Simulation hydrodynamischer Systemzustände deutscher Ästuarien

Andreas Plüss

Bundesanstalt für Wasserbau

Dienststelle Hamburg

WWW-Server: `http://www.hamburg.baw.de/`

September 2000

Inhalt

- Veranlassung / Aufgabenstellung
- **Aufbau** eines Sturmflutmodells
- **Steuerung** von Sturmflutmodellen
- **Ergebnisse** einer Sturmflutsimulation
- **Variation** der Sturmflutparameter
- **Zusammenfassung** wesentliche Ergebnisse

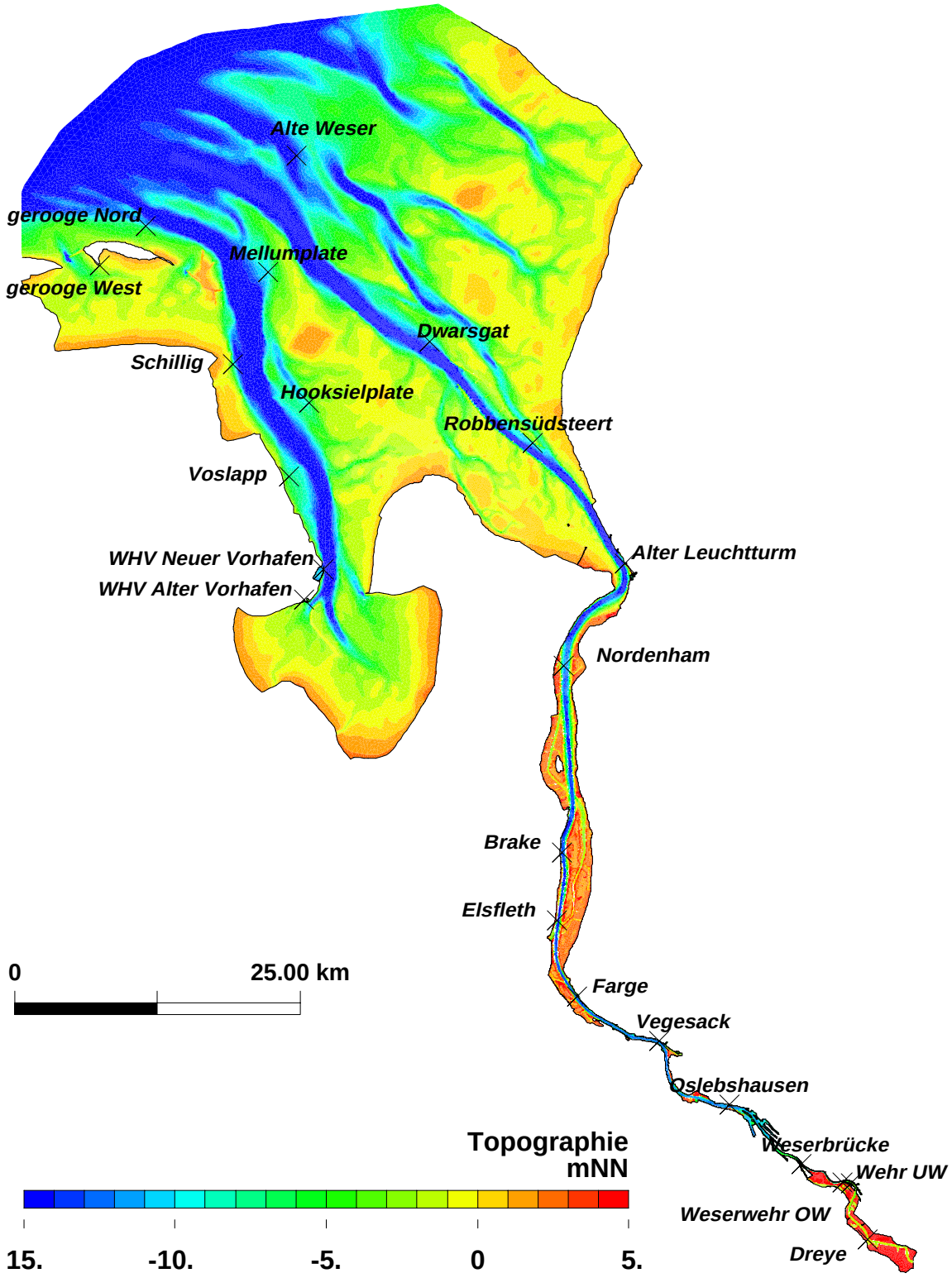
Aufgabenstellung

Die „Sturmflutempfindlichkeit“ der Ästuare **Ems**, **Jade/Weser** und **Elbe** wurde für zwei charakteristische Sturmflutereignisse (Januar 1976 und 1994) berechnet.

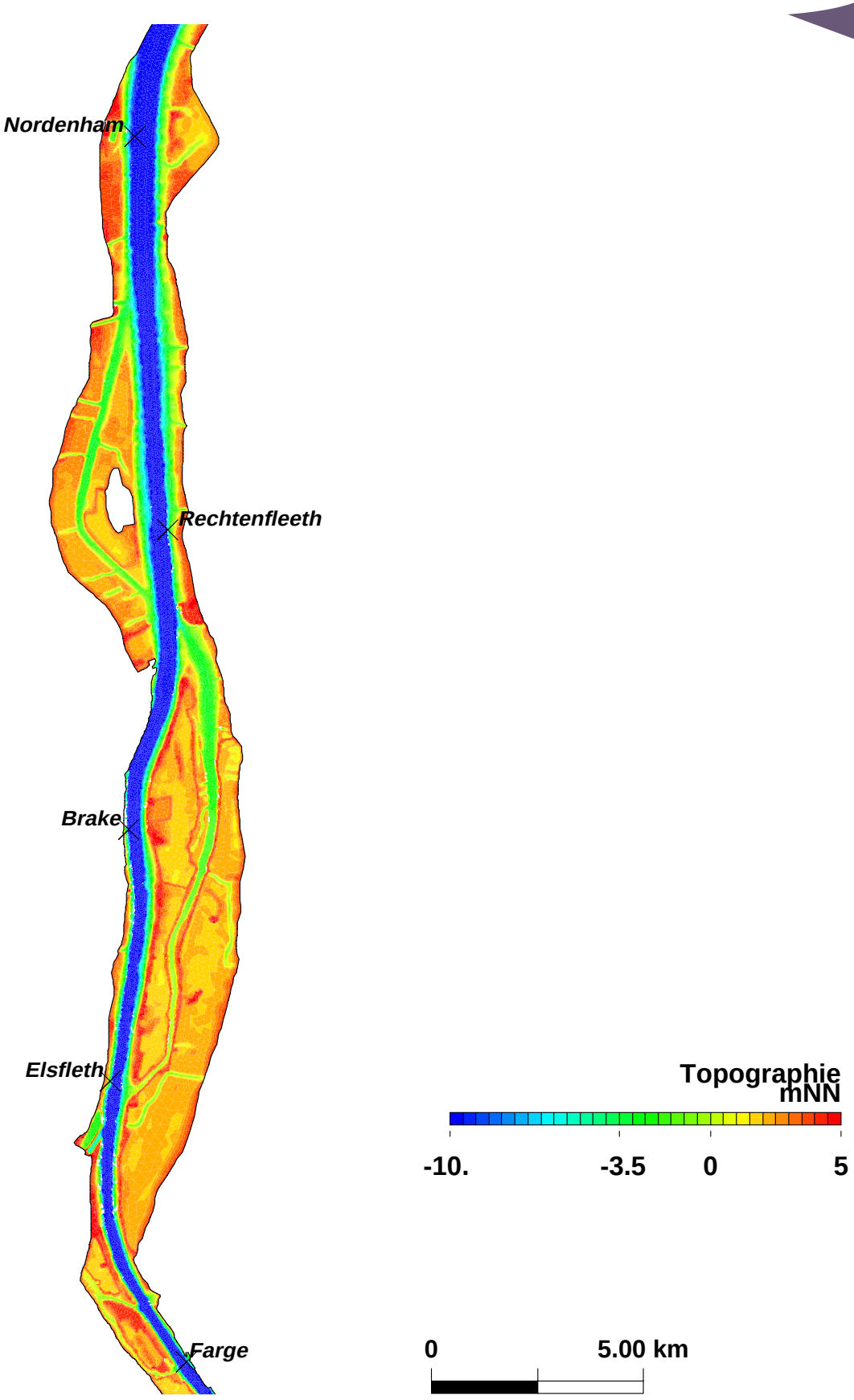
Die Berechnung von Sturmfluten mit Hilfe von HN-Modellen umfaßt:

- Bereitstellung der Topographie und Einarbeitung in das mathematische Modell
- Bereitstellung der Steuergrößen: Wasserstände, Oberwasser, (modellierte) Windfelder
- Verifikation durch Pegelmessungen
- Bestimmung des Systemverhaltens bei Sturmfluten durch Variation bzw. Kombination von:
  - Windverhältnissen,
  - Oberwasserzufluss und
  - Topographie

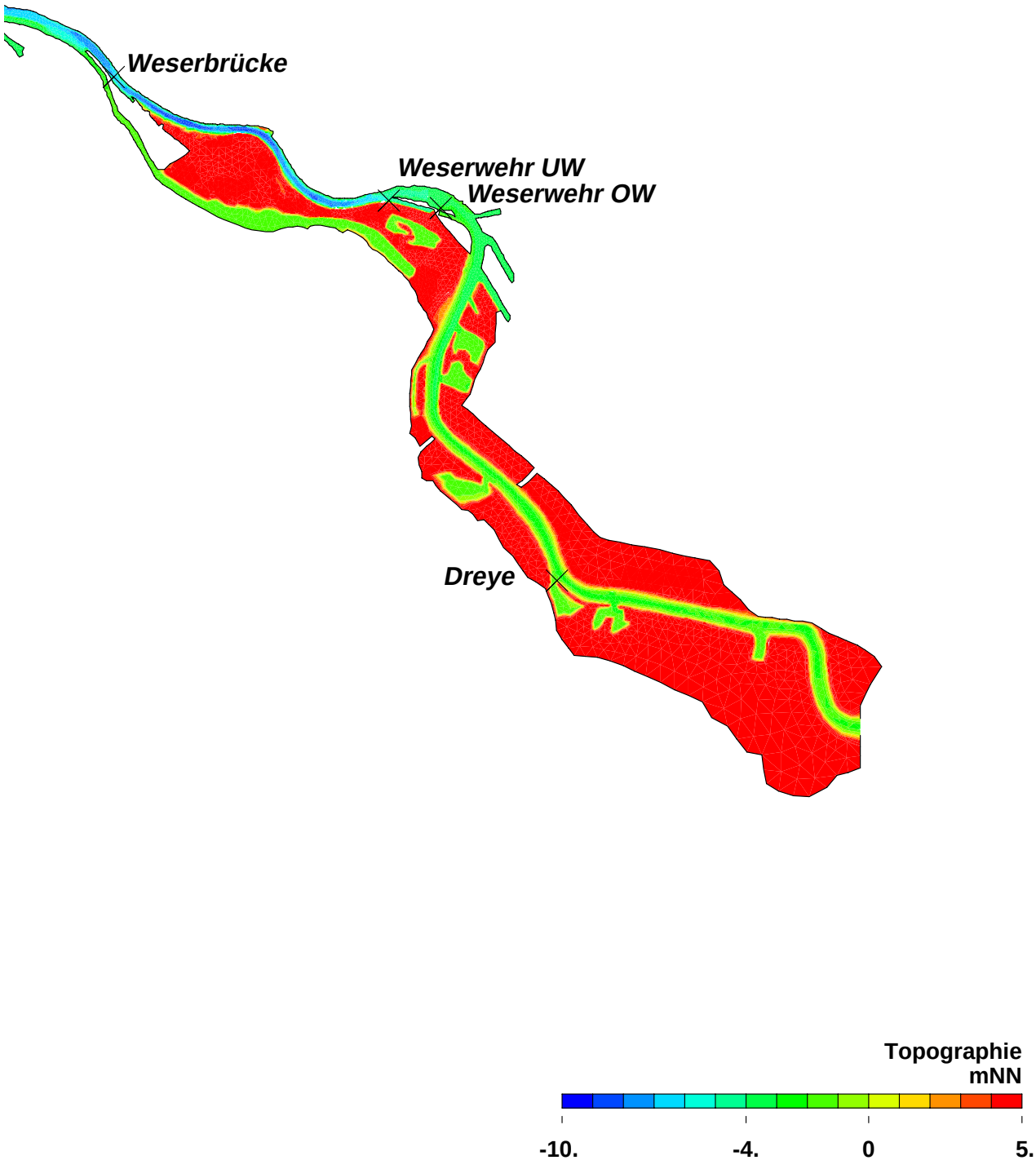
Beispiel: Jade / Weser Ästuar Sturmflut vom Januar 1994



Tiefenverteilung im Sturmflutmodell der Jade / Weser



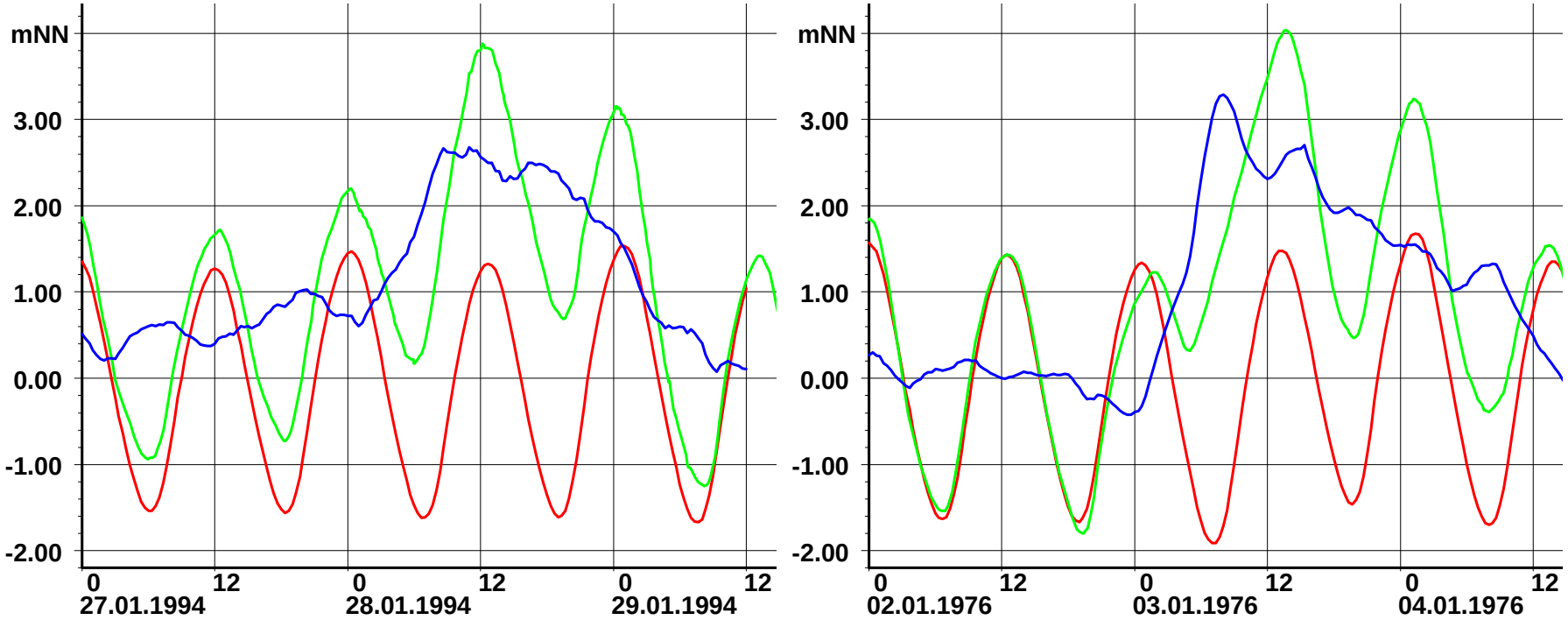
Tiefenverteilung im Sturmflutmodell für den Ausschnitt Rechtenfleeth



Sturmflutmodelltiefen für den Bereich Weserbrücke bis Dreye

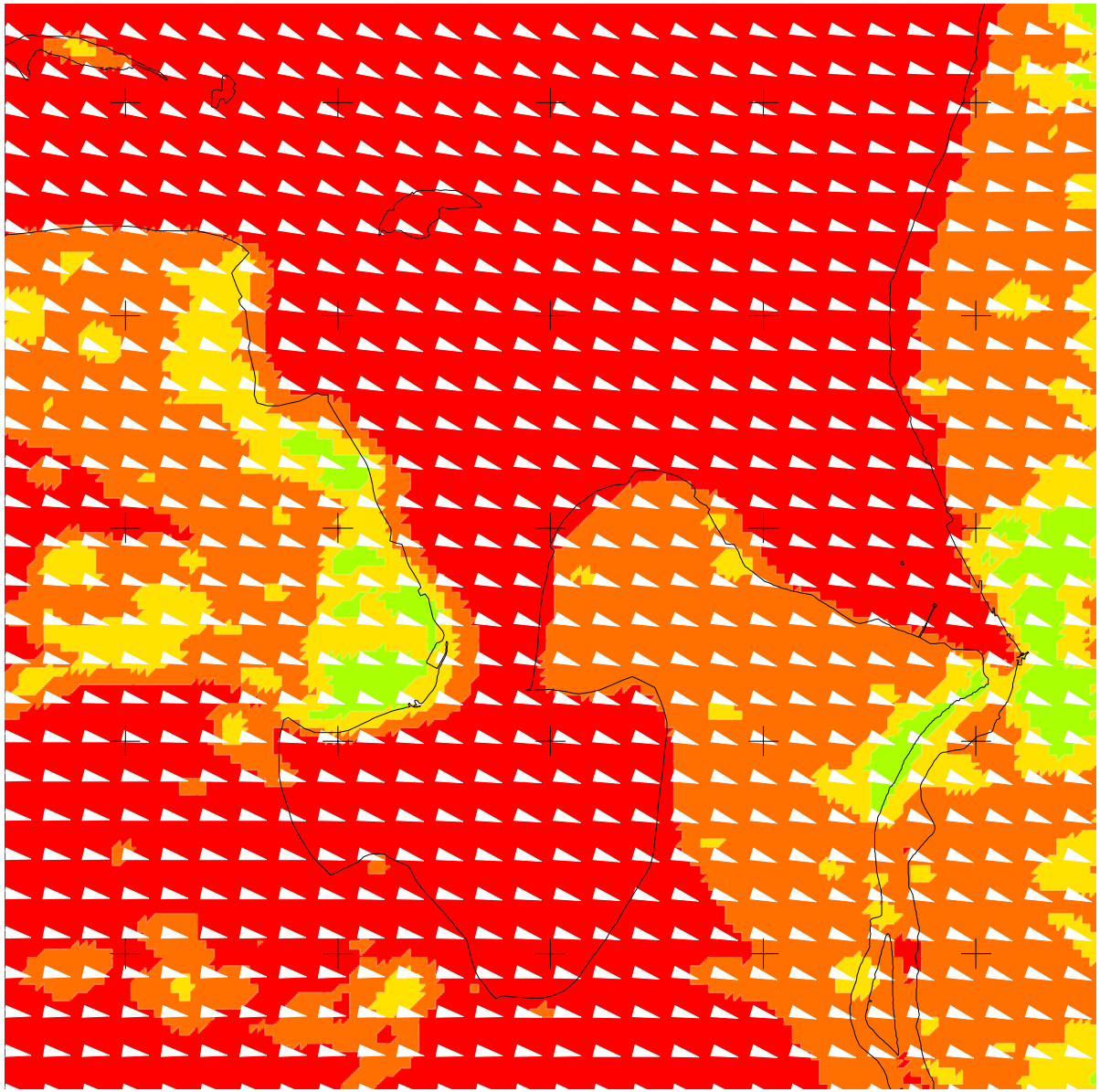
Windstau Leuchtturm Alte Weser

Sturmflut	1994	1976
Oberwasser	1140 m^3/s	249 m^3/s



Berechnung der Staukurve als Differenz zwischen Sturmtide und astronomischer Tide

Jade/Weser: MKW-WIND - 28.01.1994 10:00 Uhr



0 5.00 10.00 km

Topographie mNN

-2.5 0 2.5

Windgeschwindigkeit m/s

0 6. 12. 20.

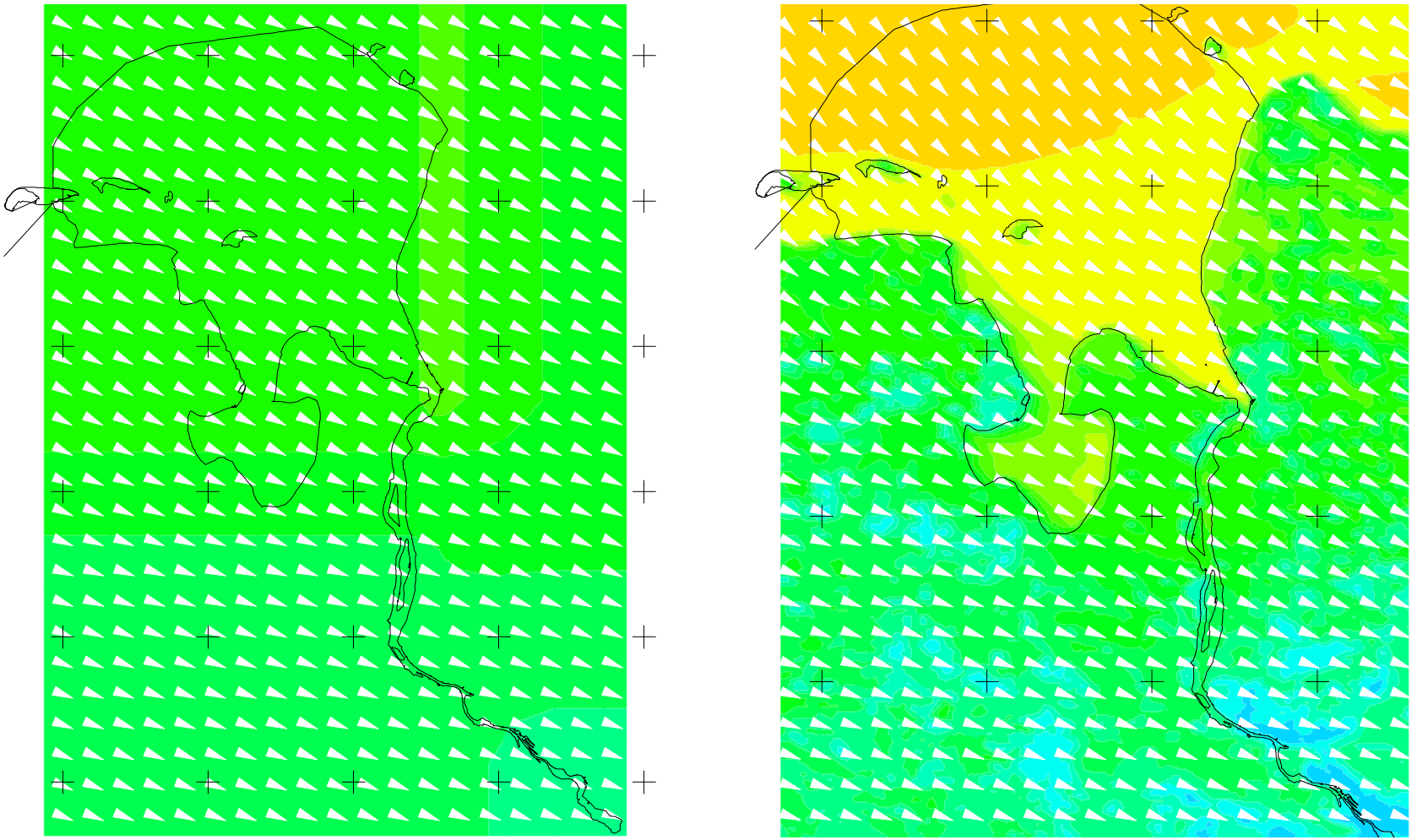
Bundesanstalt fuer Wasserbau

- Dienststelle Hamburg-

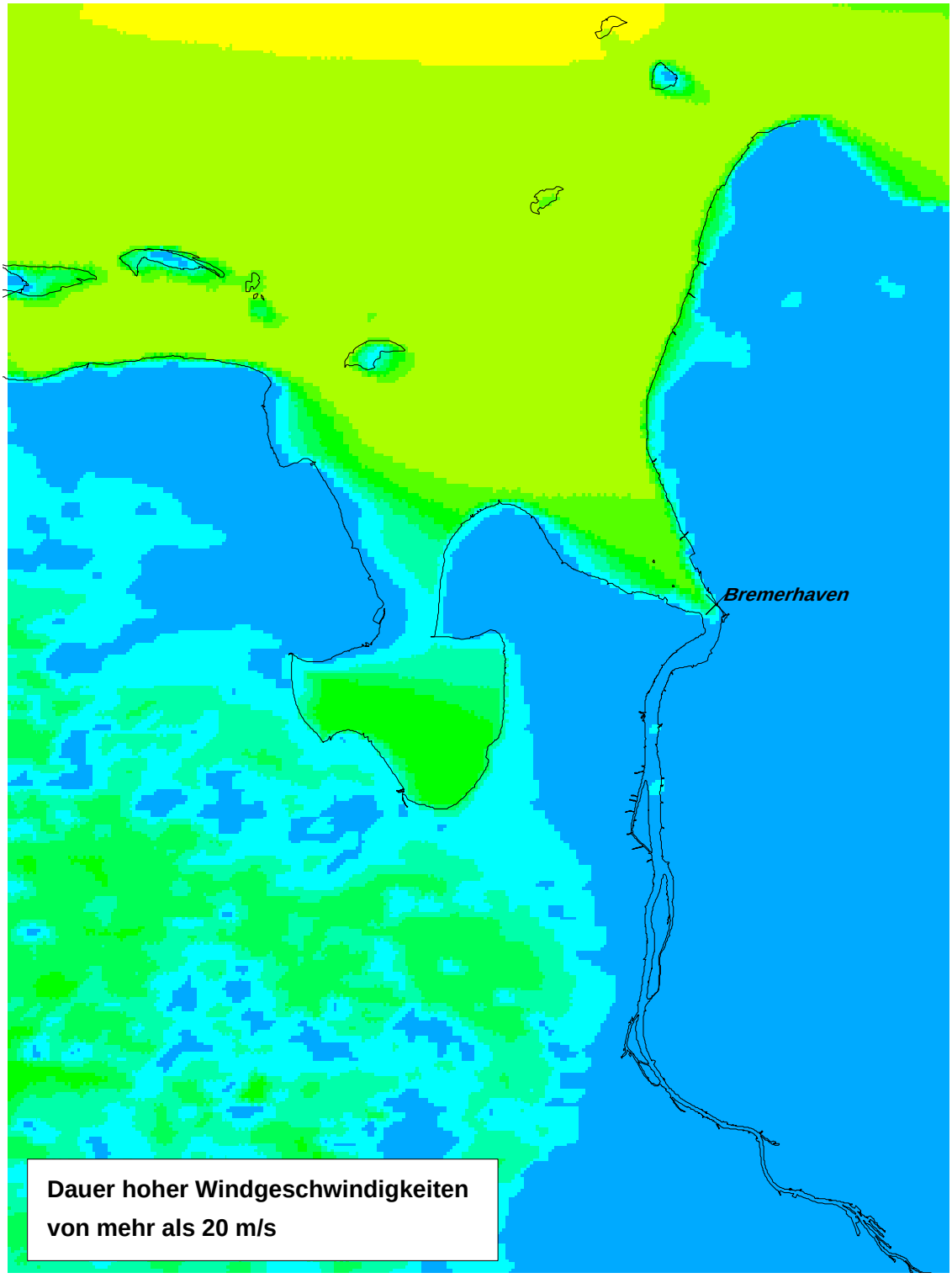
Jade/Weser-Modell

Windfeld: MKW-Modell

meteorol. Gitterweite = 5000 m

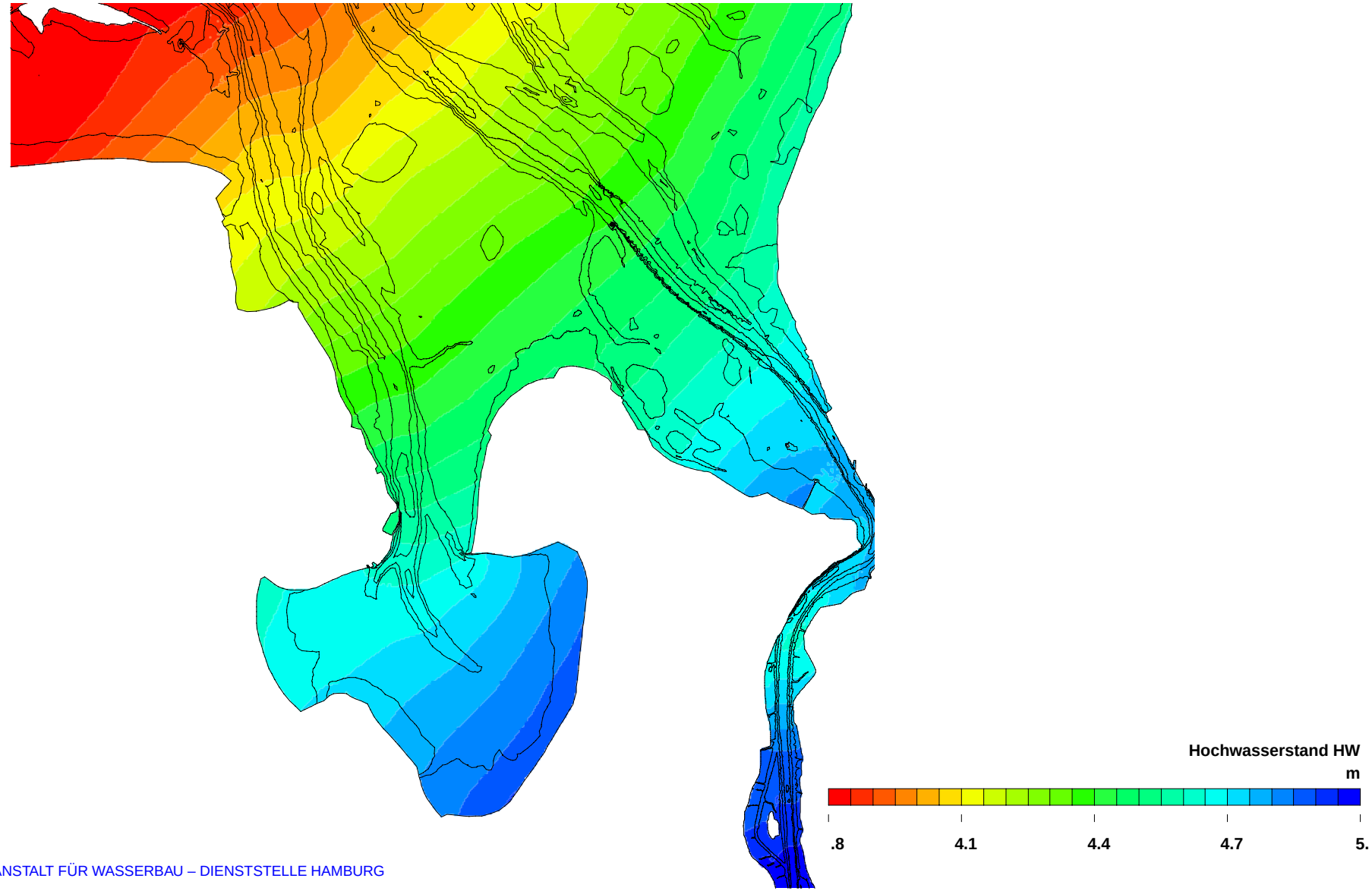


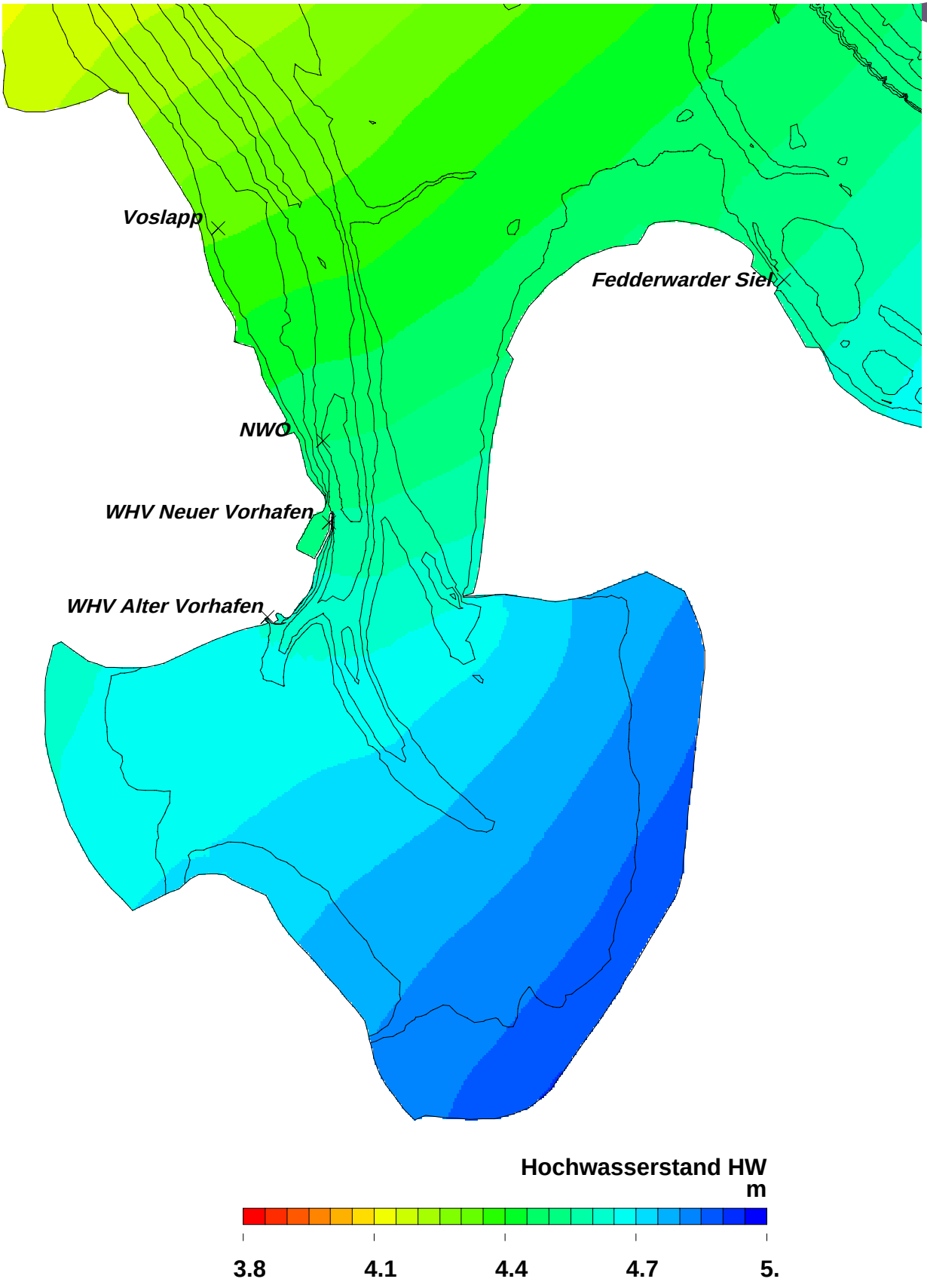
Aus Messpunkten interpoliertes Windfeld / durch MKW berechnetes Windfeld (5 m / s 25 m / s)



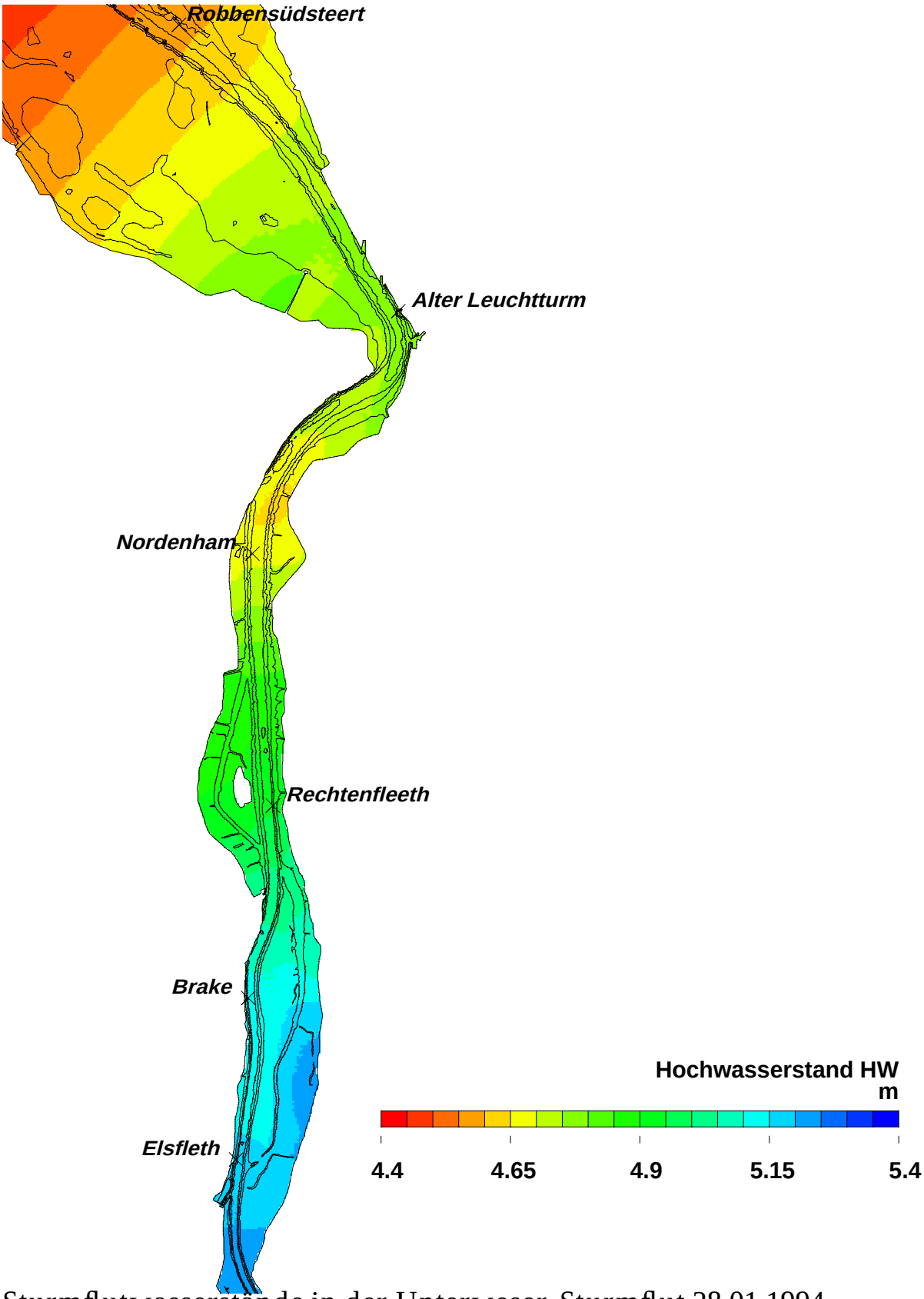
Dauer der Windgeschwindigkeiten $\geq$ 20 m / s, Sturmflut vom 28.01.1994

Sturmflutwasserstände Jade/Weser, Sturmflut vom 28.01.1994

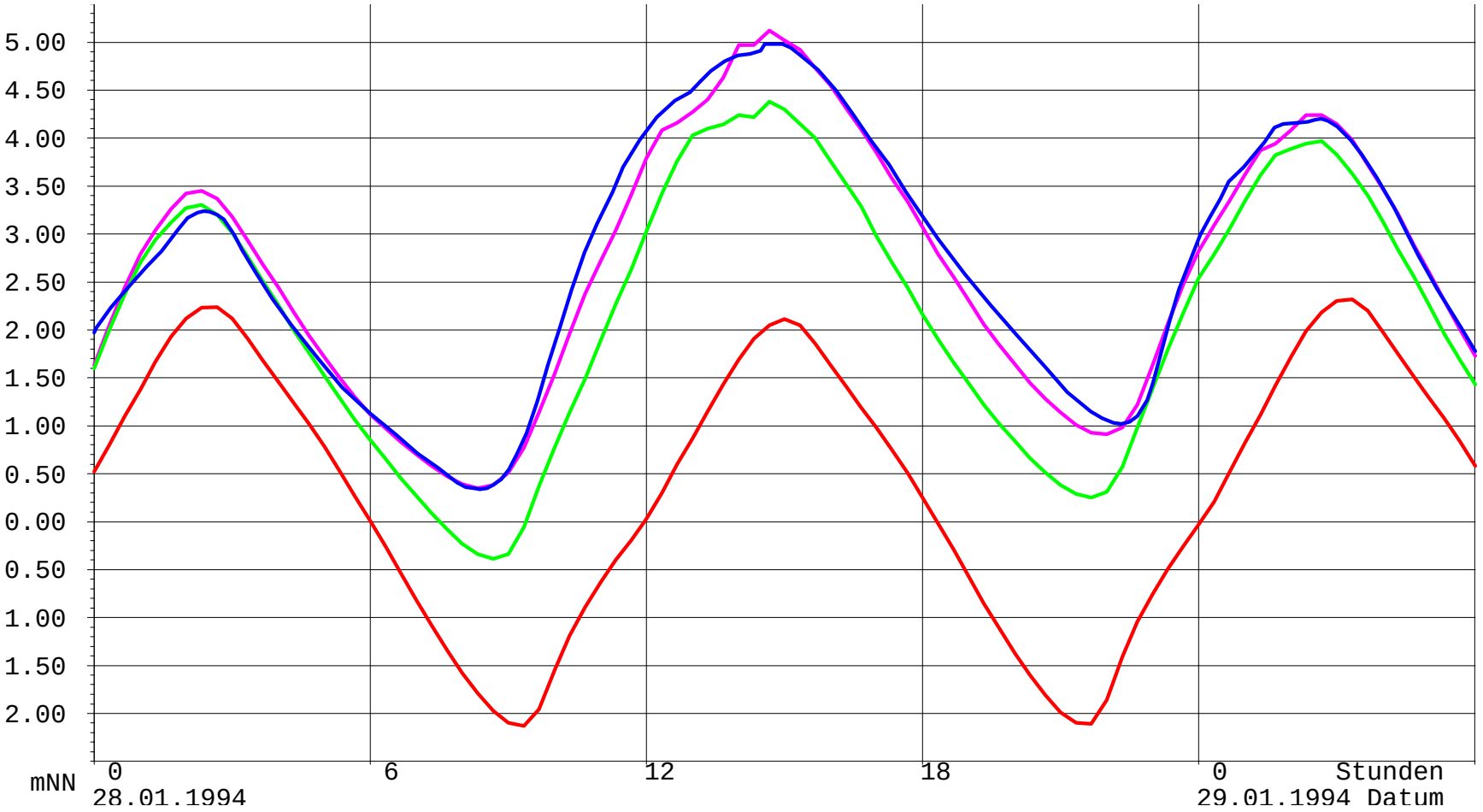




Sturmflutwasserstände in der Jade, Sturmflut 28.01.1994



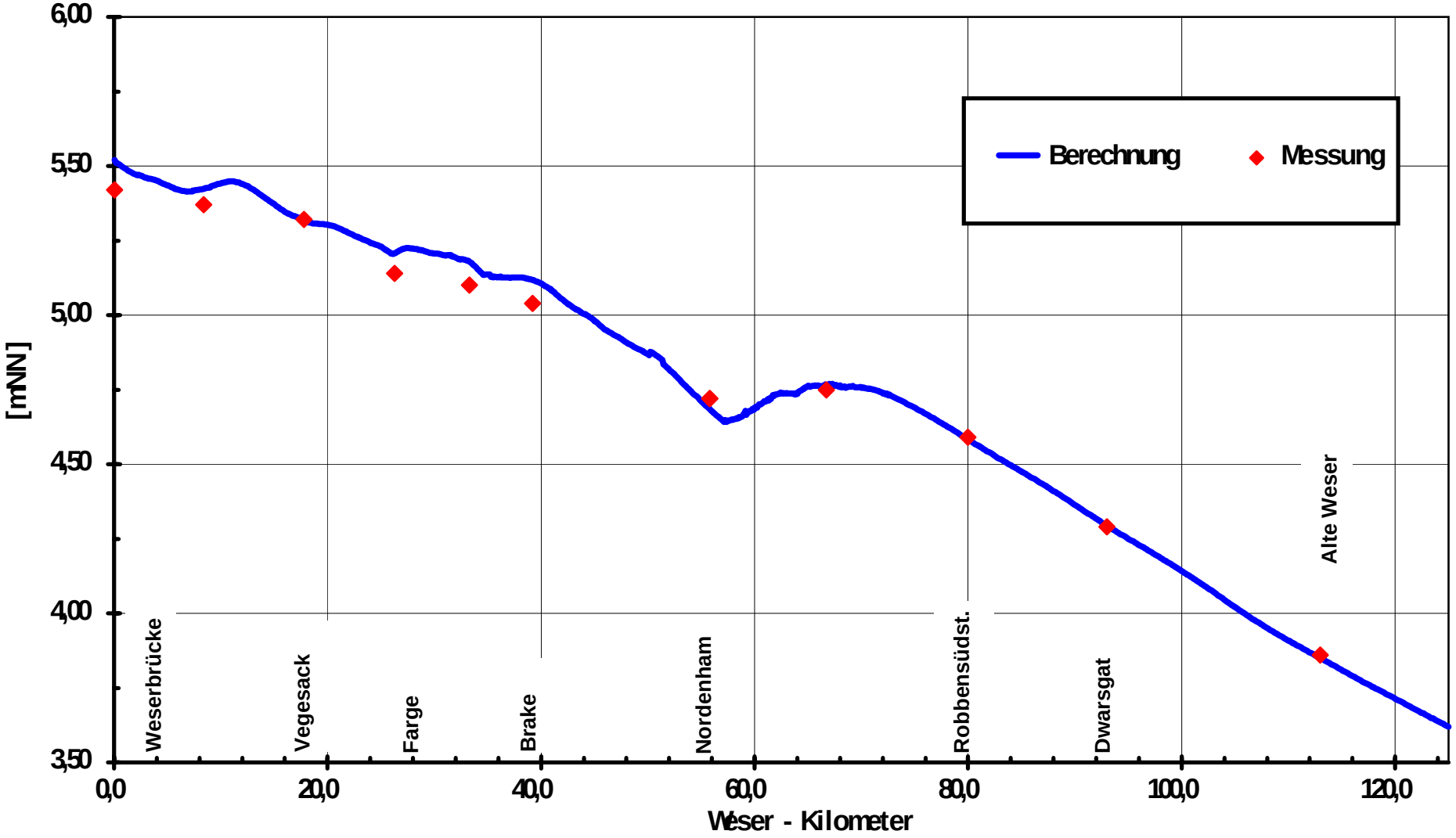
Sturmflutwasserstände in der Unterweser, Sturmflut 28.01.1994



Wasserstandsverlauf während der Sturmflut vom 28.01.1994 am Pegel BRAKE:

Messung, Berechnung mit MKW-Windfeld, Berechnung ohne lokalen Wind und astronomische Tide

Scheitelwasserstände Weser, Sturmflut 28.01.1994

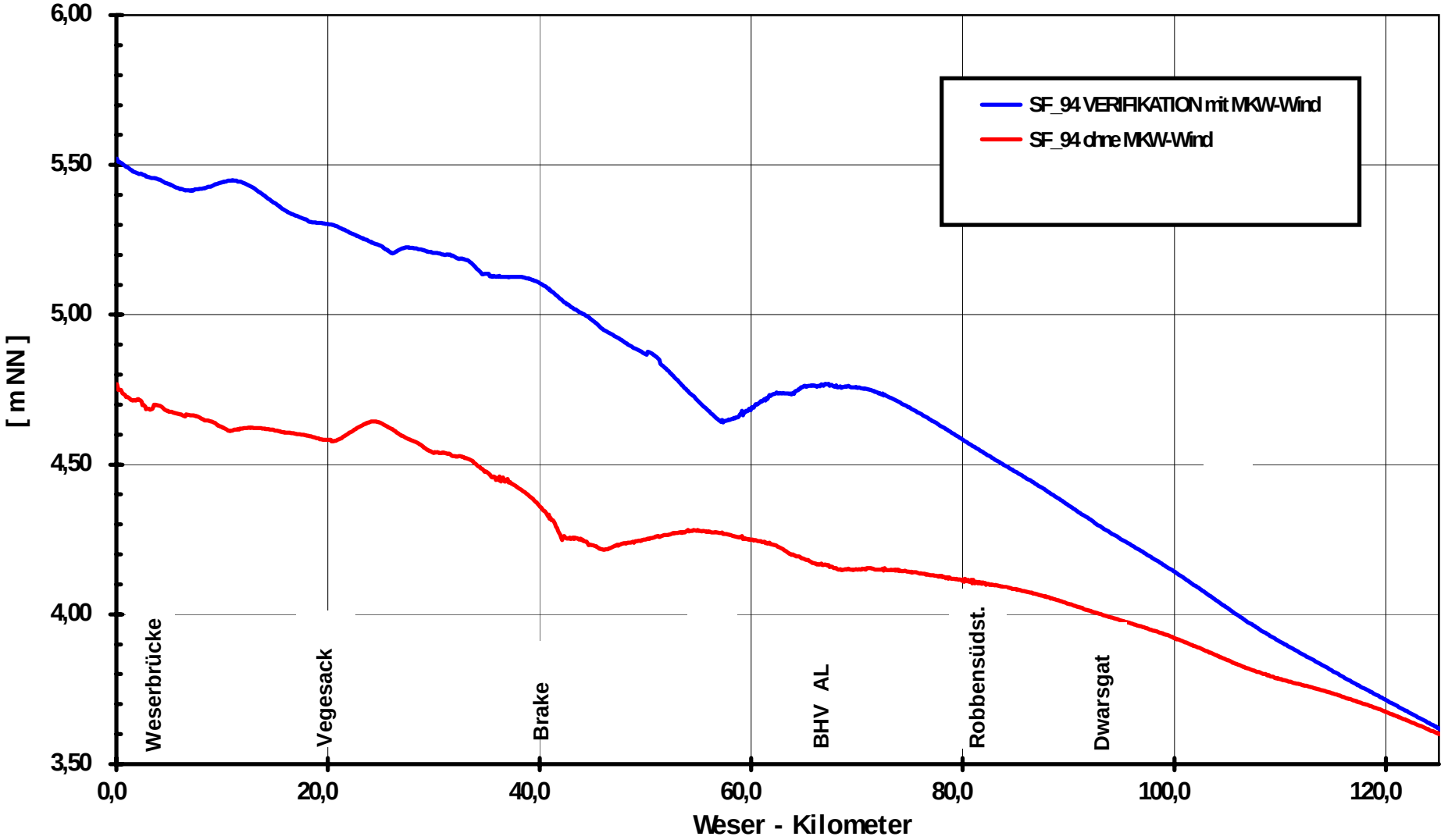


Anzahl der Systemvariationen

Anzahl der Varianten	Ästuar	Bemerkungen
astronomische Tide	1	Vergleich f. Energieauswertungen
gelaufene Sturmflut	2	mit / ohne regionalem (MKW) Windfeld
Oberwasser	2	kleines / grosses Oberwasser (MNQ, HHQ)
Topographie	4	2 Flutraumvariationen und 2 Fahrrinnenerhöhungen
Wind	3	Erhöhung, Verstetigung u. Drehung
Summe	12	d. h. 12 x 3 Rechenläufe pro Sturmflut

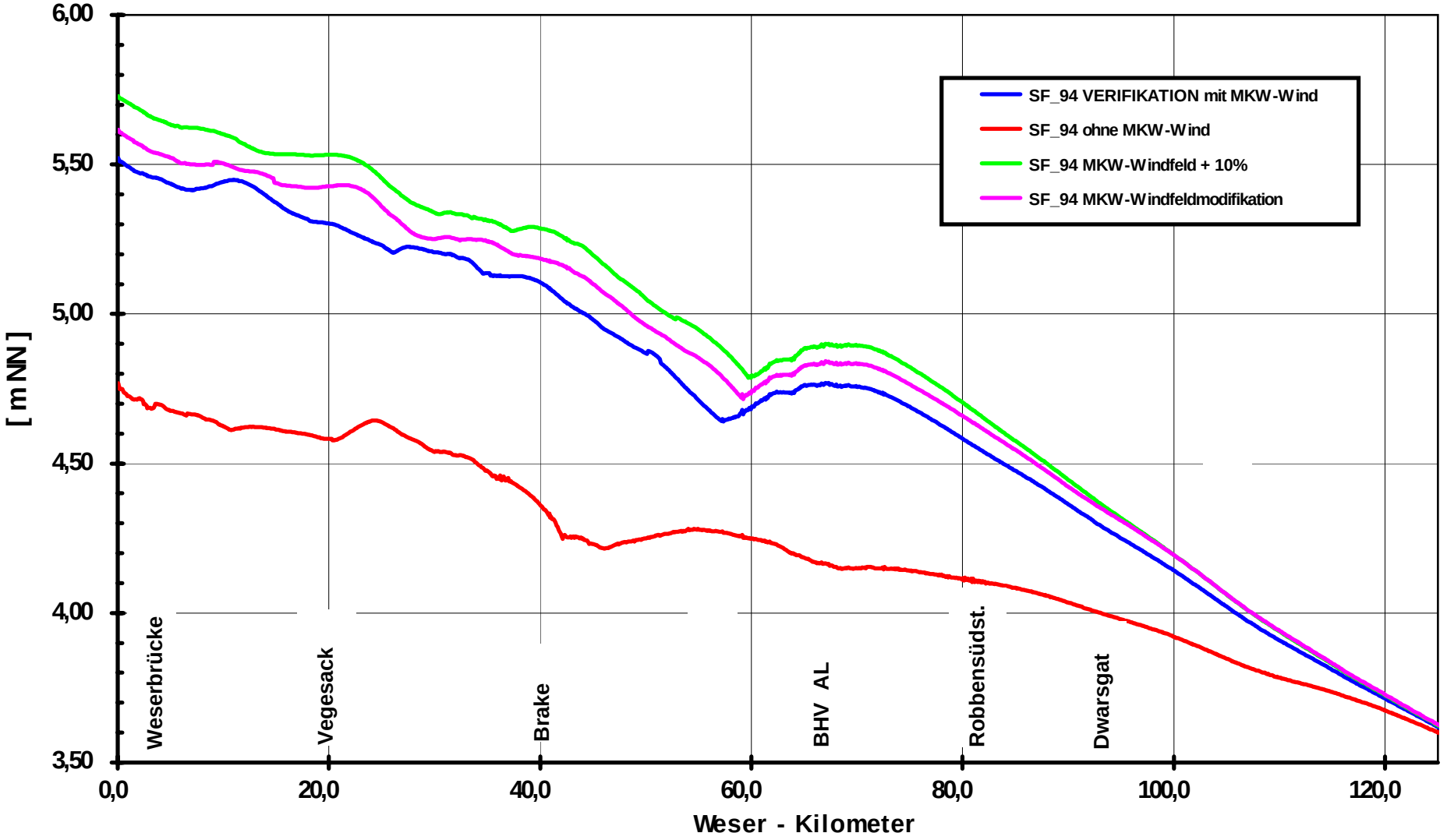
Übersicht der berechneten Varianten **pro Ästuar** für **eine Sturmflut**

Scheitelwasserstände Weser, Sturmflut 28.01.1994



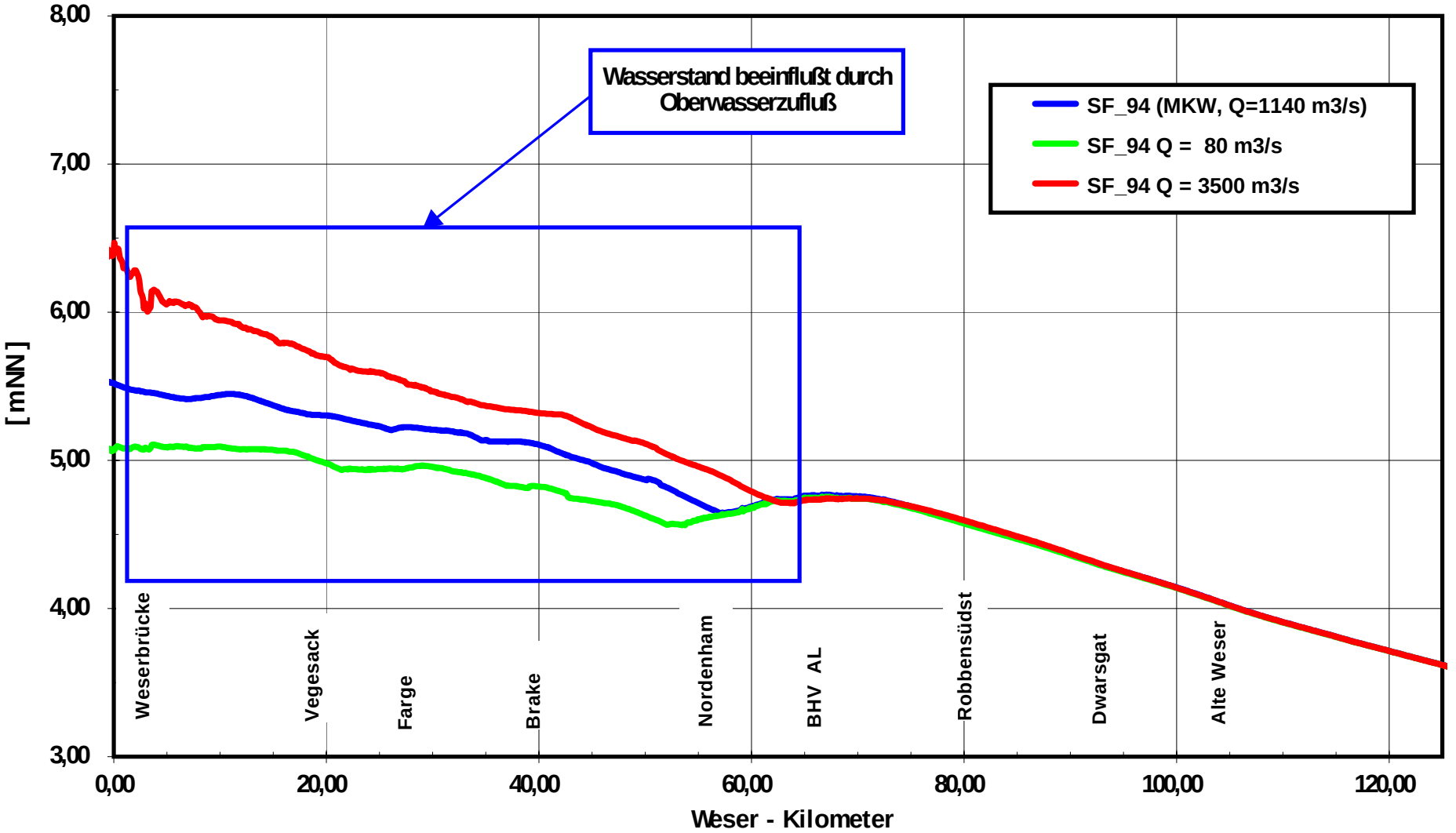
Scheitelwasserstände Weser, Sturmflut vom 28.01.1994: mit MKW-Wind / ohne lokalen Wind

Scheitelwasserstände Weser, Sturmflut 28.01.1994



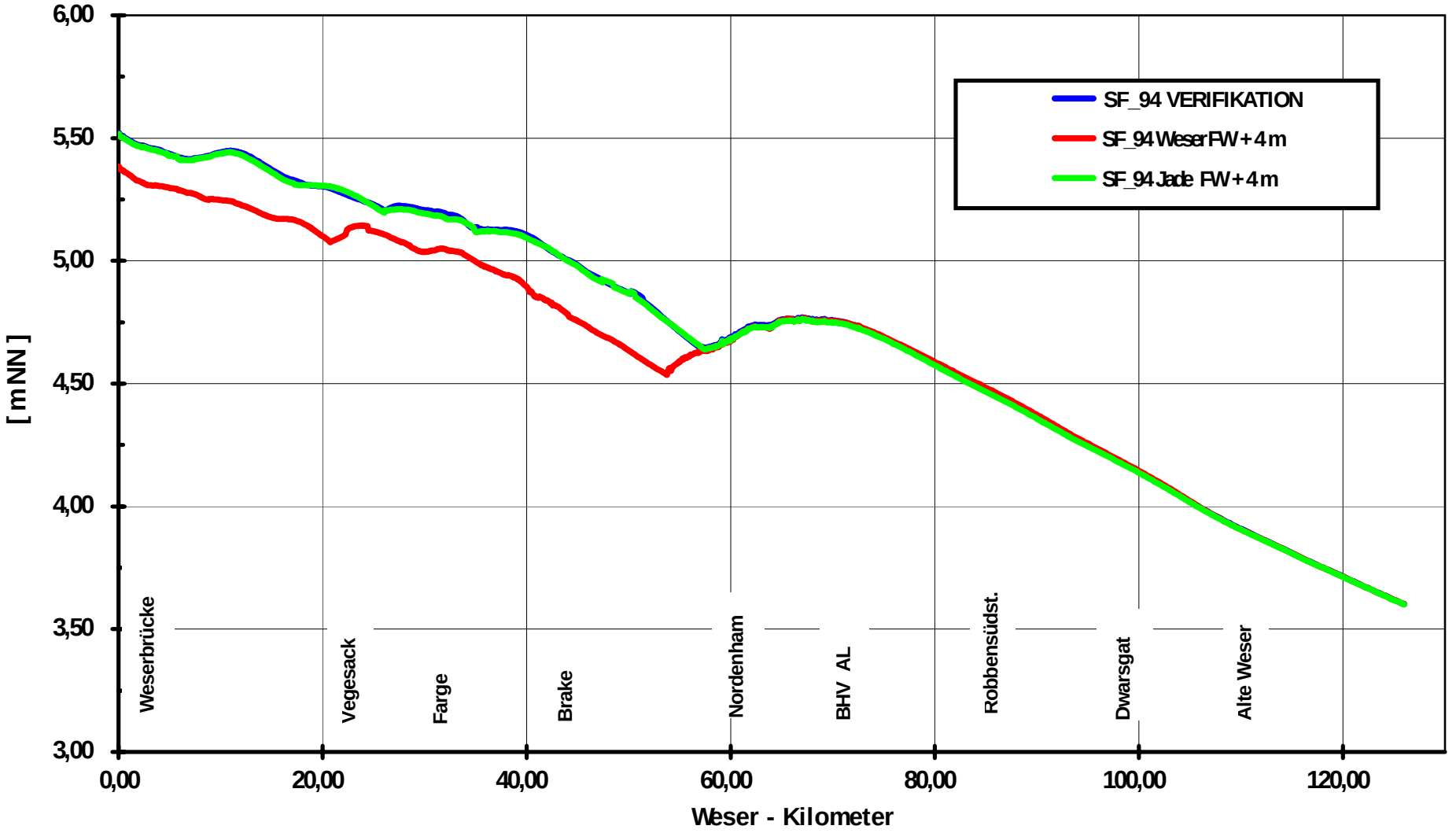
Scheitelwasserstände Weser: MKW-Wind, ohne Wind, Windfeldverstetigung und Winderhöhung um 10 %

Scheitelwasserstände Weser, Sturmflut 28.01.1994



Scheitelwasserstände Weser: mit $Q_o \approx 1140\ m^3/s$, $HHQ_o = 3500\ m^3/s$ und $MNQ_o = 80\ m^3/s$

Scheitelwasserstände Weser, Sturmflut 28.01.1994



Scheitelwasserstände Weser: Ausgangstopographie, WeserFW + 4m, Jade-FW + 4m

Wirkung mehrerer Variationen

Lassen sich die Scheitelwasserstände z. B. aus Erhöhung jeweils des Windes und des Oberwassers zusammenaddieren (SUPERPOSITION) oder
müssen die Wind- und Oberwassereinflüsse zusammen in ihrer Wirkung berechnet werden (KOMBINATION)?

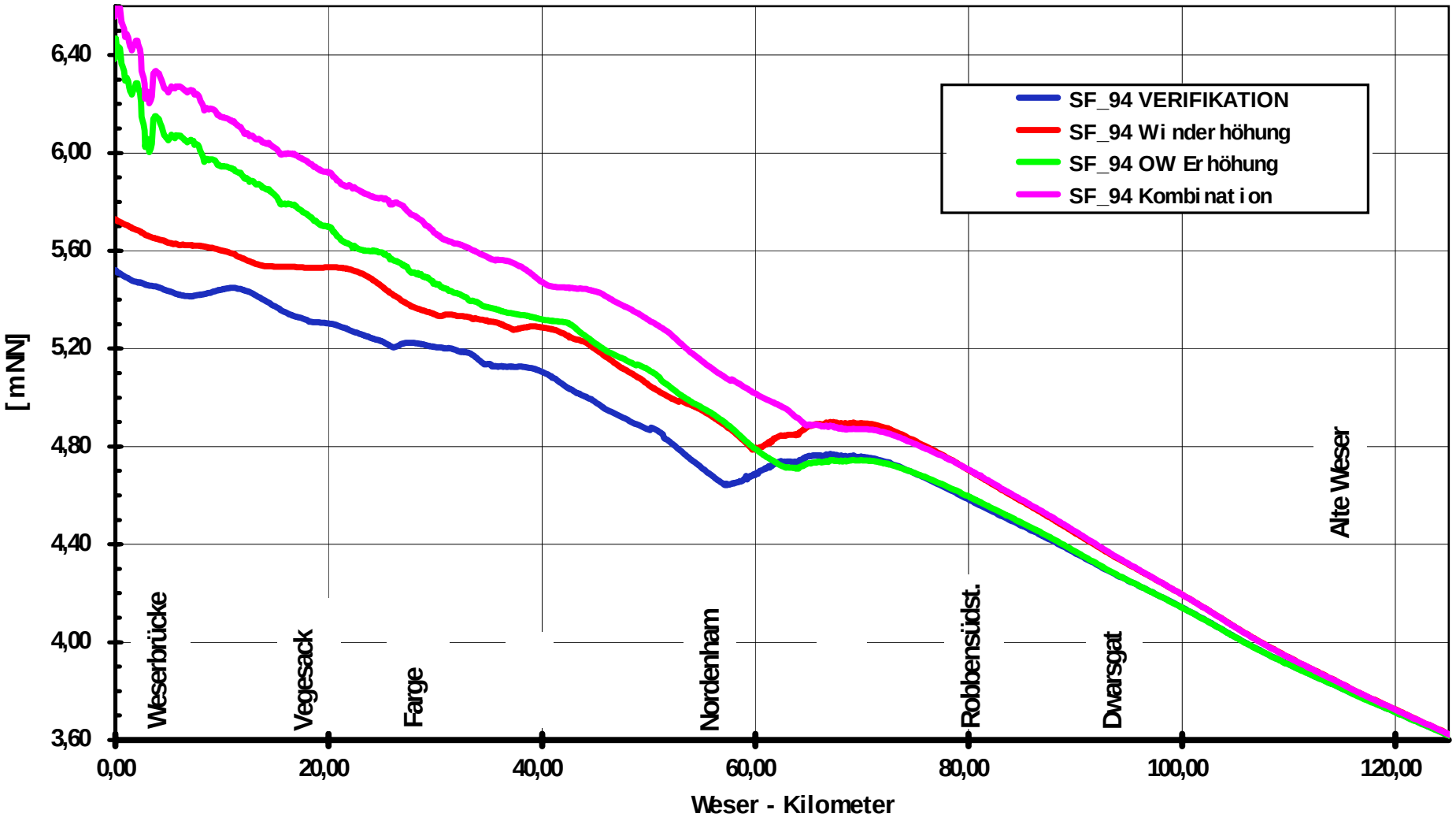
Ist der Scheitelwasserstand:

Die Summe der Einzelberechnungen $f = f(A) + f(B)$

oder

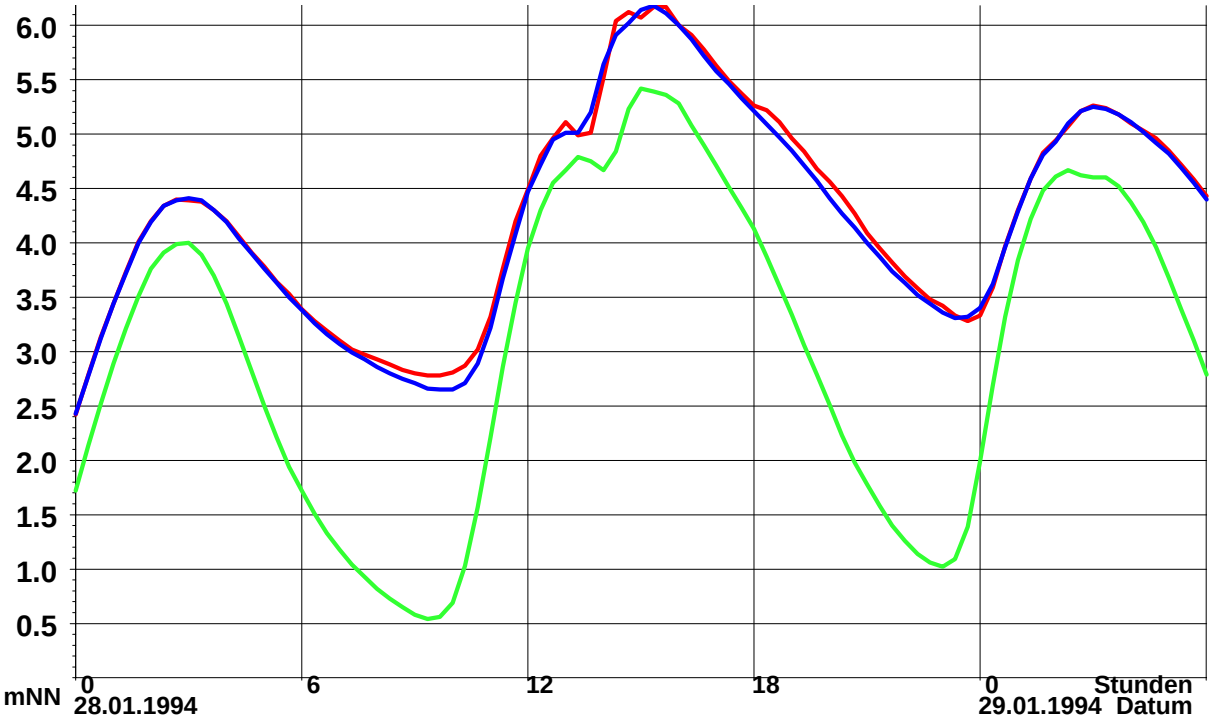
Berechnung der Summe der Effekte $f = f(A + B)$ **?**

Scheitelwasserstände Weser, Sturmflut 28.01.1994

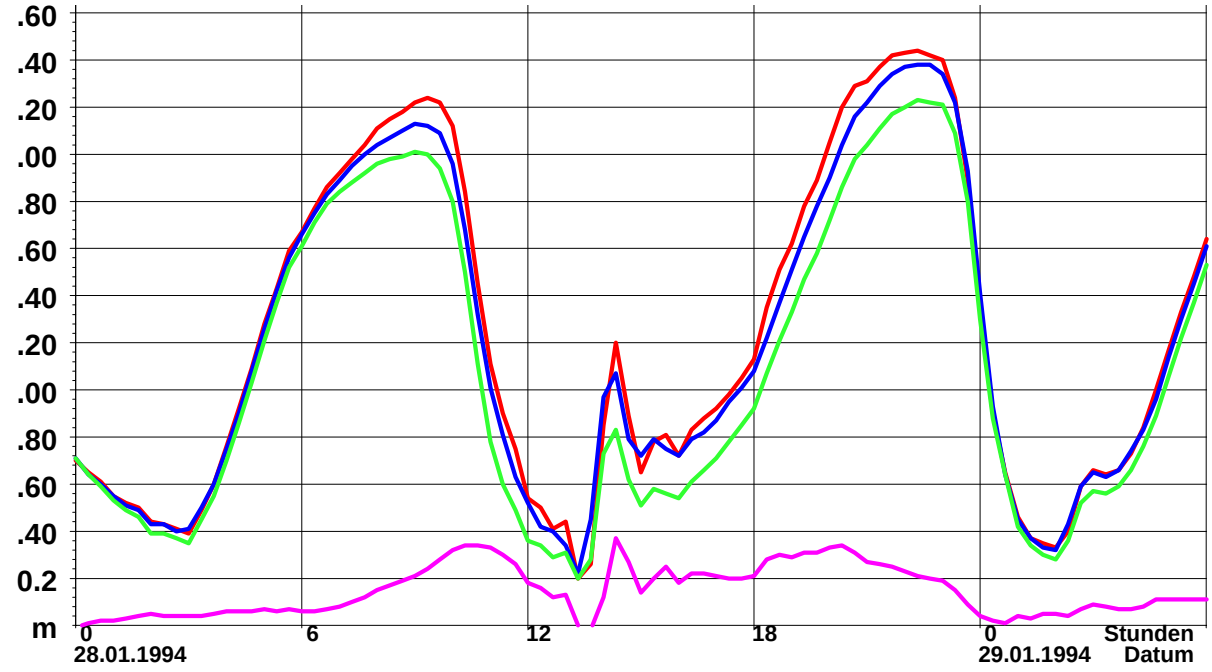


Scheitelwasserstände Weser: MKW-Wind, Wind + 10 %, OW: HHQ_o und Kombination: Wind **plus** OW

Wasserstände am Pegel Oslebshausen (SF94)



Vergleich der Wasserstände mit Oberwasser- und Winderhöhung, berechnet durch: Superposition, Kombination und SF 94



Vergleich der Differenzen der Wasserstände SF94 zu Oberwasser- und Winderhöhung, berechnet durch: Superposition, Kombination, nur Oberwasser, nur Wind

Die wesentlichen Ergebnisse für die Jade / Weser sind:

- Einfluß des lokalen Windes nicht vernachlässigbar
- Oberwassereinfluss bis Bremerhaven
- Windeinfluss bis Brake
- Fahrwasseranhebung + 4m = Scheitelwasserstand bis -25 cm
- Addition der Einzeleffekte nicht immer richtig
- Die Nichtlinearitäten sind bei Niedrigwasser am größten