

# Einsatz von NASIM zur Sicherheitsüberprüfung von Stauanlagen

Dirk Sobolewski  
NASIM Infotage 2023, 19.-20. Oktober 2023

- ▶ Projektgebiet und Eschbachtalsperre
- ▶ N-A-Modell Eschbach und Abbildung der Talsperre
- ▶ Modellvalidierung am Ereignis Juli 2021 sowie statistische Einschätzung
- ▶ Sicherheitsüberprüfung nach DIN 19700 – Teil 10 und 11
- ▶ Sicherheiten und Restrisiko



Staumauer Eschbachtalsperre (Quelle: Wupperverband)

# Projektgebiet und Eschbachtalsperre



- ▶ WBM Eschbach (Hydrotec 2017, Wupperverband)
- ▶ Eschbach → Wupper → Rhein
- ▶ Charakteristik des EZG:
  - ▶ enge gering besiedelte Täler
  - ▶ steile Hänge
  - ▶ städtische Gebiete auf Hangrücken  
(Ausnahme: Solingen-Unterbург im Mündungsbereich)
- ▶ EZG Eschbach: ca. 31 km<sup>2</sup>
- ▶ EZG Talsperre: 5,04 km<sup>2</sup> (geringer Zufluss aus Neye-Talsperre)
- ▶ 1891: erste Gewichtsstaumauer nach dem Intze-Prinzip
- ▶ Erste Trinkwassertalsperre Deutschlands
- ▶ Talsperrennutzung heute:
  - ▶ Hochwasserschutz  
Vollstau 1,05 Mio. m<sup>3</sup>, HWSR 132.600 m<sup>3</sup>
  - ▶ Niedrigwasseraufhöhung
  - ▶ Trinkwasser-Notversorgung Stadt Remscheid
- ▶ Betreiber: Wupperverband
- ▶ Eigentümer: EWR (Energie und Wasser Remscheid GmbH)

Raststätte  
Remscheid  
(A1)

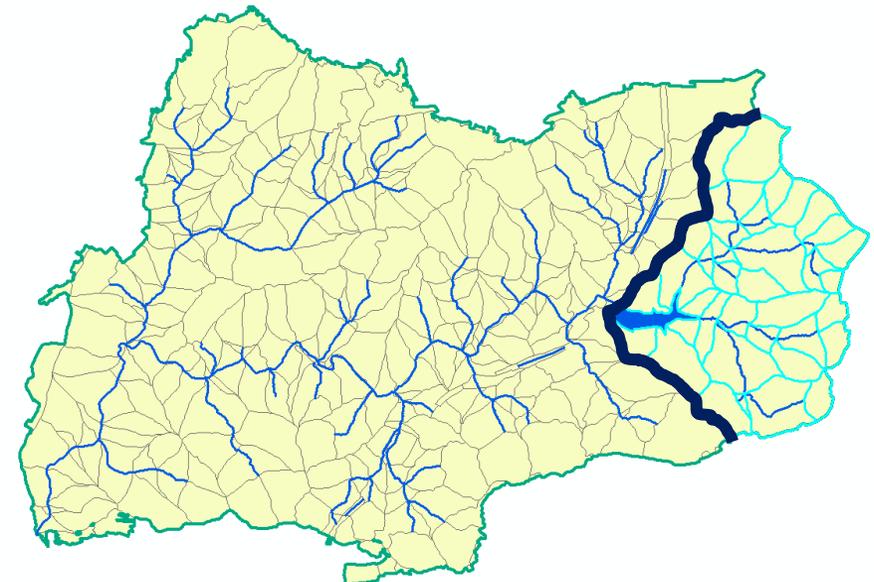


Luftbild Eschbachtalsperre nach Westen

Quelle: [www.wupperverband.de/unsere-anlagen/talsperren/eschbachtalsperre](http://www.wupperverband.de/unsere-anlagen/talsperren/eschbachtalsperre)

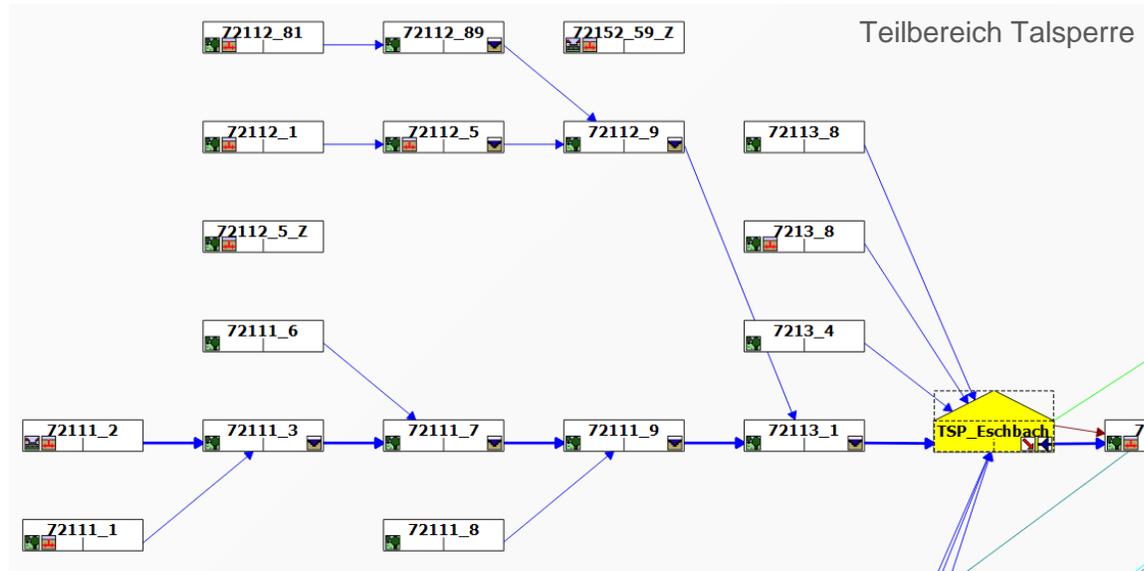


NRW  
mit EZG Eschbach



N-A-Teil Einzugsgebiete WBM Eschbach

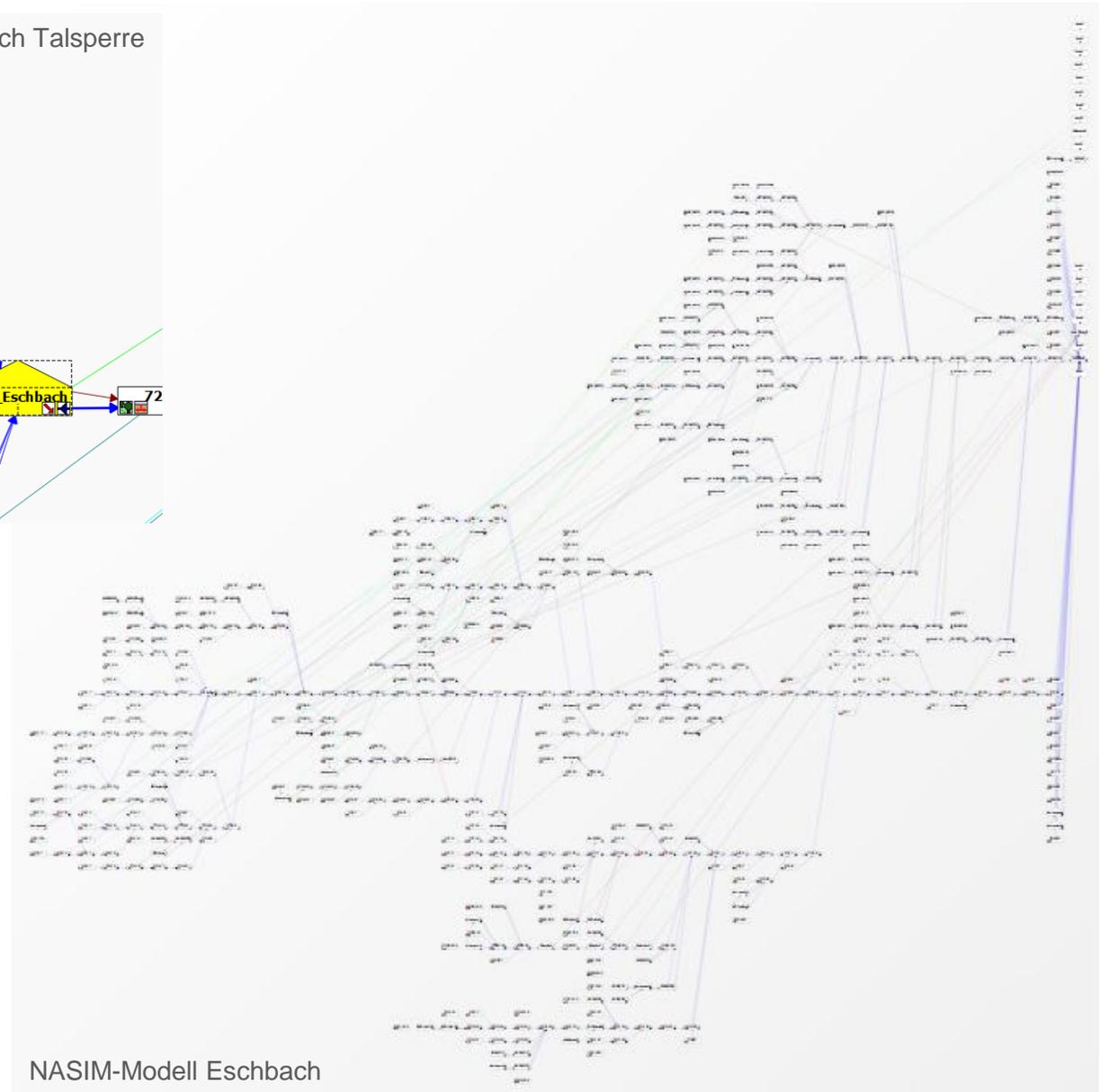
# N-A-Modell Eschbach und Abbildung der Talsperre



Drossel: Drossel Überlauf: Queber\_man Entnahme: Spul\_WWK

Höhe [m]	Inhalt [Tm³]	Drossel [m³/s]	Überlauf [m³/s]	Entnahme [m³/s]
46	19,44	1.048,0000	0,5000	0,0000
47	19,47	1.051,7530	0,5000	0,0000
48	19,48	1.053,0000	0,5000	0,0000
49	19,53	1.060,0000	0,5000	0,4531
50	19,58	1.067,0000	0,5000	1,2816
51	19,63	1.074,0000	0,5000	2,3544
52	19,68	1.081,5000	0,5000	3,6248
53	19,73	1.088,0000	0,5000	5,0658
54	19,78	1.095,0000	0,5000	6,6592
55	19,83	1.103,0000	0,5000	8,6214
56	19,88	1.110,0000	0,5000	10,3929
57	19,93	1.115,0000	0,5000	11,9026

TE-Funktionen



NASIM-Modell Eschbach

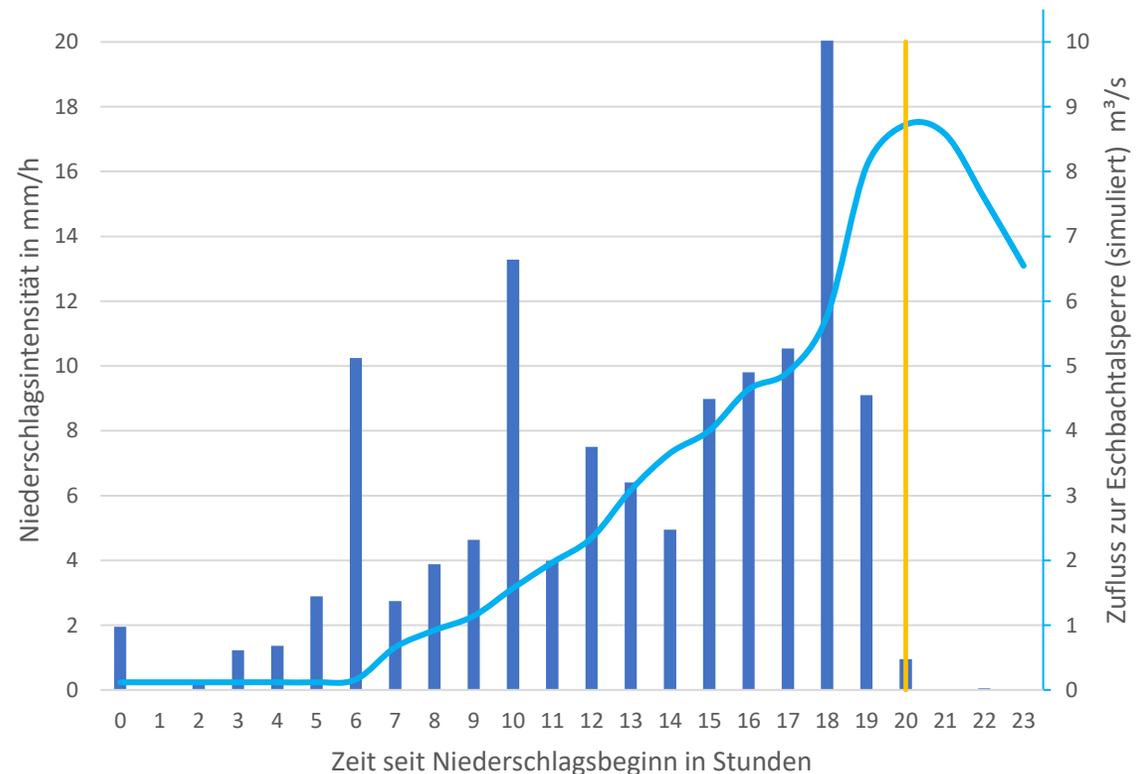
# Analyse des Hochwassers am 14. Juli 2021 (1/2)

- ▶ Außergewöhnliches Niederschlags- und Abflussereignis
- ▶ Niederschlagsdauer ca. 20 Stunden
- ▶ Mit Abstand größtes Abflussereignis in 49 Jahren

Dauer	max. Niederschlagshöhen	KOSTRA
1 h	20,04 mm	>HN3
4 h	49,48 mm	~HN30
6 h	63,40 mm	~HN50
9 h	81,30 mm	~HN100
12 h	103,09 mm	>HN100
18 h	122,53 mm	>HN100
24 h	124,80 mm	>HN100

- ▶ Talsperre dämpft Abflussscheitel um ca. 3 m<sup>3</sup>/s
  - ▶ max. Zufluss zur TSP (simuliert) = 8,7 m<sup>3</sup>/s
  - ▶ max. Abfluss im Unterwasser der TSP ca. 5,7 m<sup>3</sup>/s
- 
- ▶ → Talsperre inkl. Hochwasserschutzraum und Hochwasserentlastung hat „funktioniert“

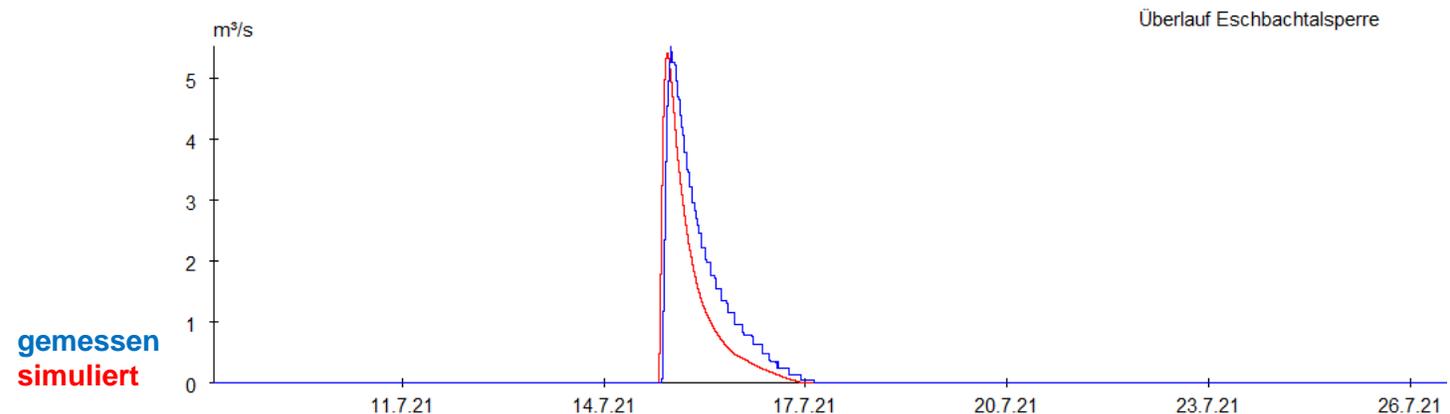
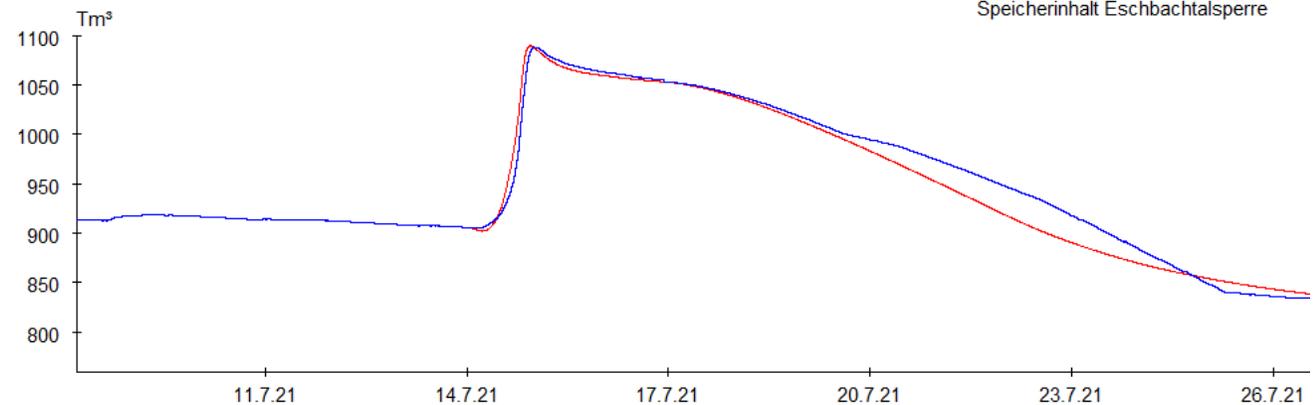
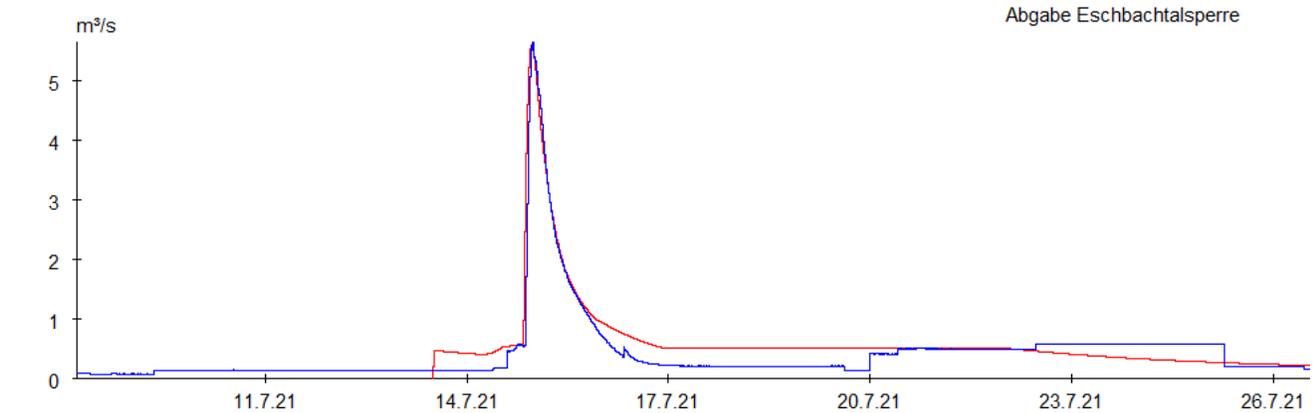
N-Ereignis, Station Falkenberg & sim. Zufluss zur TSP  
am 14.07.2021 (13.07. 23:00 bis 14.07. 23:00 Uhr)



# Analyse des Hochwassers am 14. Juli 2021 (2/2)

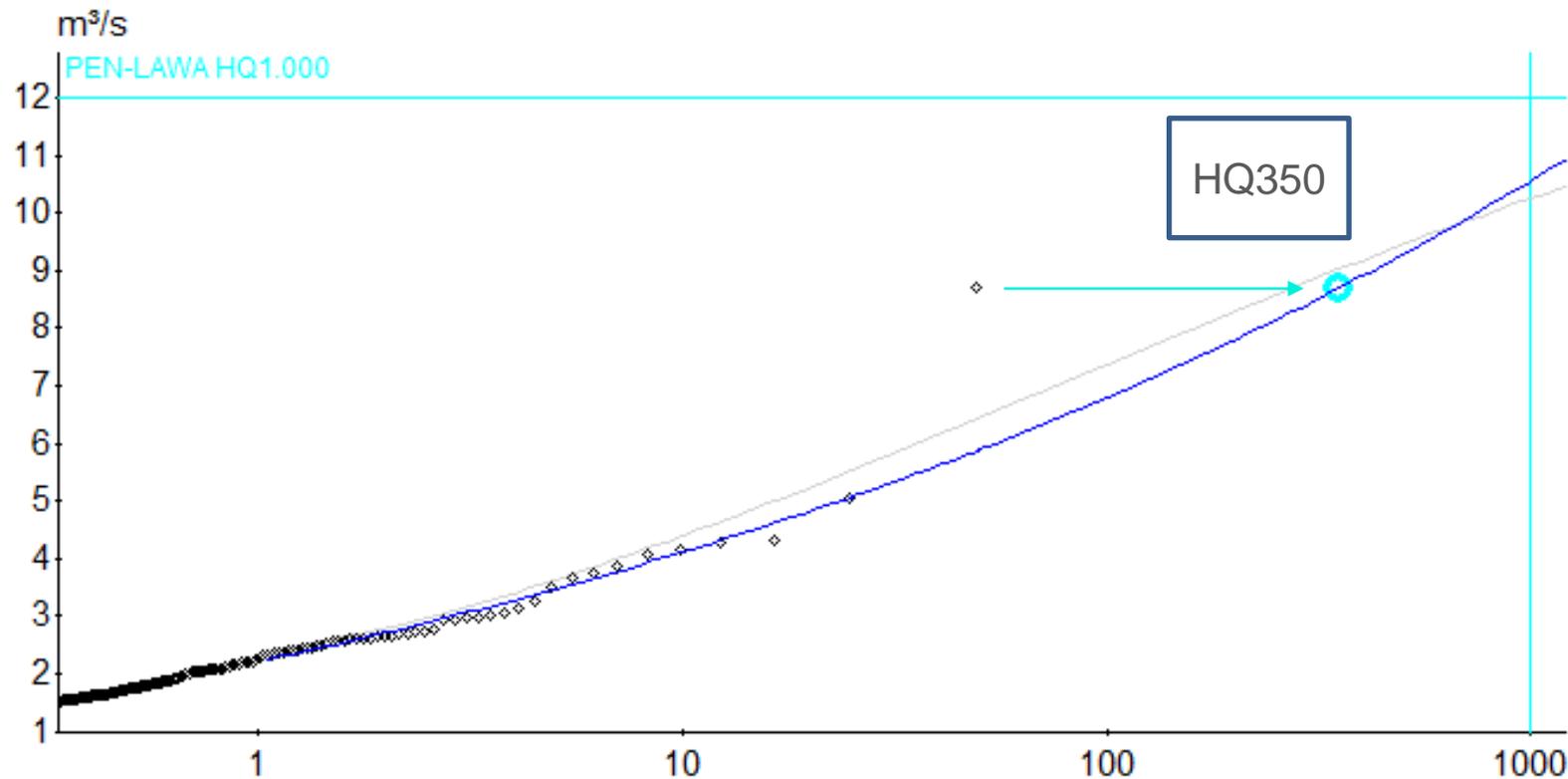


- ▶ Anfangsinhalt TSP aus Messzeitreihe übernommen:  
905.301 m<sup>3</sup> am 14.07.2021 01:45 Uhr
- ▶ Sehr gute Übereinstimmung zwischen Simulation und Messzeitreihen:
  - ▶ max. Abgabe TSP
  - ▶ max. Speicherinhalt TSP
  - ▶ max. Überlauf TSP
  - ▶ max. Überlauf-Fülle TSP
- ▶ → N-A-Modell „funktioniert“



# Ergebnisse Langzeitsimulation (1973-2022)

- ▶ Statistische Auswertung des Zuflusses (49 a) zur Eschbachtalsperre bis  $T = 1.000$  a
- ▶ Anpassung an die empirische Verteilung (schwarze Punkte) mit der Verallgemeinerten Pareto-Verteilung (blau) und Pearson-III-Verteilung (grau)



- ▶ → Auch die Niederschläge der 2 Schreiber am Eschbach entsprechen bei einer KOSTRA-Extrapolation einem N350

# Sicherheitsüberprüfung nach DIN 19700 – Stauanlagen (2004)

- ▶ Teil 10: Gemeinsame Festlegungen
- ▶ Teil 11: Talsperren; Anforderungen an Talsperren
- ▶ Klassifizierung Eschbachtalsperre
  - ▶ Mauerhöhe = 25 m (> 15 m) und Volumen bei höchstem Stauziel = 1,26 Mio. m<sup>3</sup> (> 1 Mio. m<sup>3</sup>) → **Talsperrenklasse 1**
    - ▶ **BHQ1 mit T = 1.000 a** → Bemessung der Hochwasserentlastungsanlage (HWE)
    - ▶ **BHQ2 mit T = 10.000 a** → Nachweis der Stauanlagensicherheit bei Extremhochwasser
  - ▶ BHQ1 mit n-1-Regel (Ausfall eines Grundablasses)
  - ▶ Freibordberechnung nach MUNLV, M 46 (2004) und DVWK M 246 (1997): Wellenauflauf, Windstau, (Eisstau), Sicherheitszuschlag bei BHQ2

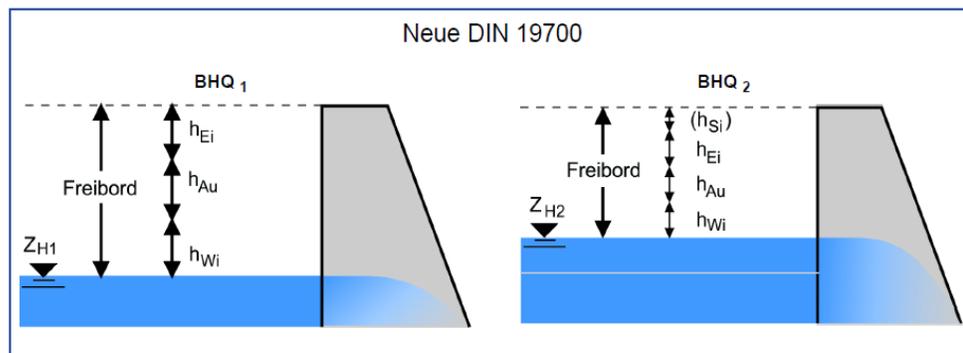
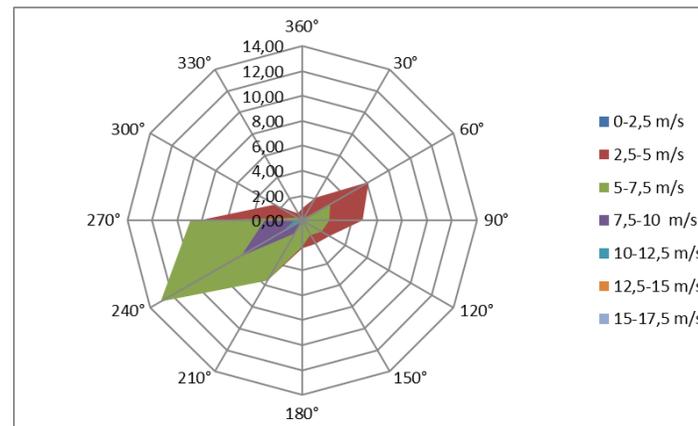
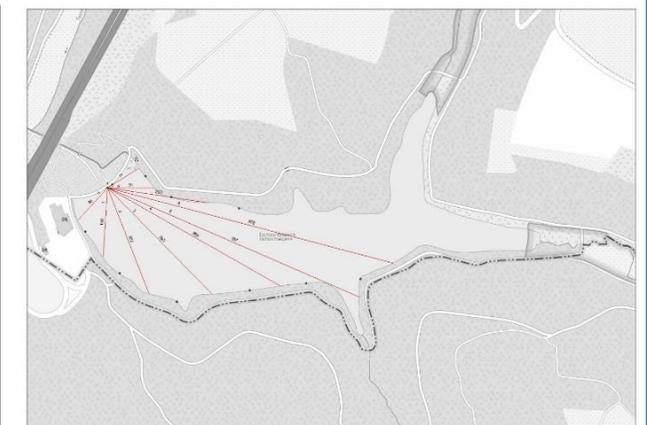


Abb. 12: Anzusetzende Freibordanteile der neuen DIN 19700

Freibordanteile nach Merkblatt, Band 46, MUNLV 2004



Netzdiagramm für prozentuale Verteilung der Windstärken Station Lüdenscheid

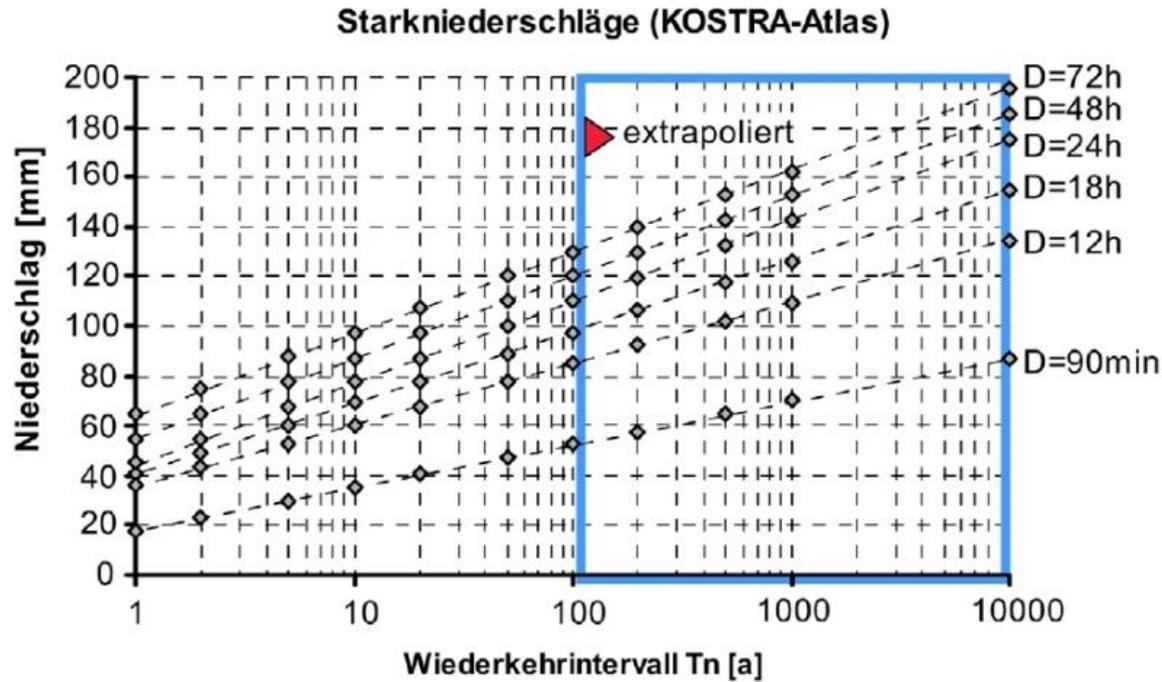


Stauoberfläche mit Sektorenunterteilung für die Ermittlung der Wellenwirkung (DVWK M 246)

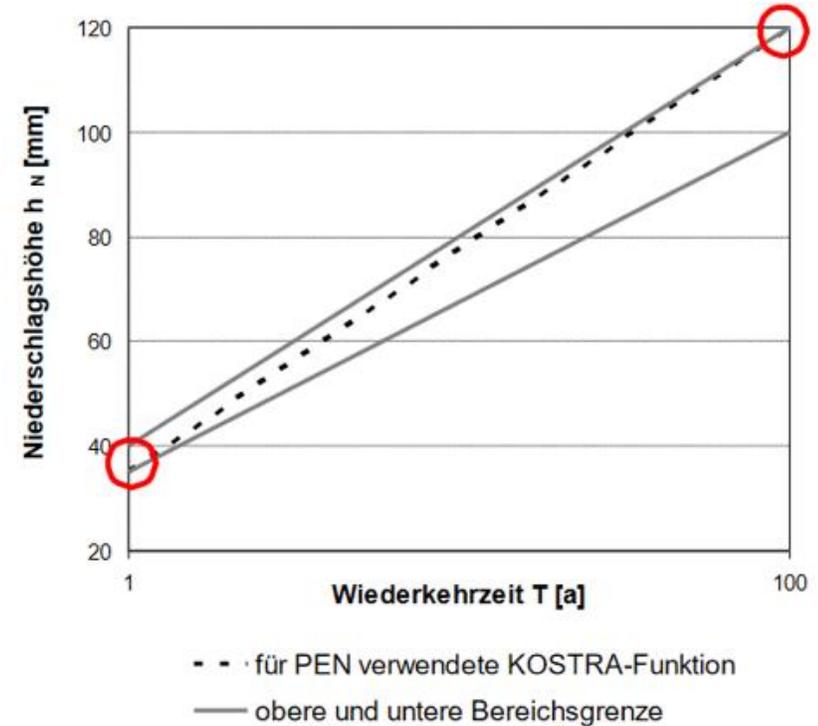
- ▶ Ankalibrieren der Berechnungsergebnisse mit KOSTRA-Niederschlägen 2020 an die statistischen Ergebnisse der Langzeitsimulation

Jährlichkeit	Zufluss Eschbachtalsperre			
	Statistik der LZS	Bemessungsniederschlag (KOSTRA-DWD 2020 & PEN-LAWA)		
	Verallgemeinerte Pareto-Verteilung	AnfBF = 40 % LK	AnfBF = 50 % LK	AnfBF = 60 % LK
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
50	5,88	4,96	5,35	5,79
100	6,79	6,22	6,62	6,98

# Extrapolation der KOSTRA-Niederschläge



MUNLV Merkblätter, Band 46, 2004

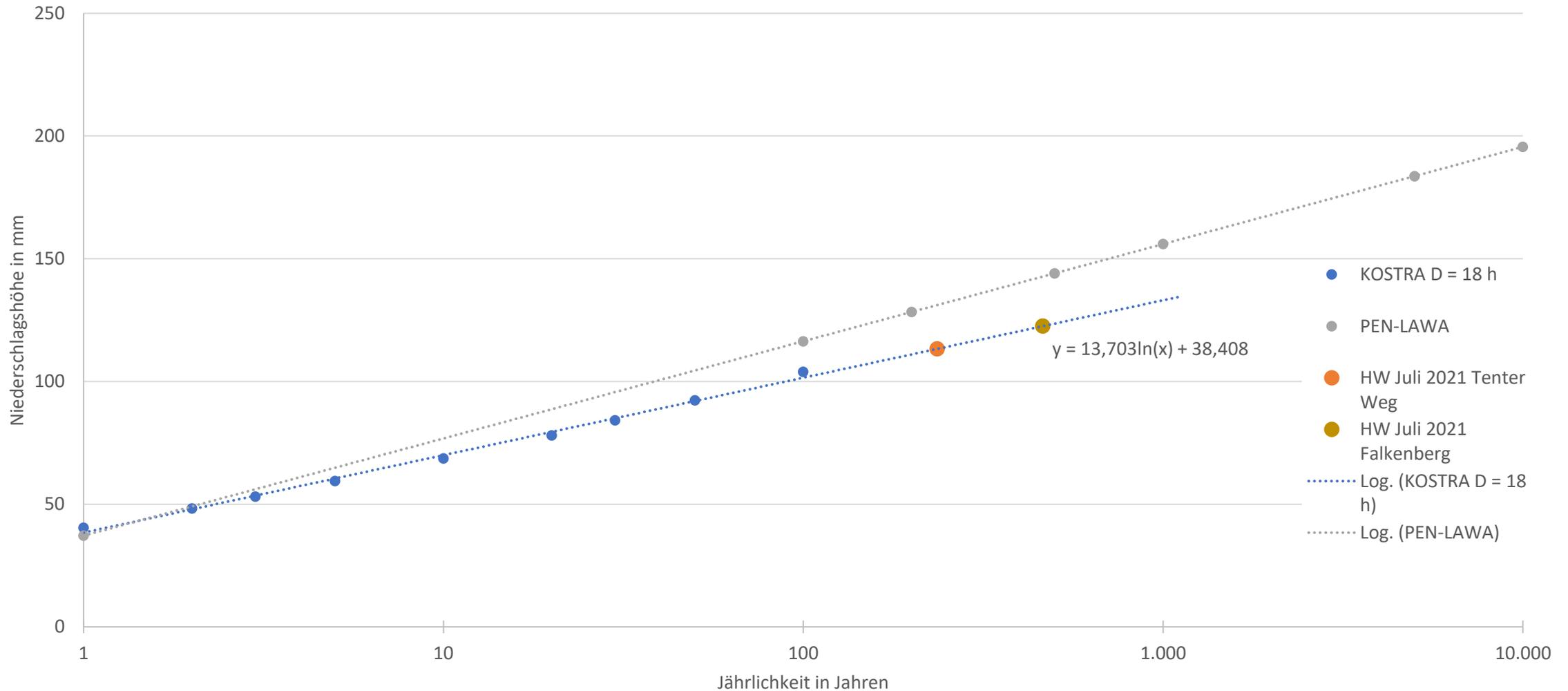


Verworn (Leibniz Universität Hannover),  
Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags (PEN), 2003

# Anwendung Extrapolation Eschbachtalsperre

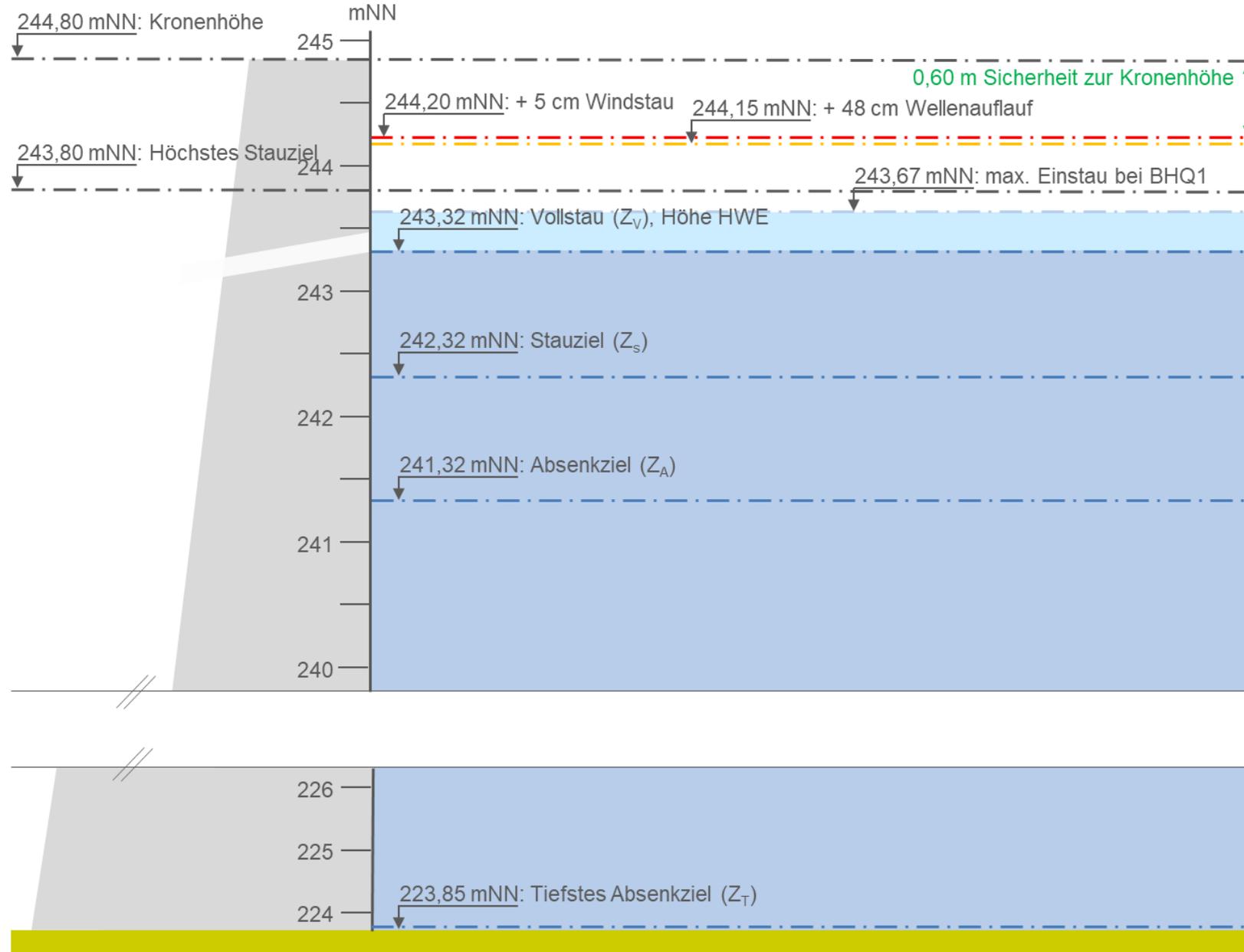
## ► Methode PEN-LAWA

► Für alle KOSTRA-Niederschlagsdauern von 5 Min bis 72 Stunden anzuwenden



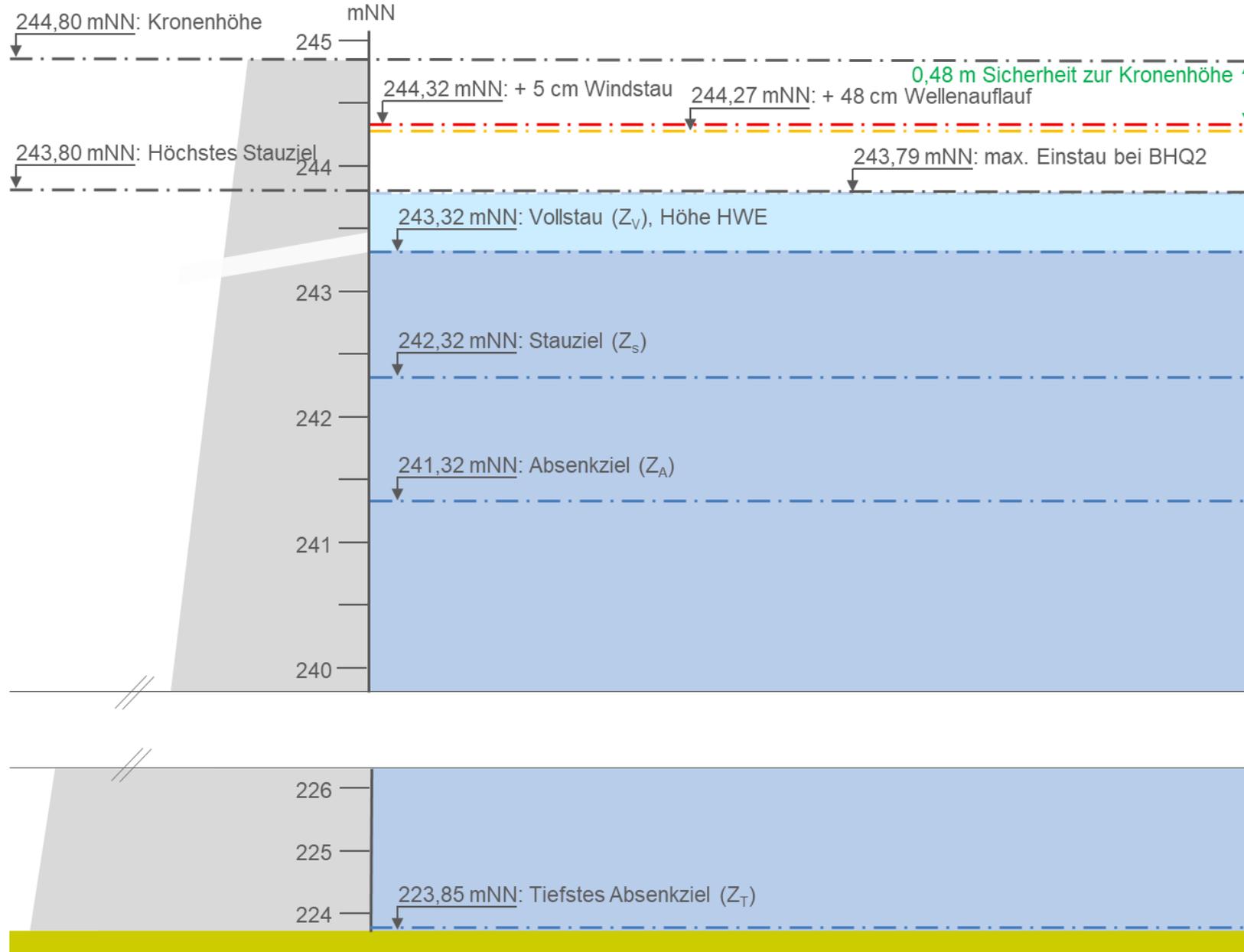
# Ergebnisse BHQ1

- ▶ Max. Qzu bei 18 Std Regen
- ▶ Max. Volumen bei 48 Std Regen
- ▶ Erf. Freibord 53 cm
- ▶ BHQ1: Vorh. Freibord 113 cm
- ▶ → Nachweis erbracht



# Ergebnisse BHQ2

- ▶ Max. Qzu bei 18 Std Regen
- ▶ Max. Volumen bei 48 Std Regen
- ▶ Erf. Freibord 53 cm
- ▶ BHQ2: Vorh. Freibord 101 cm
- ▶ → Nachweis erbracht



## ► Berechnungsansätze

- PEN-LAWA-Extrapolation
- Abgabe der Grundablässe auf Standardwert  $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  gesetzt. Je Grundablass aber  $1,45 \text{ m}^3/\text{s}$  möglich
- Annahme mittlere Windgeschwindigkeit bei Freibordberechnung trotz starker Bewaldung um Talsperre
- Dominierende Winde von Südwesten → Staubereich Wasserfläche im Südosten

## ► MGN: Maximierte Gebietsniederschlagshöhen für Deutschland (DVWK-Merkblätter, Heft 29, 1997)

- Physikalisch maximal möglicher Niederschlag
- Maßgeblich 1 Std.-Niederschlag:  $250 \text{ mm}/\text{Stunde}$
- → kein Überlauf der Staumauer

### Extremwertstatistische Betrachtung

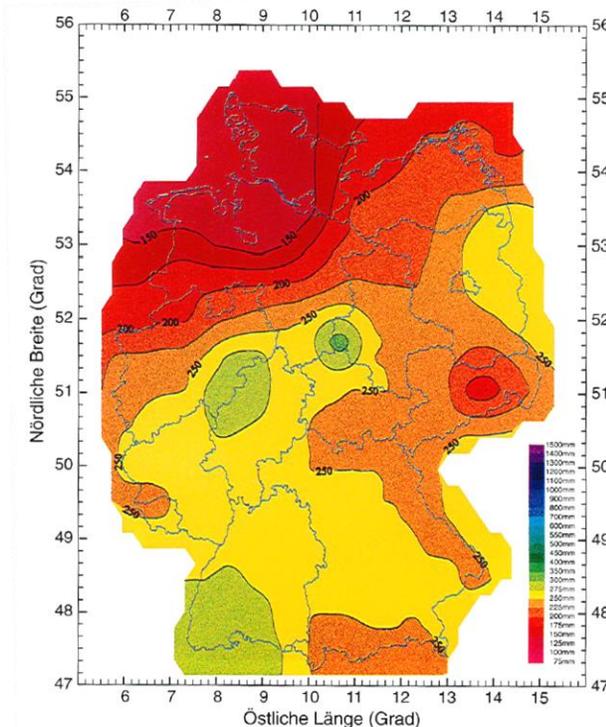


Bild 5: Regionalisierte maximierte Gebietsniederschlagshöhe in Abhängigkeit von der Jahreszeit J = Sommer (Juni - August), Dauerstufe D = 1 h und Gebietsgrößenstufe G =  $25 \text{ km}^2$

Sommernied., Dauer 1 Std für EZG bis  $25 \text{ km}^2$   
(DVWK-Merkblätter, Heft 29, 1997)



Staubereich Eschbachtalsperre (Quelle: Wupperverband)

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

**Haben Sie Fragen/Anmerkungen/Ergänzungen?**