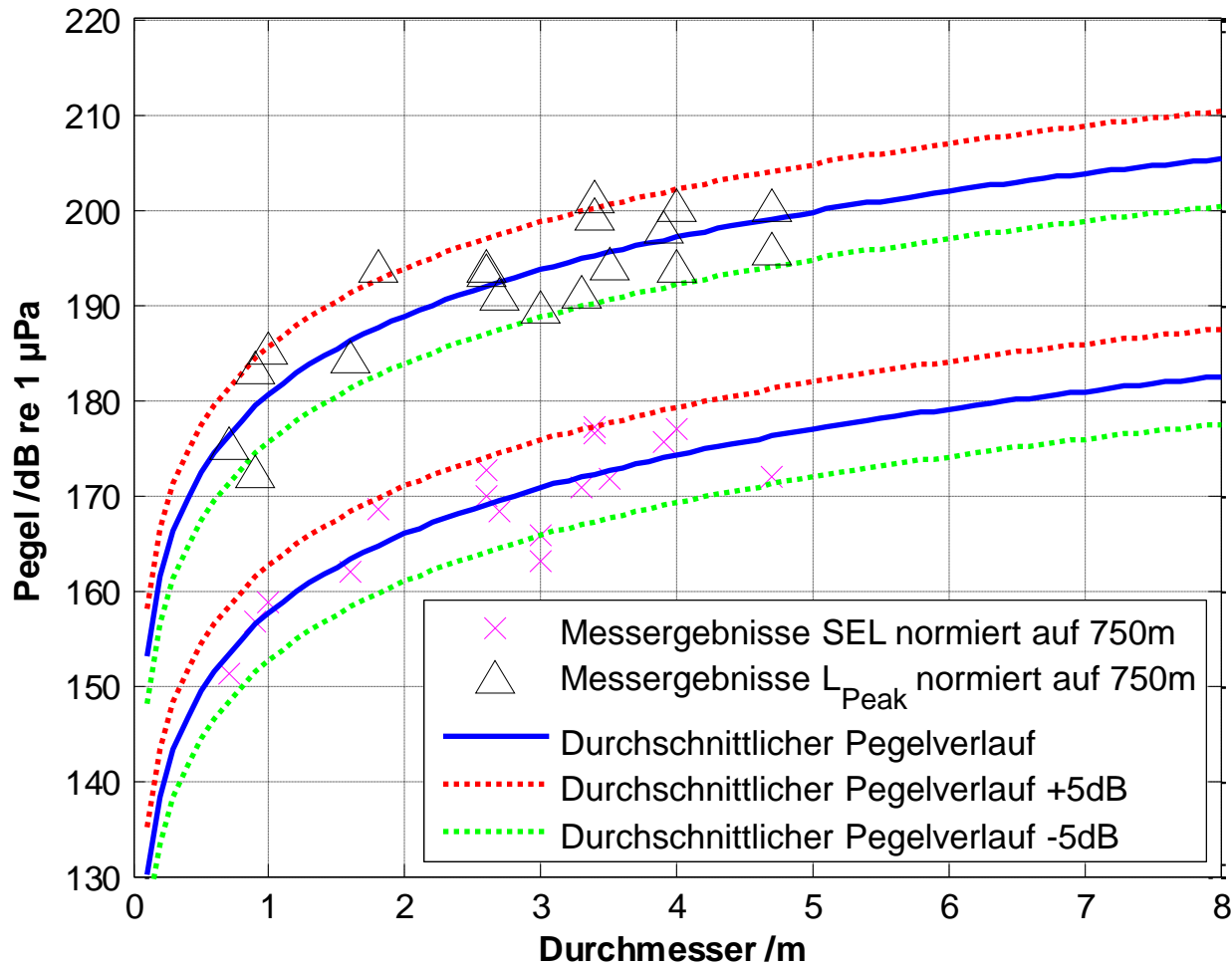


Die technische Entwicklung von Schallminderungstechnologien: Stand der Forschung (?)

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
Feuerwehrschauch 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
Feuerwehrschauch 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

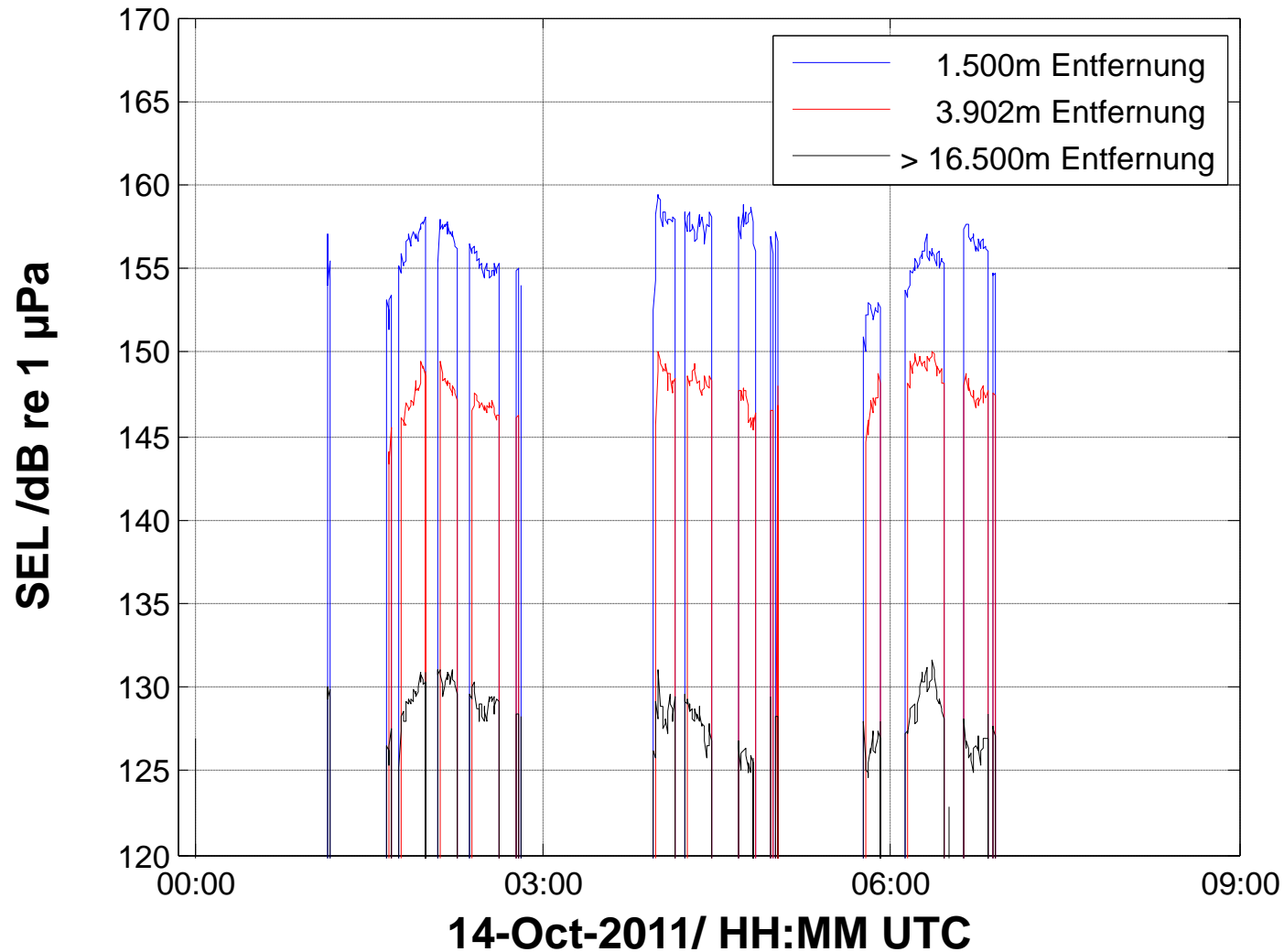
4. Auswertung

Big Bubble Curtain (BW II)



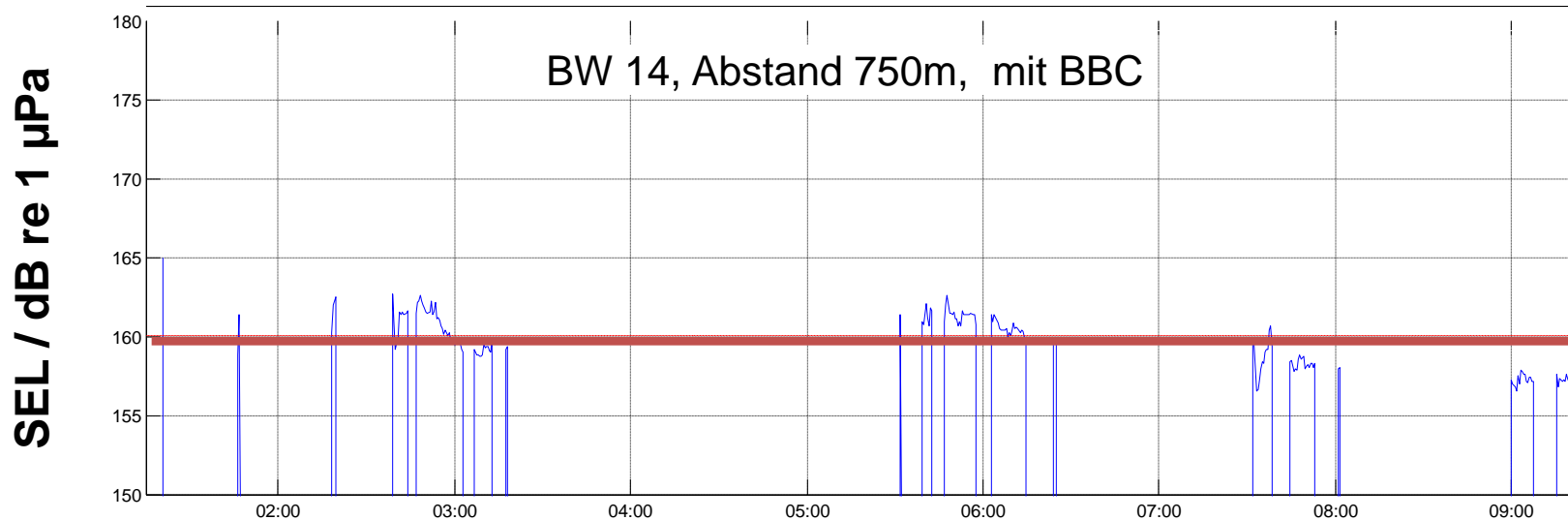
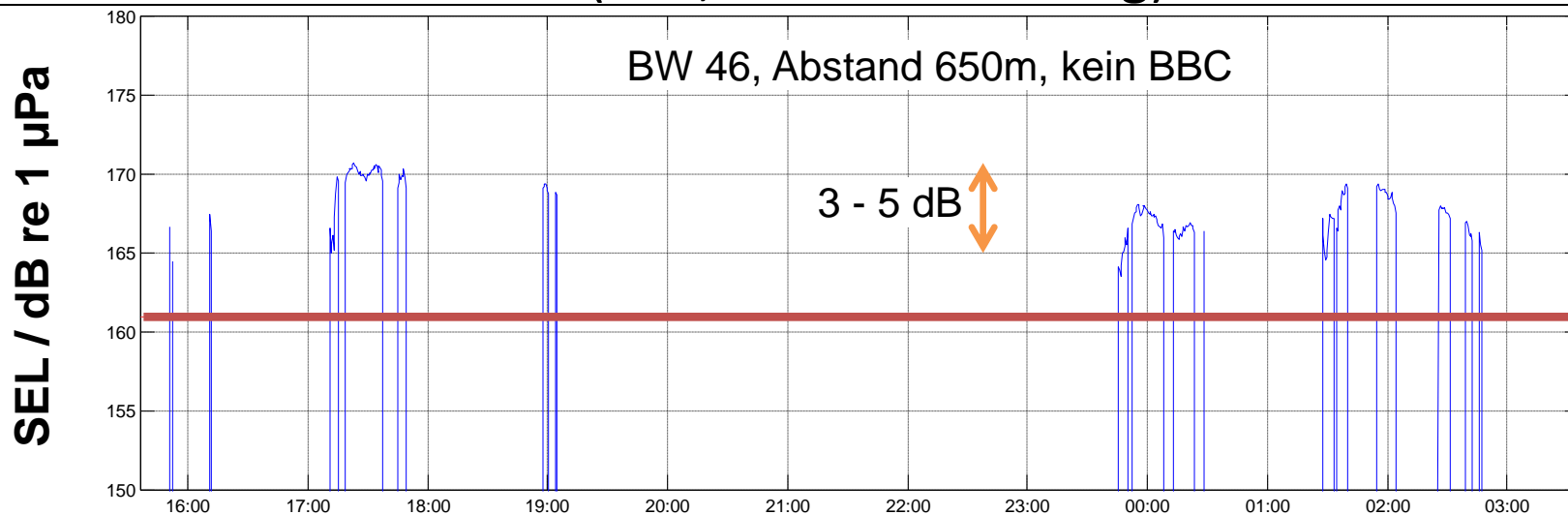
4. Auswertung

SEL (Zeit, Abstand)



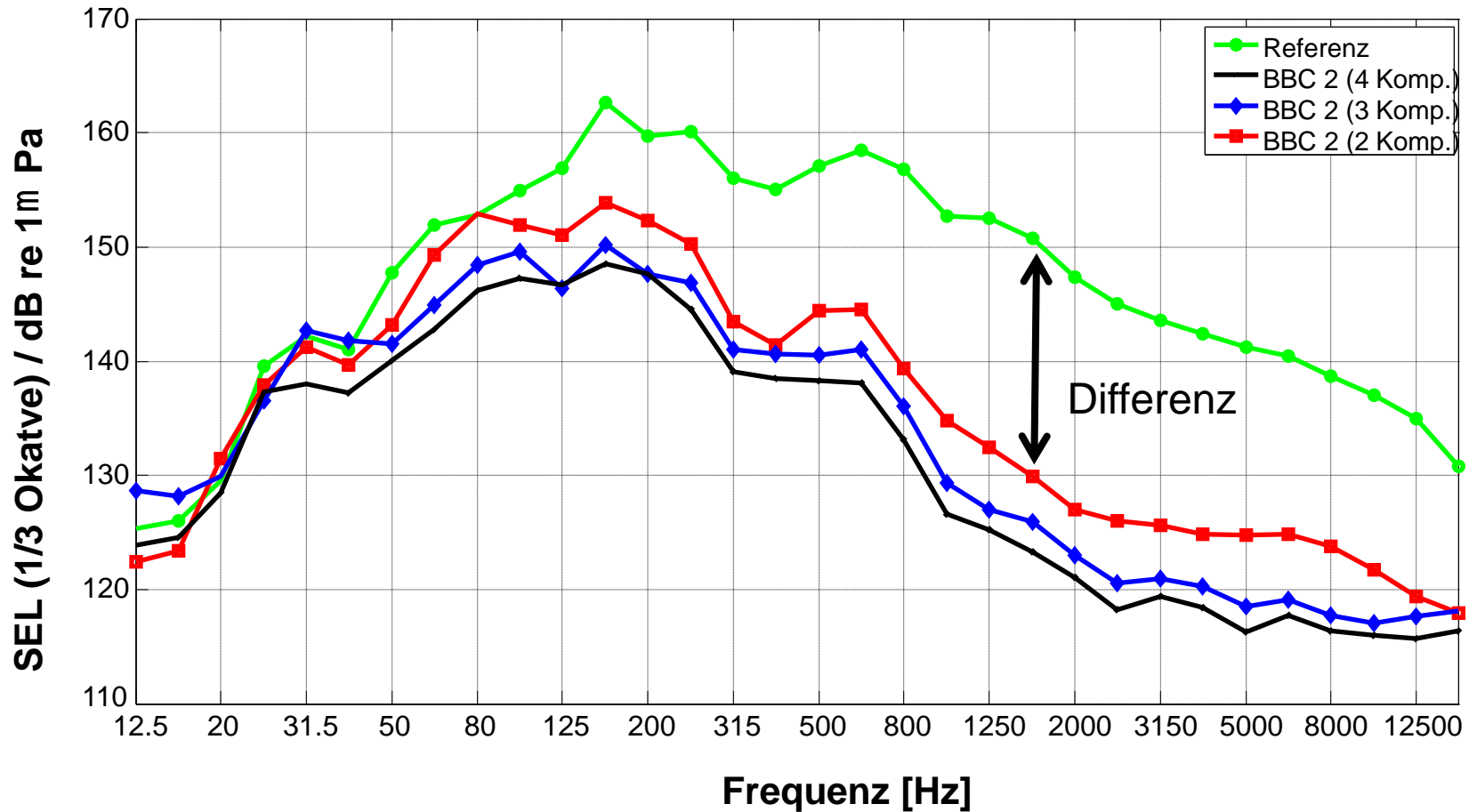
4. Auswertung

SEL(Zeit, Schallminderung)



4. Auswertung

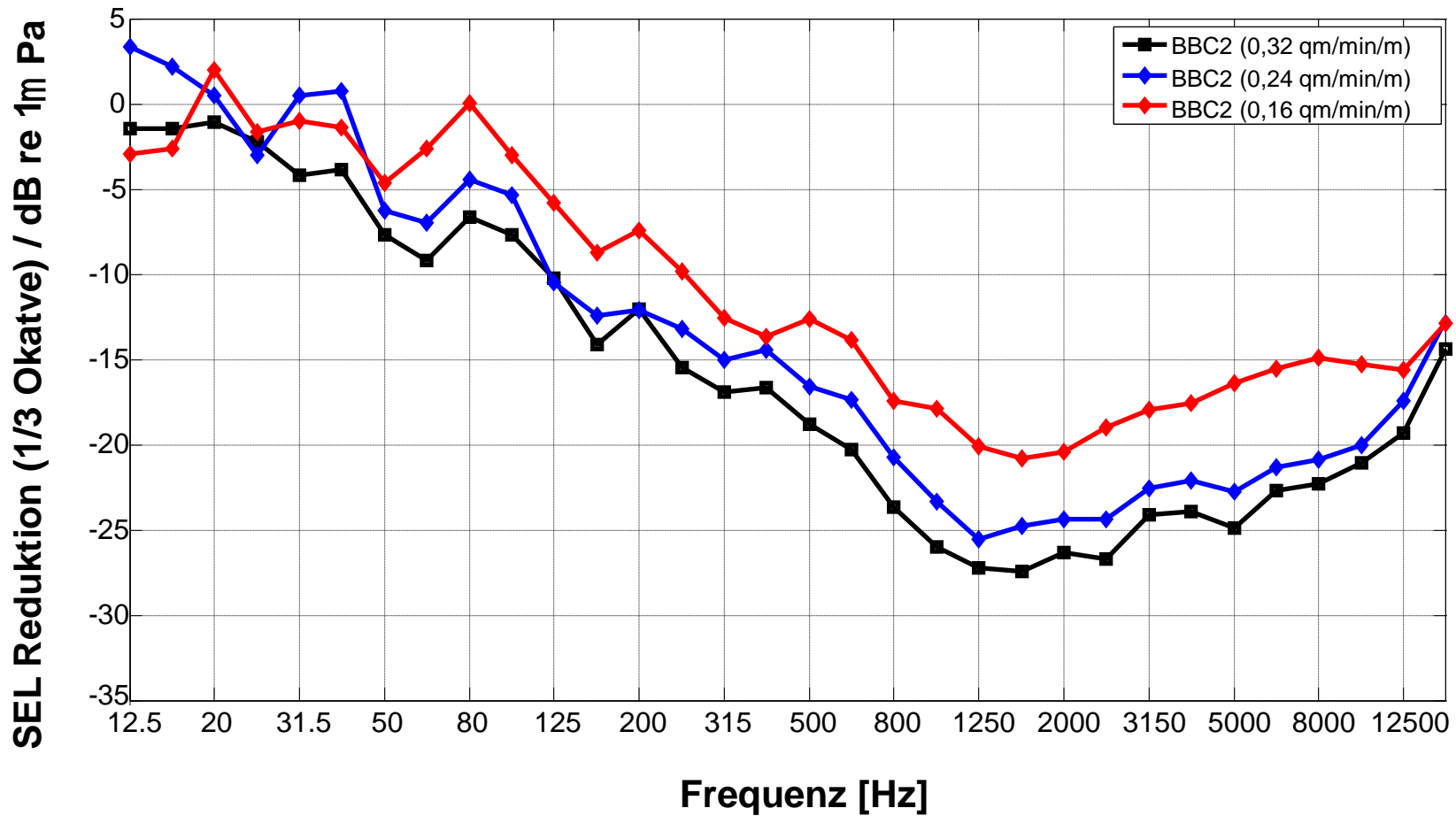
Einfluss der Luftmenge (1/2)



Quelle: Borkum West II

4. Auswertung

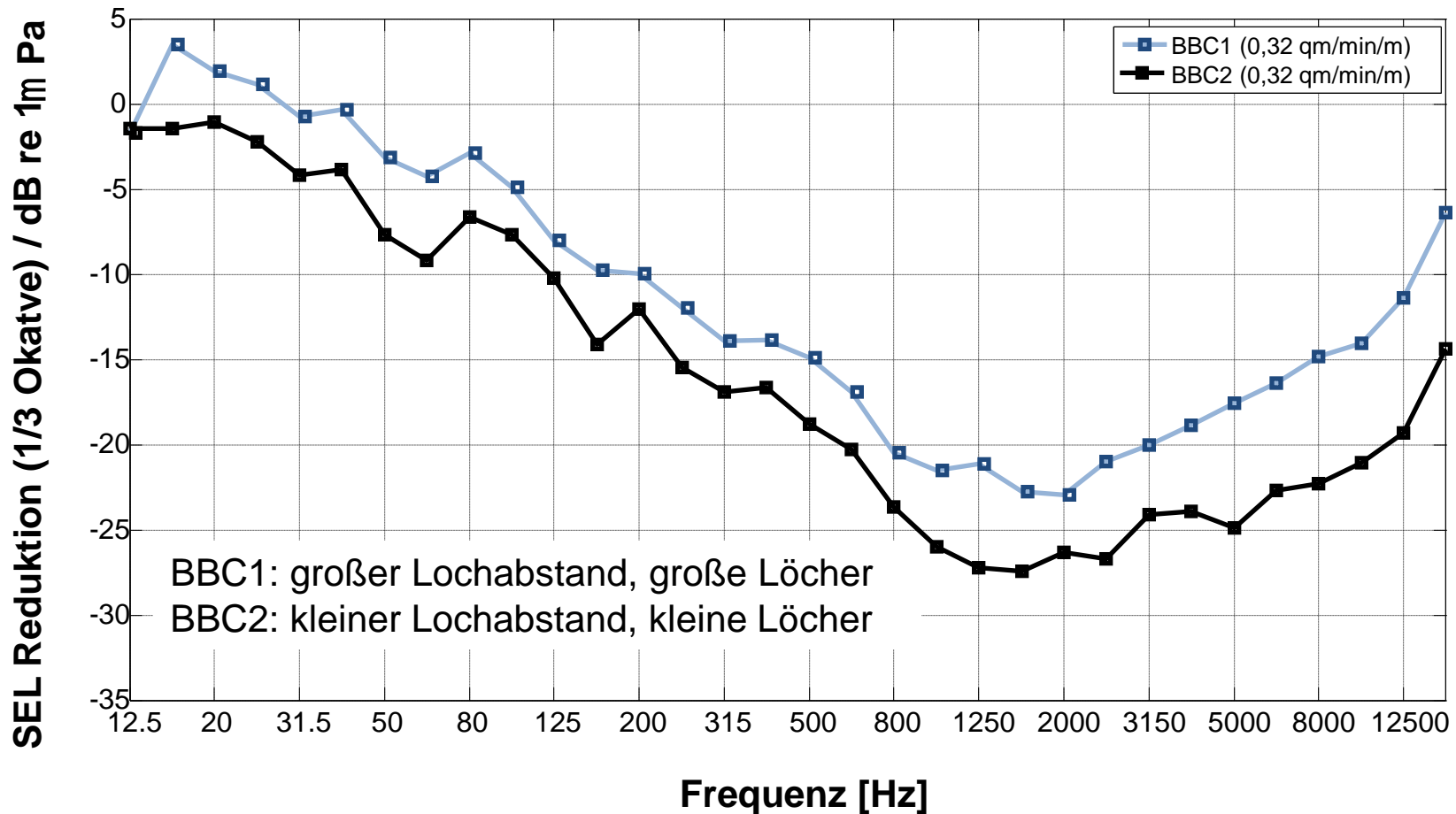
Einfluss der Luftmenge (2/2)



Quelle: Borkum West II

4. Auswertung

Einfluss der Schlauchkonfiguration



Quelle: Borkum West II

4. Auswertung

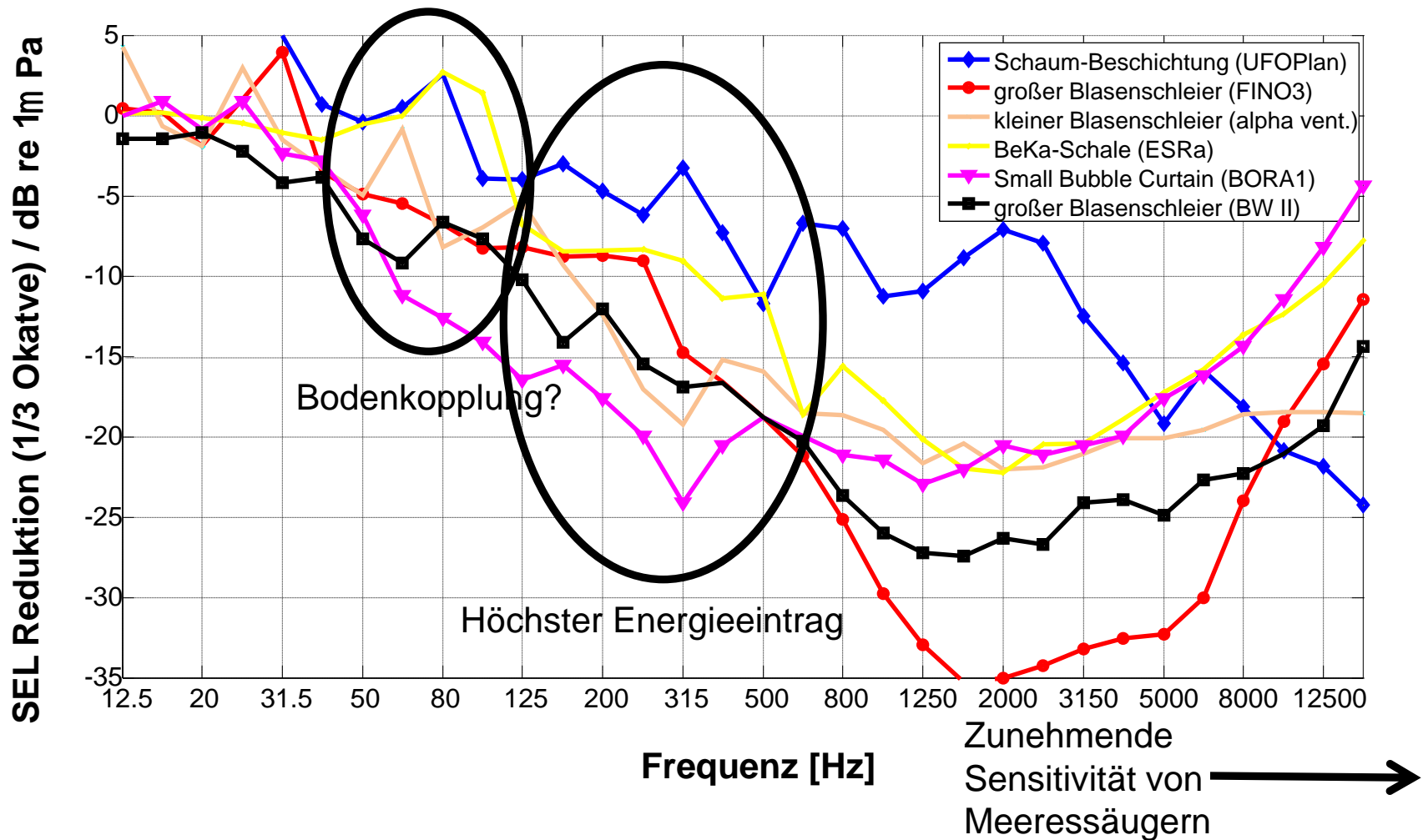
Zwischenfazit

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]	$\Delta\text{L}_{\text{peak}}$ [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]	$\Delta\text{L}_{\text{peak}}$ [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]	$\Delta\text{L}_{\text{peak}}$ [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]	$\Delta\text{L}_{\text{peak}}$ [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

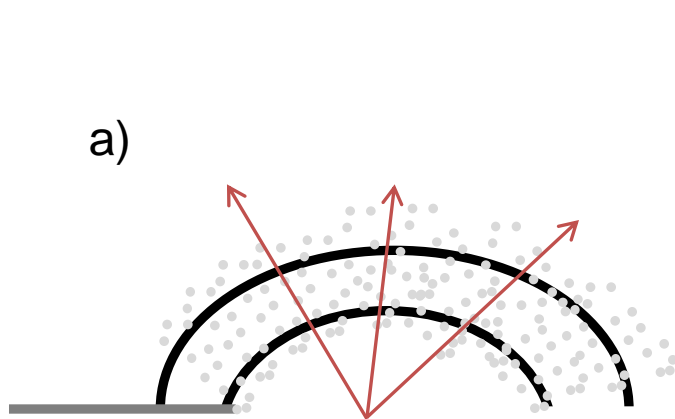
Nr.	Schallminderungssystem	ΔSEL [dB]	$\Delta\text{L}_{\text{peak}}$ [dB]
1	IHC NMS	5,0 - 10,1	6,9 – 11,0
2	Weyres BEKA Schale	4,0 - 8,5	7,0 – 8,0
3	Weyres geführter LBC	4,0 - 8,2	3,8 – 4,5
4	Elmer HSD	4,5 - 8,0	5,5 – 7,9
5	Menck FWSM	4,2 - 7,2	4,0 – 5,5
6	Menck SBC	5,3 – 15,0	7,1 – 19,0
7	Hydrotecn.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

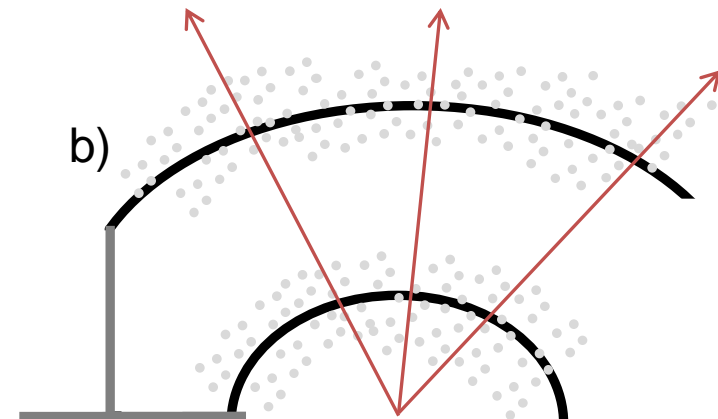
Doppelter Blasenschleier (BW II)

Getestete Konfigurationen:

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



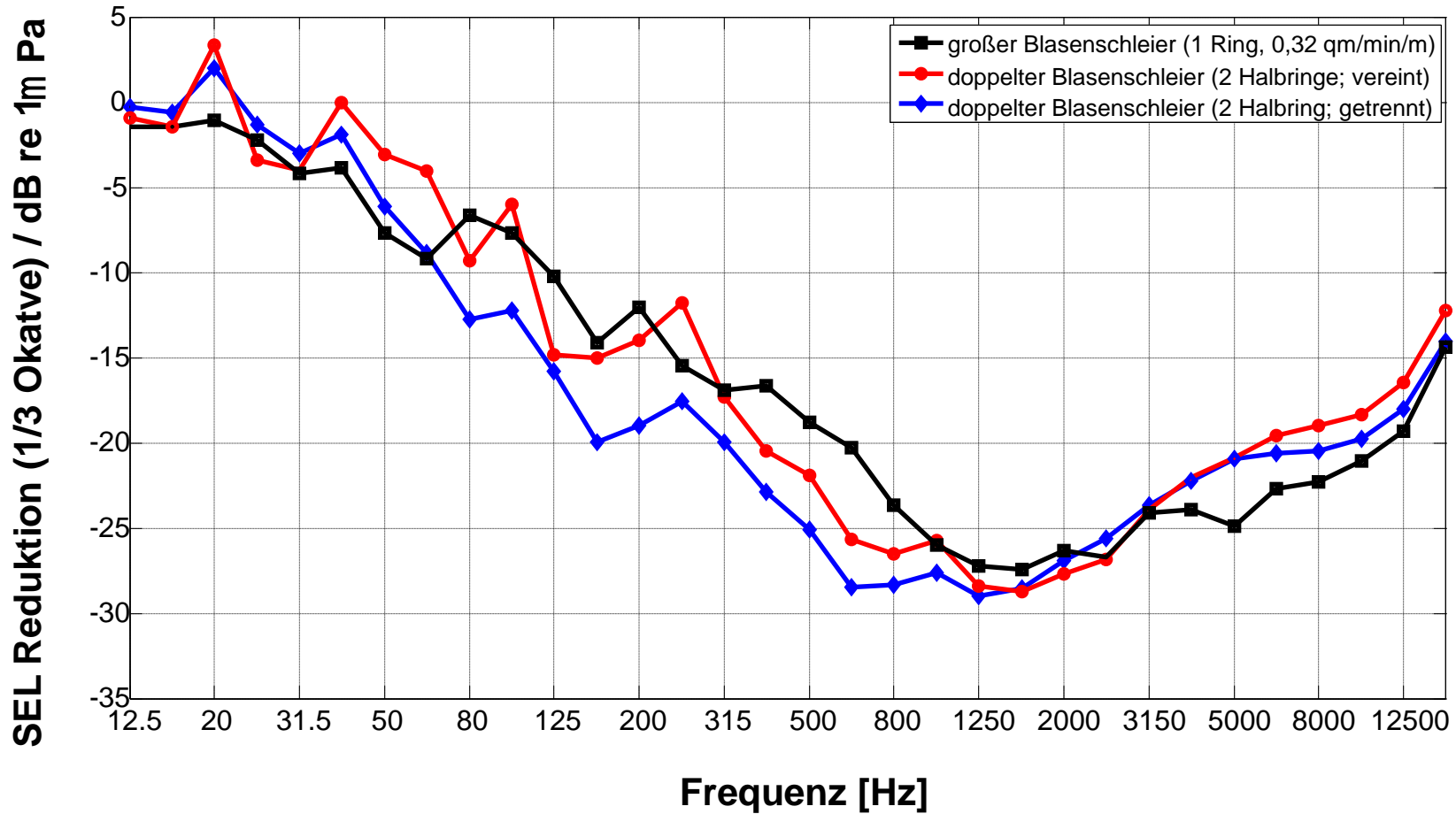
Abstand = Wassertiefe



Abstand = > 3x Wassertiefe

4. Auswertung

doppelter Blasenschleier (Halbringe)



4. Auswertung

Überblick über Schallminderungssysteme

Nr.	Schallminderungssystem	ΔSEL [dB]	$\Delta\text{L}_{\text{peak}}$ [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



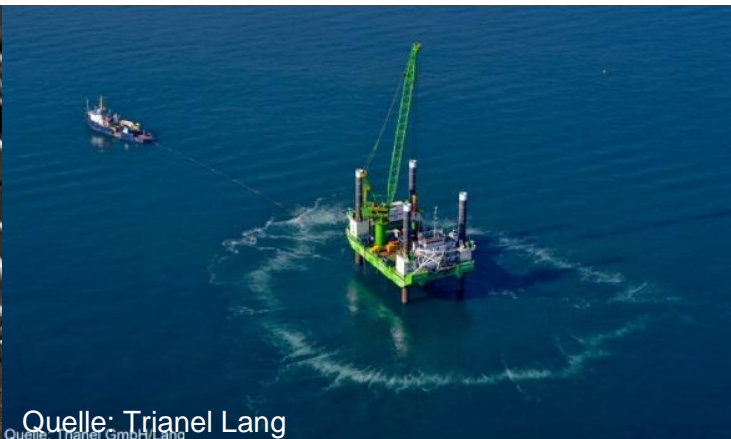
Quelle: ESRa Kunte

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