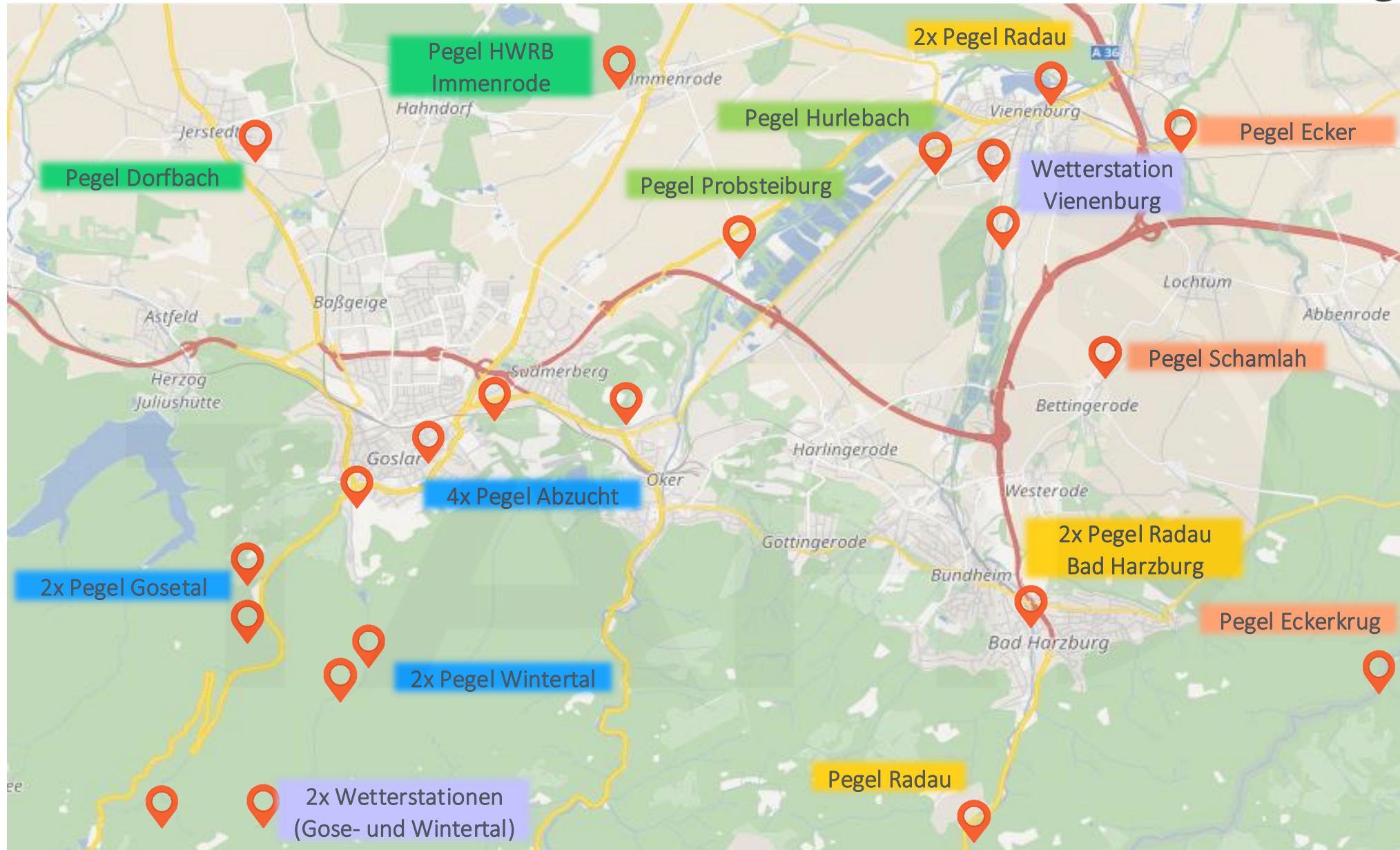




## 26. Göttinger Abwassertage KI-basiertes Hochwasserwarnsystem der Stadt Goslar

# Übersicht Pegelstationen der Stadt Goslar



## Gewässerpegel

- Nutzung von verschiedenen Herstellern und Varianten
  - Drucksonde, Radarsonde und Ultraschall
- Messung des Wasserstands und Umrechnung über WQ-Beziehung in Abflussmengen [ $\text{m}^3/\text{s}$ ]
- Vierteljährige Wartung und Kalibrierung der Warnpegel und jährliche Wartung aller anderen Pegel mittels Abflussmessung
- Datenübermittlung per Mobilfunknetz (zwei Provider)
- Hinweisschilder an Messstellen soll Vandalismus vorbeugen





## Wetterstationen

- Position der Wetterstationen oberhalb der Einzugsgebiete
- Standort frei von hohem Bewuchs
- OTT Pluvio<sup>2</sup>: Niederschlagsmenge mit Heizung
- Auffangmenge = bis zu 1500 mm
- Wartung und Kalibrierung erfolgt jährlich
- Stromversorgung über Solarmodul mit Speicher
- Datenübermittlung per Mobilfunknetz (zwei Provider)

# Training der KI

Niederschlag:

- A: Hahnenklee
- B: Granetalsperre

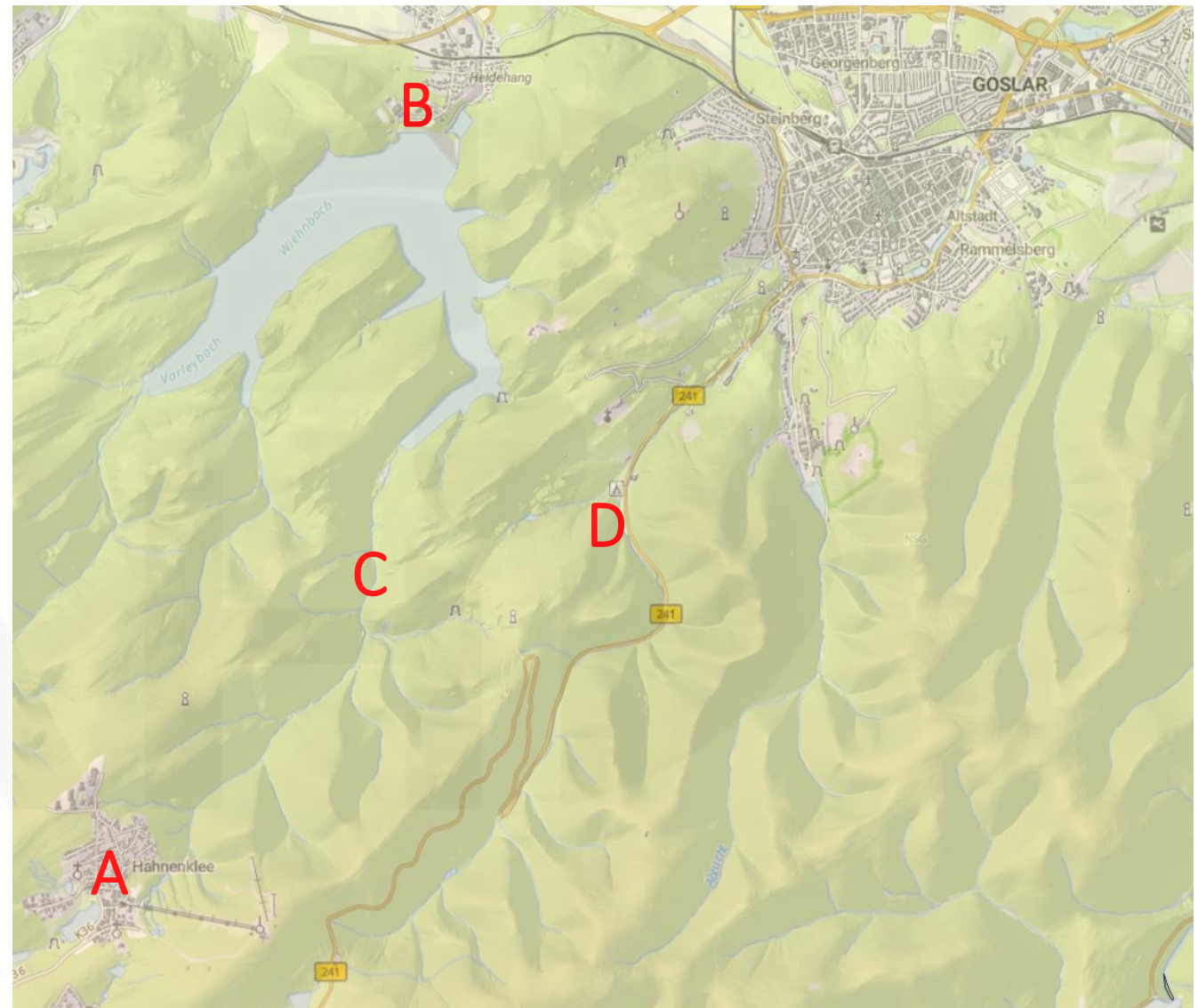
Pegel und Abfluss

- C: Margarethenklippe
- D: Sennhütte

Zeiträume:

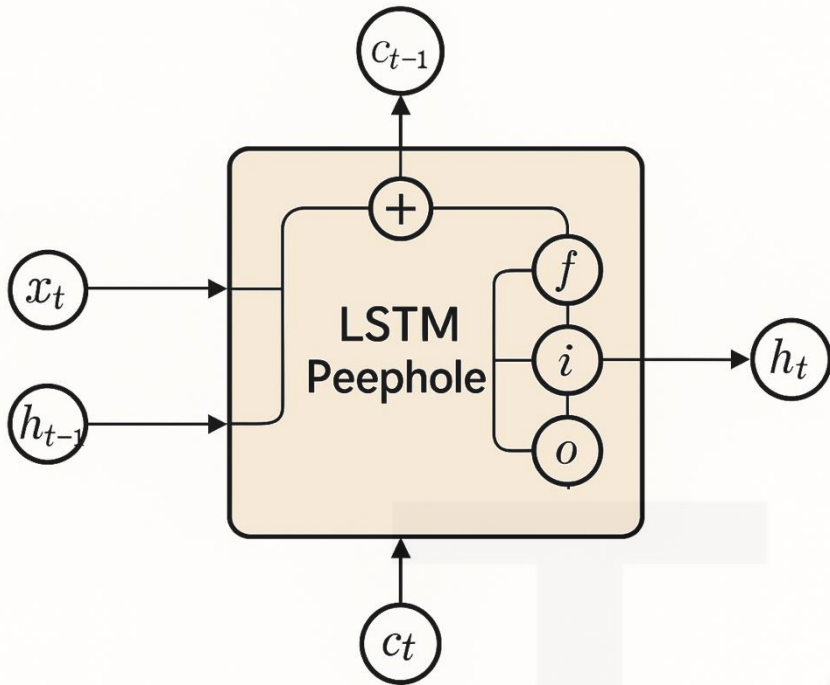
- 1.11.2003 - 3.12.2012
- 14.6.2015 - 31.12.2017

→ 156.324 Datenpunkte



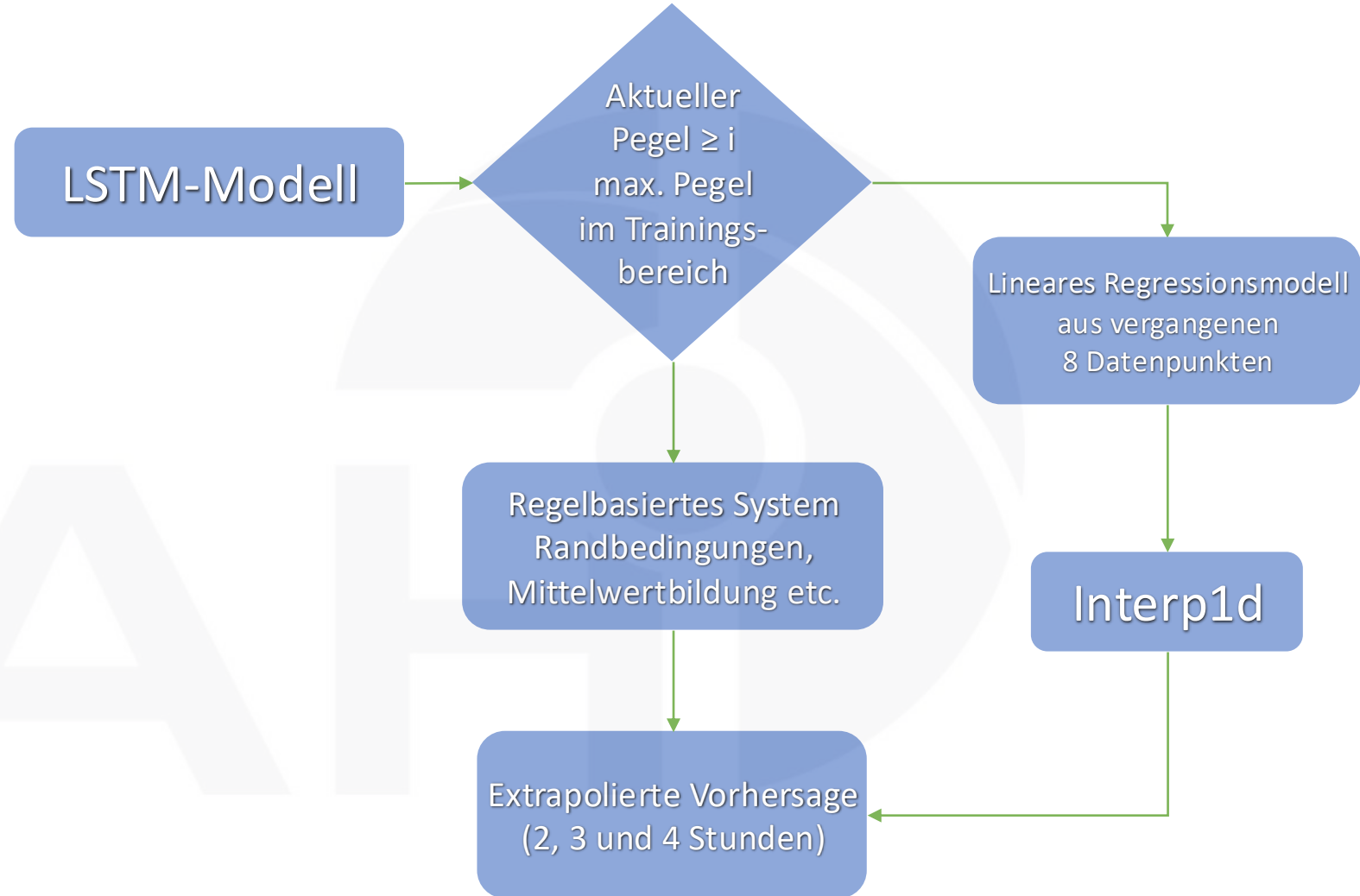
Konfusionsmatrix		Zielvorhersage	
		Hochwasser	Kein Hochwasser
Vorhersage- ergebnis	Hochwasser	195	105
	Kein Hochwasser	0	156024

LSTM und Peephole models



- $x_t$ : aktuelles Input
- $h_t$ : Ausgabe
- $h_{t-1}$ : letzte Ausgabe
- $c_t$ : Langzeitgedächtnis (Speicher)
- $c_{t-1}$ : Peephole (Guckloch)

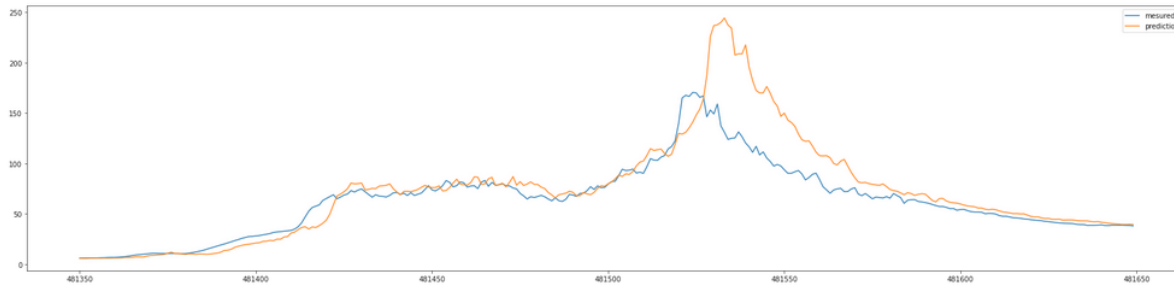
Hybrides Modell mit linearer Interpolation



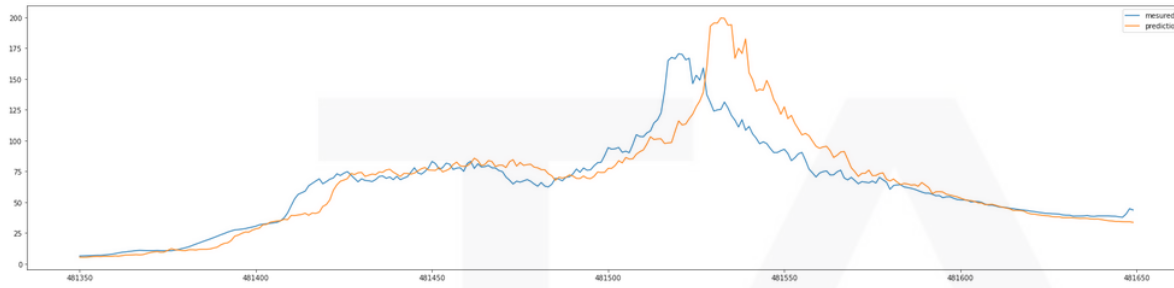
# Qualitative Darstellung

## LSTM und Peephole models

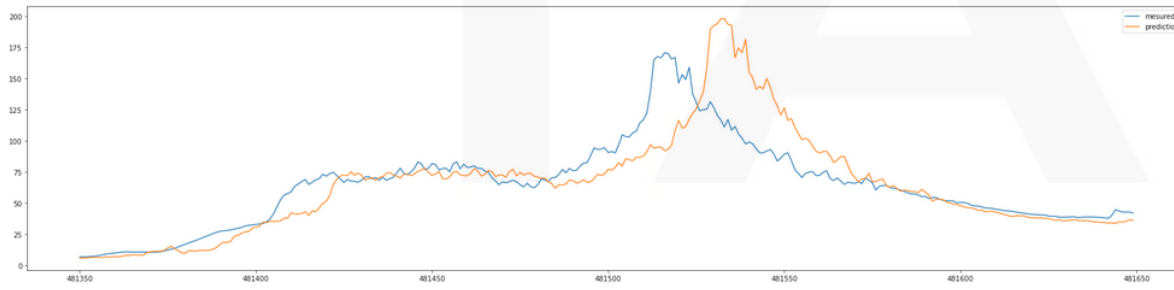
2h



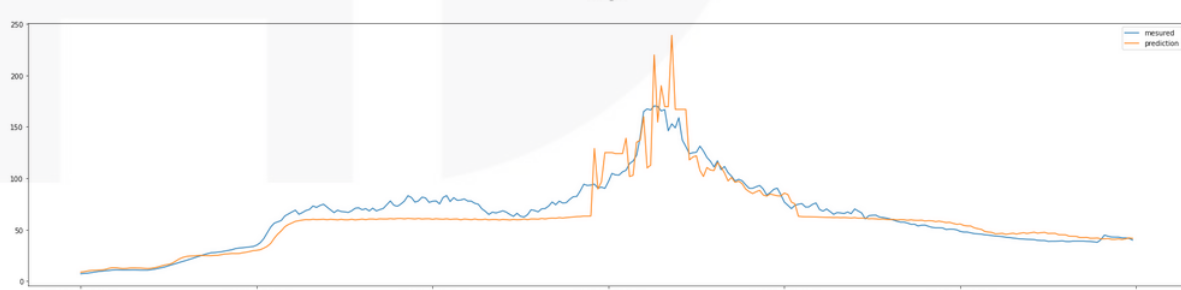
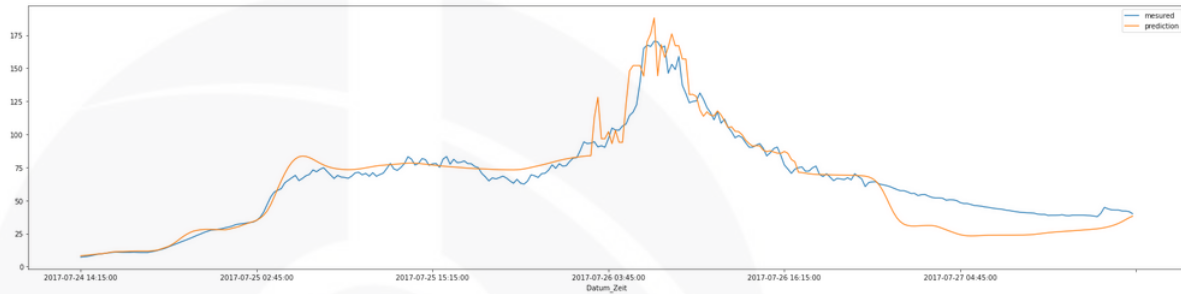
3h

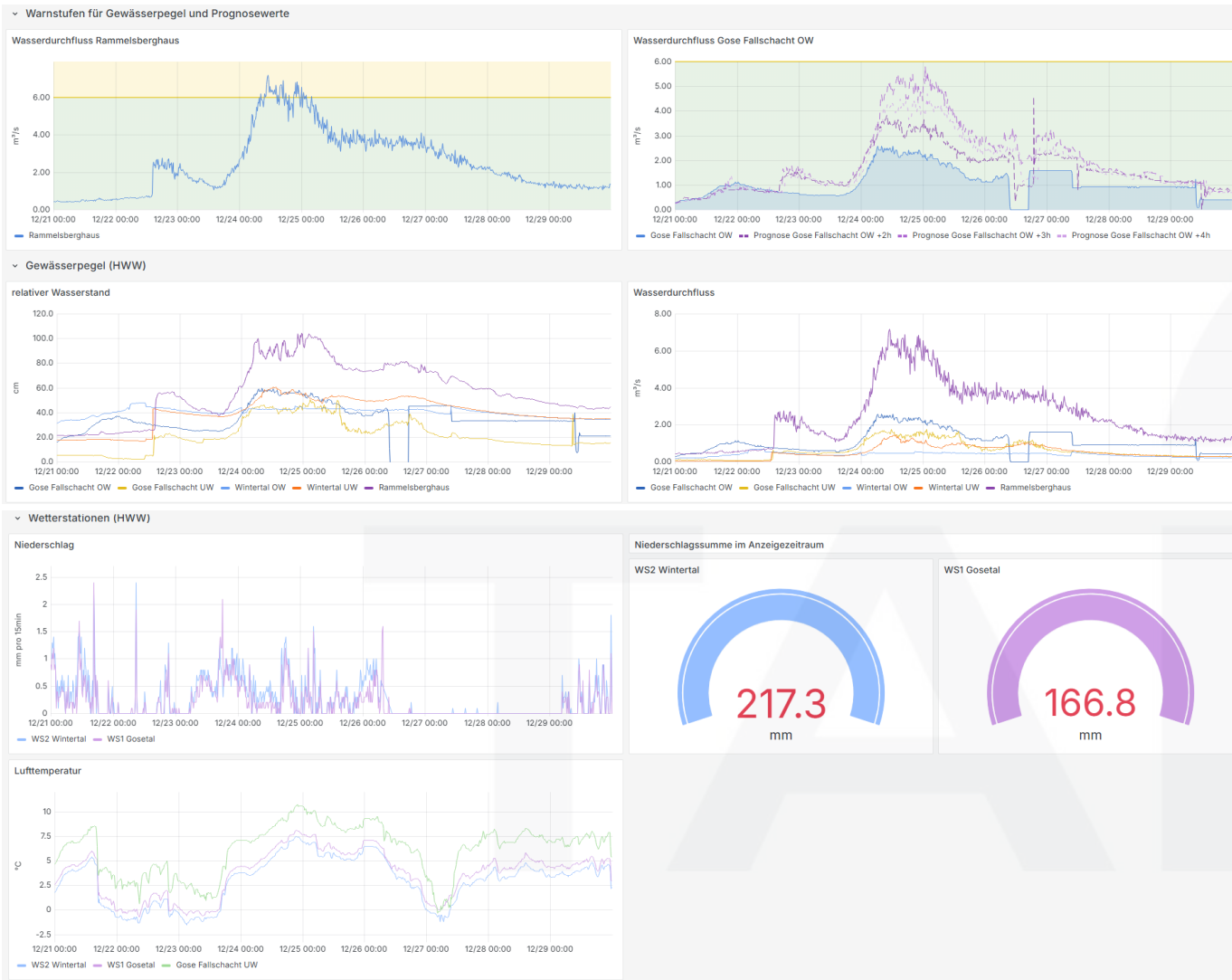


4h



## Hybrides Modell





## Dashboard KIHWA

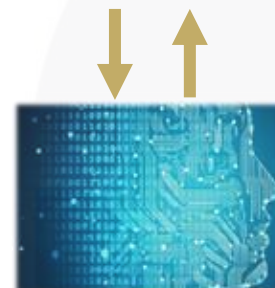
- Einbindung von insgesamt 23 Messstellen (3 Wetterstationen, 20 Gewässerpegel)
- Integration der Hochwasservorhersage des KI-Systems für 2h, 3h und 4h
- Einrichtung von Alarmierungsfunktion bei Überschreitung eines Pegelstandes (2 Warnstufen)
- Zugriff auf das Dashboard über den Browser, Individuelle Anpassung der Kacheln möglich
- Aufzeichnung der Daten ermöglicht statistische Auswertungen u.a. der Niedrigwasserführung

# KIWA Stadt Goslar

## Messstationen im Stadtgebiet



## Zentraler Datenserver



## KI-Server

## Übermittlung der Daten



### Dashboard Einsicht:

FD Umwelt und  
Gewässerschutz

FD Bevölkerungsschutz

Stadtbrandmeister und BvD

**DIVERA** 24/7

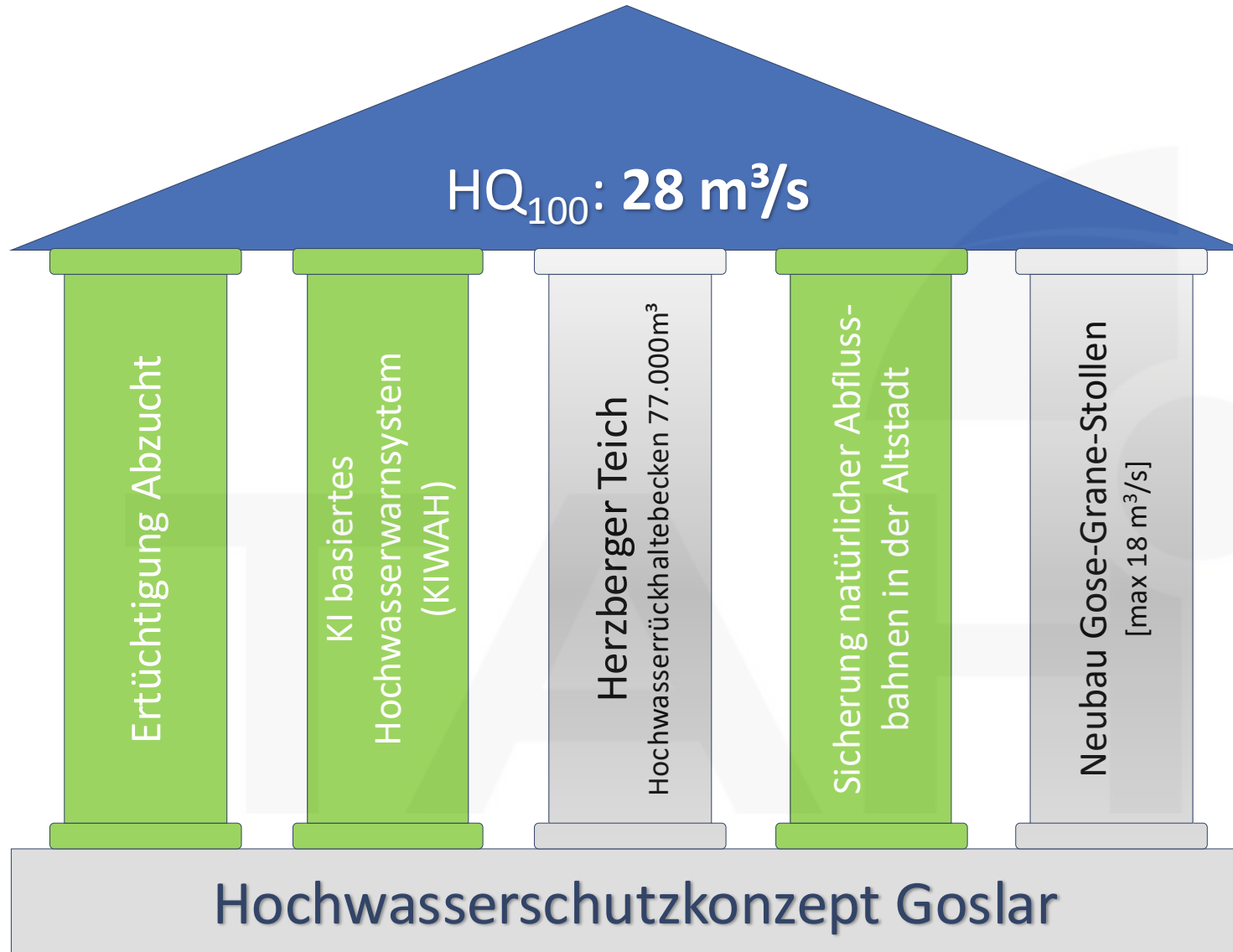
## Maßnahmenplan HWS



## Krisenstab

Stadt Goslar und  
Feuerwehr Goslar

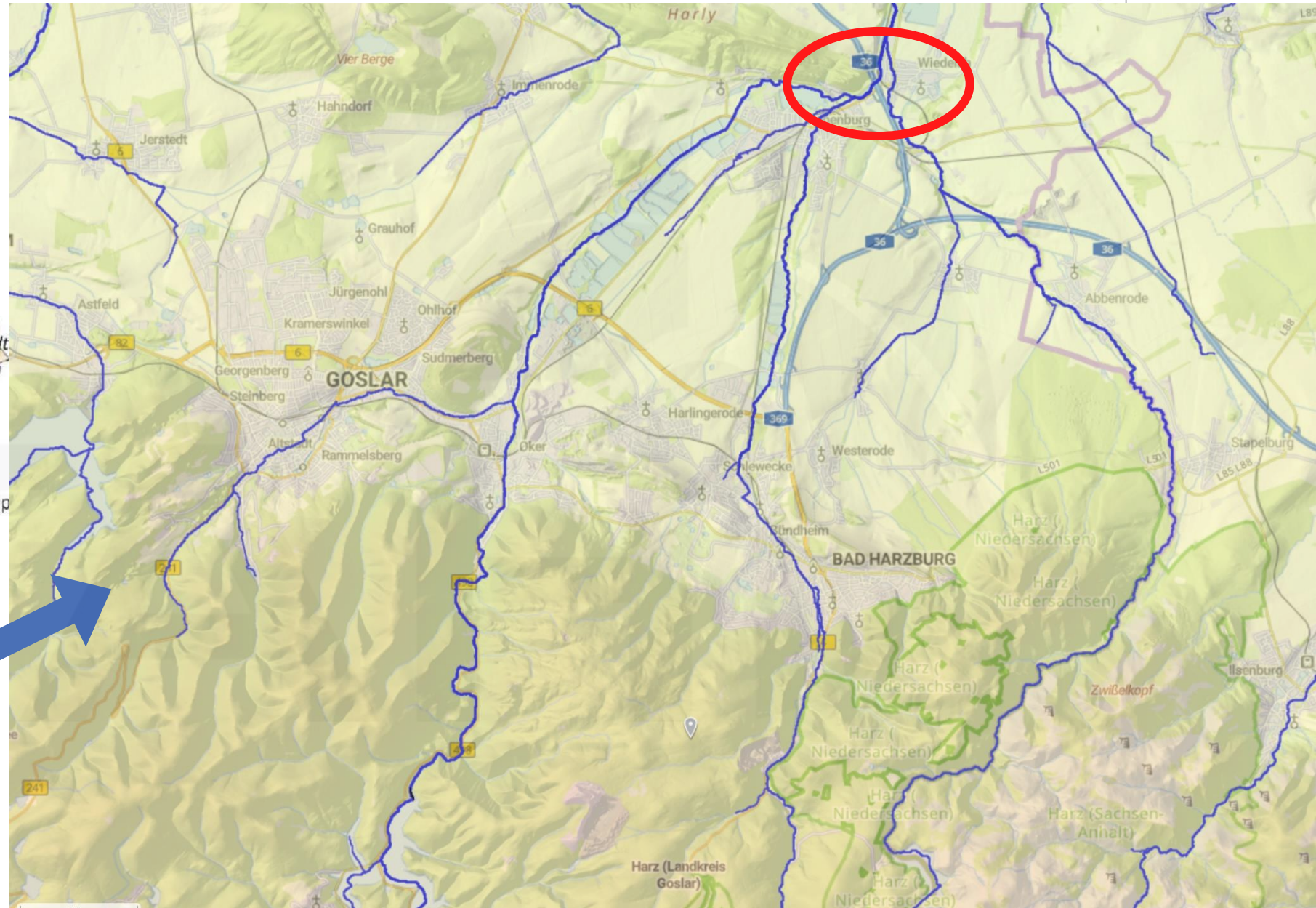
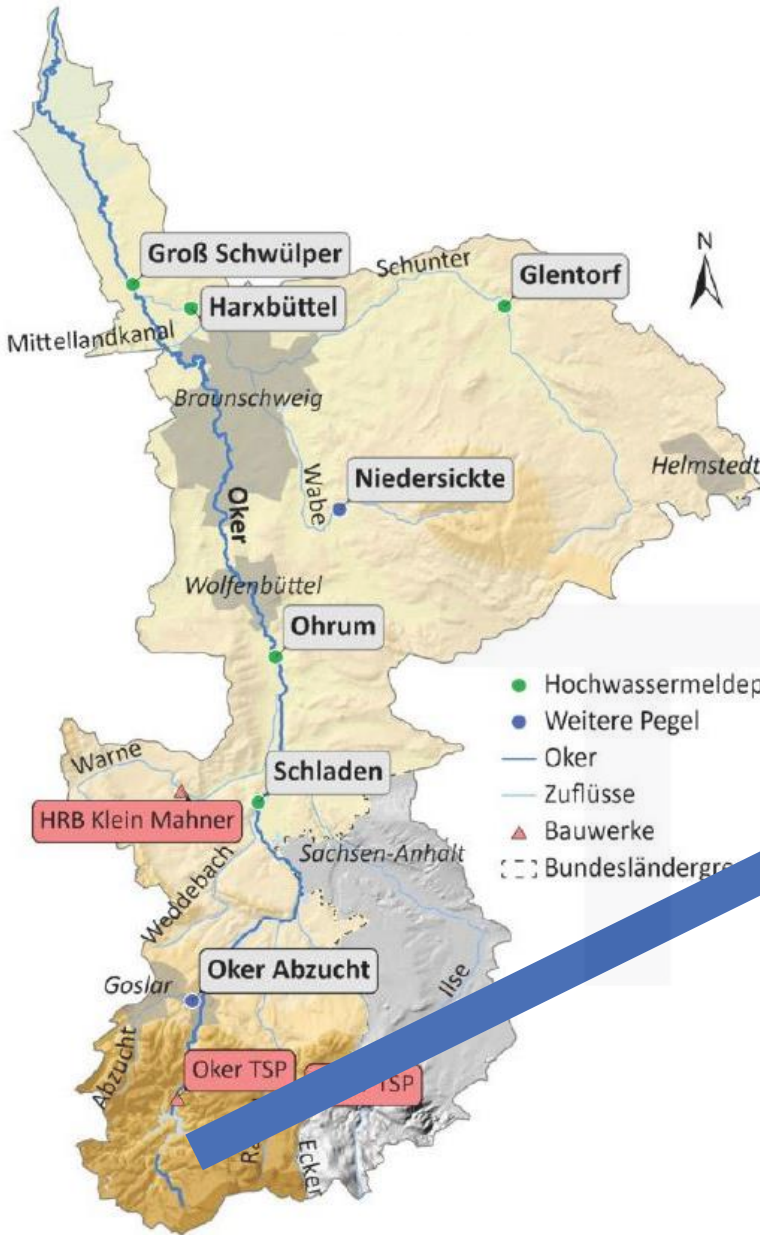




Grundlage: Hydraulische Neuberechnung Abzucht nach dem Hochwasser 2017 (HGN 02/2021)

HQ<sub>100</sub> : 28 m<sup>3</sup>/s

HQ<sub>200</sub> : 44 m<sup>3</sup>/s



# Hochwasser 26.07.2017



## Abzucht - Abflussberechnung

Gewässer	Einzugsgebiet $A_{Eo}$ [km <sup>2</sup> ]	Abflussspitze HQ [m <sup>3</sup> /s]
Gose bis Ableitung	6,80	17,0
Gose Ableitung		5,0
Gose Unterwasser	6,80	12,0
Gose bis Goslar	3,16	~ 8,0
Abzucht bis Ableitung	3,47	~ 9,0
Abzucht bis Goslar	2,78	~ 7,0
Zusammenfluss Gose u. Abzucht	16,21	~ 36,0

Abflussspende 2530 bis 2600 l/skm<sup>2</sup>



Quelle: Goslarische Zeitung, „Die große Flut“, Samstag 05. August 2017



„Stresstest“ des KIHWA im Weihnachtshochwasser 2023  
Oker-Talsperre 27.12.2023

Quelle: dpa

## Das Weihnachtshochwasser 2023 - Maßnahmen der Stadt Goslar

- insgesamt wurden **1.000 m Beaver-Dämme** transportiert, aufgebaut und befüllt
- Parallel dazu wurden **15.000 Sandsäcke** befüllt, transportiert, zum Teil verbaut und zum anderen rund **3.500 Stück** an die Bevölkerung ausgegeben
- die Stadt Goslar war **vom 24.12.24 bis 26.12.24 mit rund 400 Einsatzkräften** der Feuerwehr in mehreren Schichten im Einsatz
- dazu kamen in 2-Schichten mit jeweils **40 Mitarbeiter des Betriebshofs** inkl. Fuhrpark
- Das **KI basierte Hochwasserwarnsystem** hat dabei seine **Bewährungsprobe** mit Bravour bestanden ...



## Hochwasserschutzprojekte nach 2017 die sich bewährt haben ...



## Das Wintertal mit Herzberger Teich

- Stauteich von 1561
- Retentionsvolumen von rund 78.000 m<sup>3</sup>
- ohne Grundablass, nicht steuerbar
- Planung: Einbau Grundablass DN 1000
- Absenkung in 2 Stufen bei drohendem Hochwasser nach Vorhersagen durch DWD und KIHWA



## Variante: Absenkung nach Hochwasserwarnung KIHWA



- Neuer Grundablass
- Einlaufbauwerk mit Rechen & Revisionsverschluss sowie einem Steg errichten
- Verschlüsse luftseitig angeordnet Betriebsgebäude
- Geschätzte Baukosten 3,0 Mio. €





# Gose-Grane Stollen

Neuauffahrung eines Hochwasserentlastungstollens: geschätzte Baukosten 3,0 Mio. €



Quelle: MMG Mitteldeutsche MONTAN GmbH 18.07.2024

Neuauffahrung		Stollenerweiterung
👍 geringe Bauzeit	🕒	👎 lange Bauzeit
👍 vglw. geringere Kosten	💰	👎 hohe Kosten
👍 geringe Staubbelastung	🌿	👎 Staubbelastung beim Schneiden
! Eingriff in die Natur (Voreinschnitt)	!	! Eingriff in Uferbereich (Rampe)
👍 handelsübliche Miettechnik	🚚	👎 Spezialbergbautechnik
		? Ist der Schiefer schneidbar?
👍 Auslaufbauwerk bleibt unberührt	🏗️	👎 Umgestaltung Auslaufbauwerk,
		? ggf. Böschungssicherung

# Vielen Dank!

## Hochwasserwarnsystem Goslar unter Verwendung künstlicher Intelligenz

