

**GRENZEN DER GESCHWINDIGKEITZUNAHME INFOLGE  
HYDRODYNAMISCHER BELASTUNGEN AUF SOHLE UND  
DECKWERK**

***LIMITATIONS FOR SHIP SPEED DUE TO FORCES ON BOTTOM  
AND EMBANKMENTS***

von / by

Tobias LINKE

Jens SCHEFFERMANN

Claus ZIMMERMANN



Universität Hannover  
**Franzius-Institut**  
für Wasserbau und Küsteningenieurwesen



## Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen auf Sohle und Deckwerk

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann



Universität Hannover  
**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

Einleitung

Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002  
Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

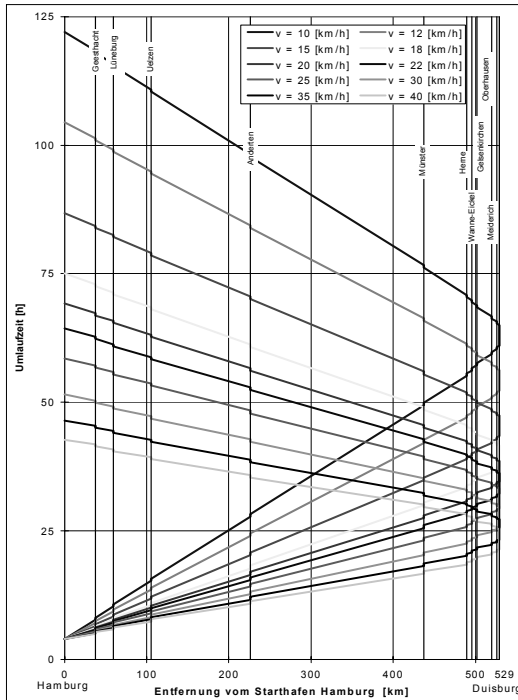


Wasserstraßensystem in  
Deutschland (BMVBW, 1993)

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann



Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

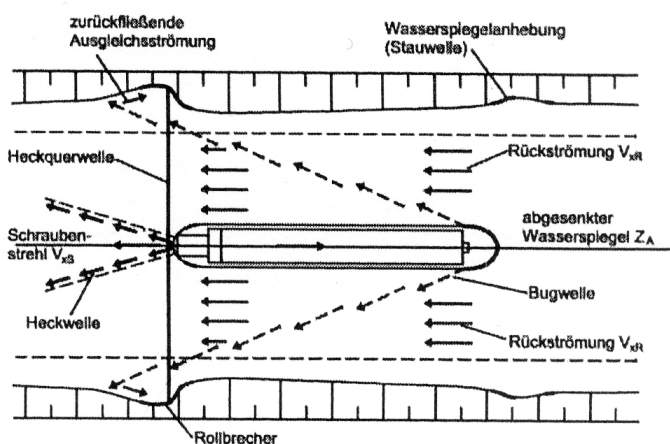


Umlaufzeiten für die Relation Hamburg - Duisburg bei freier Fahrt des Schiffes in Abhängigkeit von der Schiffsgeschwindigkeit

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann



Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

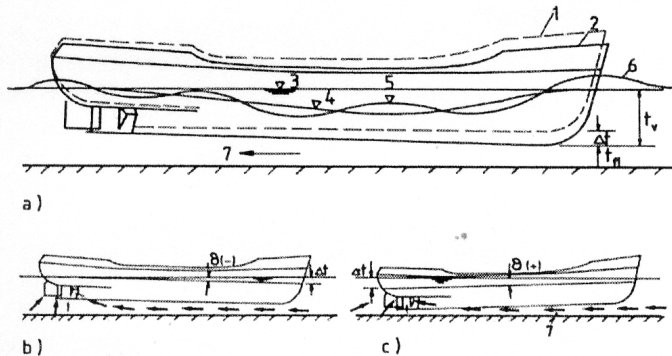


Hydrodynamische Belastungen infolge Schiffsfahrt (MAR, 1993)

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann



**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...



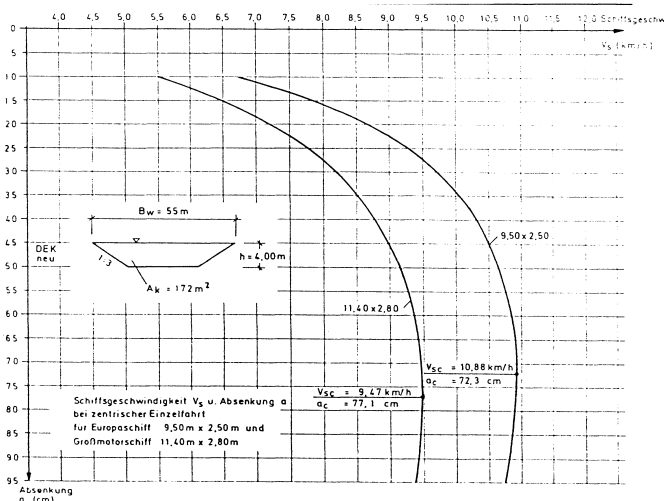
(a) Absenkung und Schiffswellen (1 Schiff in Ruhe, 2 Schiff in Fahrt, 3 Ruhewasserspiegel, 4 abgesenkter Wasserspiegel (Primärwelle), 5 überlagerte Sekundärwelle, 6 Bugstau, 7 Rückströmung,  $\Delta t$  dynamische Einsinktiefe (Squat),  $t_0$  Flotwasser,  $t$ , Tauchtiefe); (b)  $\delta(-)$  Trimmwinkel (buglastig); (c)  $\delta(+)$  Trimmwinkel (hecklastig)

Squat und Trimmung eines Schiffes infolge Schiffsfahrt (Kuhn, 1985)

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann



**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...



Squat eines Schiffes bei zentrischer Einzelfahrt in einem Trapezprofil in Abhängigkeit von der Schiffsgeschwindigkeit bei variierenden Schiffstypen

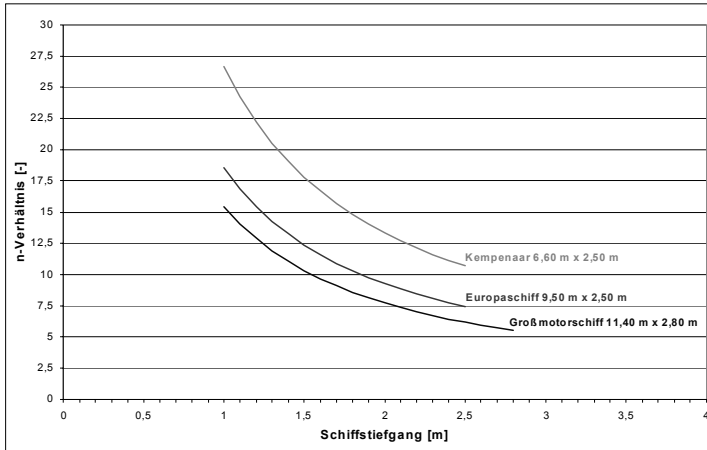
Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann



Universität Hannover  
**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

## Konventionelle Schiffe

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...



Versperrungskoeffizient (n-Verhältnis) in einem Trapezprofil in Abhängigkeit vom Schiffstiefgang bei variierenden Schiffstypen

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann



Universität Hannover  
**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

## Schnellere Schiffe

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...



- Monohull
- Trapezprofil
- zentrische Einzelfahrt
- H/T = 1,6
- $v_{\text{Schiff}} = 18 \text{ km/h}$

Wellenfeld um den Bug eines Schiffes

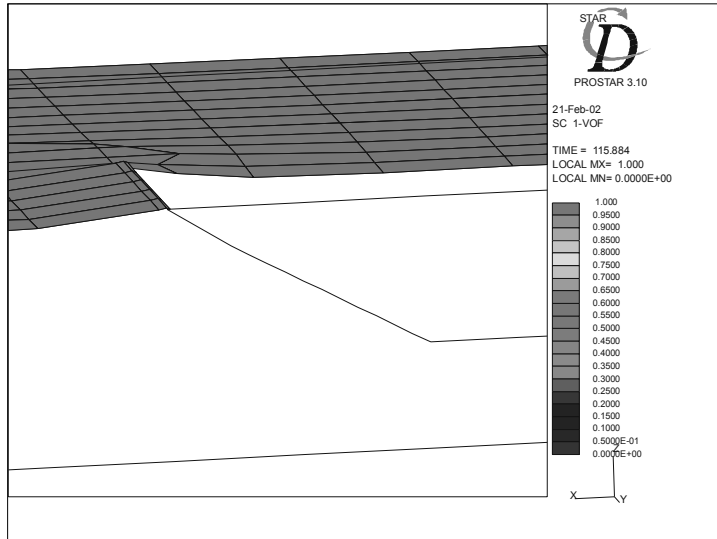
## Wellen (Modelluntersuchungen)

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

Universität Hannover  
**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

## Schnellere Schiffe



- Monohull
- Trapezprofil
- zentrische Einzelfahrt
- $H/T = 1,6$
- $v_{\text{Schiff}} = 18 \text{ km/h}$

Wellenfeld um den Bug eines Schiffes

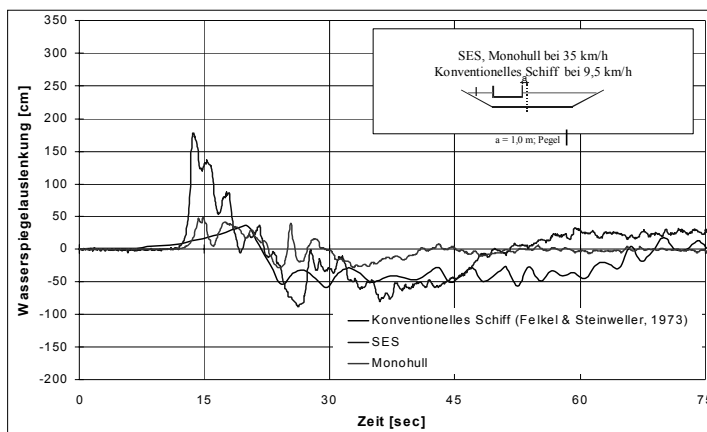
## Wellen (Simulationen)

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

Universität Hannover  
**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

## Schnellere Schiffe



- Trapezprofil
- exzentrische Einzelfahrt
- $H/T = 1,6$

Vergleich der durch Konventionelle und Schnellere Schiffe hervorgerufenen ufernahen Wasserspiegelauslenkungen

## Wellen

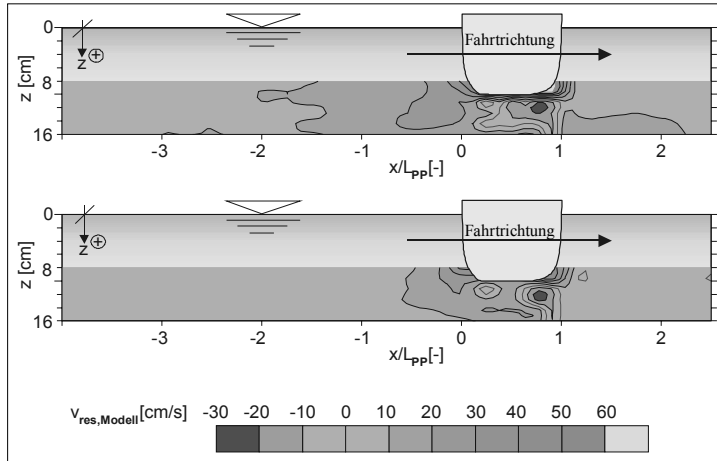
Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

Universität Hannover

**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

**Schnellere Schiffe**



- Monohull
- Trapezprofil
- zentrische Einzelfahrt
- $H/T = 1,6$
- $v_{\text{Schiff}} = 18 \text{ km/h}$  (oben)
- $v_{\text{Schiff}} = 12 \text{ km/h}$  (unten)

Strömungsfeld (Vertikalschnitt durch die Symmetrieachse des Schiffes) um ein Schiff

**Strömungen (Modelluntersuchungen)**

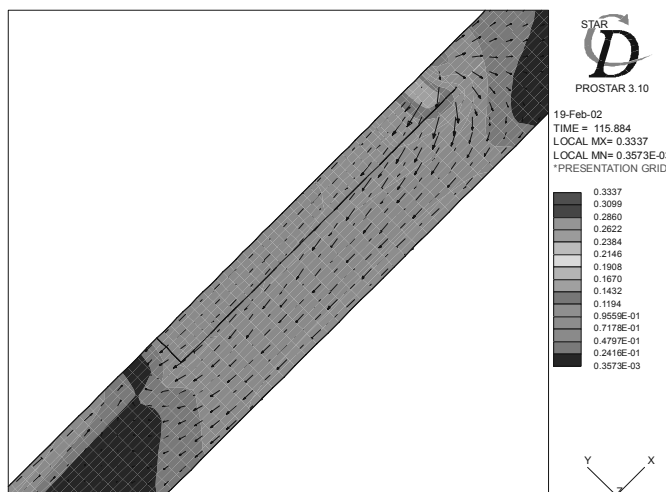
Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

Universität Hannover

**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

**Schnellere Schiffe**



- Monohull
- Trapezprofil
- zentrische Einzelfahrt
- $H/T = 1,6$
- $v_{\text{Schiff}} = 18 \text{ km/h}$

Strömungsfeld (Horizontalschnitt auf Höhe des Schiffsbodens) um ein Schiff

**Strömungen (Simulationen)**

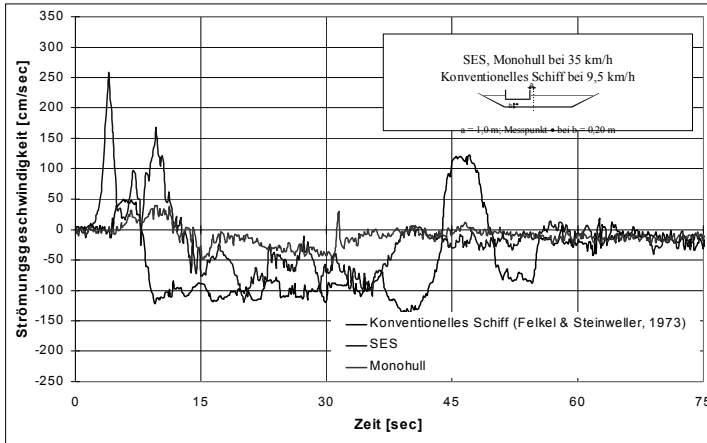
Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

Universität Hannover

**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

### Schnellere Schiffe



- Trapezprofil
- exzentrische Einzelfahrt
- $H/T = 1,6$

Vergleich der durch Konventionelle und Schnellere Schiffe hervorgerufenen sohnahen Strömungsgeschwindigkeiten

### Strömungen

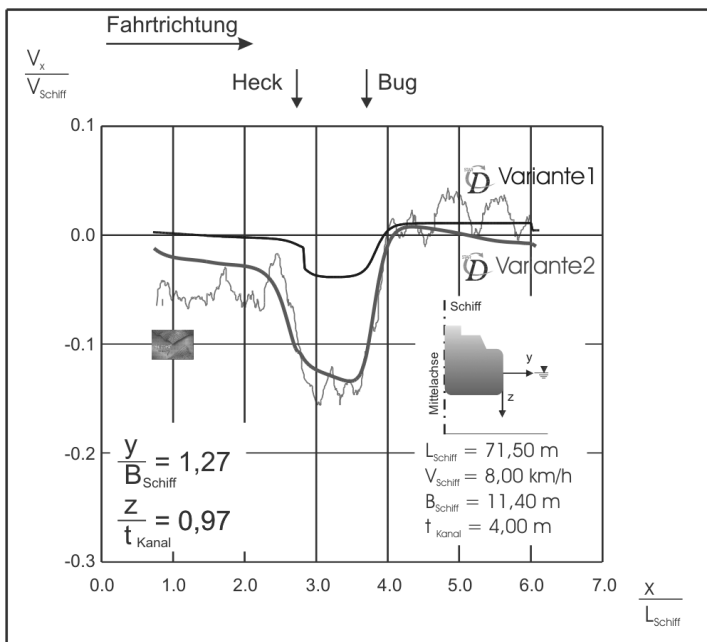
Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

Universität Hannover

**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

### Schnellere Schiffe



- Monohull
- Trapezprofil
- zentrische Einzelfahrt
- $H/T = 1,6$
- $v_{Schiff} = 18 \text{ km/h}$

Vergleich der Strömungsverläufe parallel zur Schiffsängsachse aus Simulation und Modelluntersuchung an einer ausgewählten Position neben einem Schiff (Variante 1: Vernachlässigung des Wellenfeldes; Variante 2: Berücksichtigung des Wellenfeldes)

### Strömungen

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann



**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

**Universität Hannover**  
**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

## Schnellere Schiffe

- Monohull
- Trapezprofil
- zentrische Einzelfahrt
- H/T = 1,6
- Ruderwinkel = 0 °
- Umdrehungszahl = 225 1/min

Vergleich der Strömungsverläufe aus Simulation und Modelluntersuchung an einer ausgewählten Position hinter einem Schiff

**Strömungen**

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann

**Internationaler Workshop NAVILOG 2002 am 26./27.03.2002**  
 Grenzen der Geschwindigkeitszunahme infolge hydrodynamischer Belastungen...

**Universität Hannover**  
**Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen**

Neokemp

## Zusammenfassung & Ausblick

Dipl.-Ing. T. Linke, Dipl.-Ing. J. Scheffermann, Prof. Dr.-Ing. C. Zimmermann