

Windfelder auf der Elbe (KFKI-Projekt OPTEL)

Dr. Anette Ganske
Gudrun Rosenhagen

1. Bodennahe Windfelder in der Atmosphäre

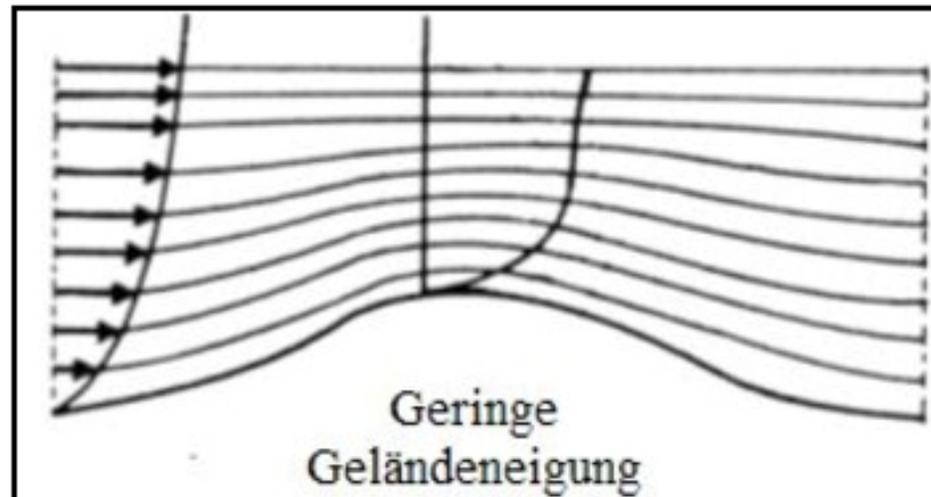
- beeinflusst durch Rauigkeit und Topographie

Rauigkeit

- Über **Land** (z.B. Stadt oder Wald): **hohe** Rauigkeit
→ die Windgeschwindigkeit steigt verhältnismäßig **langsam** mit der Höhe an
- Über **Wasser**: **niedrige** Rauigkeit
→ der Wind wird kaum gebremst und die Geschwindigkeit steigt **schnell** mit der Höhe an.

Topographie

zum Beispiel: Überströmung von Hügeln



2. Windfelder für OPTEL

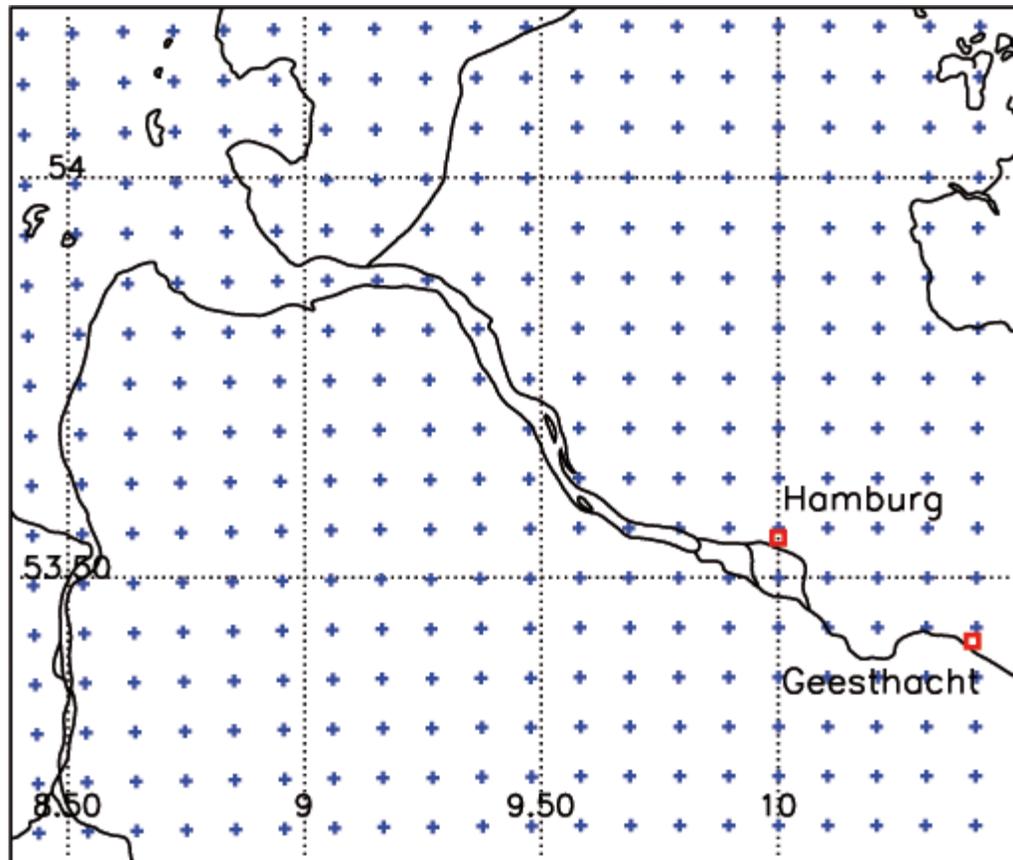
gesucht: räumlich hoch aufgelöste Windfelder als Eingabegrößen für Wasserstands- und Strömungsmodelle

- Höhe 10 m über Grund bzw. NN
- Operationell verfügbar (Rechenzeit!)

Wettervorhersagemodelle des Deutscher Wetterdienstes (DWD)

	COSMO-DE	COSMO-EU
Ausdehnung	Deutschland	Europa
Gitterweite	ca. 2.8 km x 2.8 km	ca. 7 km x 7 km
Vorhersage für	max. 18 Stunden	max. 78 Stunden

Gitterpunkte COSMO-EU



COSMO:

Gitterpunkte stromaufwärts der Elbe: die meisten Punkte auf oder nahe der Elbe haben eine Rauigkeit von Land

→ COSMO Windfelder:

Rauigkeit des Wassers wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt

→ Windfelder für OPTEL-Gebiet:

Interpolierte Windgeschwindigkeiten auf der Elbe **sind meist zu gering!**

3. Korrekturfaktoren für COSMO-Windfelder

Berechnet auf einem Gitter mit einer
Gitterweite von 250 m, in Abhängigkeit von
der **Windrichtung**

Korrekturfaktoren:

abgeleitet durch Vergleich von Windfeldern,
berechnet mit:

A.) Rauigkeit und Topographie von COSMO

B.) räumlich hoch aufgelösten Rauigkeits-
und Topographiefeldern

Berechnung von Windfeldern mit **WAsP**:

(**W**ind **A**tlas Analysis and Application **P**rogram,
Programm zur Planung von Windparks)

Eingabegrößen :

- Topographie
- Rauigkeit
- gemessene Windzeitreihe an einer Station

Ausgabe:

Windklima

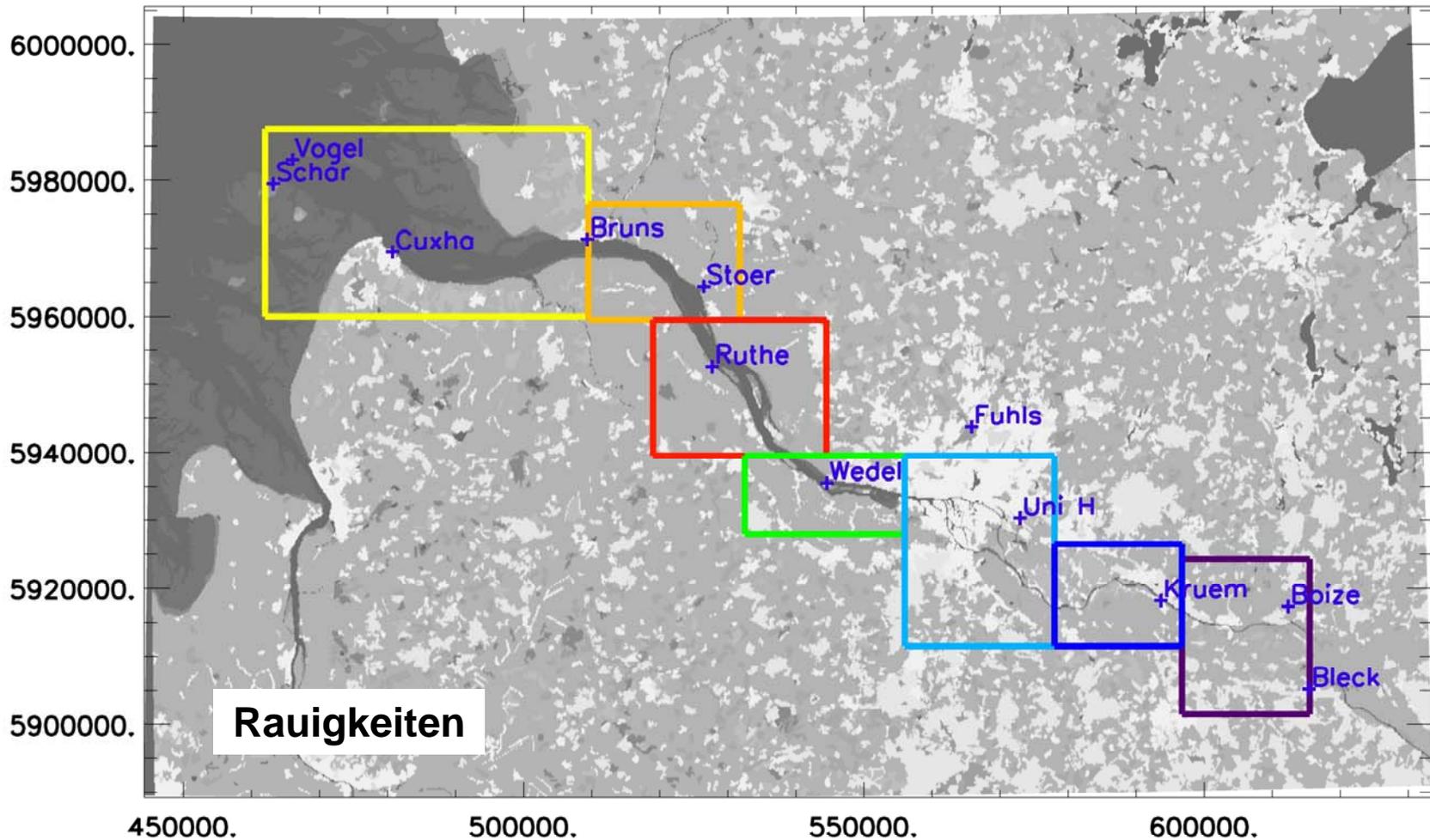
- in 10 m Höhe über NN bzw. Grund
- Gitterweite 250 m
- 12 Windrichtungsklassen 30°, 60°, ...

$$\text{Korrekturfaktor (Kf)} = \frac{\text{Windgeschw. mit hochaufgelöster Rauigkeit}}{\text{Windgeschw. mit COSMO Rauigkeit}}$$

Korrekturfaktoren hängen ab von den Windrichtungsklassen → Kf(d)

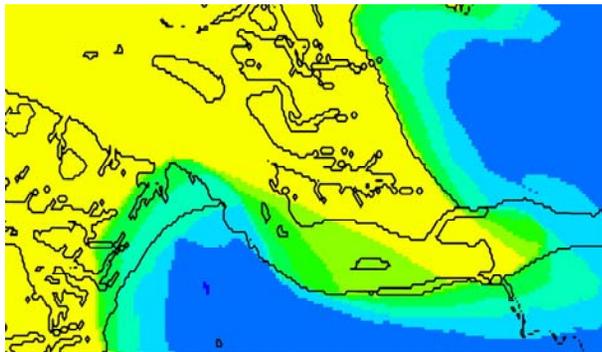
$$\text{Elbe Windgeschw.} = \text{COSMO Windgeschw.} \times \text{Kf(d)}$$

Untersuchungsgebiete:

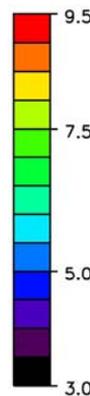


Bestimmung der Faktoren für Windrichtungen z.B. zwischen 285 ° und 315 °

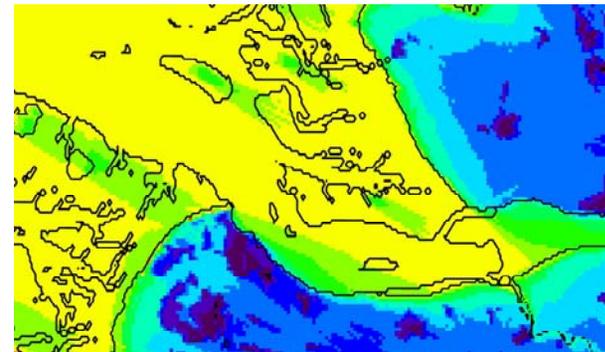
COSMO-EU Rauigkeiten



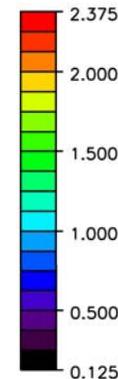
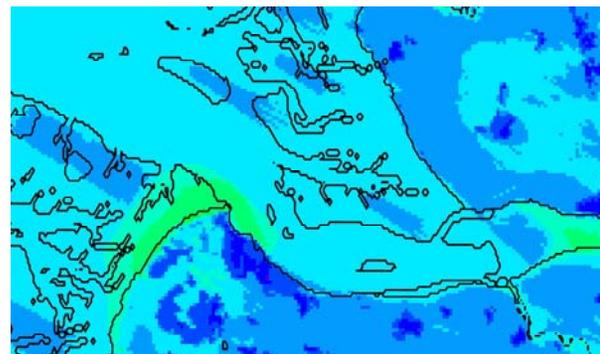
m/s



Hochaufgelöste Rauigkeiten

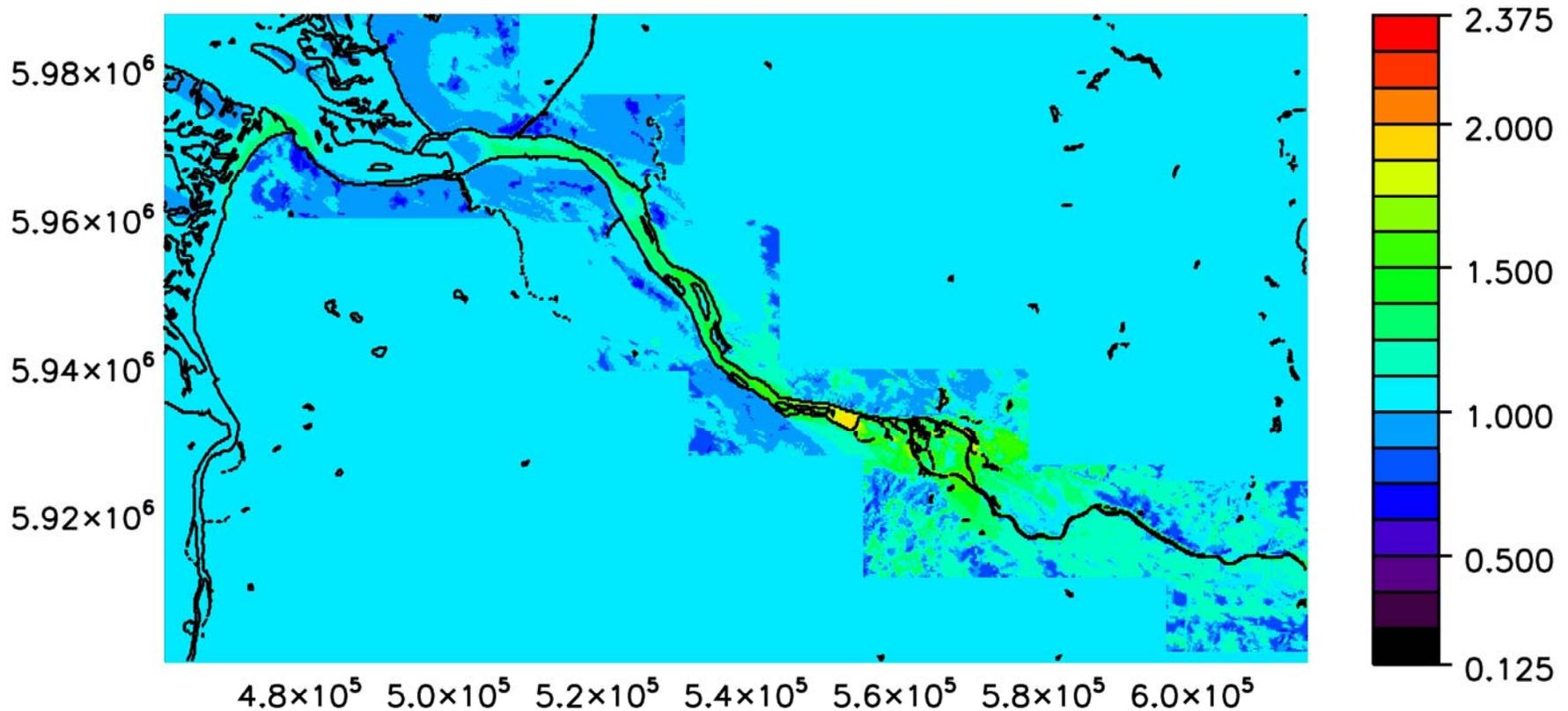


Korrekturfaktoren



COSMO-EU Faktoren für das Gesamtgebiet

Windrichtungen zwischen 285 ° und 315 °



4. Abhängigkeit der Faktoren vom Wasserstand

räumlich hochaufgelöste Randfelder:

Wasserstand auf der Elbe = Tidemittelwasser (Tmw)

Flächen, die bei Tmw aus dem Wasser herausragen, bei Hochwasser aber überspült werden, sind als Sandflächen definiert:

Rauigkeit Sand: $z_0 = 0.0003 \text{ m}$

Rauigkeit Wasser: $z_0 = 0.0 \text{ m}$

Vergleich der Faktoren für

1. Tidemittelwasser (Tmw) und
Tideniedrigwasser (Tnw)

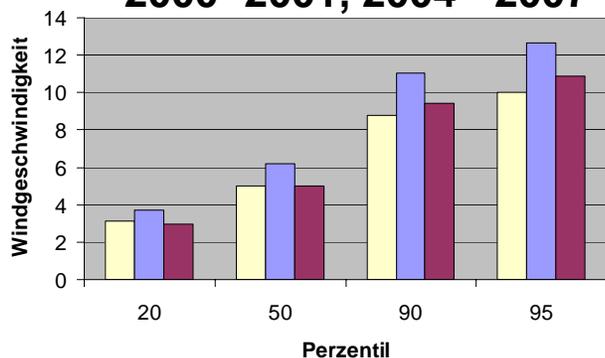
2. Tidemittelwasser (Tmw) und
Tidehochwasser (Thw)

**Unterschiede sehr gering und nur lokal auf
sehr kleine Gebiete begrenzt!**

5. Vergleich Messwerte mit COSMO-Ergebnissen

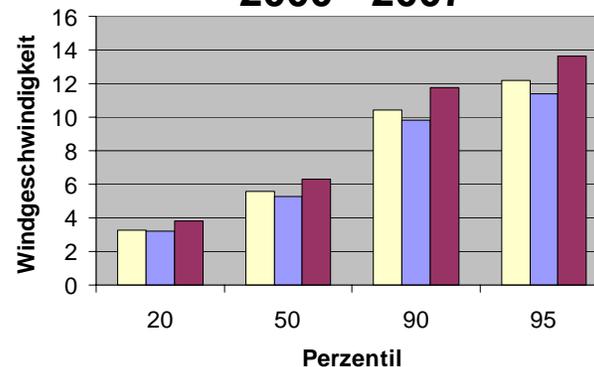
Cuxhaven

2000 -2001, 2004 - 2007



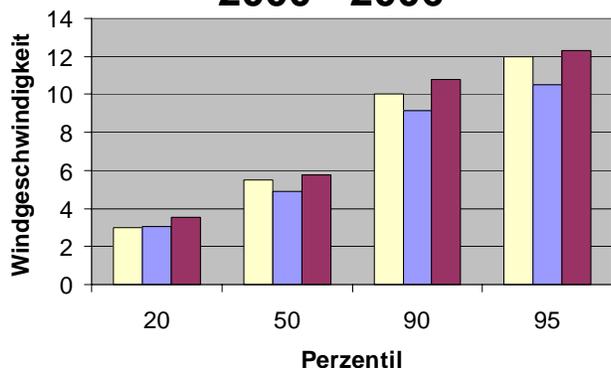
Brunsbüttel

2000 - 2007



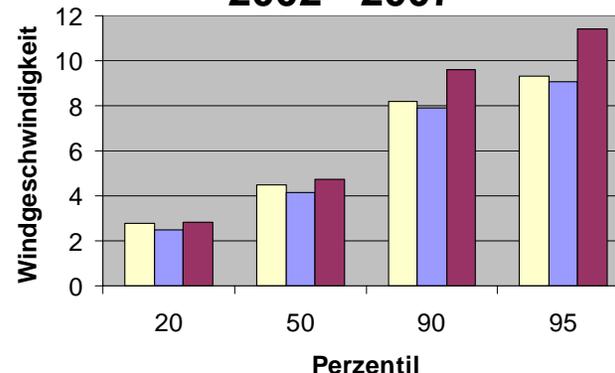
Störsperrwerk

2000 - 2006



Ruthenstrom

2002 - 2007



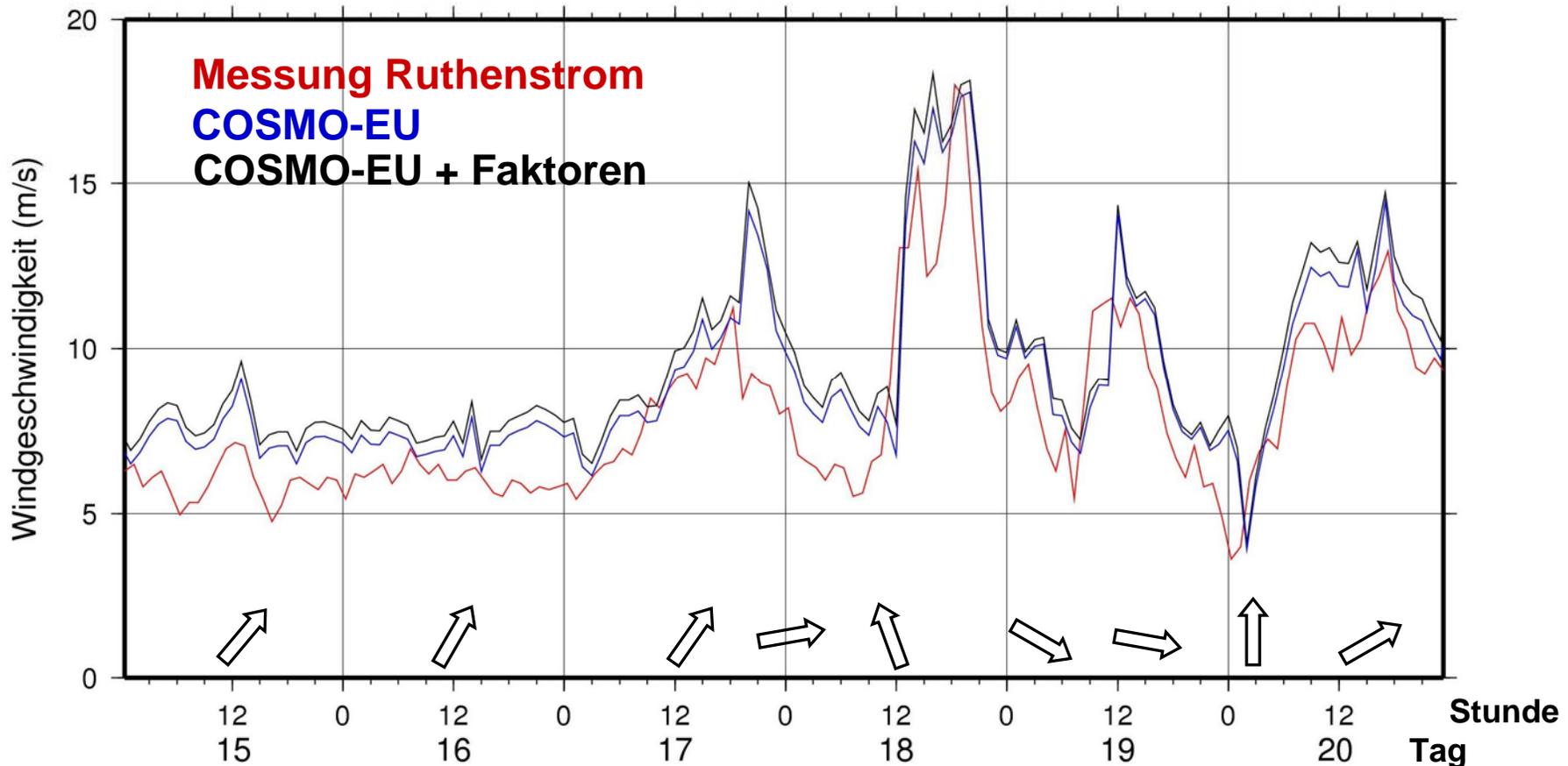
 **Messung**

 **COSMO-EU**

 **COSMO-EU mit Faktoren**

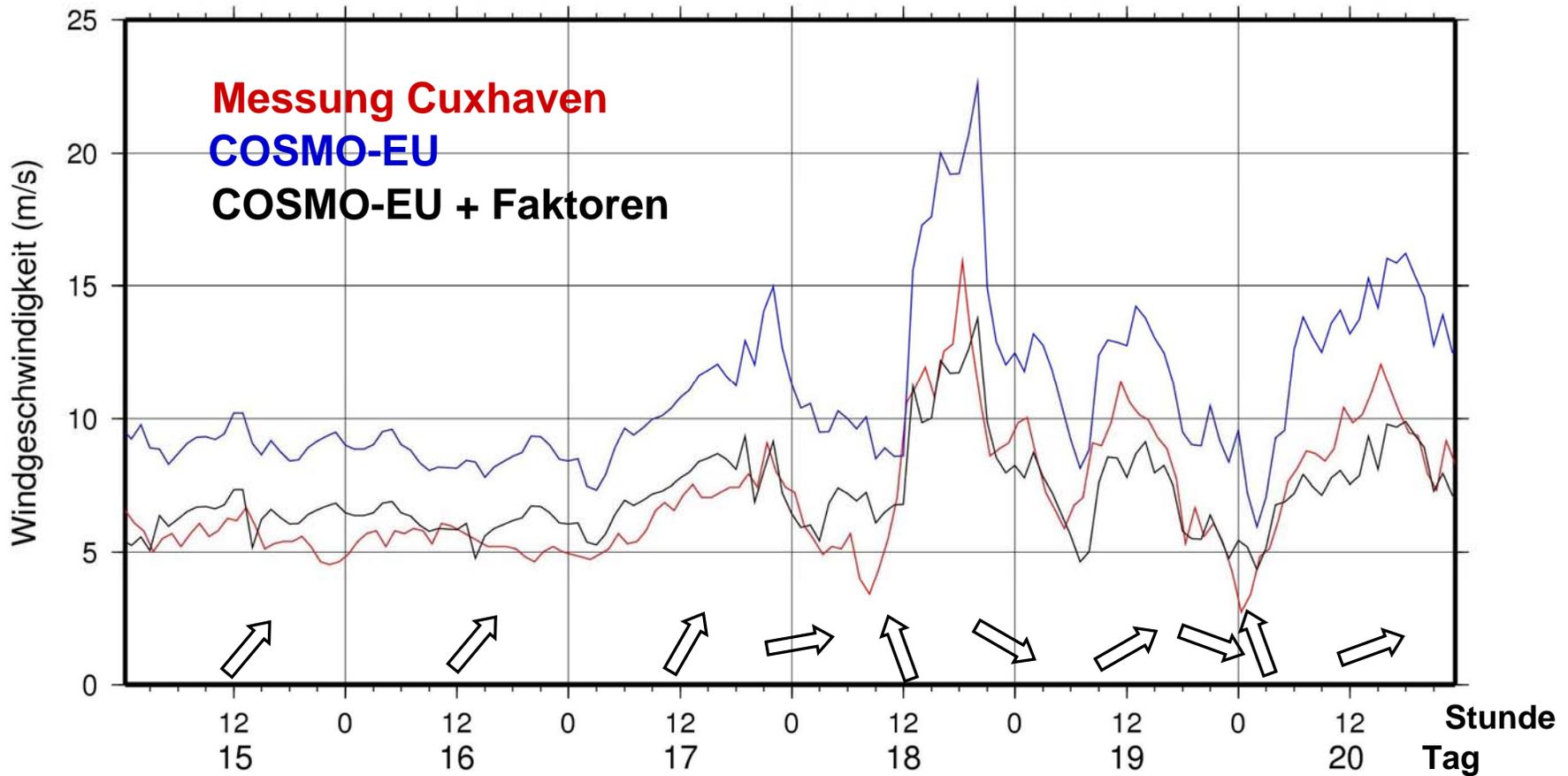


Ruthenstrom: Sturmflut 18.1.2007



I. Bork, 2009: Pers. Mitteilung

Cuxhaven: Sturmflut 18.1.2007



6. Zusammenfassung

- Benötigt werden räumlich hoch aufgelöste Windfelder für die Wasserstandsvorhersage
- Berechnung mit einem dynamischen Modell zu zeitaufwändig!
- Windfelder der Wettervorhersagemodelle **COSMO-EU und COSMO-DE** haben **ungenügende räumliche Auflösung**, deshalb fallen daraus interpolierte Windgeschwindigkeiten auf der Elbe **zu gering** aus.

Lösung:

Berechnung von Windfeldern (mit **WAsP**)
für Rauigkeits- und Topographiefelder mit
COSMO- und hoher räumlicher Auflösung

Daraus Ableitung von Korrekturfaktoren

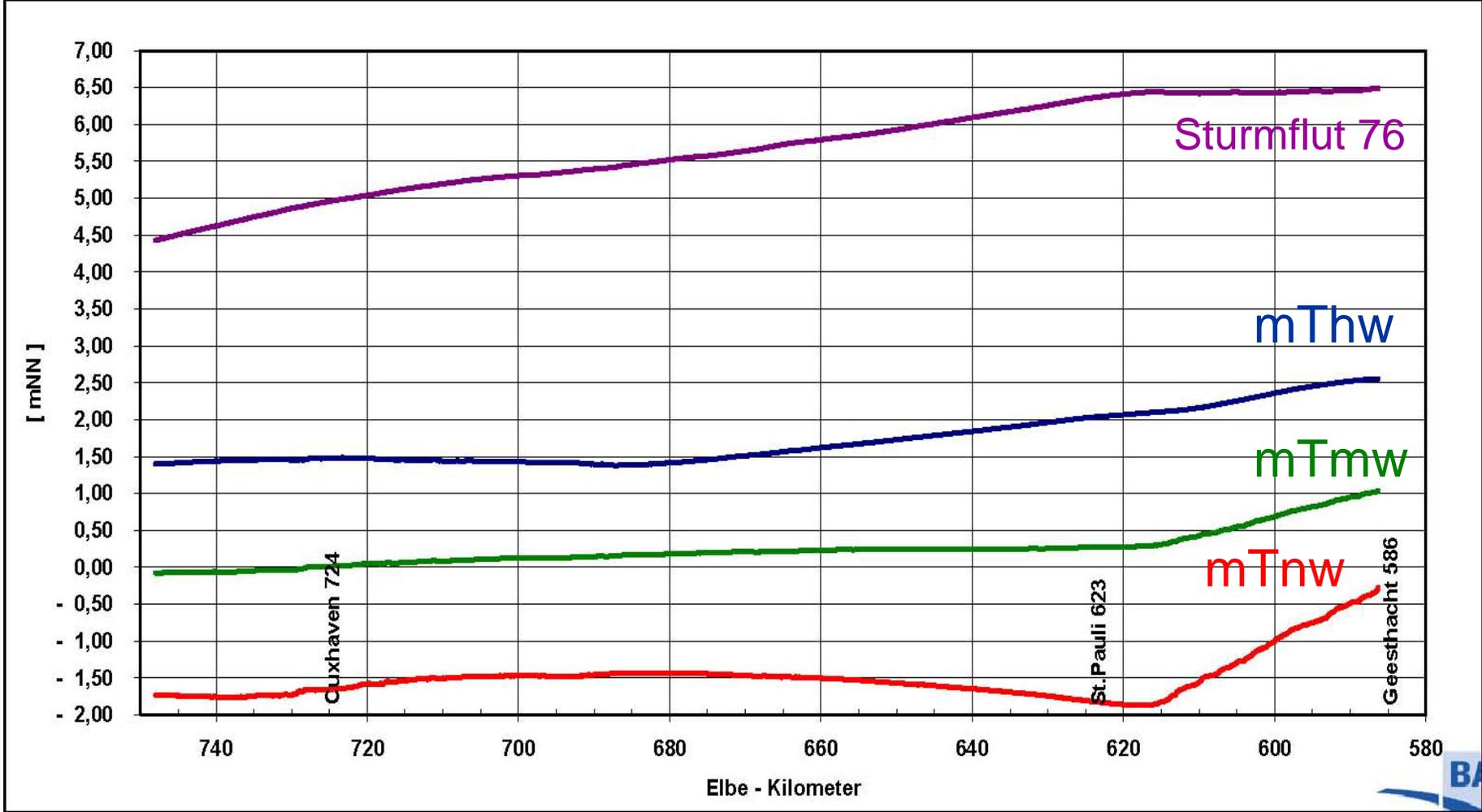
Vergleiche der korrigierten COSMO-
Windgeschwindigkeiten mit Messwerten zeigen
gute Übereinstimmungen

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Gebiet	: Elbe-Aestuar
Teilgebiet	: Unterelbe bis Geesthacht
Name der Studie	: UVU2004
Art Datengenerierung	: HN-Verfahren UnTRIM

- mittleres Thw SN Q350 PIZWW
- mittleres Tnw SN Q350 PIZWW
- mittleres Tmw SN Q350 PIZWW
- SF76 Q500 PIZWW v8os



BAW - DH / 2009-08 K3 Folie-Nr. 1

BUNDESANSTALT FÜR WASSERBAU Karlsruhe • Hamburg • Ilmenau

E. Rudolph, 2009: Pers. Mitteilung



BAW