

Auswirkungen der Schiffgrößenentwicklung auf Seeschifffahrtsstraßen

Ästuarsysteme I (K2) – Dr.-Ing. Uliczka / Dipl.-Ing. (FH) Kondziella

www.baw.de



Es gilt das gesprochene Wort!

Projekte und Entwicklungen für aktuelle Fragestellungen im Küstenwasserbau
BAWKolloquium Dienststelle Hamburg am 19.09.2013

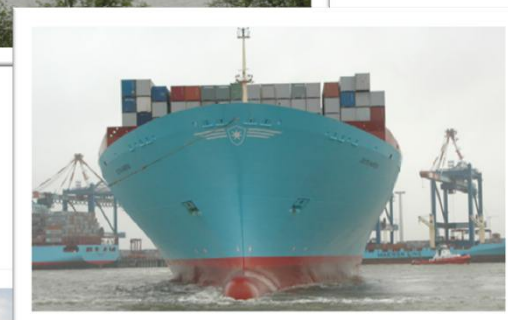
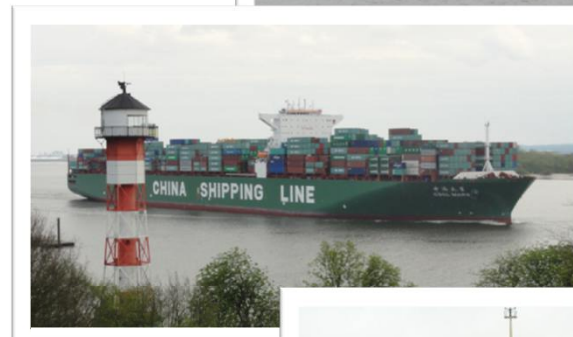
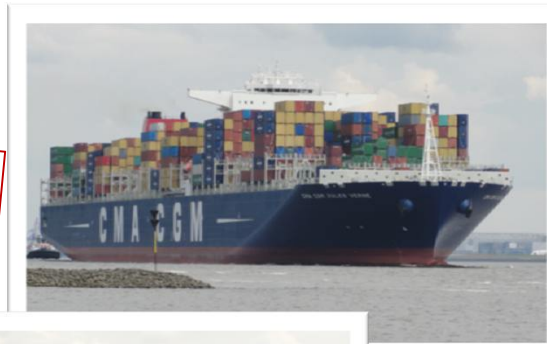
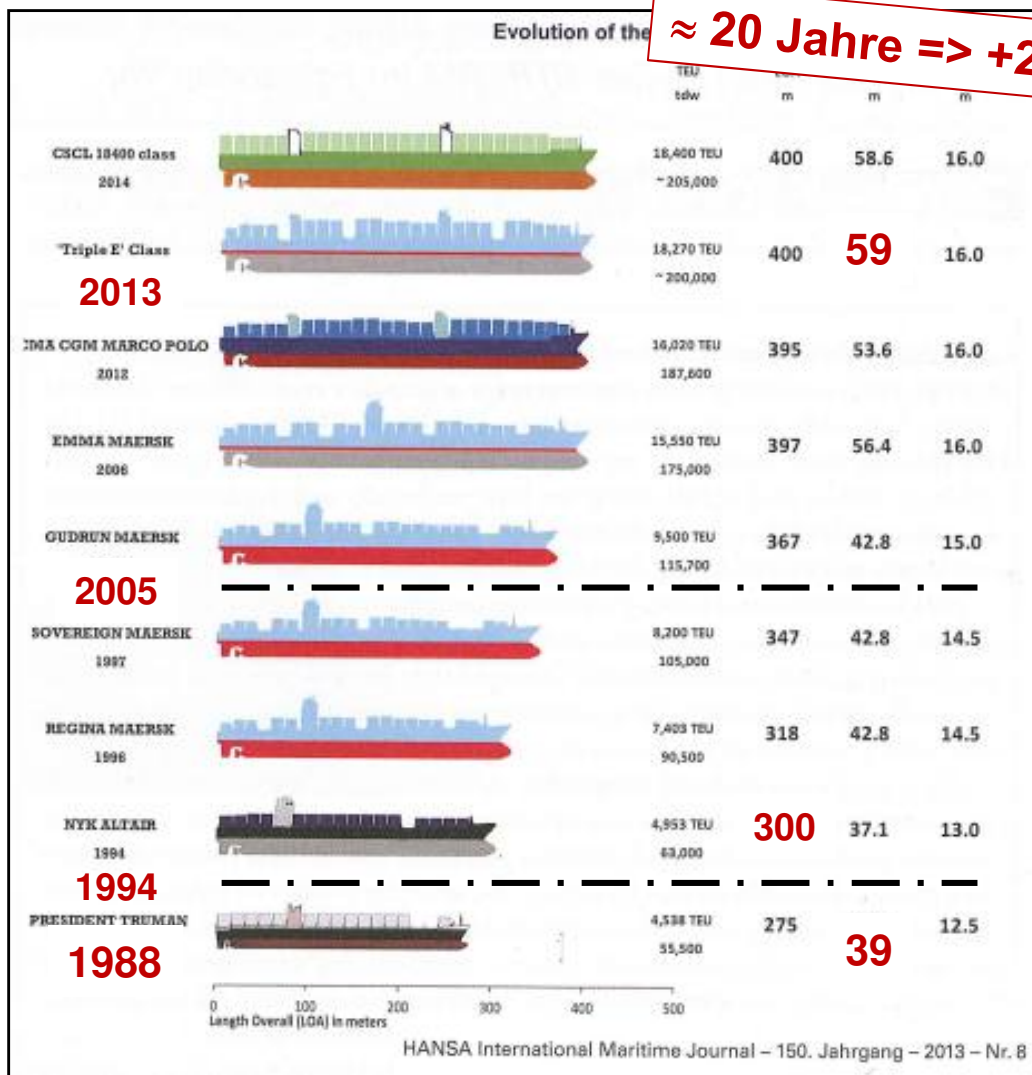
Vortragsgliederung

- **Veranlassung**
 - **Schiffsgrößenentwicklung**
 - **Seeschifffahrtsstraßen (SeeSchStr)**
- **Wechselwirkung Seeschiff / Seeschifffahrtsstraße**
 - **Hydrodynamische Belastungen**
 - **Schiffshydrodynamik**
 - **FuE-Projekt „Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST)“**
 - **Projektkonzept und Modellvorstellungen**
 - **Ergebnisse aus Messungen am Nordostsee-Kanal**
- **Zusammenfassung**



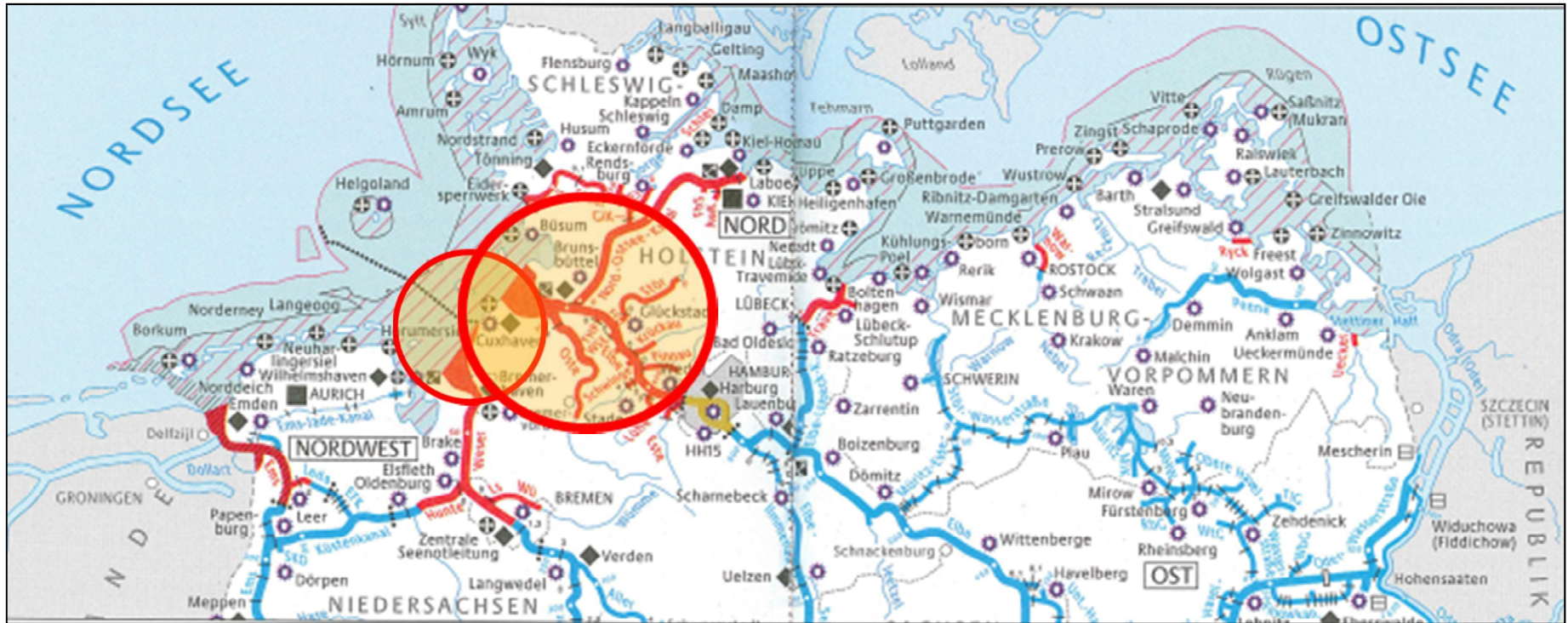
Foto: BAW

Schiffsgrößenentwicklung



Fotos: BAW

Seeschiffahrtsstraßen



nach **Seeschiffahrtsstraßenordnung** (SeeSchStrO, 2009):

... die Wasserflächen zwischen der Küstenlinie bei mittlerem Hochwasser (MThw)

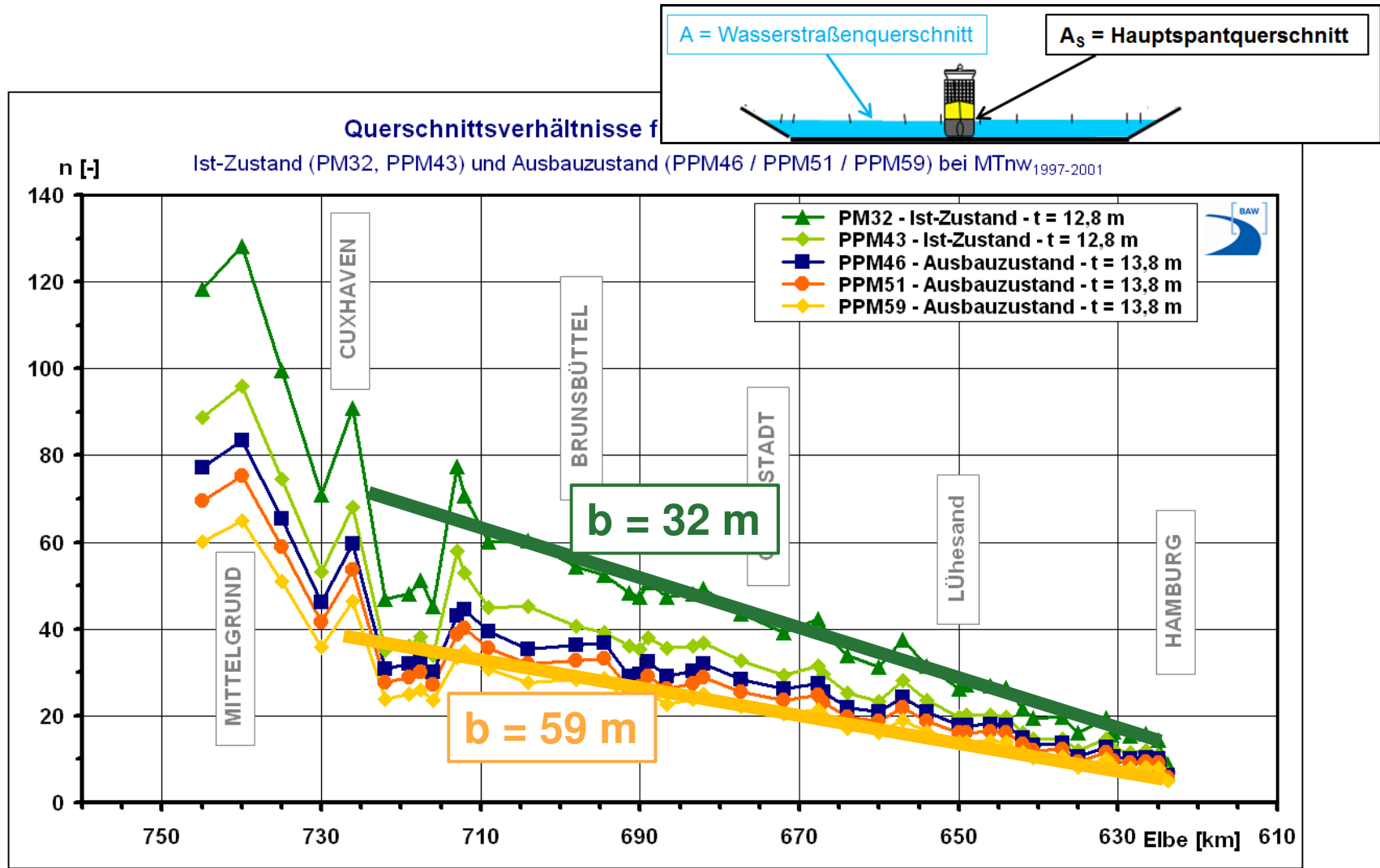
... die Wasserflächen zwischen den Ufern der ... bezeichneten Teile der ... Binnenwasserstraßen...

... seewärtige Begrenzung der Binnenwasserstraßen und ... drei Seemeilen ... seewärts ...

... **markierten Binnenwasserstraßen und Seewasserstraßen**



Querschnittsverhältnis: Wasserstraße / Hauptspant $n = A / A_s$ (z.B. SeeSchStr Elbe)



Hydrodynamische Belastungen

$$E_{GES} = E_{KIN} + E_{POT}$$

- Schiffserzeugte Verdrängungs- und Schwellströmung (BERNOULLI-Strömung)

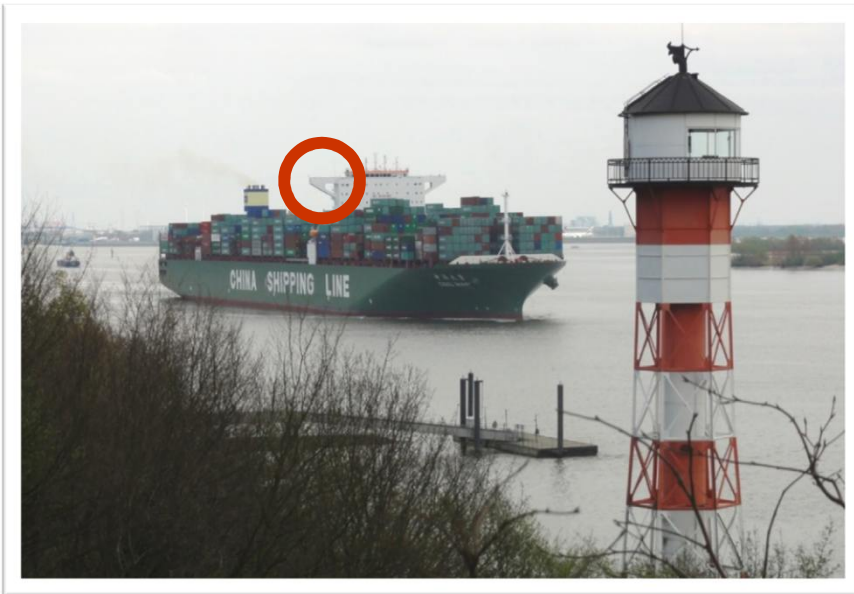
Auswirkung Größenentwicklung: Zunahme $v_R = f(n, w_B, \dots, v_S = \text{konstant})$

Schadensvermeidung: u.a. Reduzierung v_S

- Langperiodische Schiffswellen: Bugstau-Absunk-Primärwelle (Primärwellensystem)

Auswirkung Größenentwicklung: Abnahme $h = \text{Zunahme } z_A = f(n, w_B, \dots, v_S = \text{konstant})$

Schadensvermeidung: u.a. Reduzierung v_S



Film u. Foto: BAW

Schiffshydrodynamik

$$E_{GES} = E_{KIN} + E_{POT}$$

- **Squat / Trimm: Absenkung des fahrenden Schiffs mit seinem Primärwellensystem**
(nach Schneekluth, 1988)
- **Bank-Effekt: Einseitige schiffserzeugte Strömungserhöhung bei außermittiger Fahrt**
(vgl.: Tragflügeleffekt)
- **Schiff-Schiff-Interaktion: Überlagerung von schiffserzeugten Strömungs- und Wellenfeldern bei Begegnungs- und Überholvorgängen**

Auswirkung Größenentwicklung: Zunahme $S = f(z_A, n, \dots, v_S = \text{konstant})$

Auswirkung Größenentwicklung: Zunahme $v_R = f(w_B, n_T, \dots, v_S = \text{konstant})$

Auswirkung Größenentwicklung: Zunahme v_R u. $z_A = f(w_P, w_B, n, \dots, v_S = \text{konstant})$



FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST)

Besteht ein signifikanter Einfluss von Passagen tiefgangsrelevanter Schiffe auf die Sedimentdynamik in Seeschiffahrtsstraßen ?

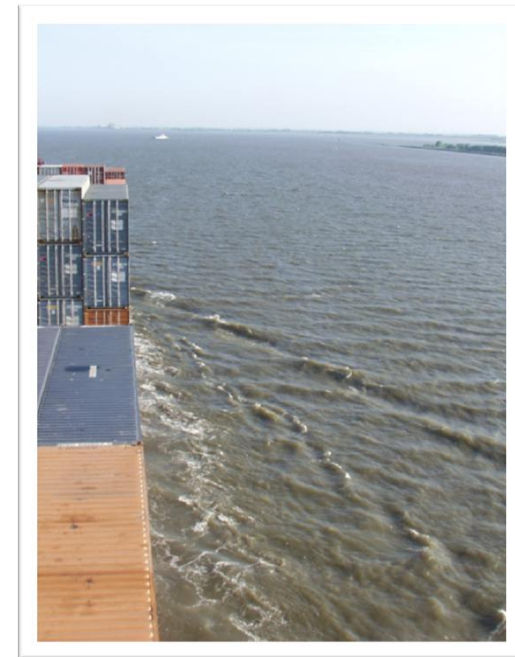
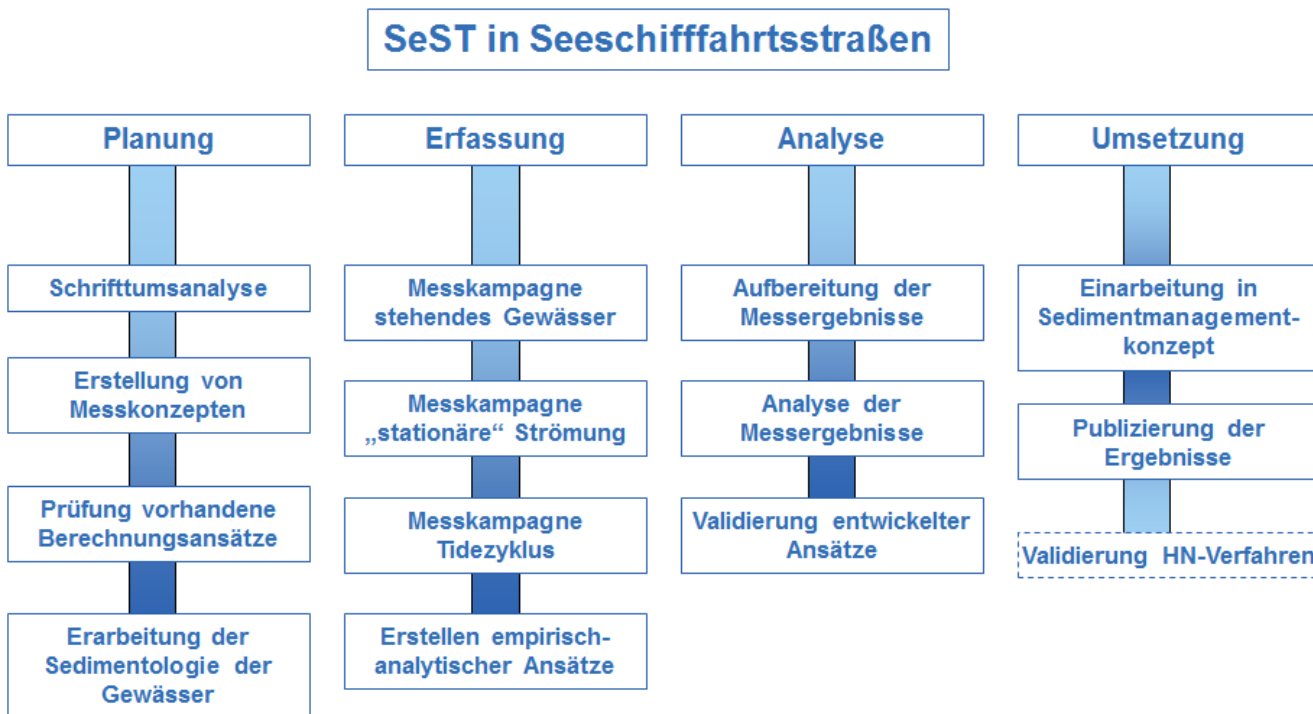


Foto: BAW

Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST)

„Modellvorstellungen“

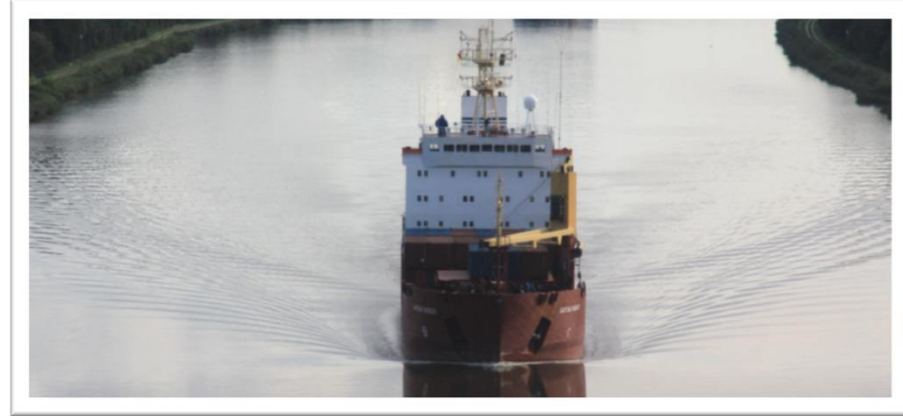
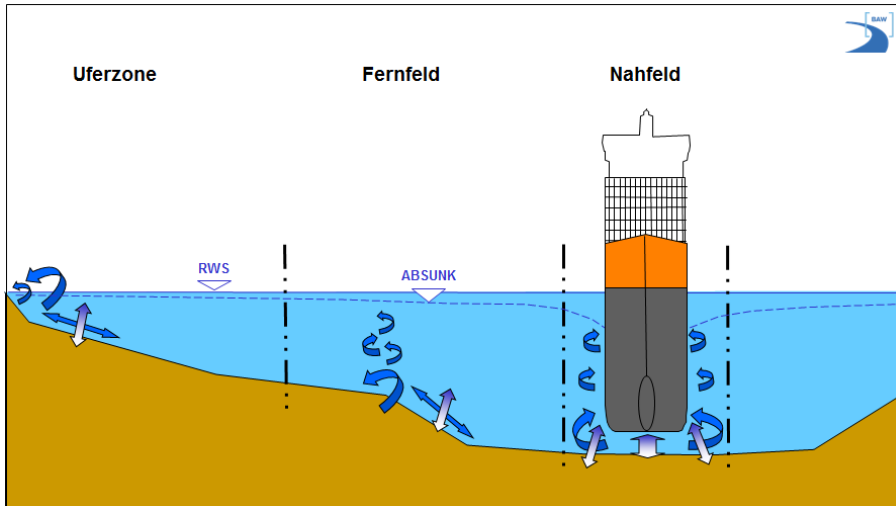


Foto: BAW

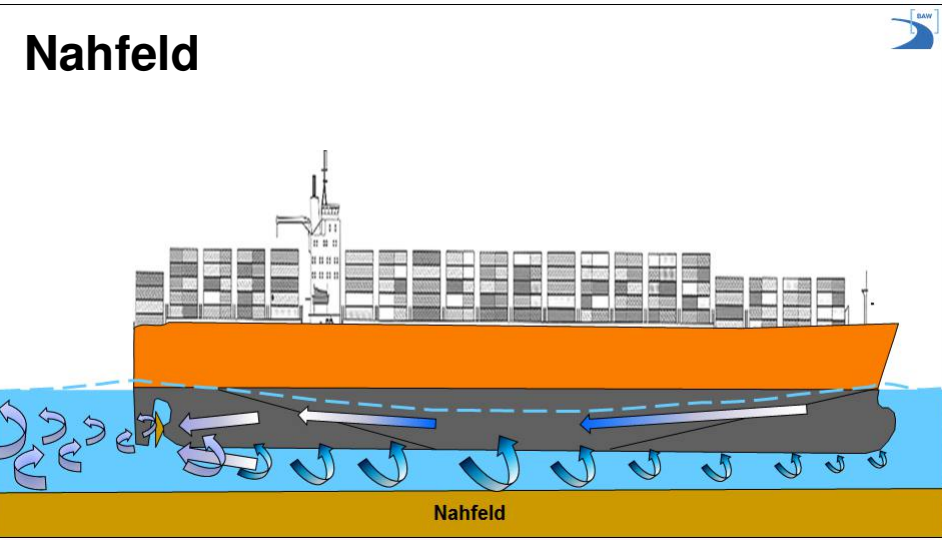


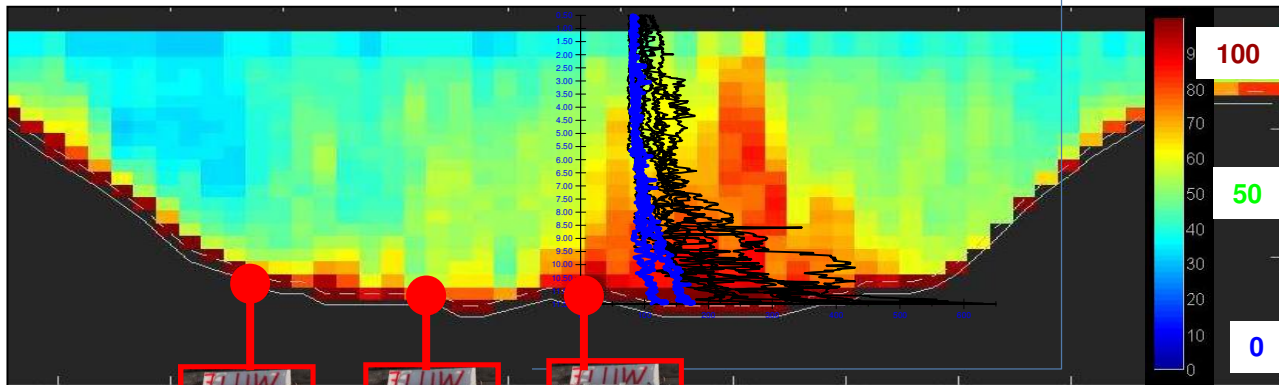
Foto: BAW

FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST)

Besteht ein signifikanter Einfluss von Passagen tiefgangsrelevanter Schiffe auf die Sedimentdynamik in Seeschiffahrtsstraßen ?



FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST) - NOK



3 x CTD + Trübung + Strömung

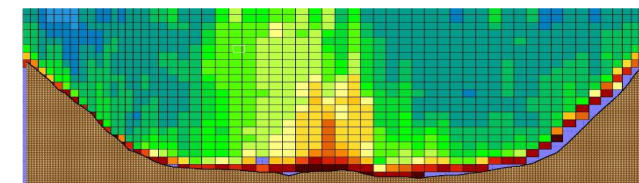
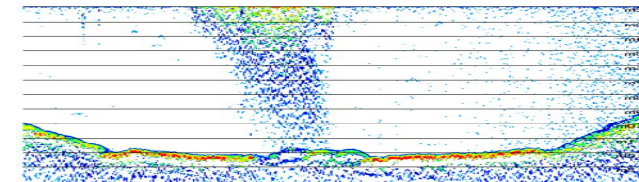
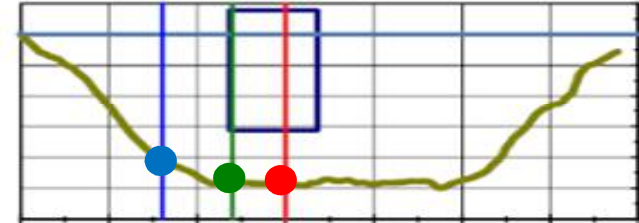
KONZIELLA, B., BÖDER, V. †, PROKOPH, A., SAUER A., (2012):
Neue Verfahren zur Erfassung von schiffserzeugtem Sedimenttransport in NOK und Elbe,
Geoinformation für die Küstenzone, Band 4, Hrsg: Traub, K., Kohlus, J., Lüllwitz, T.

KONZIELLA, B., BÖDER, V. †, PROKOPH, A., SAUER A., (2012):
Forschung und Entwicklung zum schiffserzeugten Sedimenttransport (SeST) im NOK und in der Elbe
Bundesanstalt für Gewässerkunde
Veranstaltungen 5/2013

FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST) - NOK

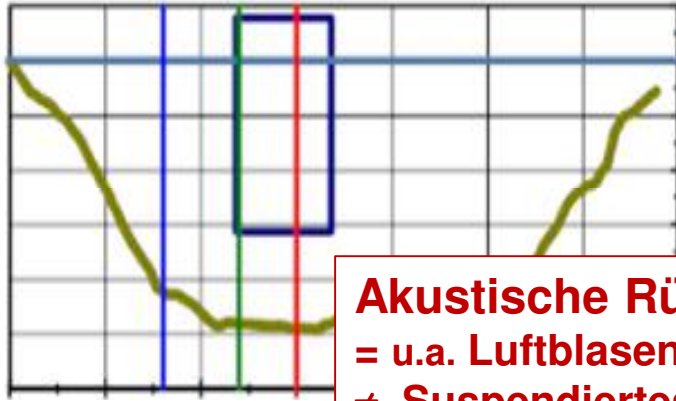
Zahlen zur Messkampagne NOK2012

- **Stationäre Messungen vom 17.09. – 25.09.2012**
 - 506 Schiffspassagen (Konvoi- u. Einzelereignisse)
 - 103 Einzelereignisse (± 10 Minuten; ca. 20 %)
- **Schiffsgestützte Messungen vom 18.09. – 20.09.2012**
 - 79 Schiffspassagen
 - 161 Fierprofile (CTD + SSC)
 - 175 SES-Querprofile (Akustische Signatur)
 - 523 ADCP PDT SSC-Querprofile (SSC + v)



FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST) - NOK

Einzelereignis - Querprofilmessung



Akustische Rückstreusignale
= u.a. Luftblasen, akustische Störungen
≠ Suspendiertes Material

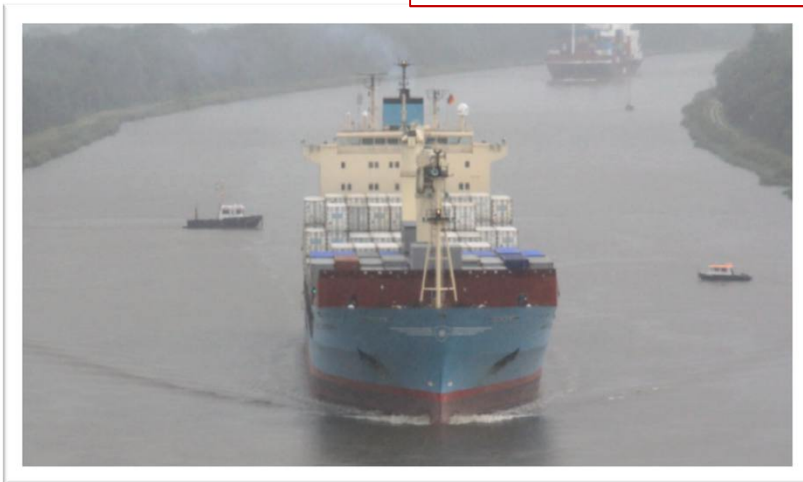
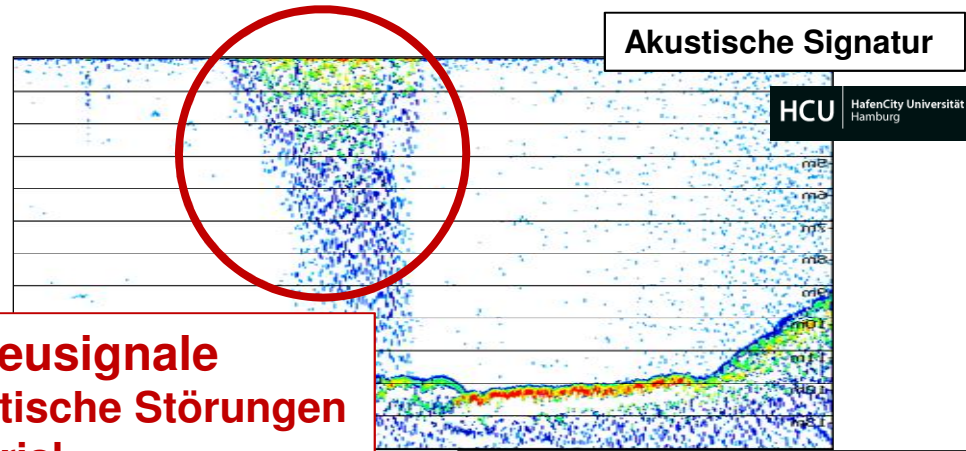
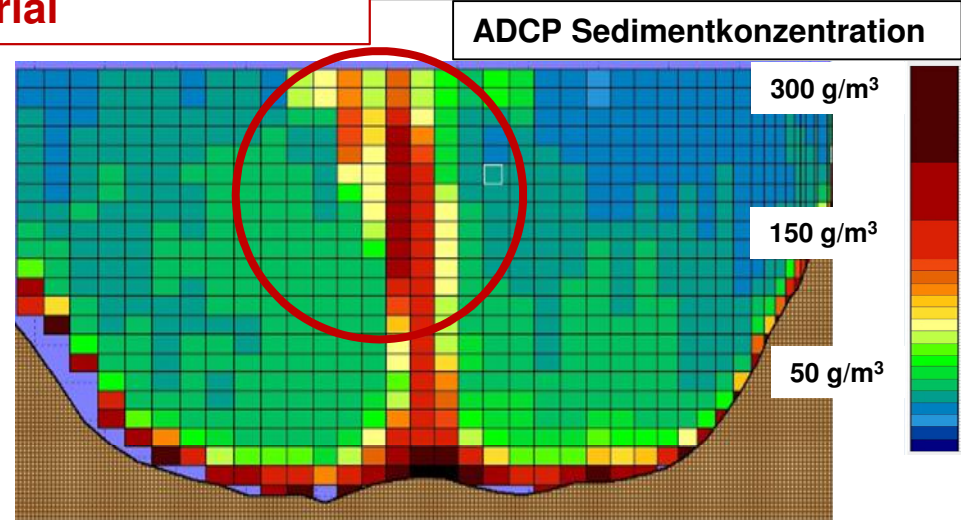
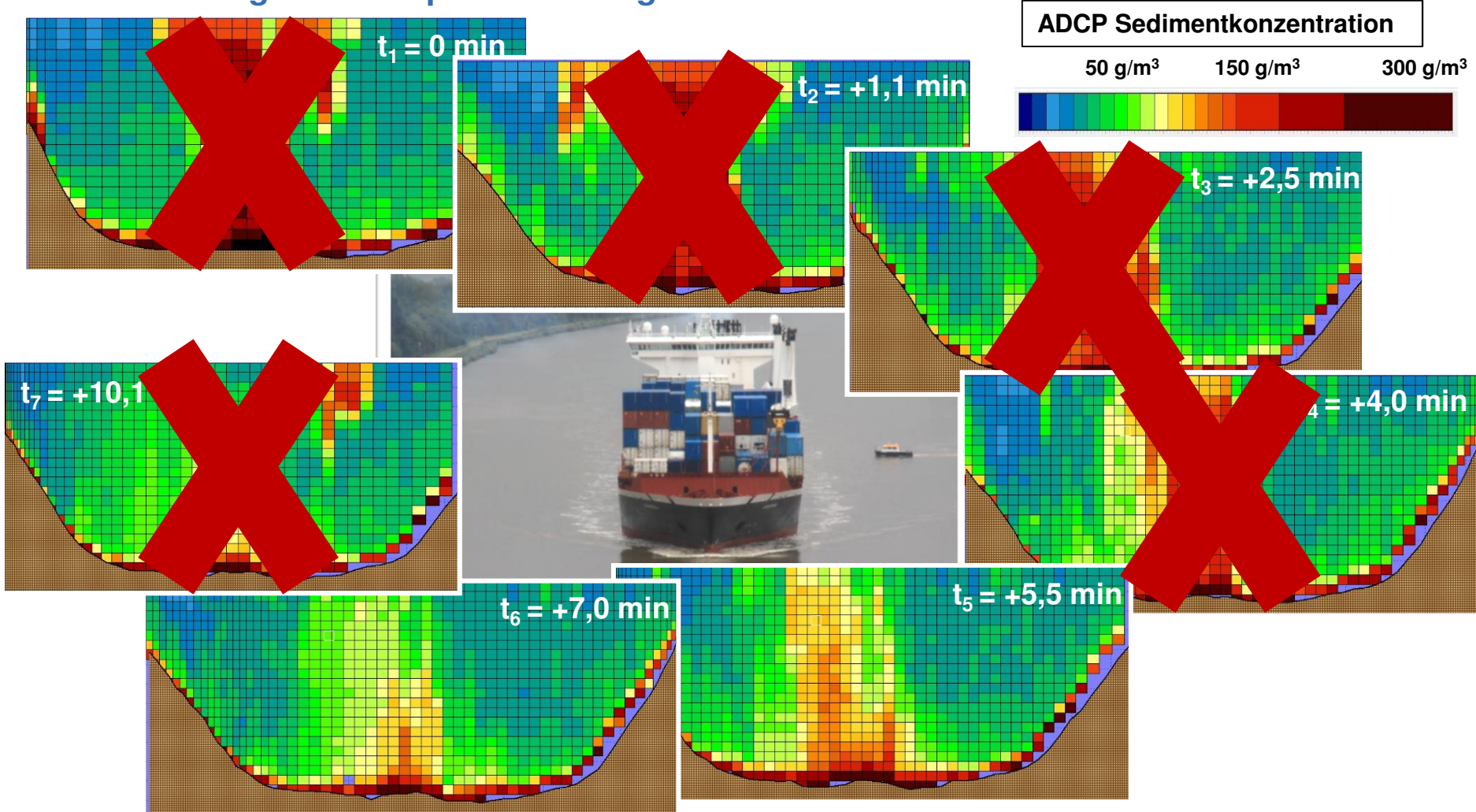


Foto: BAW



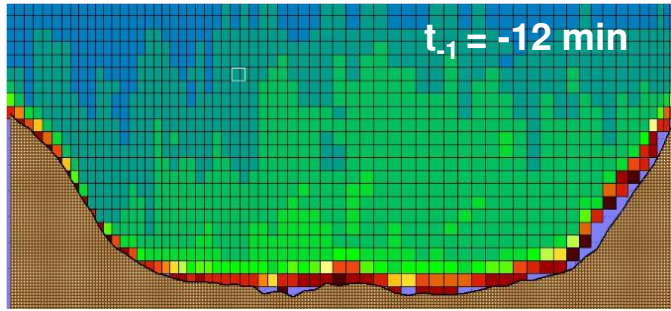
FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST) - NOK

Einzelereignis - Querprofilmessung

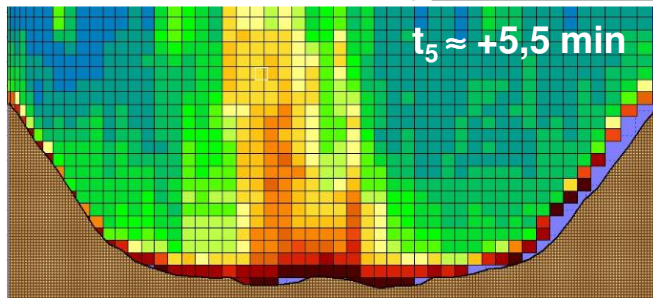


FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST) - NOK

Einzelereignis - Querprofilmessung

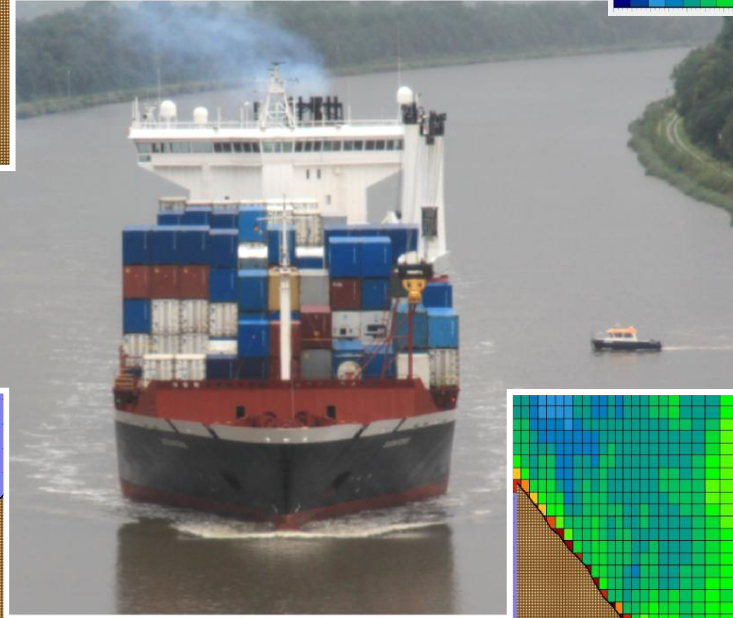


$SSC_{\text{MITT}} = 49 \text{ g/m}^3$



$SSC_{\text{MITT}} = 70 \text{ g/m}^3$
 $SSC_{\text{MITT,S}} = +21 \text{ g/m}^3$

SeSS = +28 kg/lfm NOK



$SSC_{\text{MITT}} = 64 \text{ g/m}^3$
 $SSC_{\text{MITT,S}} = +15 \text{ g/m}^3$

SeSS = +20 kg/lfm NOK

FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST) - NOK

Einzelereignis – Punktmessung CS

Länge: 155 m
 Breite: 25 m
 Tiefgang: 7.8 m
 SOG: 8.5 kn; 15.7 km/h
 Grundströmung: 0.04 m/s
 Passierabstand: 59.1 m

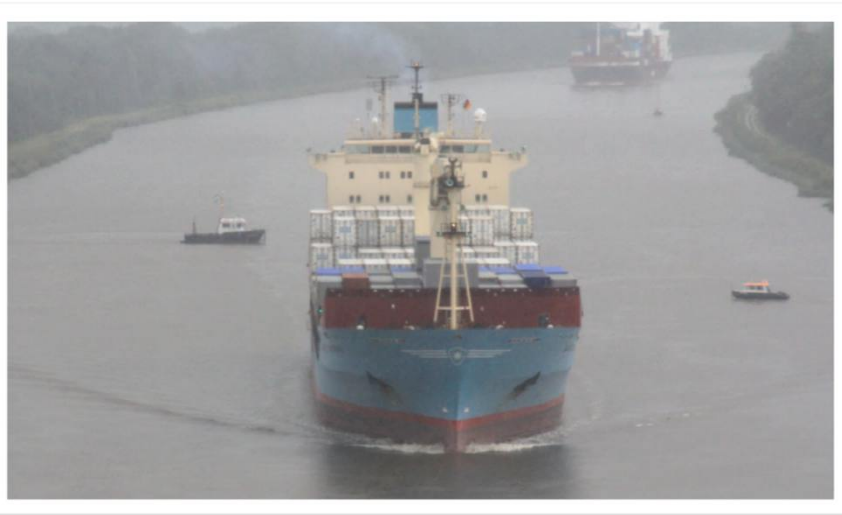
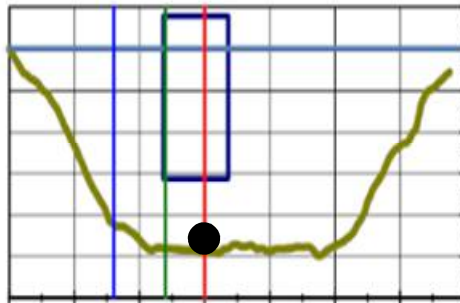
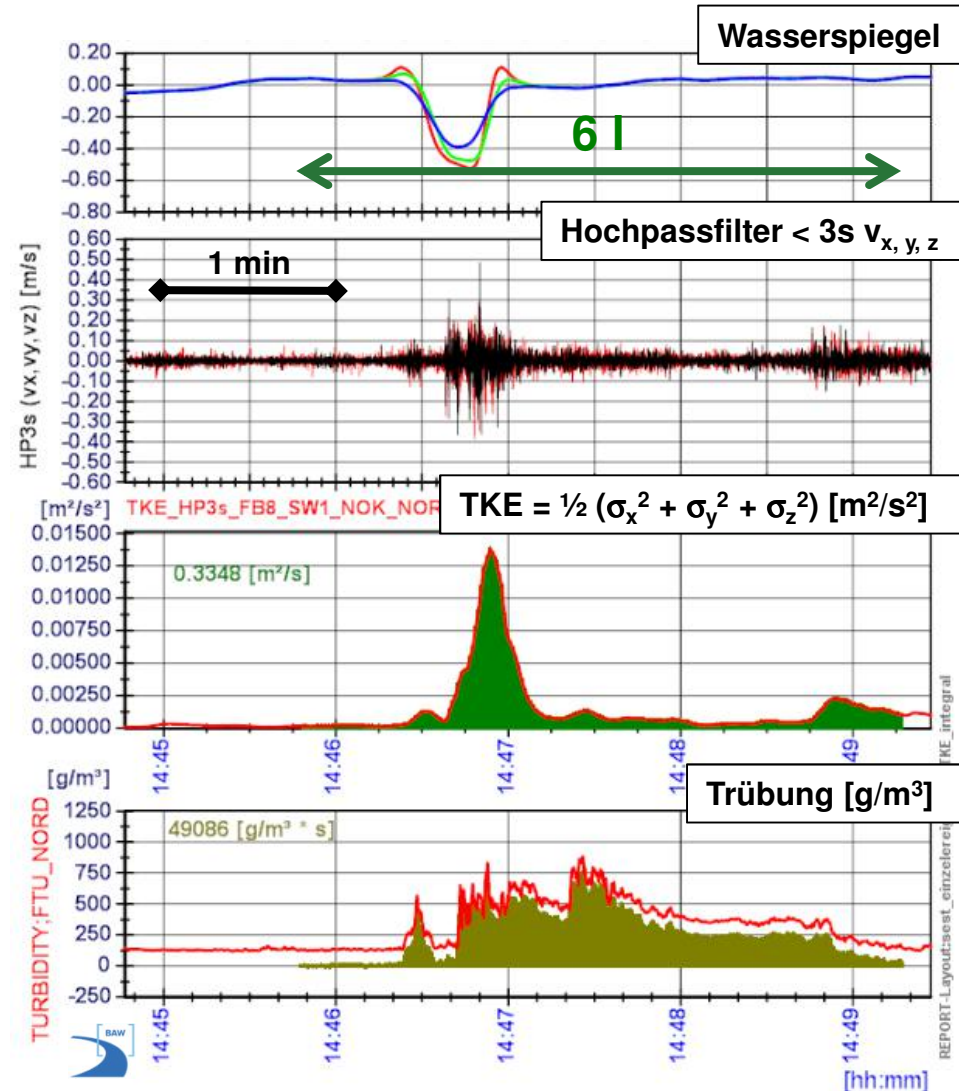


Foto: BAW



FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST) - NOK

Einzelereignis – Punktmessung MG

Länge: 185 m
 Breite: 28 m
 Tiefgang: 7.4 m
 SOG: 7.9 kn; 14.6 km/h
 Grundströmung: 0.01 m/s
 Passierabstand: 47.3 m

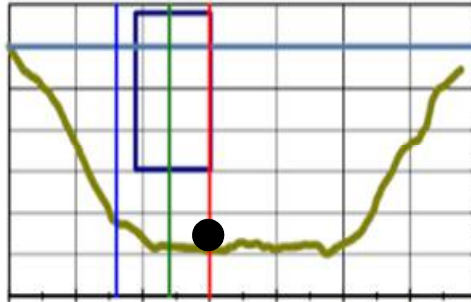
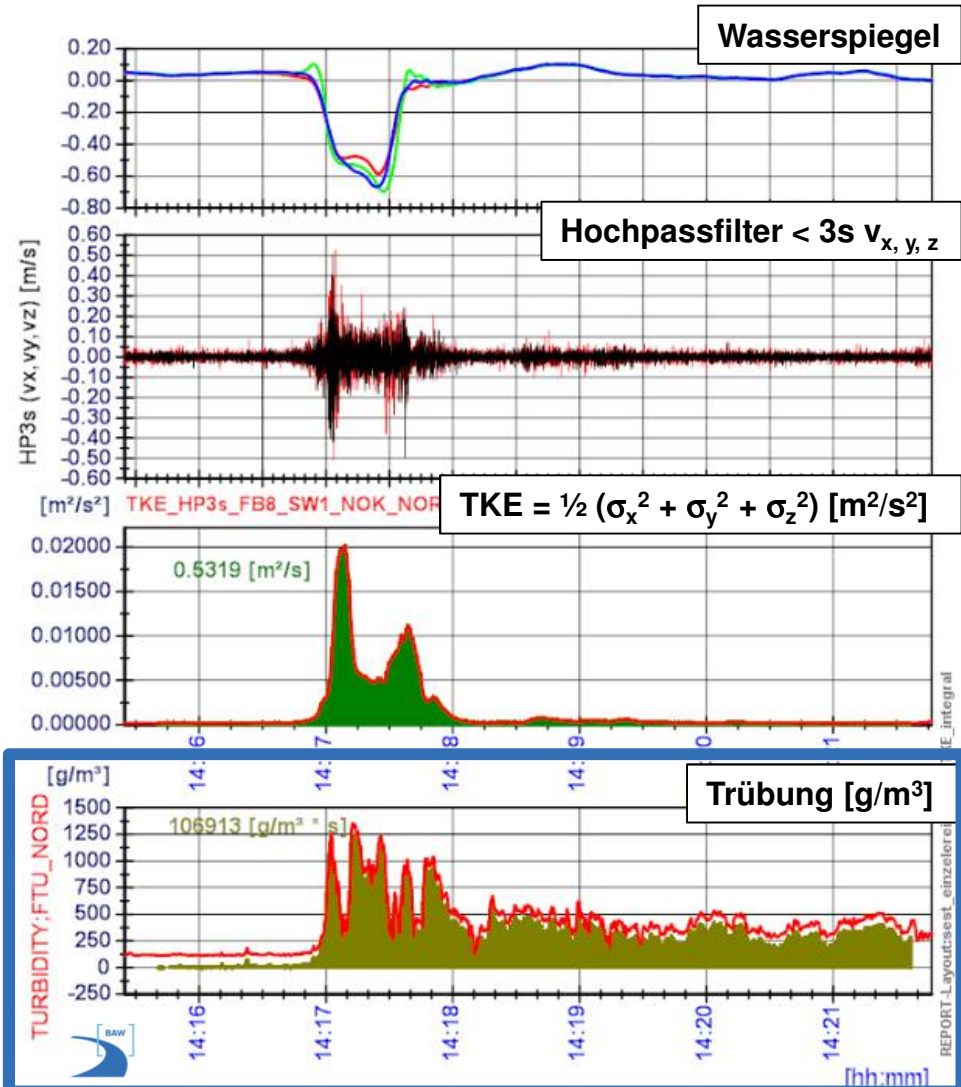
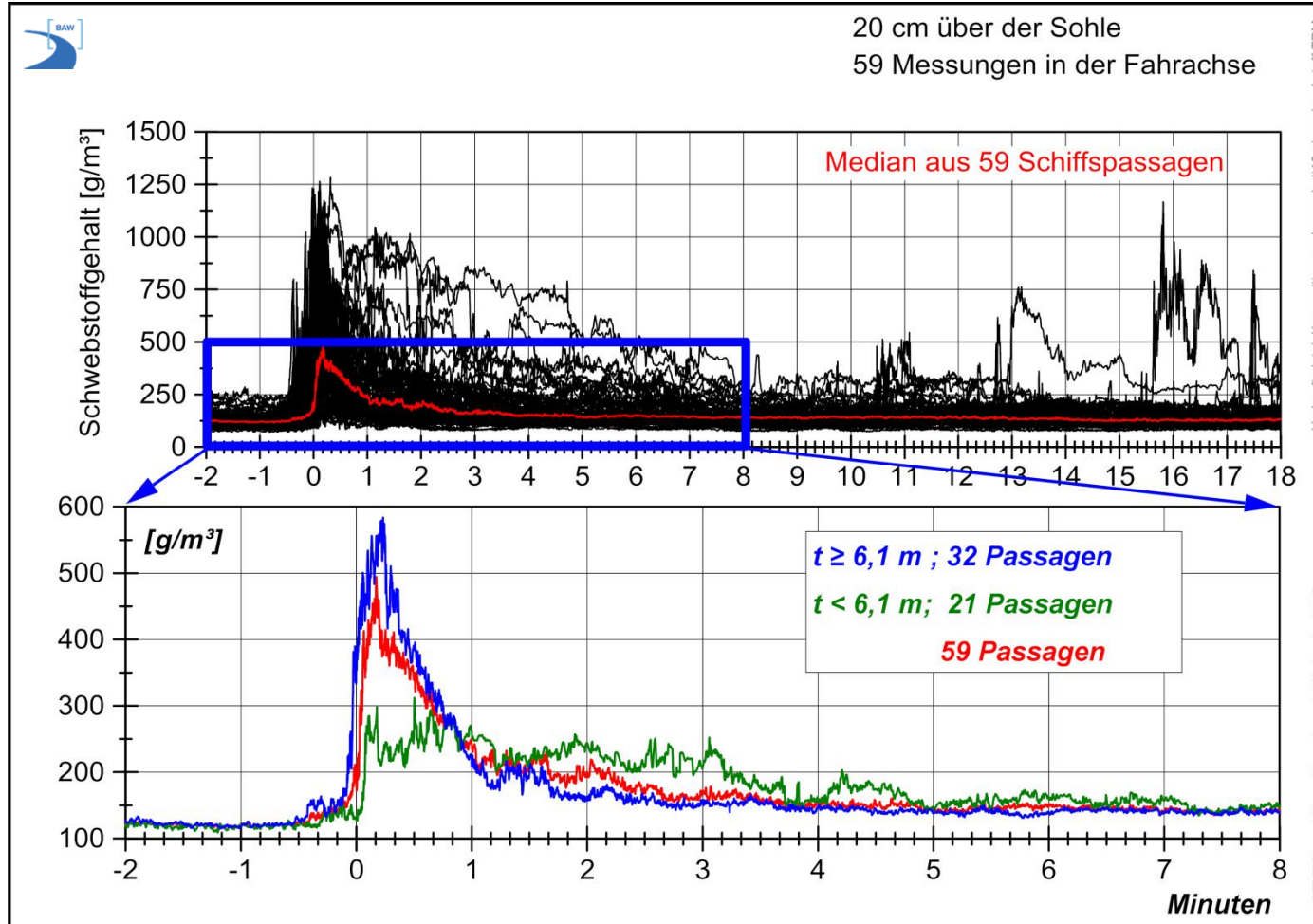


Foto: BAW



FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport (SeST) - NOK

Klassifizierung Trübung – Punktmessung

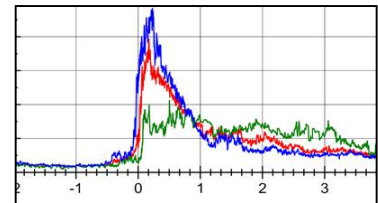
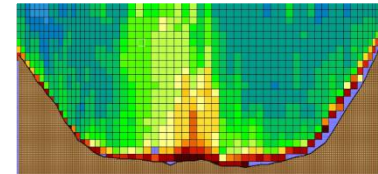


Auswirkungen Schiffsgrößenentwicklung:

- **Entscheidende Parameter der Strömungs- und Wellenbelastung**
 - **Querschnittsverhältnis n** (u.a. ... Schiffsbreite b ...)
 - **Uferabstand w_B**
 - **Schiffsgeschwindigkeit v_S**
- **Entscheidende Parameter der Schiffsdynamik** (z.B. Squat, Bank-Effekt, Schiff/Schiff)
 - **Querschnittsverhältnis n ; Uferabstand w_B , Passierabstand w_P**
 - **Schiffsgeschwindigkeit v_S**
- ✓ **Steuerungsparameter: Schiffsgeschwindigkeit v_S**



- **FuE Schiffserzeugter Sedimenttransport:**
 - **Abhängigkeit vom Energieeintrag** (... wie erwartet ... n , v_S , ...)
 - **Grenzen bei akustischen Messverfahren**
- ✓ **Analyse punktueller Messverfahren ...**
- ✓ **Horizontale/vertikale Verteilung durch akustische Messverfahren !**



Dank an die beteiligten Projektpartner:

- WSA Brunsbüttel / ABz. Hochdonn
- HafenCityUniversität Hamburg
- Aqua Vision BV, NL
- Team BAW

