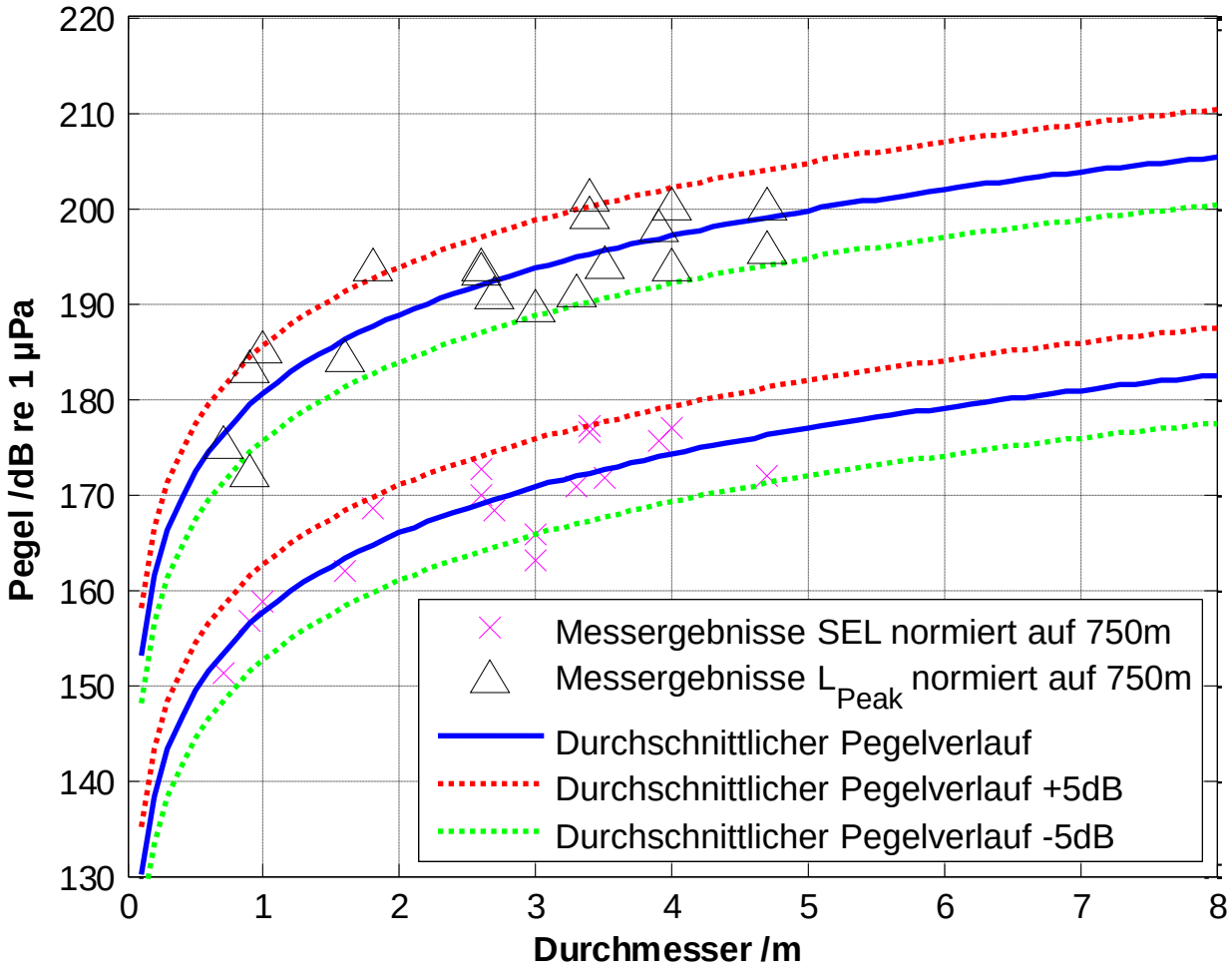
Die technische Entwicklung von Schallminderungstechnologien: Stand der Forschung (?)

Dr. Michael A. Bellmann

Itap – Institut für technische und angewandte Physik GmbH

1. Motivation (1/2)



1. Motivation (2/2)

- Praxis: je nach verwendeter Rammenergie und Pfahldurchmesser @ 750 m
  - Einzelereignispegel (SEL): über 180 dB
  - Spitzenpegel (L_{peak}): über 200 dB

- Vorsorgewerte (nach StUK3, AK Hydroschall) @750 m
  - Einzelereignispegel (SEL): 160 dB
  - Spitzenpegel (L_{peak}): 190 dB

- Ausgangslage: Überschreitungen von > 20 dB zu erwarten !

2. Offene Fragen

Stand der Forschung Schallminderungsmaßnahmen ?

Zukünftige Anforderungen für Schallschutzsysteme und „Regulierung“?

Stand der Technik in Sicht ?

3. Übersicht

Forschungsvorhaben

Bestehende Projekte

- UFOPlan (2006)
- Fino3(2006 -2009)
- alpha ventus (2008/2009)
- Baltic II (2011)
- Messmast Nordsee Ost (Flow Projekt) (2011)
- ESRa (2011)
- Borkum West II (2011-2012)
- OFT1 (BARD/Menck) (2011)
- …

Geplante Projekte

- BORA - OFT2 (2012)
- London Array (2012)
- ….

3. Übersicht

getestete Schallminderungsmaßnahmen

Schallminderungssystem	getestete Variationen
Rohr mit Schaumstoff	
Großer Blasenschleier (Big Bubble Curtain – BBC)	Schlauchkonfiguration, Luftmenge
Kleiner ungeführter Blasenschleier	Luftmenge
Kleiner geführter Blasenschleier (Little Bubble Curtain – LBC)	Luftmenge
Small Bubble Curtain (SBC)	Schlauchkonfiguration, Luftmenge
Feuerwehrschlauch Methode	Luftmenge
BeKa-Schale	Innenliegender Blasenschleier, Luftmenge
Noise Mitigation Screen	Innenliegender Blasenschleier, Luftmenge
Hydro Sound Damper (HSD)	Abstand und Material
Doppelter großer (halber) BBC	Abstand zueinander
…	

3. Übersicht

getestete Schallminderungsmaßnahmen

Schallminderungssystem	getestete Variationen
Rohr mit Schaumstoff	
Großer Blasenschleier (Big Bubble Curtain – BBC)	Schlauchkonfiguration, Luftmenge
Kleiner ungeführter Blasenschleier	Luftmenge
Kleiner geführter Blasenschleier (Little Bubble Curtain – LBC)	Luftmenge
Small Bubble Curtain (SBC)	Schlauchkonfiguration, Luftmenge
Feuerwehrschlauch Methode	Luftmenge
BeKa-Schale	Innenliegender Blasenschleier, Luftmenge
Noise Mitigation Screen	Innenliegender Blasenschleier, Luftmenge
Hydro Sound Damper (HSD)	Abstand und Material
Doppelter großer (halber) BBC	Luftmenge, Abstand zueinander
…	

4. Auswertung
Überblick

- Einfluss des Abstandes auf Rammschall - SEL(Zeit, Abstand)
- Allg. Einfluss eines Schallminderungssystems
- Aktuelle Ergebnisse vom Big Bubble Curtain (BW II)
  - Einfluss der Schlauchkonfiguration
  - Einfluss der verwendeten Luftmenge
  - Doppelter halber Blasenschleier (vorläufige Ergebnisse)

- Überblick über verschiedene Schallminderungsmaßnahmen

4. Auswertung

Big Bubble Curtain (BW II)

Schallminderungssystem:

- Großer Blasenschleier im normalen Errichterprozess

Durchführung:

- Messungen an mehr als 30 Fundamenten (à 3 Piles)
- Messungen mit / ohne Schallschutzmaßnahme
- Variation von Luftmenge; Schlauchkonfigurationen

Stand der Auswertungen:

- Auswertungen von 30 Fundamenten
  (vorläufige Endergebnisse)

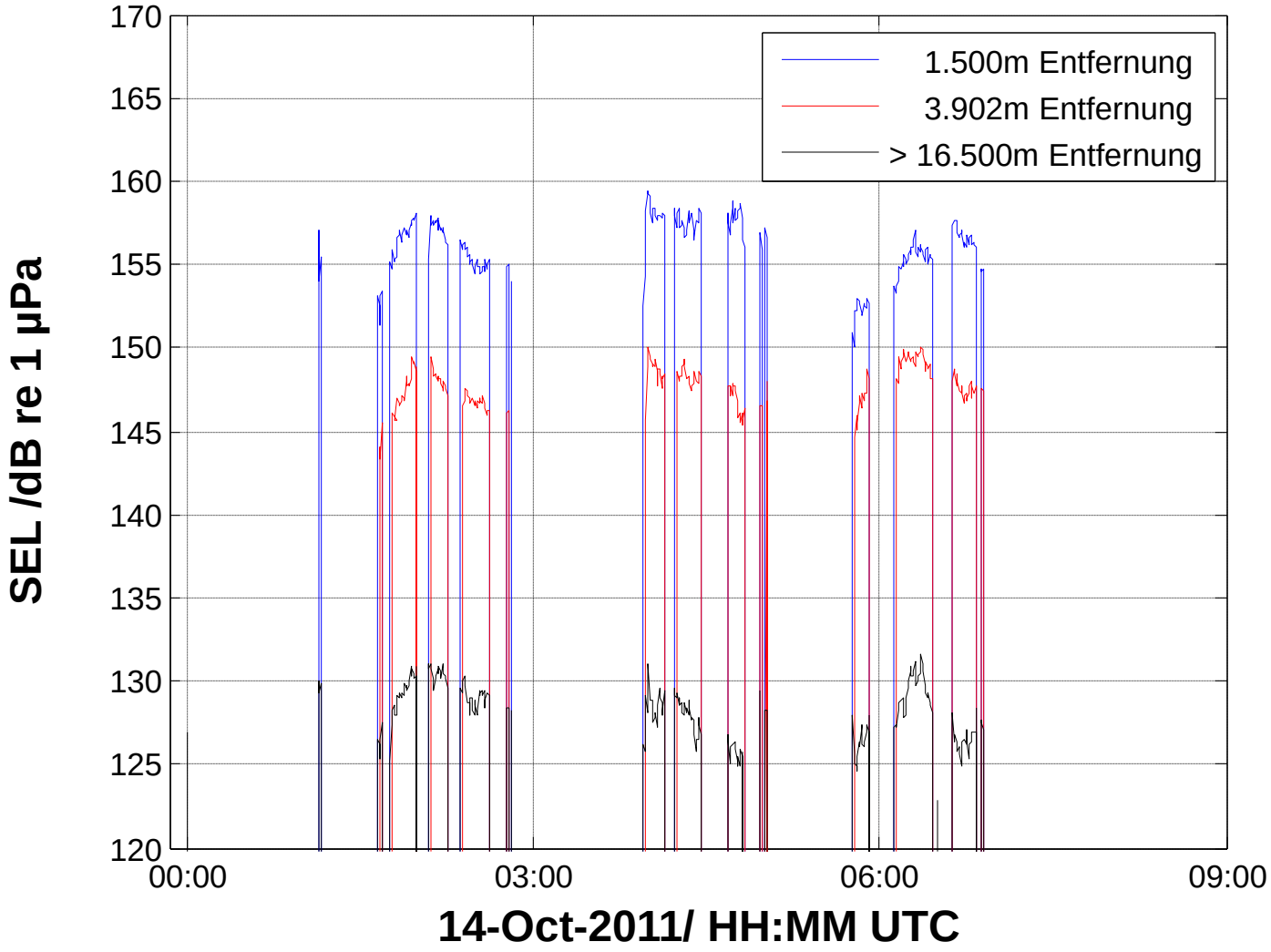
Homepage Forschungsvorhaben Borkum West II: www.hydroschall.de

4. Auswertung

Big Bubble Curtain (BW II)

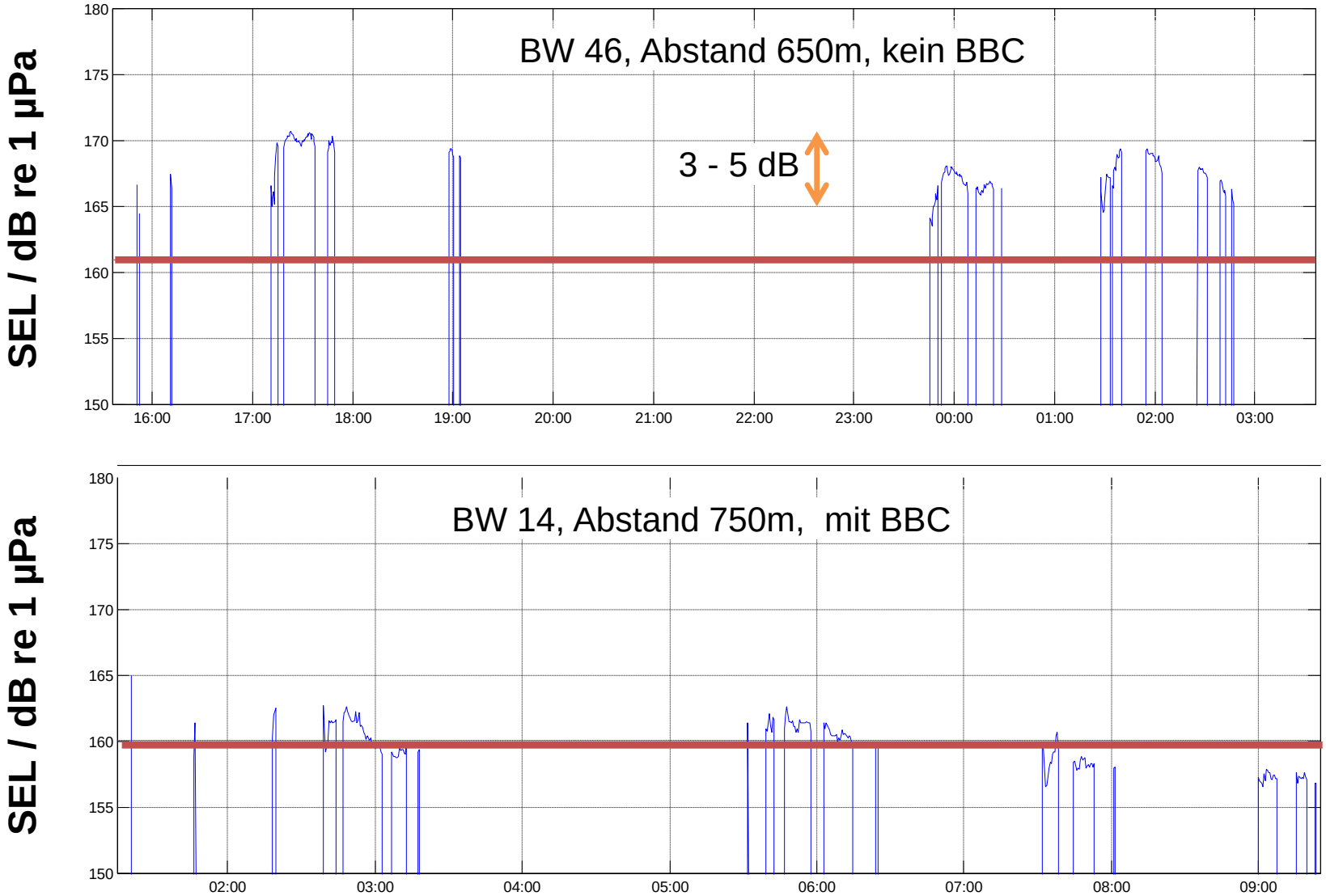
4. Auswertung

SEL (Zeit, Abstand)



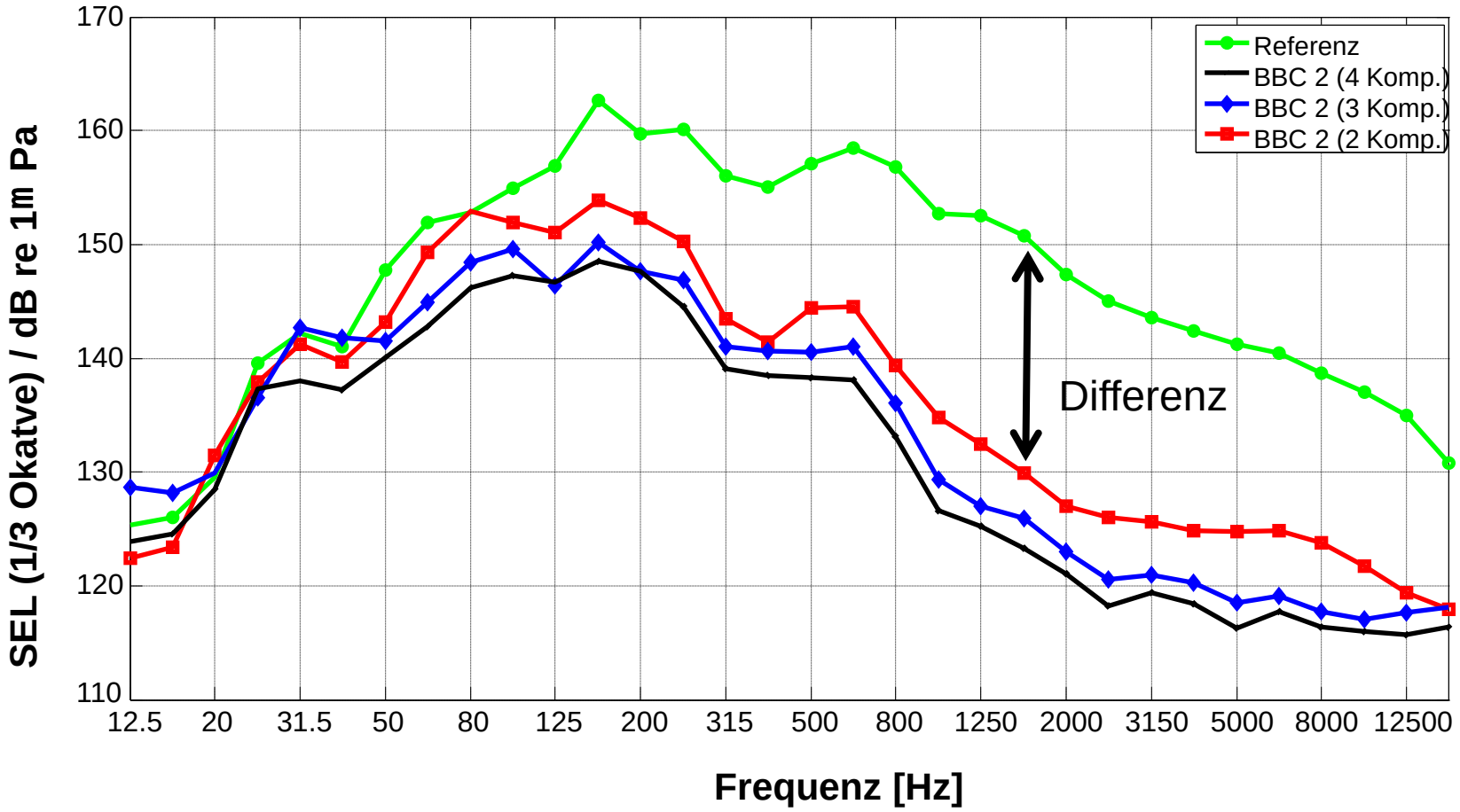
4. Auswertung

SEL(Zeit, Schallminderung)



4. Auswertung

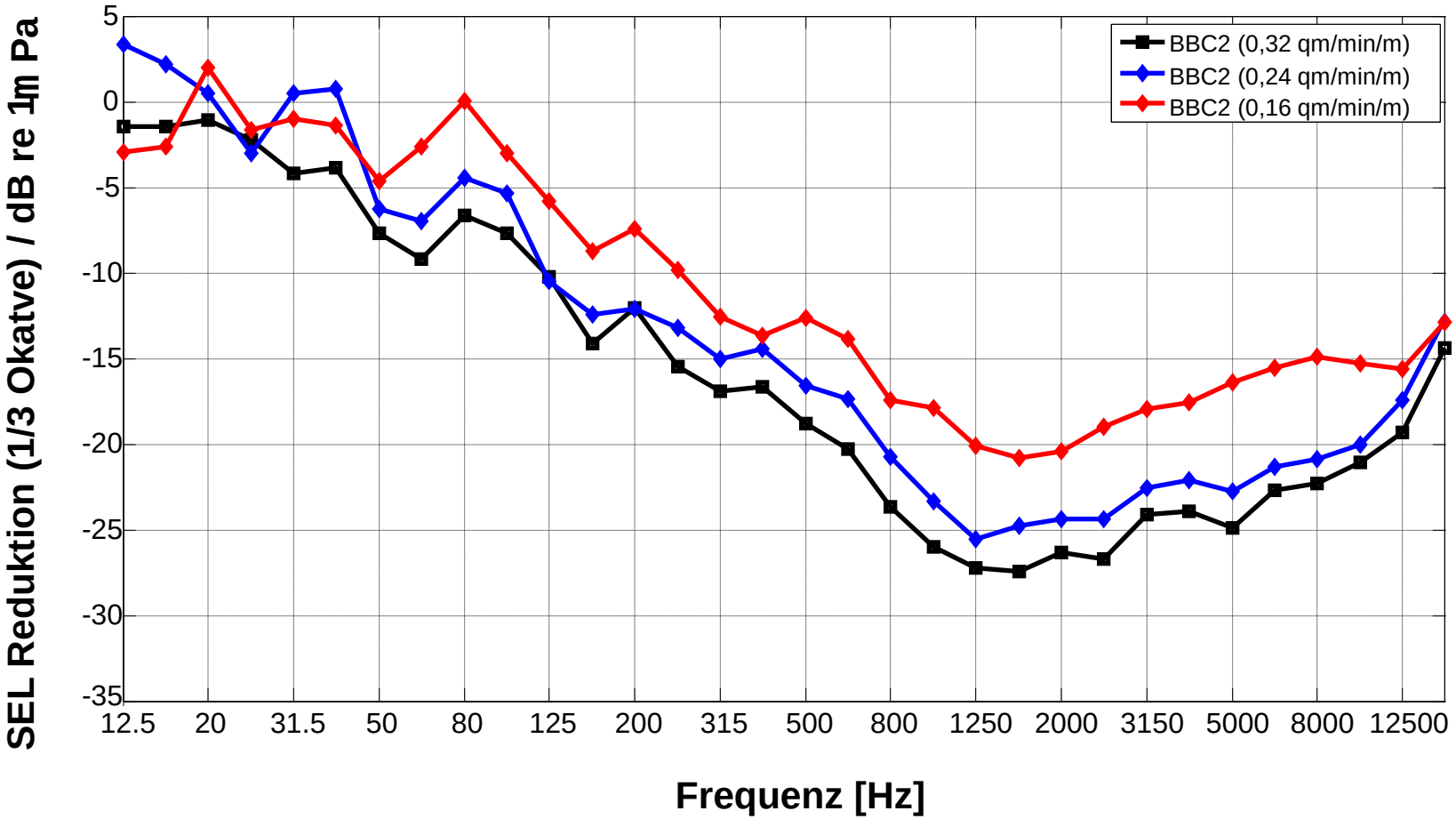
Einfluss der Luftmenge (1/2)



Quelle: Borkum West II

4. Auswertung

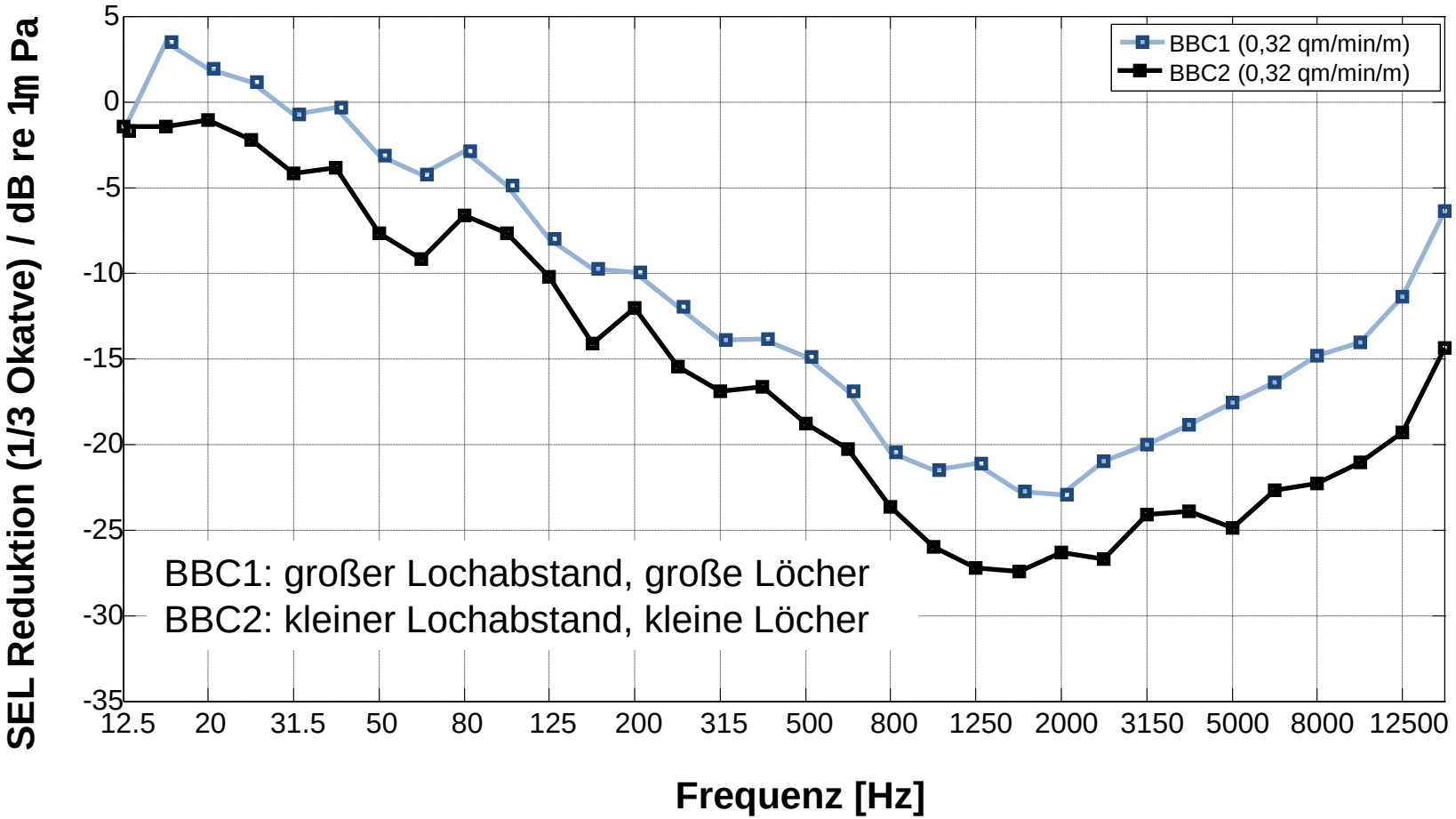
Einfluss der Luftmenge (2/2)



Quelle: Borkum West II

4. Auswertung

Einfluss der Schlauchkonfiguration



Quelle: Borkum West II

4. Auswertung

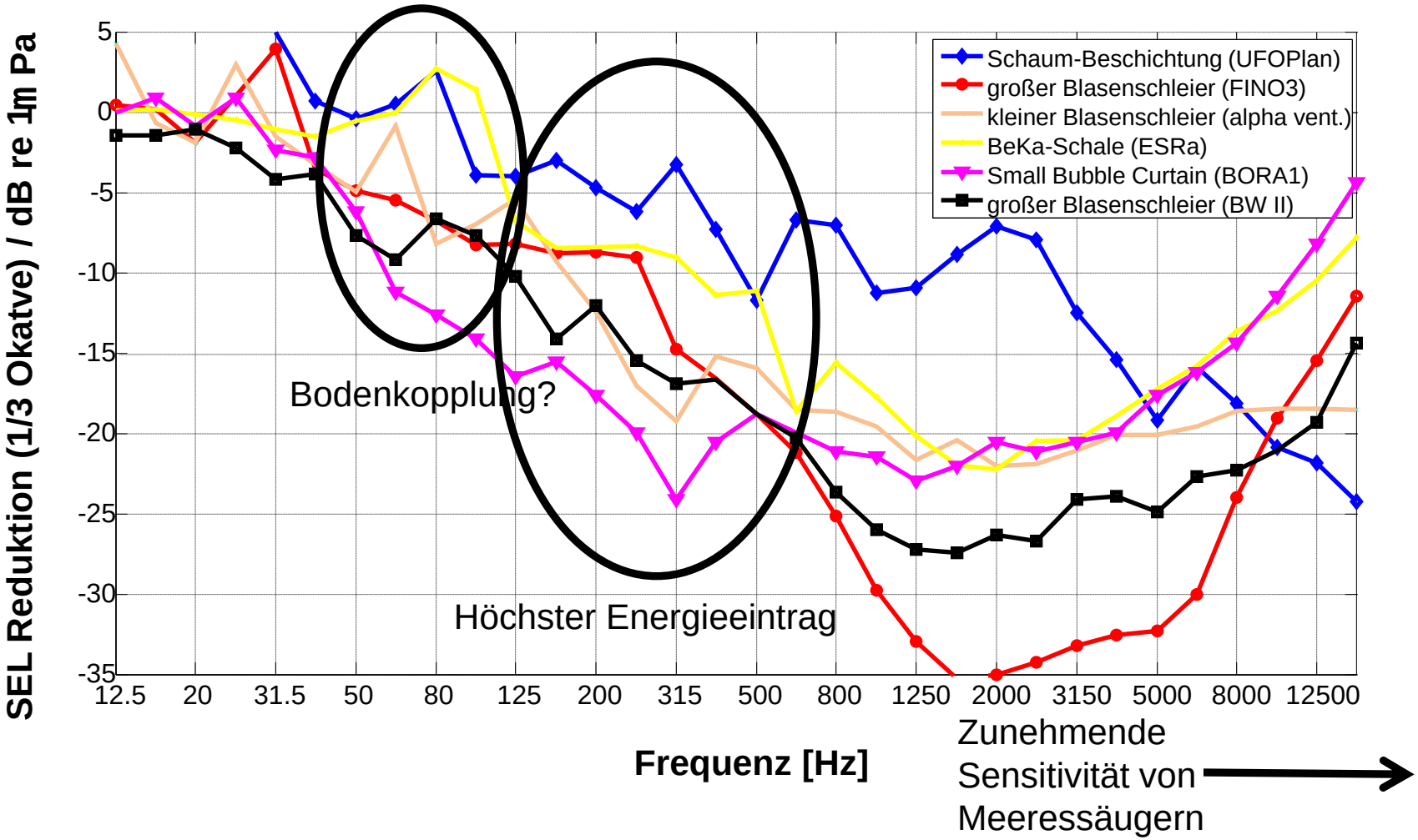
Zwischenfazit

Einflussfaktoren auf Schallminderung beim großen Blasenschleier:

- Luftmenge
- Lochabstand / Lochgröße
- („Abstand“)
- Strömungsrichtung (?)
- … (?)

4. Auswertung

Überblick über Schallminderungssysteme



4. Auswertung

Überblick über Schallminderungssysteme

Nr.	Schallminderungssystem	ΔSEL [dB]	ΔL_{peak} [dB]
1	IHC NMS	5,0 - 10,1	6,9 – 11,0
2	Weyres BEKA Schale	4,0 - 8,5	7,0 – 8,0
3	Weyres geführter LBC	4,0 - 8,2	3,8 – 4,5
4	Elmer HSD	4,5 - 8,0	5,5 – 7,9
5	Menck FWSM	4,2 - 7,2	4,0 – 5,5

4. Auswertung

Überblick über Schallminderungssysteme

Nr.	Schallminderungssystem	ΔSEL [dB]	ΔL_{peak} [dB]
1	IHC NMS	5,0 - 10,1	6,9 – 11,0
2	Weyres BEKA Schale	4,0 - 8,5	7,0 – 8,0
3	Weyres geführter LBC	4,0 - 8,2	3,8 – 4,5
4	Elmer HSD	4,5 - 8,0	5,5 – 7,9
5	Menck FWSM	4,2 - 7,2	4,0 – 5,5
6	Menck SBC	5,3 – 15,0	7,1 – 19,0

4. Auswertung

Überblick über Schallminderungssysteme

Nr.	Schallminderungssystem	ΔSEL [dB]	ΔL_{peak} [dB]
1	IHC NMS	5,0 - 10,1	6,9 – 11,0
2	Weyres BEKA Schale	4,0 - 8,5	7,0 – 8,0
3	Weyres geführter LBC	4,0 - 8,2	3,8 – 4,5
4	Elmer HSD	4,5 - 8,0	5,5 – 7,9
5	Menck FWSM	4,2 - 7,2	4,0 – 5,5
6	Menck SBC	5,3 – 15,0	7,1 – 19,0
7	Hydrotech. kleiner Blasenschleier	8,0 - 12,0	8,0 - 12,0

4. Auswertung

Überblick über Schallminderungssysteme

Nr.	Schallminderungssystem	ΔSEL [dB]	ΔL_{peak} [dB]
1	IHC NMS	5,0 - 10,1	6,9 – 11,0
2	Weyres BEKA Schale	4,0 - 8,5	7,0 – 8,0
3	Weyres geführter LBC	4,0 - 8,2	3,8 – 4,5
4	Elmer HSD	4,5 - 8,0	5,5 – 7,9
5	Menck FWSM	4,2 - 7,2	4,0 – 5,5
6	Menck SBC	5,3 – 15,0	7,1 – 19,0
7	Hydrotech. kleiner Blasenschleier	8,0 - 12,0	8,0 - 12,0
8	Hydrotech. BBC großer Lochabstand (BW II)	6,0 – 10,7	5,0 – 11,2

4. Auswertung

Überblick über Schallminderungssysteme

Nr.	Schallminderungssystem	ΔSEL [dB]	ΔL_{peak} [dB]
1	IHC NMS	5,0 - 10,1	6,9 – 11,0
2	Weyres BEKA Schale	4,0 - 8,5	7,0 – 8,0
3	Weyres geführter LBC	4,0 - 8,2	3,8 – 4,5
4	Elmer HSD	4,5 - 8,0	5,5 – 7,9
5	Menck FWSM	4,2 - 7,2	4,0 – 5,5
6	Menck SBC	5,3 – 15,0	7,1 – 19,0
7	Hydrotecn. kleiner Blasenschleier	8,0 - 12,0	8,0 - 12,0
8	Hydrotech. BBC großer Lochabstand (BW II)	6,0 – 10,7	5,0 – 11,2
9	Hydrotech. BBC kleiner Lochabstand (BW II)	10,7 - 15,0	8,0 – 13,1

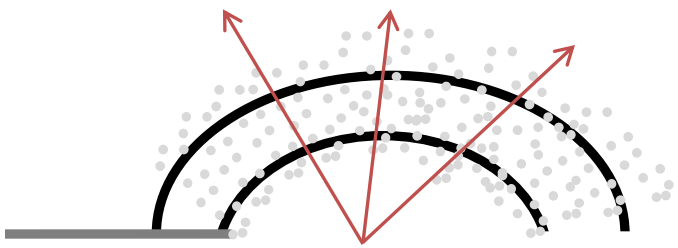
4. Auswertung

Doppelter Blasenschleier (BW II)

Getestete Konfigurationen:

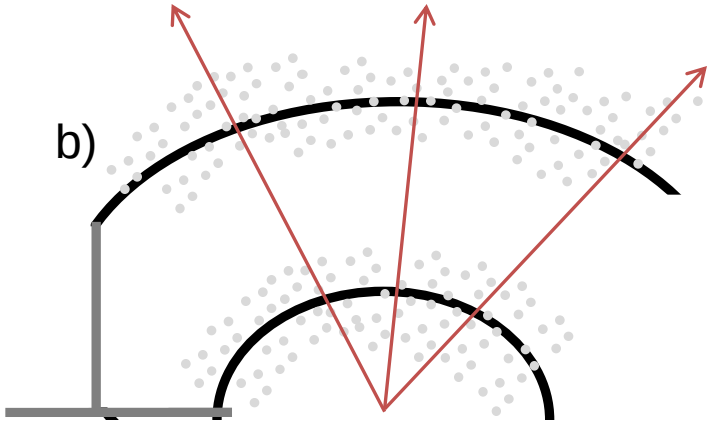
- Doppelter halber Blasenschleier
  - a) kleiner Abstand (beide Blasenschleier vereinen sich)
  - b) großer Abstand (beide Blasenschleier sind separat)

a)



Abstand = Wassertiefe

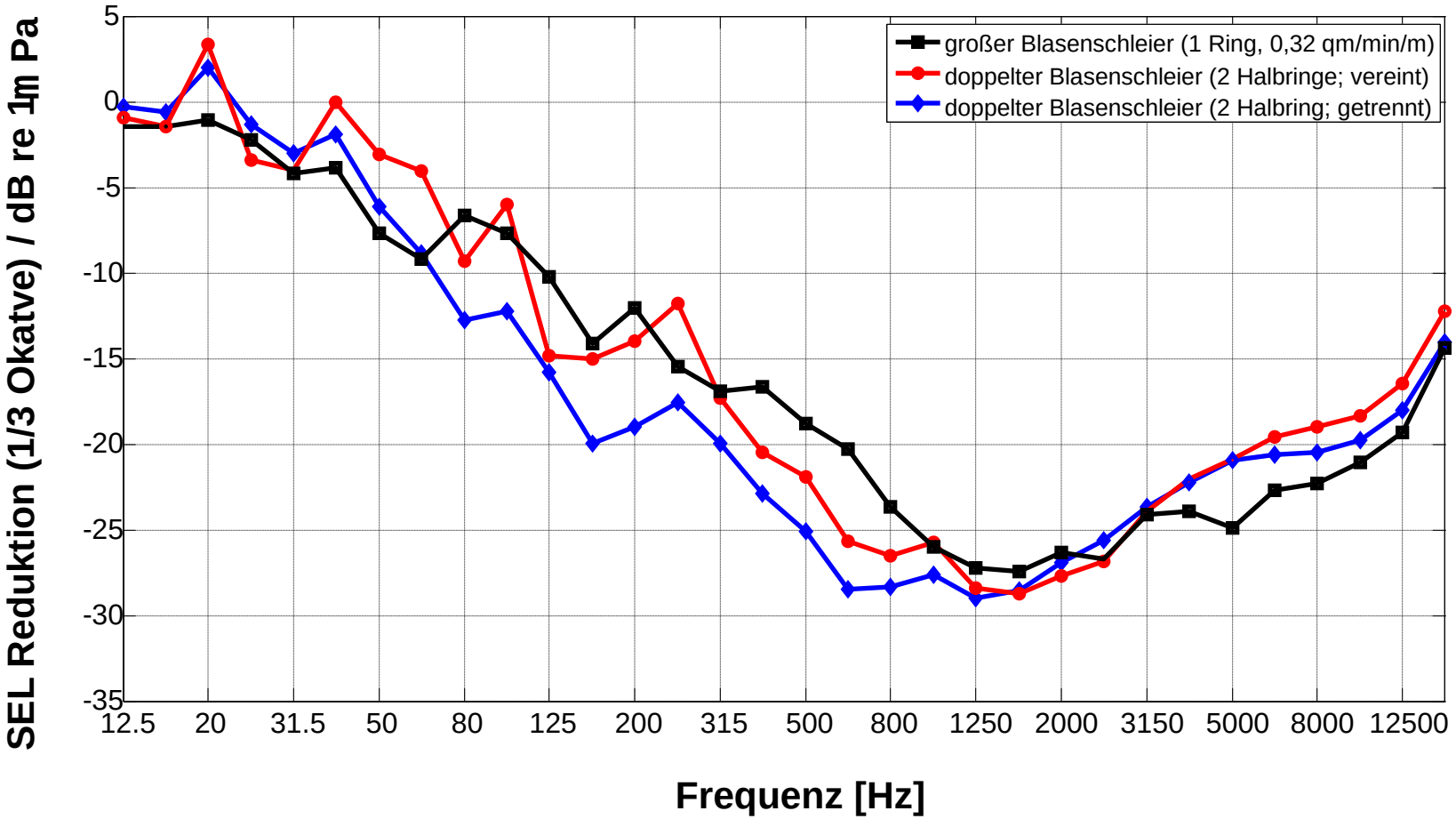
b)



Abstand = > 3x Wassertiefe

4. Auswertung

doppelter Blasenschleier (Halbringe)



4. Auswertung

Überblick über Schallminderungssysteme

Nr.	Schallminderungssystem	ΔSEL [dB]	ΔL_{peak} [dB]
1	IHC NMS	5,0 - 10,1	6,9 – 11,0
2	Weyres BEKA Schale	4,0 - 8,5	7,0 – 8,0
3	Weyres geführter LBC	4,0 - 8,2	3,8 – 4,5
4	Elmer HSD	4,5 - 8,0	5,5 – 7,9
5	Menck FWSM	4,2 - 7,2	4,0 – 5,5
6	Menck SBC	5,3 – 14,3	7,1 – 19,0
7	Hydrotecn. kleiner Blasenschleier	8,0 - 12,0	8,0 - 12,0
8	Hydrotech. BBC großer Lochabstand (BW II)	6,0 – 10,7	5,0 – 11,2
9	Hydrotech. BBC kleiner Lochabstand (BW II)	10,7 - 15,0	8,0 – 13,1
10	Vorläufig!! doppelter halber BBC (vereint)	11,2 – 17,3	~12,0
11	Vorläufig!! doppelter halber BBC (getrennt)	14,2 – 18,4	~16,5
12	Doppelter BBC	?	?

5. Perzeptive Aspekte des Schallschutzes

Vorsorge-Werte:

- keine Verletzungsgefahr
- frequenzunabhängige Wichtung

ABER

- Meeressäugetiere haben stark ausgeprägte Hörkurven (frequenzabhängig)
- Was ist mit Störung in mehreren km Entfernung ? (Frequenzbewertung?)

6. Zusammenfassung

Stand der Forschung:

- Schalldämmung von 6 bis 15 dB bei SEL und L_{peak}
- Nur einige Einflussfaktoren bei Schallschutzsystemen bekannt.
- Doppelter BBC 17-18 dB ???
- Lediglich **ein** System "einsetzbar" im Errichterprozess.

Unterschreitung von Vorsorgewert bei Pfahlgründung bis ca. 3 – 3,5 m mit Schallschutz denkbar !

Stand der Technik ist nicht vorhanden !

7. Ausblick

Anforderungen

Schallminderungssystem:

- robuste und einsetzbare Systeme mit Praxiserfahrung
- breitere Wissensbasis
- für große Pfahldurchmesser:
  Kopplung von Systemen ? alternative Systeme ?

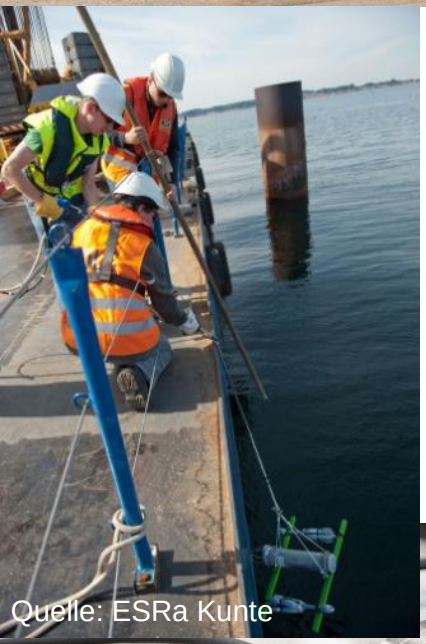
Forschung / “Regulierung”:

- Grad der Störung ?
- Zusätzliche Vorsorgewerte (Frequenzbewertung) ?

Quelle: ESRa Kunte

Quelle: Trianel Lang

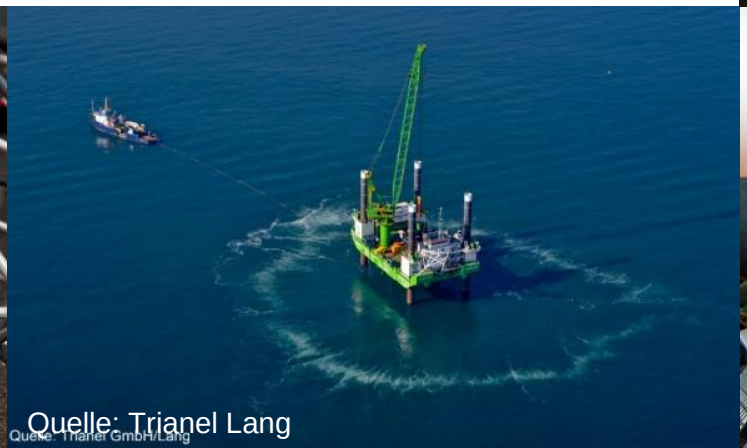
Quelle: ESRa Kunte


Quelle: ESRa Kunte

Danke an:

- BMU / PTJ
- alle Projektpartner
- alle Schallschutzhersteller
- alle beteiligten Firmen im Errichterprozess
- …

Quelle: ESRa Kunte


Quelle: Trianel Lang

Quelle: ESRa Kunte

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit