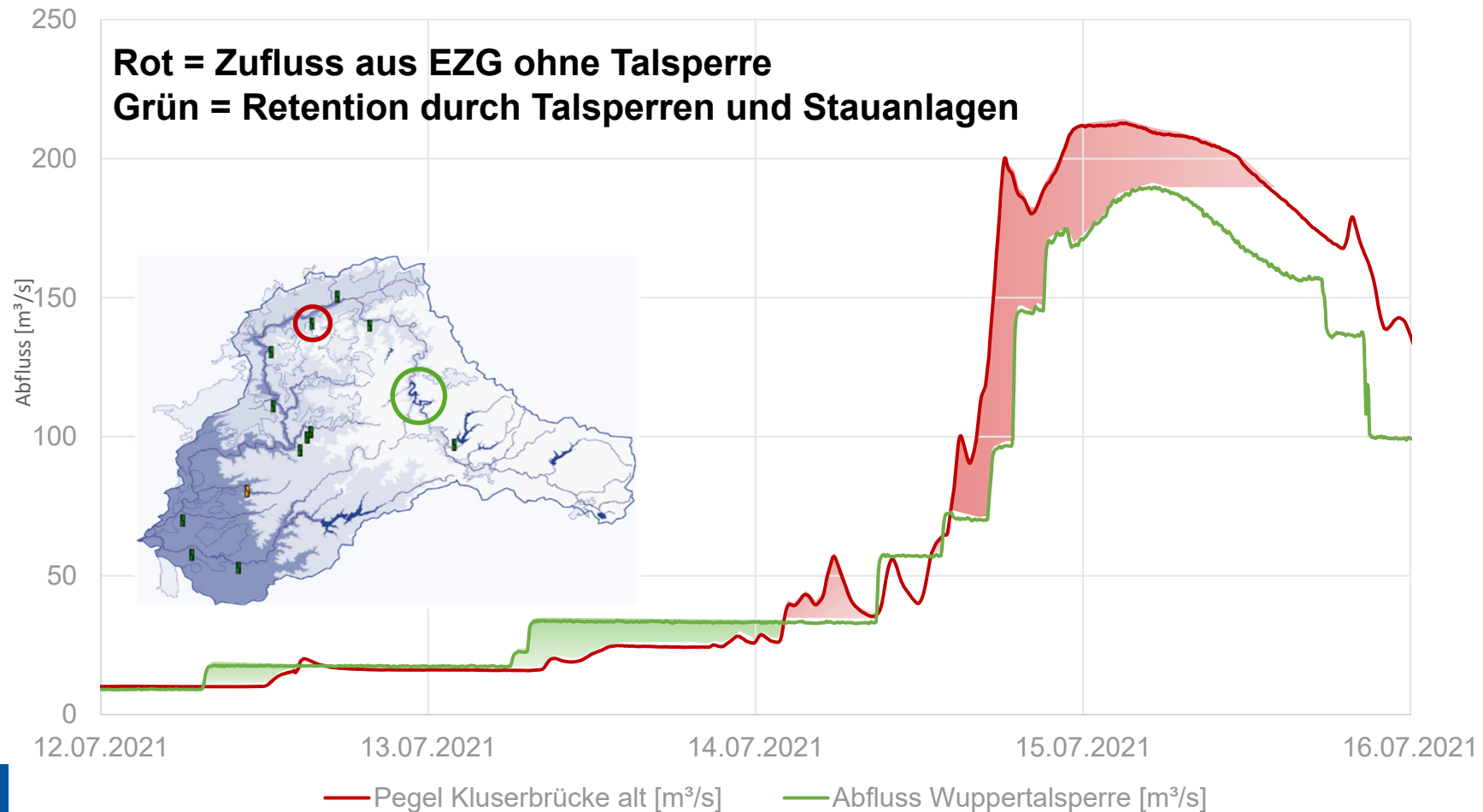
Einfluss Talsperren und Einzugsgebiet

Abfluss Wupper Talsperre - Pegel Kluserbrücke



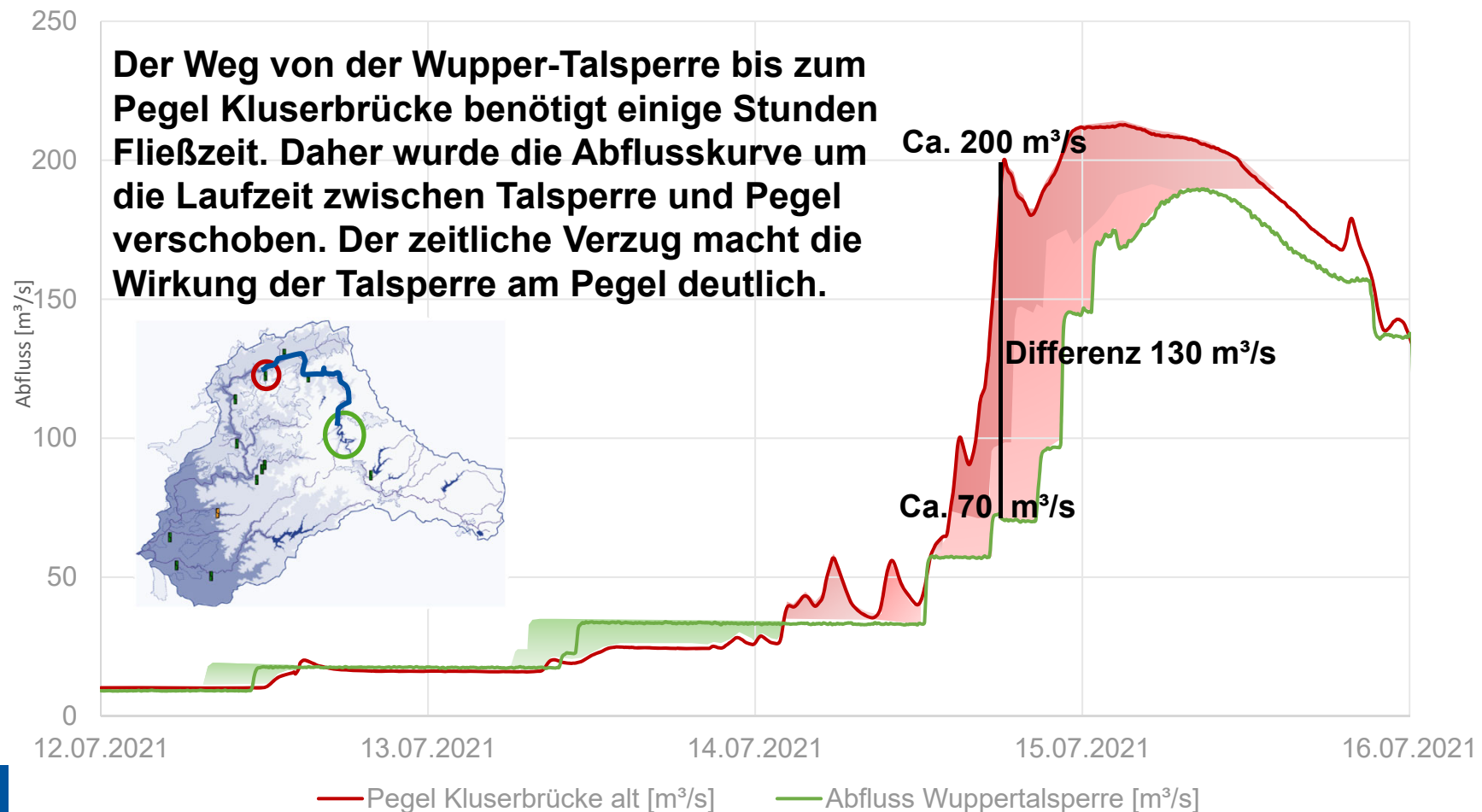
Einfluss Talsperren und Einzugsgebiet

Differenz Abfluss Wupper Talsperre - Pegel Kluserbrücke



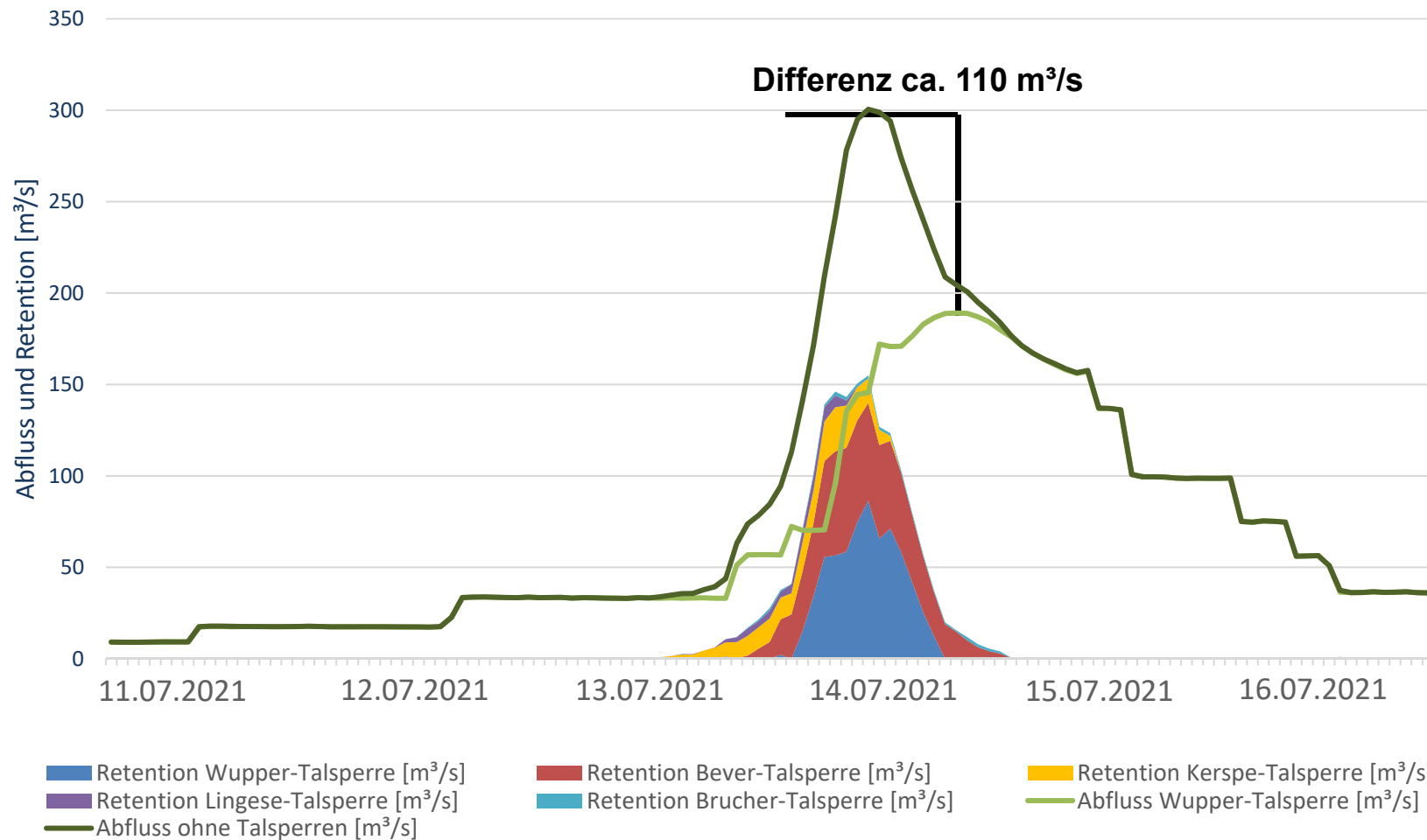
Einfluss Talsperren und Einzugsgebiet

Zeitlich angepasste Abflüsse



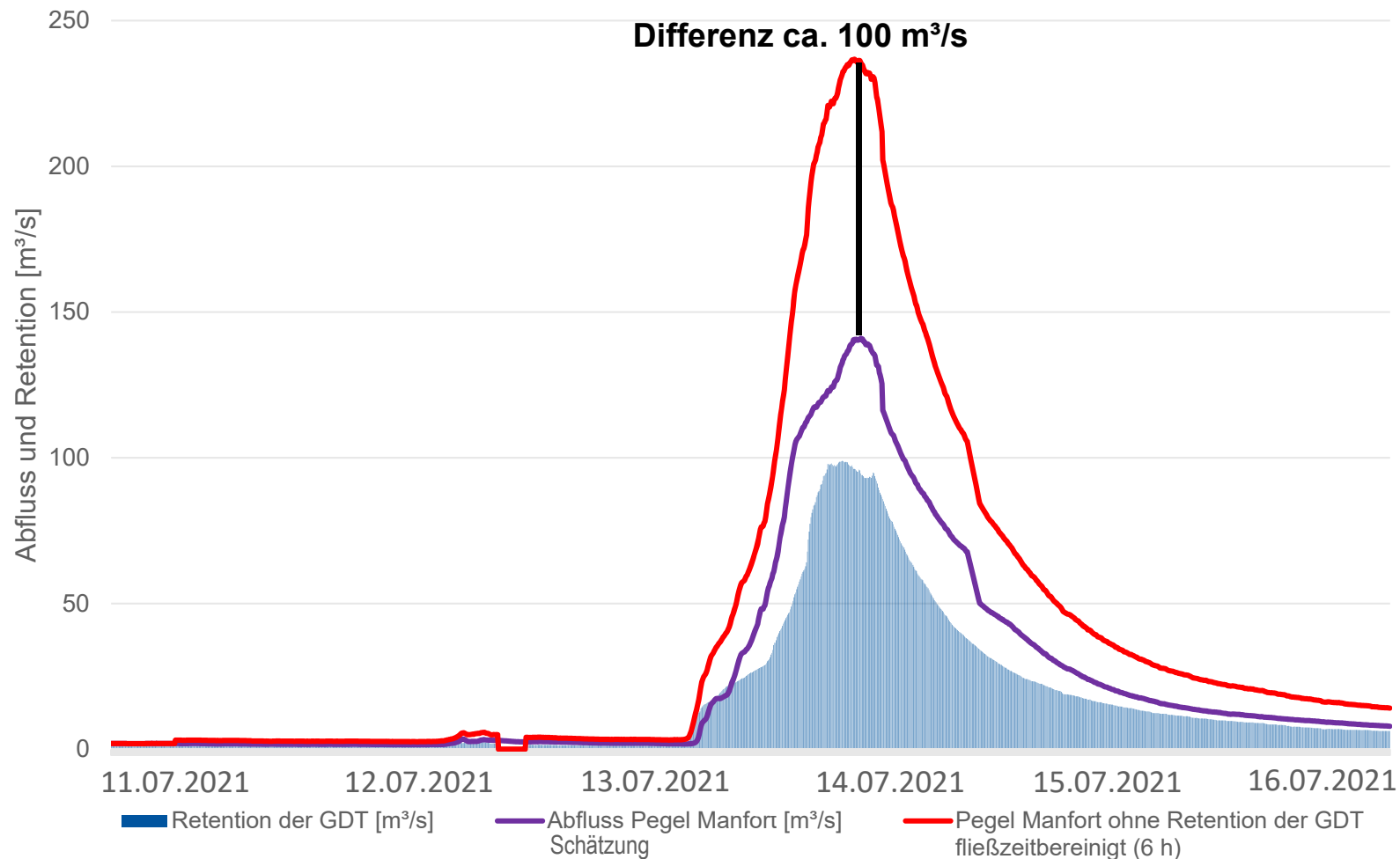
Wie wäre die Situation für die Unterlieger ohne Talsperren gewesen?

Beispiel Wupper-Talsperre



Wie wäre die Situation für die Unterlieger ohne Talsperren gewesen?

Retention der Großen Dhünn-Talsperre



Fazit

Fragestellung	Kurzzusammenfassung der Antwort
<p>Sind die Talsperren an der Wupper während des Hochwasserereignisses 2021 richtig bewirtschaftet worden?</p>	<p>Wasserwirtschaftlich sinnvoll und nach den zur Verfügung stehenden Daten: Ja, alle.</p> <p>Gemäß den Dienstvorschriften: Alle außer Brucher-TS, Lingese-TS und Bever-TS (Schließung Grundablass bei Pegel-Grenzwert).</p>
<p>Wieviel Stauraum wäre notwendig gewesen, um das Hochwasserereignis schadlos abzuführen?</p>	<p>Beispielhaft hätte die Wupper-TS bis auf ca. die Hälfte abgesenkt werden müssen, um ein Überlaufen zu verhindern. Selbst dann hätte das gesamte Hochwasserereignis nicht schadlos abgeführt werden können, da die Niederschläge aus dem Einzugsgebiet unterstrom der Talsperren zu hoch waren.</p>
<p>Wie wäre die Situation für die Unterlieger ohne Talsperren gewesen?</p>	<p>Die Talsperren haben durch Rückhalt von Speichervolumen sowie Seeretention signifikante Wassermengen zurückhalten und so die Schäden des Hochwassers vermindern können. Ohne die Talsperren wären größere Schäden entstanden.</p>
<p>Welche Auswirkungen hätten die vom DWD prognostizierten Niederschläge und die daraus resultierenden Abflüsse für den Füllstand der Talsperren gehabt?</p>	<p>Die Auswirkungen auf die Füllstände der Talsperren konnten vom Wupperverband basierend auf vergangener Datenauswertung und Erfahrung in entsprechenden Tabellen formuliert werden. Für die prognostizierten Niederschläge stand ausreichend Speicher inkl. Puffer zur Verfügung.</p>

Fragestellung	Kurzzusammenfassung der Antwort
Hätte eine frühzeitigere und / oder stärkere Vorentlastung der Talsperren Auswirkungen auf die Hochwassersituation unterstrom der Wupper-Talsperre gehabt?	Eine stärkere Vorentlastung hätte den Hochwasserscheitel dämpfen, aber das Ereignis nicht verhindern können. Wie bereits in Abschnitt 4.1.5 dargestellt, gaben die Niederschlagsprognosen des DWD keinen Grund zur verstärkten Vorentlastung insbesondere der Wupper-Talsperre. Trotzdem wurde Freiraum für ein stärkeres Ereignis als prognostiziert als Puffer vorentlastet.
Welche sonstigen Aspekte (Bewirtschaftungsplan Talsperren, Überschwemmungssituation unterstrom, Unsicherheiten Niederschlagsprognose, etc.) haben die Entscheidungen des Wupperverbandes beeinflusst?	Maßgebender Einfluss waren die Daten und die Erfahrung der vergangenen 35 Jahre, welche zu einer plausiblen Einschätzung des Ereignisses anhand der DWD-Prognosen führten. Die Vorgaben der Dienstvorschriften beinhalteten einen Widerspruch für die Bever-TS und waren allgemein bei derart extremen Hochwasserereignissen und deren Bewältigung mit ausgefallenen Pegeln keine sinnvolle Hilfestellung.

Empfehlungen und Ausblick

1. Nutzungskonflikte in der Talsperrenbewirtschaftung

- Klimawandel und Zunahme extremer Ereignisse
- Hochwasserschutz vs. Niedrigwasseraufhöhung und Trinkwasser
- Diskussion Hochwasserschutzräume im Sommer

2. Dienstanweisungen

- Widerspruch für Bever-Talsperre
- Schließung Grundablass vs. Wellenbewegung
- Mehr Flexibilität in der Steuerung bei extremen Ereignissen
- Historische Ereignisse ebenfalls in Betrachtung integrieren
- Das HW2021 muss in den zukünftigen Bewirtschaftungsregeln berücksichtigt werden

3. Pegelwesen

- Ausfallproblematik
- Auslegung für extremere Ereignisse
- Redundantes Pegelsystem

4. Social Media-Daten

- FloodTags-Bericht und Rohdaten
- Echtzeitinformationen zur Hochwasserlage
- Gewässerzustand, Überflutungsflächen, Schäden
- Angliederung Pressestelle Wupperverband

5. KI-basierte Talsperrensteuerung

- KI-System zur Entscheidungsunterstützung
- Wettereingangsdaten mit Bodenmodell
- Sehr kurze Rechenzeit von Überflutungsszenarien, Fließgeschwindigkeiten und Pegelständen während eines Ereignisses
- Langwierige Einführungs- und Implementierungsphase

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit