
KOMMISSION ZUR ABWEHR VON FLUGLÄRM UND LUFTVERUNREINIGUNGEN FÜR DEN VERKEHRSFLUGHAFEN BREMEN

Bremen, 11. Oktober 2017

Protokoll

über die 49. Sitzung des Ausschusses am 28. August 2017 um 16:00 Uhr
in der Upper-Deck-Lounge der Flughafen Bremen GmbH

Tagesordnung

1. Genehmigung der Tagesordnung
2. Genehmigung des Protokolls der 48. Ausschusssitzung
3. Fortsetzung der Beratung über die Optimierung des Lärmschutzes am Flughafen Bremen
4. Fortsetzung der Beratung zum Konzept und Zukunftsplan „leiser Flughafen“ – Schlussfolgerungen für Bremen
5. Verschiedenes

Beginn der Sitzung: 16:00 Uhr

Der Vorsitzende begrüßt die Anwesenden. Insbesondere wird der Gast des ALD, Arbeitsring der DEGA, begrüßt.

TOP 1. Genehmigung der Tagesordnung

Die Tagesordnung wird genehmigt.

TOP 2. Genehmigung des Protokolls der 48. Ausschusssitzung

Der Vertreter der DFS hat im Vorfeld der Sitzung Änderungswünsche zum Protokoll der 48. Ausschusssitzung an die Geschäftsführerin der Fluglärmkommission gesandt. Diese Änderungen sowie das übrige Protokoll werden durch die Sitzungsmitglieder genehmigt.

TOP 3. Fortsetzung der Beratung über die Optimierung des Lärmschutzes am Flughafen Bremen

Der Vorsitzende erklärt, dass der Tagesordnungspunkt aus zwei Themenkomplexen bestehe.

Zum einen wurde die Genehmigungsbehörde gebeten, Unterlagen für den in dem Schreiben des Senators Kunick aus dem Jahre 1990 benannten Prüfauftrages zur Errichtung einer Lärmschutzwand zum ehemaligen MBB-Werksgelände zur Verfügung zu stellen. Der Vertre-

ter der Genehmigungsbehörde erklärt, dass keine Unterlagen vorhanden seien, die vorgelegt werden können.

Das weitere Thema dieses Tagesordnungspunktes betrifft die Prüfung der derzeitigen Höhen der Lärmschutzwände und -wälle. Im Vorfeld der Sitzung hat die Genehmigungsbehörde hierzu eine Karte an die Mitglieder der Sitzung versandt. Diese Karte wird erörtert. Der Vorsitzende stellt grob fest, dass bei einer Höhenangabe der Lärmschutzwände und -wälle von ca. 10 m über NN die tatsächliche Höhe ca. 6,40 m betrage. Hieraus ergebe sich eine Differenz zu den in den Planfeststellungsverfahren genannten Höhen von ca. 60 cm. Der Vertreter der Genehmigungsbehörde erklärt hierzu, dass unklar sei, welcher Bezugspunkt jeweils gewählt wurde. Dies betreffe sowohl die Aussagen in den Planfeststellungsverfahren als auch die Punkte in der versandten Karte. Der Vertreter der VSF meint, dass der Bezugspunkt auf der Rollbahn läge. Dieser sei in der vorliegenden Karte nicht enthalten. Er geht davon aus, dass die Lärmschutzwände und -wälle abgesackt seien. Der Vertreter der Genehmigungsbehörde erklärt, dass der Bezugspunkt an der Rollbahn Alfa ca. 3,5 m betrage. Der Flughafenbezugspunkt hingegen läge bei 3,2 m. Der Vorsitzende schlussfolgert hieraus, dass die bestehenden Lärmschutzwände und -wälle ca. 40 cm zu niedrig seien. Der Vertreter der Genehmigungsbehörde entgegnet dem, dass zunächst Bezugspunkte zu definieren seien, um die Höhen bestimmen zu können. Der Vertreter der VSF entgegnet, dass sich die Mitglieder darauf konzentrieren sollten, herauszufinden, was seinerzeit errichtet wurde. Der Gast des ADL ergänzt, dass die Lärmschutzwände und -wälle nicht aus einer geraden Linie bestehen. Auch bei der oberen Grenze solle ein Bezugspunkt definiert werden. Der Vertreter der DFS erklärt, dass der Bezugspunkt anhand des Standpunktes der seinerzeitigen Regelung zu ermitteln sei. Im Ergebnis werden keine Bezugspunkte definiert.

Der Vertreter der Genehmigungsbehörde erklärt, dass es zielführender sei, den heutigen Stand der Technik zu betrachten.

Der Vertreter des ALD hält einen Vortrag mittels Präsentation zur Erläuterung der Lärmausbreitung im Allgemeinen (siehe **Anlage 1**). Er erklärt hierzu, dass Rollbewegungslärm durch das Fluglärmgesetz abschließend geregelt wird. Weitere Lärmarten wie Triebwerksprobeläufe seien durch die TA-Lärm zu bewerten.

Bei der Erstellung von Lärmausbreitungsmodellen werden der Emissionspunkt sowie der Immissionspunkt betrachtet. Hierbei wird eine Abschirmung durch Bauwerke oder Einhausung berücksichtigt. Ebenso werden weitere aktive Lärmschutzmaßnahmen berücksichtigt. Der Schirmwert sei relevant für die Bestimmung der Wirksamkeit einer Lärmschutzwand bzw. eines Lärmschutzwalles. Für die Abschirmung des Schalles ausschlaggebend sei das Flächenmaß. Dieses solle ca. 10 kg/Quadratmeter betragen. Er erklärt weiter, dass eine niedrigere Frequenz insgesamt besser abzuschirmen sei als eine hohe Frequenz. Für die Berechnung der Lärmabschirmung werden allgemeine Vorschriften herangezogen. Es gäbe hierzu keine speziellen Vorschriften für den Fluglärm.

Der Gast der ALD hat vor Beginn der Sitzung an einer kurzen Führung über das Flughafenbetriebsgelände teilgenommen. Hierbei wurden Lärmschutzwände und -wälle besichtigt. Der Gast erklärt, dass die auf dem Flughafenbetriebsgelände befindlichen Lärmschutzwälle und -wände teilweise reparaturbedürftig seien. Die Auswirkungen der Schalldurchlässigkeit seien jedoch ungewiss.

Sodann erklärt er anhand der Präsentation ein Berechnungsbeispiel. Hieraus ergibt sich, dass die Entfernung der Wand zum Emissionspunkt relevant sei. Zudem sei auch die Höhe der Schallschutzwand bzw. des Schallschutzwalles relevant. Bessere Ergebnisse könnten

erreicht werden, wenn Lärmschutzwand oder -wall nah zur Quelle lägen. Er erklärt jedoch einschränkend, dass dies auf dem Flughafenbetriebsgelände aufgrund internationaler Vorschriften zur Hindernisbegrenzung nicht realisierbar sei.

Anhand eines weiteren Berechnungsbeispiels erklärt er, dass, je höher eine Wand sei, die Schallabschirmungswirkung besser sei. Er geht hierbei von 6 m als das höchste Maß aus. Um hier die schallabschirmende Wirkung in Bremen erläutern zu können, müsse eine konkrete Berechnung erfolgen.

Als weitere Voraussetzung für guten Schallschutz erklärt er, dass die Wände hoch absorbieren ausgestaltet sein sollten. Er erklärt, dass dies aufgrund der großen Distanzen auf dem Flughafenbetriebsgelände in der Regel kein Problem sei. Auf Nachfrage erklärt er, dass das Material für die Errichtung der Lärmschutzwand oder des Lärmschutzwalles nicht relevant sei. Ausschlaggebend sei allein das zuvor genannte Flächenmaß.

Der Vorsitzende konfrontiert den Gast des ALD mit den Lärmschutzkassetten die am Flughafen Frankfurt installiert wurden. Der Gast des ALD erklärt auch hierzu, dass das Flächenmaß relevant sei. Die Lärmschutzkassetten seien nur für den direkten Strahl relevant. Der Schall der über die Wand verlaufe, wird hiervon nicht betroffen. Er erklärt in diesem Zusammenhang, dass eine breitere Lärmschutzwand oder ein breiterer Lärmschutzwall als nach dem o.g. Flächenmaß keinen zusätzlichen Schallschutz bringe.

Auf Nachfrage erklärt der Gast des ALD, dass der beste Schallschutz die Minderung des Lärms an der Quelle sei. Triebwerksprobeläufe sollten zum Beispiel eingehaust erfolgen. Ebenso könnten Flugzeuge bis zum Startpunkt geschleppt werden. Der Vertreter der Genehmigungsbehörde erklärt hierzu, dass eine Einhausung der Kleinflieger nicht möglich sei. Zudem werden in Bremen keine typischen Triebwerksprobeläufe durchgeführt. Lediglich Kompensationsläufe erfolgen an diesem Standort. Weiter stellt er in Frage, ob Flugzeugschlepp zum Startpunkt durchgeführt werden sollten. Zudem bezweifelt der Vertreter der Genehmigungsbehörde das hier eine Prüfung nach TA Lärm angemessen sei.

Auf weitere Nachfrage des Vorsitzenden, welcher beste Schallschutz in Bremen geeignet sei, erklärt der Gast, dass die Schutzziele durch das Fluglärmschutzgesetz geregelt seien. Durch bessere Schallschutzwände und -wälle werden die Isophonen näher an die Quelle herangerückt, sodass der Kreis der Anspruchsberechtigten geringer wird.

Der Gast des ALD erklärt sodann, dass jede Verbesserung der Lärmschutzwand oder des Lärmschutzwalles eine freiwillige Maßnahme des Flughafens sei. Gesetzliche Verpflichtungen hierzu gäbe es nicht. Er könne zudem keine konkreten Angaben machen, was in Bremen zu ändern sei.

Der Vorsitzende erklärt sodann, dass der Wunsch nach einem Lärmausbreitungsmodell bestehe. Der Gast des ALD erklärt hierzu, dass dies möglich sei. Er erwarte jedoch keine wesentliche Verbesserung, solange die Lärminderung nicht an der Quelle eintrete.

Der Vertreter der Genehmigungsbehörde erklärt, dass die Verhältnismäßigkeit zu beachten sei zwischen dem Ist-Stand, dem Ziel und den zu erwartenden Kosten.

Der Gast des ALD erklärt weiter, dass die subjektive Wirkung durch materielle Schallschutzmaßnahmen nicht aufgefangen werden könne. Die Dezibelzahl sei nicht allein ausschlaggebend für die Belästigungswirkung.

Der Ausschuss empfiehlt die Erstellung eines Lärmausbreitungsmodells, um die mögliche Umsetzung moderner Schalltechnik prüfen zu können. Die Prüfung, wer die Kosten hierfür tragen muss, obliege der Genehmigungsbehörde.

Der Vertreter der VSF gibt zu Protokoll, dass der Vertreter des Beirates Neustadt bei beiden Sitzungen des Ausschusses Bau und lärm-mindernde Maßnahmen nicht anwesend gewesen war.

TOP 4. Fortsetzung der Beratung zum Konzept und Zukunftsplan „leiser Flughafen“ – Schlussfolgerungen für Bremen

a) Cutback-Verfahren

Die FLSB berichtet, dass bislang keine Ergebnisse vorlägen. Anfang Oktober erwartet sie jedoch Ergebnisse. Das jeweilige Cutback-Verfahren könne nicht verpflichtend im Luftfahrt-handbuch geregelt werden. Jede Luftverkehrsgesellschaft habe ihr eigenes Verfahren. Es könne lediglich eine Empfehlung an die Luftverkehrsgesellschaften ausgesprochen werden. Der Vertreter der DFS ergänzt hierzu, dass es zwei Verfahren gebe, bei denen eines im Nahbereich, das andere in größerer Entfernung Wirkung entfalte. Der Vertreter der DFS erklärt, dass die Lärmwerte der Flugbewegungen der Deutschen Lufthansa AG in Frankfurt vor dem Jahr 2014 und ab Beginn des jeweiligen Cutback-Verfahrens zu vergleichen seien. Hierbei müsse zwischen den Abflugrichtungen differenziert werden. Ebenso müssten die Triebwerke sowie das jeweilige Muster beachtet werden.

Der Vertreter der VSF erklärt, dass, wenn das jeweilige Cutback-Verfahren erst ab 1000 Fuß erfolge, dieses Verfahren keine lärm-mindernde Wirkung für die Anwohner im Umfeld des Bremer Flughafens bringe und damit nicht weiter verfolgt werden solle.

Das in Hamburg geänderte jeweilige Cutback-Verfahren (von 1000 ft auf 1500 ft) wurde mit Interesse diskutiert. Nach der Auswertung der Ergebnisse in Hamburg (Oktober 2017) soll die Übertragbarkeit auf Bremen erneut diskutiert werden.

b) Landegleitwinkel

Der Vertreter der DFS erklärt, dass er wenige Auswirkungen bei der Änderung des Landegleitwinkels erwarte. Zudem müsse die Infrastruktur am Flughafen angepasst werden. Der 3° Landegleitwinkel muss weiterhin vorgehalten werden. Ein zweiter Leitstrahl sowie die weitere visuelle Landeeinrichtungen müssten errichtet werden. Gegebenenfalls könne der 3,2° Landegleitwinkel über das GBAS-System genutzt werden. Dieses System nutzen jedoch nur wenige Luftverkehrsgesellschaften. Der Vertreter der DFS gibt ebenso zu bedenken, dass in Österreich die Auswertungen gezeigt haben, dass die Landungen mit dem 3,2°-Landegleitwinkel lauter waren. Die FLSB erklärt, dass zunächst die Ergebnisse aus Frankfurt abgewartet werden sollen. Der Vertreter der DFS ergänzt hierzu, dass die politische Diskussion in Frankfurt eine andere sei als in Bremen.

Die Sitzungsmitglieder kommen daher überein, dass zunächst die Ergebnisse aus Frankfurt ausgewertet und weiterverfolgt werden sollen.

c) CDO – Continuos Descent Operation

Der Vertreter der DFS erklärt, dass dieses Verfahren grundsätzlich in Bremen durchgeführt werde. Die Wirkung betreffe jedoch nicht den Nahbereich um den Flughafen Bremen. Die FLSB erklärt, dass es in Köln einen CDO-Award gäbe.

d) Double Slop

Der Vertreter der DFS erklärt dieses Verfahren. Bei diesem Verfahren erfolge der Anflug zunächst bei 4,49°. Später gehe das Luftfahrzeug dann auf den Landegleitwinkel von 3°. In Hannover habe dieses geänderte Verfahren keinen Vorteil gebracht. Das Problem sei insbesondere, dass die Luftfahrzeuge zum „Bremsen“ auf 3° bei 10 nautischen Meilen bzw. 18 km out lauter seien. Zudem müssen die Piloten dieses Verfahren können.

Der Vertreter der DFS erklärt allgemein, dass Verfahren, die lärmindernde Wirkung an anderen Flughäfen gezeigt haben, ohne gesonderte Aufforderung der FLK für andere Standorte geprüft und ggf. übersetzt werden.

TOP 4. Verschiedenes

Unterschrift
Geschäftsführerin

Unterschrift
Vorsitzender

Anlagen:

Anlage 1 – Präsentation ALD zu Lärmausbreitung allgemein

Abkürzungsverzeichnis

AAS	Atlas Air Service
ADF	Arbeitsgemeinschaft deutscher Fluglärmkommissionen
ADV	Arbeitsgemeinschaft deutscher Verkehrsflughäfen e.V.
AzB	Allgemeinen Berechnungsvorschrift zur Erfassung von Fluglärm
AzD	Anleitung zur Datenerfassung
BAF	Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung
BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
BGH	Bundesgerichtshof
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
BVF	Bundesvereinigung gegen Fluglärm
BVL	Bremer Verein für Luftfahrt e.V.
DES	Datenerfassungssystem
DFLD	Deutscher Fluglärmdienst e.V.
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
DLH	Deutsche Lufthansa
FBG	Flughafen Bremen GmbH
FLK	Fluglärmkommission
FLSB	Fluglärmschutzbeauftragte
GO	Geschäftsordnung (der Fluglärmkommission Bremen)
IFG	Informationsfreiheitsgesetz
IFR	Instrumental Flight Rules
ILS	Instrumenten-Landesystem
LFT	Lufthansa Flight Training GmbH
LH	Lufthansa
LMP	Lärminderungsplan
LuftVG	Luftverkehrsgesetz
MP/MS	Messstelle
OA	Ortsamt
OVG	Oberverwaltungsgericht
PAF	Probleme an anderen Flughäfen
PIB	Probleme am Bremer Flughafen
SUBV	Senator für Umwelt, Bau und Verkehr

SWAH	Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
SWGv	Senatorin für Wissenschaft, Gesundheit und Verbraucherschutz
UBA	Umweltbundesamt
UIG	Umweltinformationsgesetz
VFR	Visual Flight Rules
VSF	Vereinigung zum Schutz Flugverkehrsgeschädigter e.V. Bremen
WES	Wesertalroute
WNR	Weser-Nienburg-Route

Abschirmungen zum Schutz vor Bodenlärm am Verkehrsflughafen Bremen

**M. Jäcker-Cüppers
Stellv. Vorsitzender**

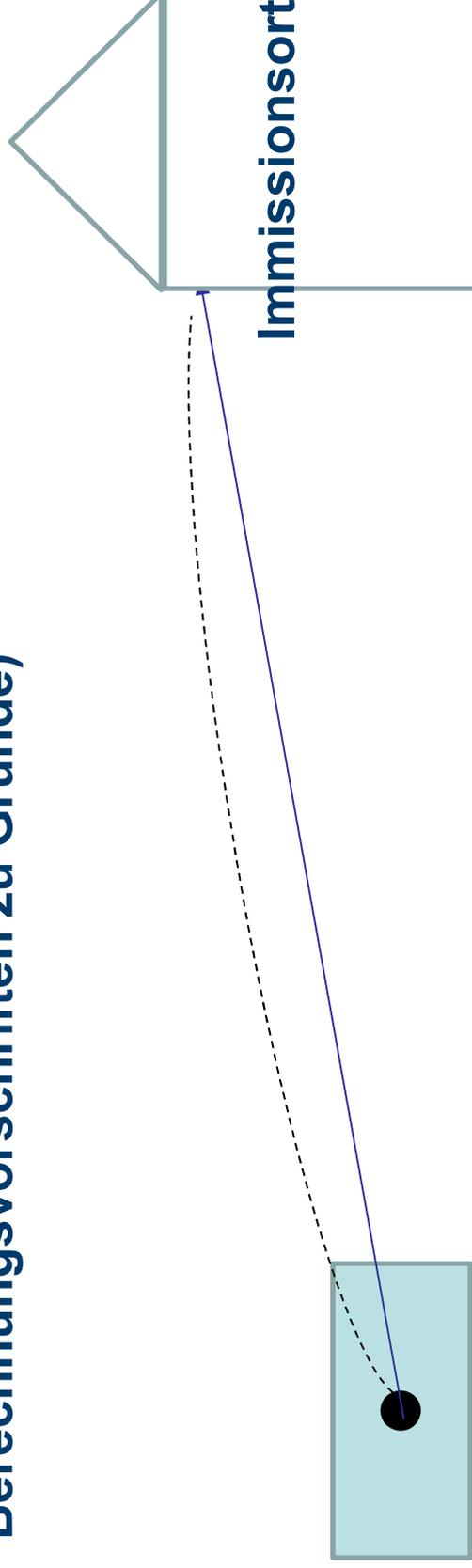
**49. Sitzung des Ausschusses „Lärmindernde Maßnahmen und
Bau“ der FLK Bremen
Bremen, 28.08.2017**

Was ist Bodenlärm?



- Zu unterscheiden:
 - Geräusche des Luftverkehrs gemäß **FLärmSchG**:
„Die Daten über den Flugbetrieb erfassen ...[neben den eigentlichen Geräuschen des Fluges].... die **Rollbewegungen** der Luftfahrzeuge vor dem Start und nach der Landung sowie den Betrieb von **Hilfsgasturbinen [APU]** der Flugzeuge.“ (1.VO-FLärmSchG): Berechnung gemäß **AZB und DES**
 - Alle anderen Geräusche (z. B. Triebwerkprobeläufe):
Behandlung analog zur **TA Lärm** für genehmigungsbedürftige gewerbliche Anlagen (Immissionsrichtwerte für die **Außenpegel**)

Idealisierung der Schallausbreitung durch einen geraden **Schallstrahl** von der (Punktschall-)Quelle zum Immissionsort
(real: gestrichelte Linie bei Mitwind/Inversion – liegt den Berechnungsvorschriften zu Grunde)

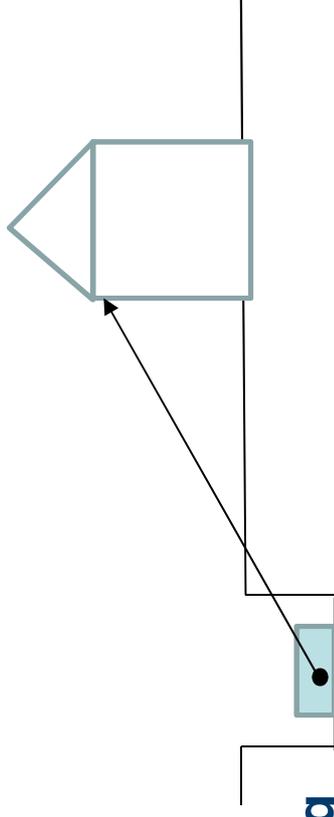


**Räumliche Quelle,
Immissionsort**

Abschirmung → **Schallschirme:**

Alle räumlichen Gebilde, die den direkten Schallstrahl **unterbrechen**

- Schallschutzwände
- Schallschutzwälle
- Gebäude
- Topografie des Geländes
- Einschnitt, Trog →
- Grenzfall und optimal: Einhausung
- Kombination dieser Gebilde

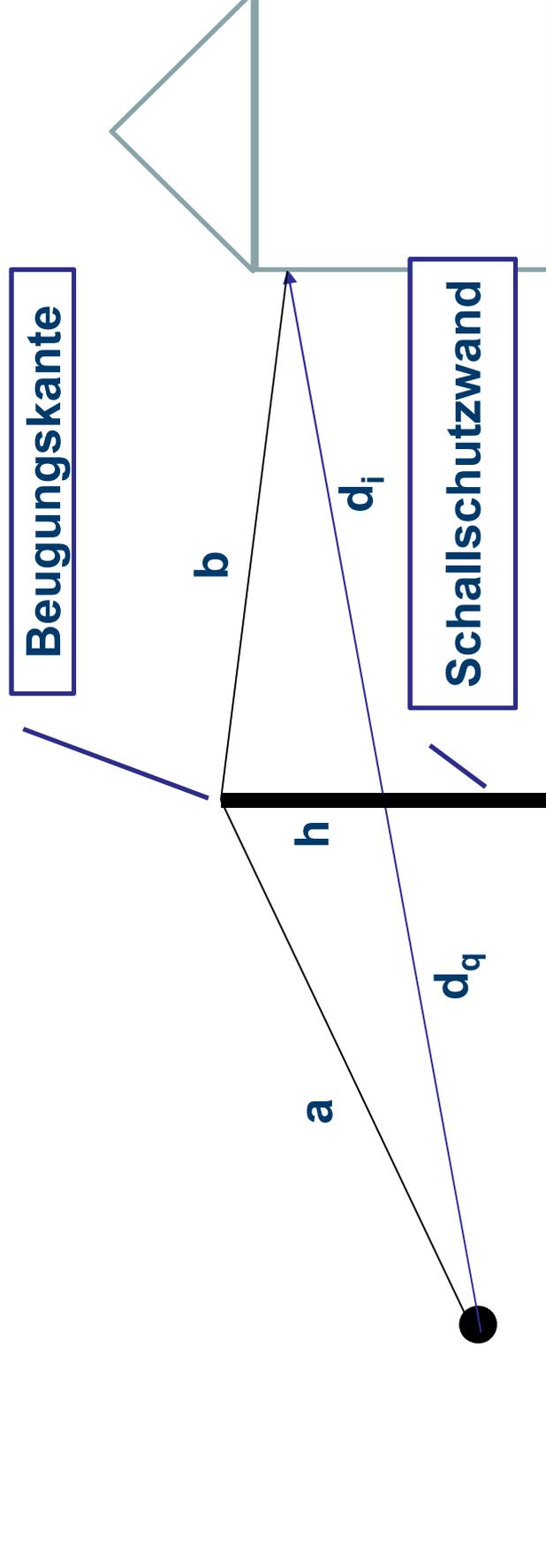


- Abschirmungen sind **aktive** Lärmschutzmaßnahmen auf dem Ausbreitungsweg (Minderung des **Außenpegels** am Immissionsort)
- Sie sind den quellenbezogenen Maßnahmen nachgeordnet: **sekundäre aktive** Maßnahmen
- Sie haben Vorrang vor den **passiven** Maßnahmen: baulicher Schallschutz zur Minderung der Innenpegel

Schallschirm mit einer Beugungskante

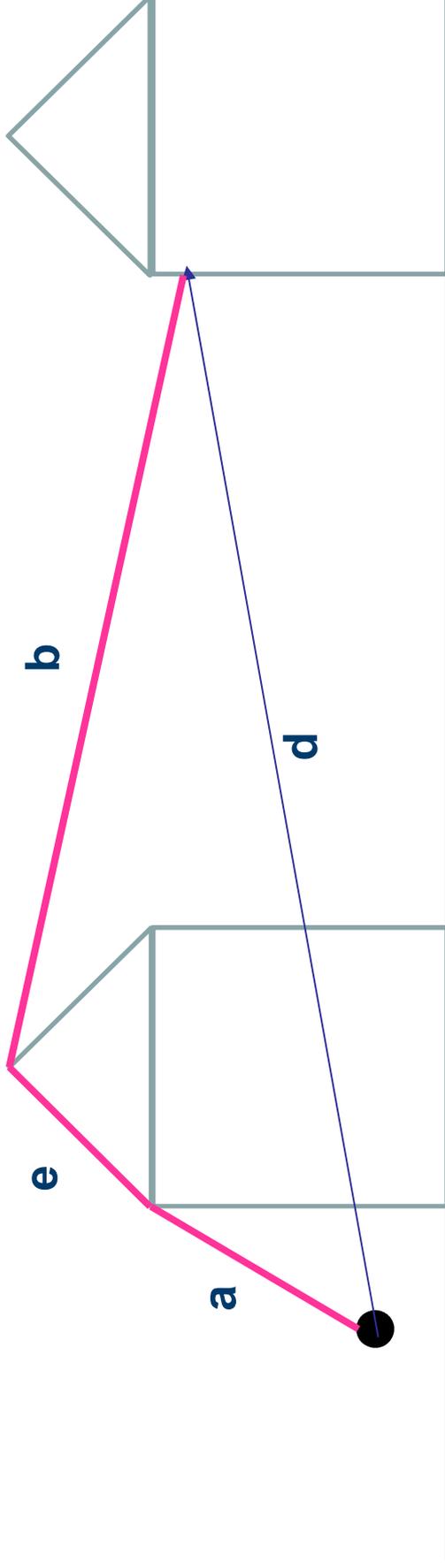


Querschnitt mit Schallschutzwand SSW (idealisiert als unendlich lang)



Verlängerung des Schallweges \rightarrow Schirmwert $z = a + b - (d_q + d_i)$

Schallschirm mit mehreren Beugungskanten



$$z = a + b + e - d$$

- Das **Abschirmmaß D_z** ist das in Schalldruckpegeln (in deciBel dB) bestimmte Maß für die Wirkung des Schirmes.
- Je größer der **Schirmwert z** , desto größer ist das Abschirmmaß D_z
- Die Flächenmasse des Schallschirms (z.B. SSW) soll mindestens 10 kg/m² betragen → direkter Schallstrahl wird so stark gedämmt, dass er minimalen Beitrag zur Immission leistet.
- Schallschirm darf **keine Lücken** aufweisen.
- Die Schallausbreitung ist abhängig
 - von den **meteorologischen Bedingungen** (mit Einfluss auf die Krümmung des Schallstrahls),
 - von der **Dämpfung** am Boden und
 - vom **Frequenzspektrum** des Geräusches

- **Frequenzeinfluss:** Je niedriger die Frequenz f der Schalldruckschwankungen, desto größer ist die **Länge der Schallwelle λ** (z. B. bei 1000 Hz ist $\lambda = 0,343$ m), desto geringer ist das Maß der Abschirmung
- Abschirmung soll senkrecht zur Ausbreitungsebene (siehe Querschnitt oben) so ausgedehnt sein, dass die seitliche Beugung keinen relevanten Anteil leistet („**Überstandslängen**“, sie sind ebenfalls frequenzabhängig)

Abschirmmaß $D_z = f(z, 1/\lambda, \text{Meteorologie, Bodendämpfung})$

- Der direkte Schallstrahl wird in der Regel mehr von der Bodendämpfung gemindert als der gebeugte Strahl. Deshalb ist die Gesamtwirkung eines Schirms, das „**Einfügungsdämmmaß**“ – bis zu etwa 4,7 dB(A) - geringer als das Abschirmmaß.

- **Berechnungsvorschriften** finden sich in den bekannten Prognosemodellen für den Gewerbe- und Verkehrslärm
 - Bsp. **Straßenverkehr**: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen von 1990 RLS-90 (frequenzunabhängig → Pegelminderung in dB(A))
 - **Schieneverkehrslärm**: Schall 03 von 2014; frequenzabhängig
 - **Allgemeine Vorschrift**: **DIN ISO 9613-2** „Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien“
 - **VDI-Richtlinie 2720-1** „Schallschutz durch Abschirmung im Freien“
- **In der Regel: Berechnung mit Software**

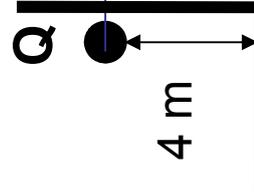
Bsp. 1: Berechnung nach DIN ISO 9613-2



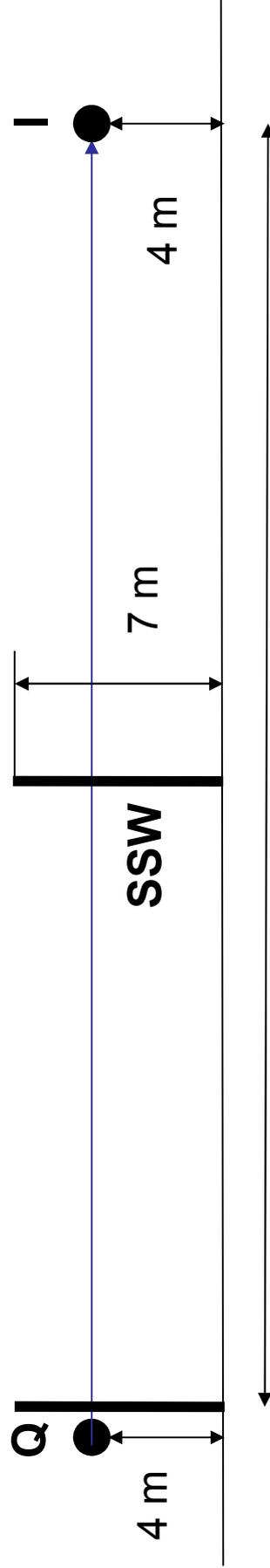
- Frequenz: 1000 Hz
- Eine Beugungskante
- Fall 1: Wand quellennah (1 m entfernt)
- Fall 2: Wand mittig
- Höhe der Beugungskante über Grund: 7m
- Höhe von Quelle Q und Immissionsort I über Grund: 4 m
- Parameter: Abstand Q – I (25 bis 400 m)

Rechnung für
verschiedene
Wandhöhen
siehe Anhang

Fall 1

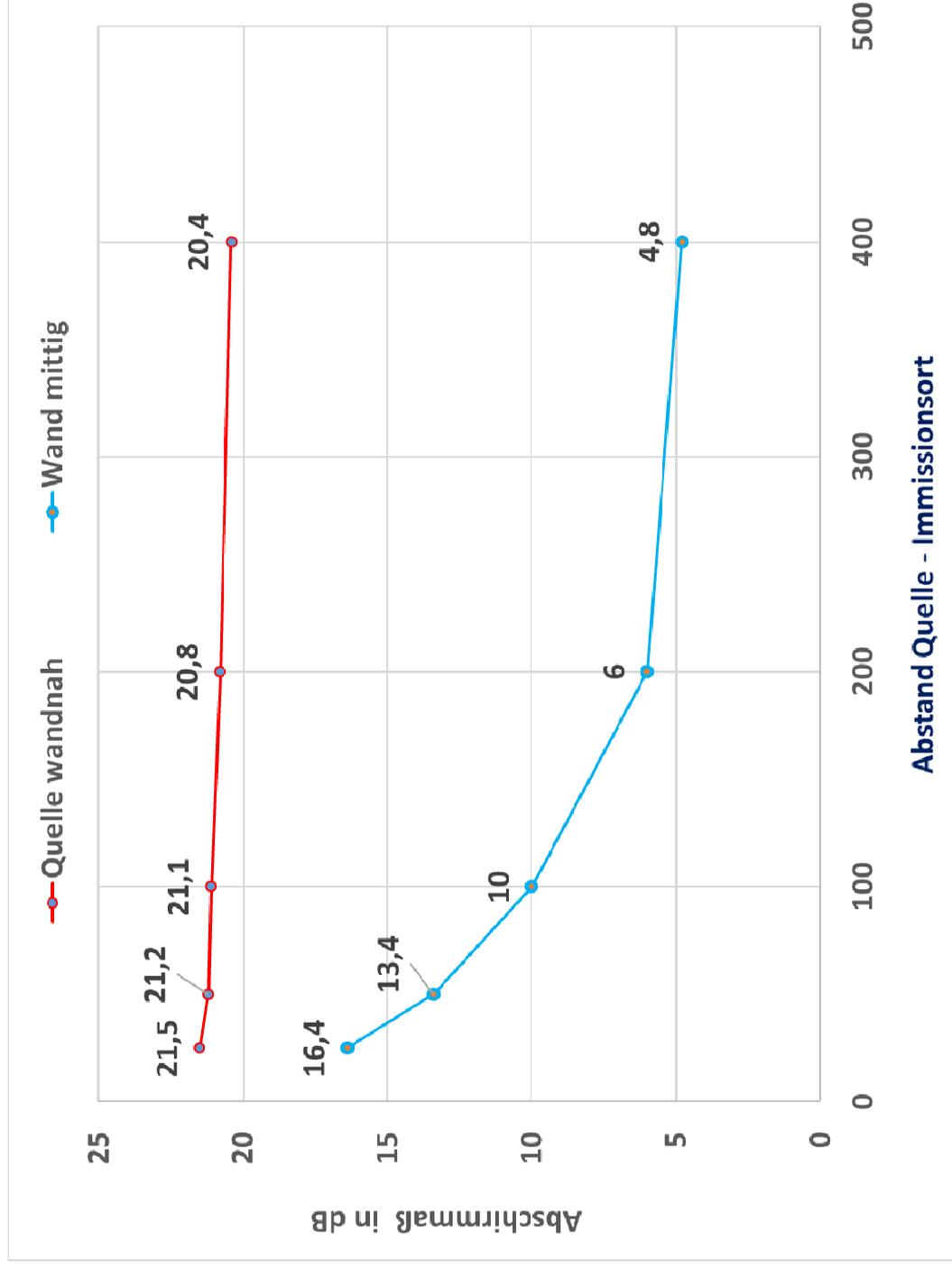


Fall 2

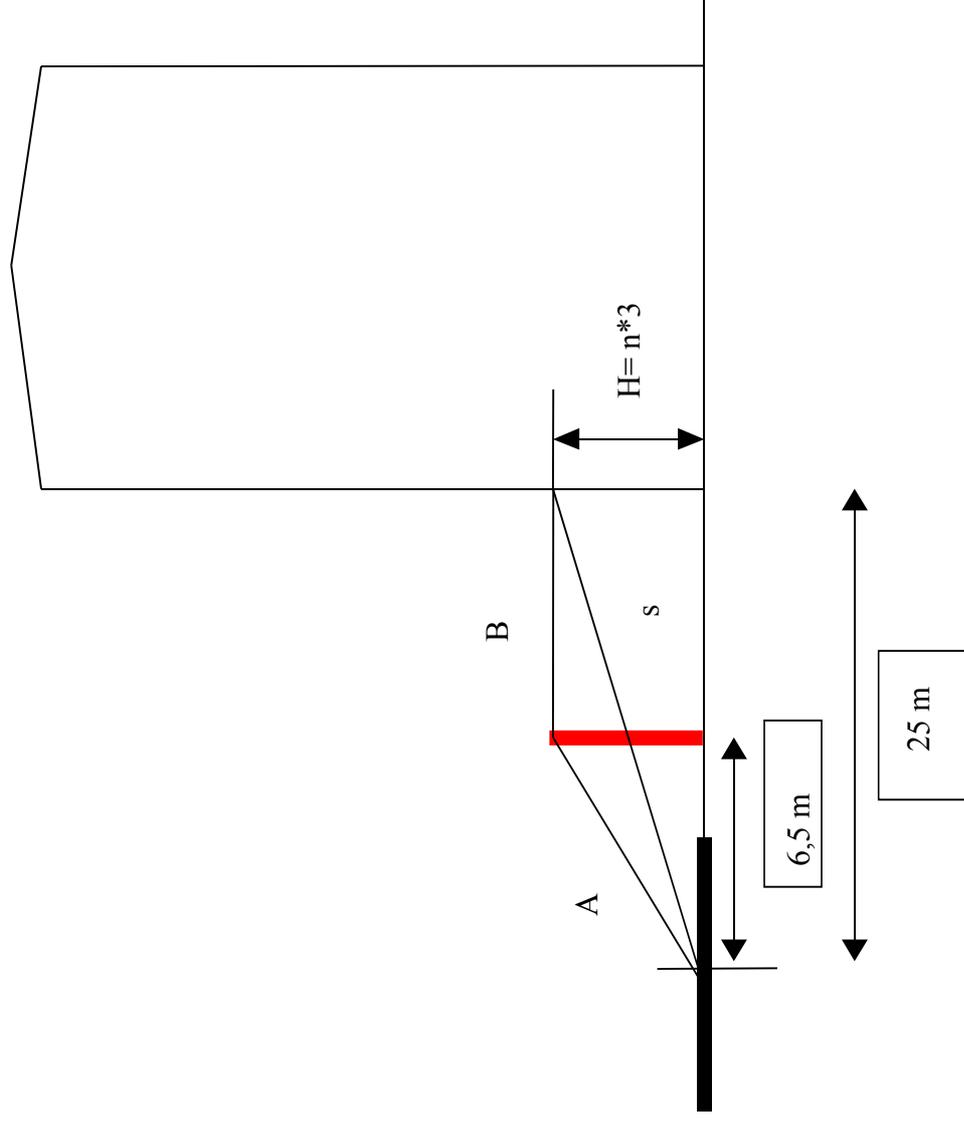


25 bis 400 m

Bsp. 1: Abschirmmaß in dB



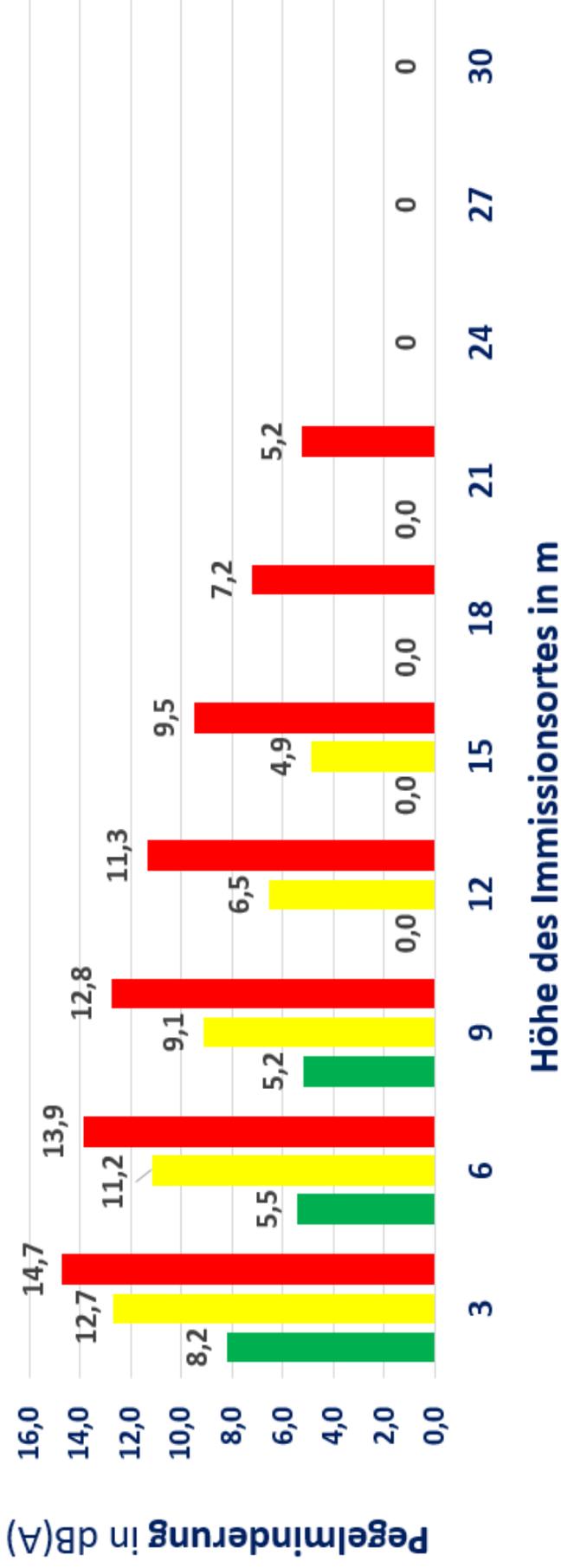
Bsp. 2: Einfügdungsdtmmmaß nach RLS-90



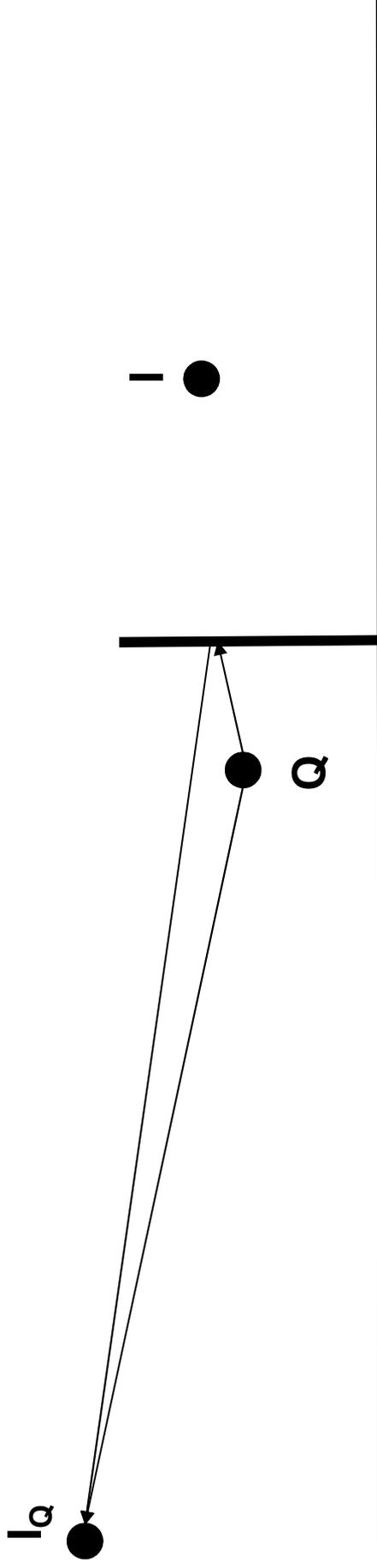
Bsp. 2: Ergebnisse



Pegelminderung durch Lärmschutzwand in Abhängigkeit von der Höhe des Immissionsortes und Wandhöhe ■ 2 m ■ 4 m ■ 6 m



- Abschirmungen können durch **Reflexionen** auf der quellenseitigen Wandfläche bei quellenseitigen Immissionsorten I_Q zu Pegelerhöhungen führen
→ **Wand hochabsorbierend** (Absorptionsverlust ≥ 8 dB) oder **mindestens absorbierend** (Absorptionsverlust ≥ 4 dB) ausbilden



- Abschirmungen am wirksamsten, wenn sie **quellennah** (oder immissionsortnah) angeordnet werden.
- Sie sollten **lückenlos** sein.
- In der Regel ist für jede **eigene** Abschirmung vorzusehen.
- Ist aus betrieblichen oder topografischen Gründen eine quellennahe Abschirmung nicht möglich, **sinkt** das Abschirmmaß mit steigenden Entfernungen deutlich.
- Zur **Vermeidung** von Reflexionen sind Abschirmungen hochabsorbierend auszubilden.



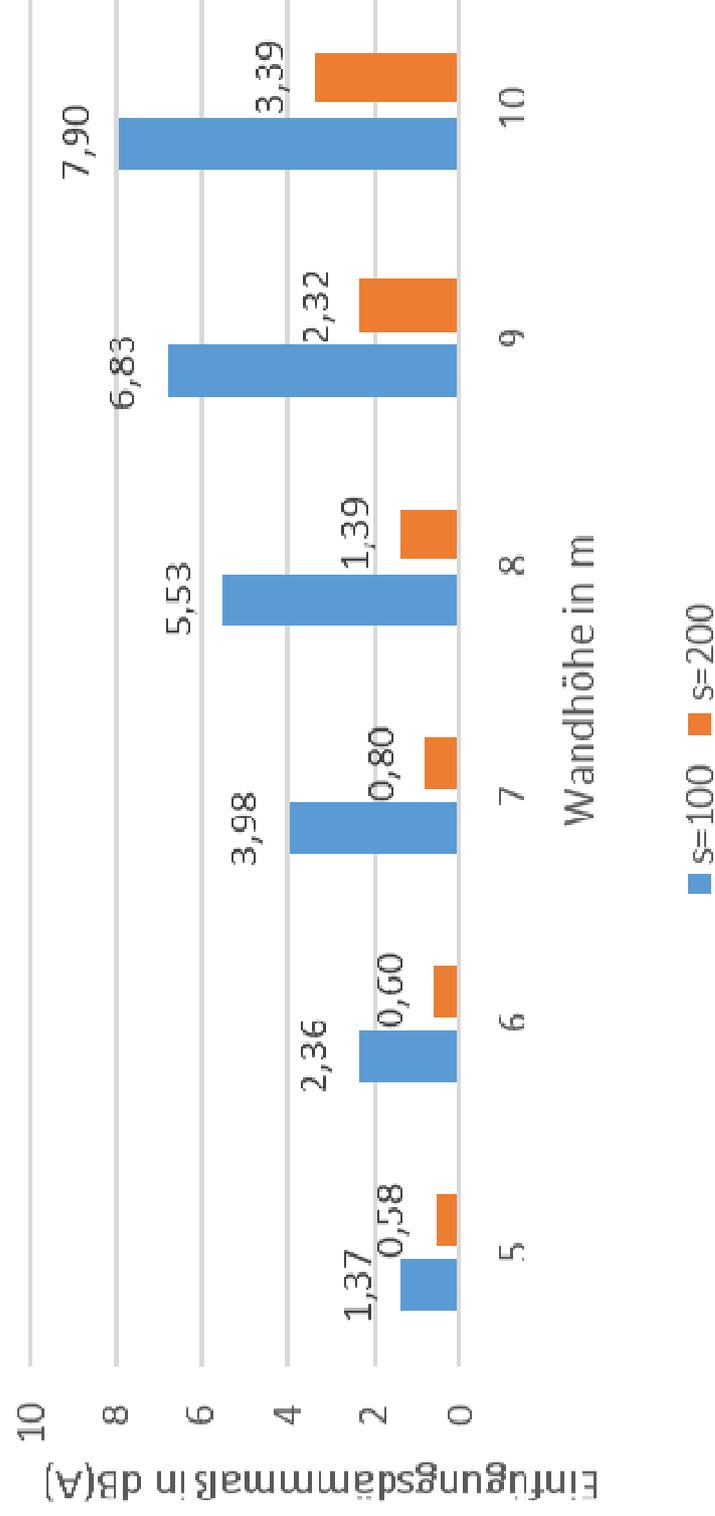
Vielen Dank fürs Zuhören!

M.Jaecker-Cueppers@ald-laerm.de

www.ald-laerm.de

- Berechnung des Einfügungsdämmmaßes gegenüber Ausbreitung ohne Abschirmung
 - Fall Lange gerade Straße
 - Geometrie wie auf Folie 11
 - Mittige Position der Wand
 - Vernachlässigung der Boden- und Meteorologiedämpfung mit der Wand (Unterschätzung der Minderungswirkung)
 - Variation der Höhe des Schallschirms von 5 bis 10 m
 - Fall 1: Abstand Quelle Q – Immissionsort IO 100 m
 - Fall 2: Abstand Quelle Q – Immissionsort IO 200 m
- Bewertung: Im ungünstigsten Fall einer mittigen Abschirmung beträgt die Minderung für die vorhandenen 7 m Schirmhöhe je nach Entfernung zwischen **4 bis 0,8 dB(A)**; durch größere Schirmhöhen (z. B. 10 m) lässt sie sich deutlich auf **7,9 bis 3,4 dB(A)** erhöhen.

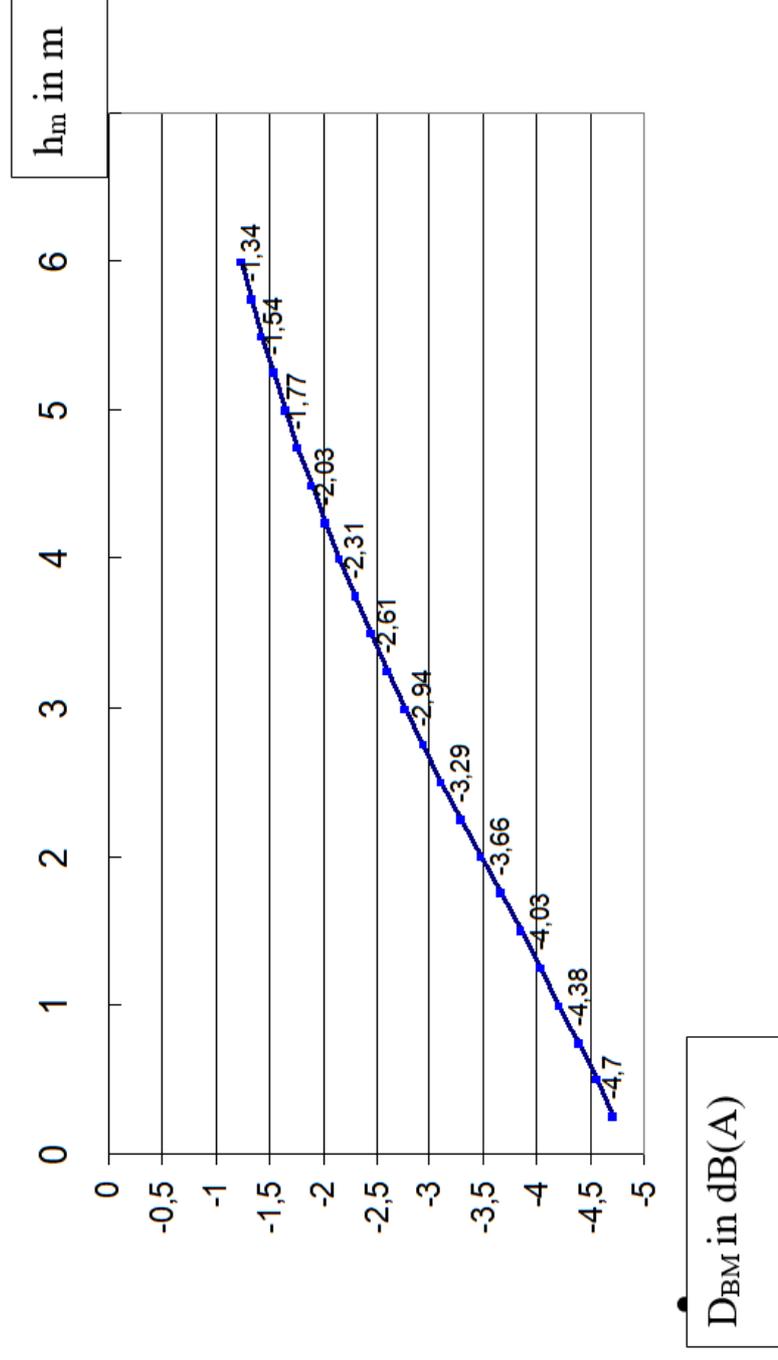
Einfügungsdämmmaß für mittige Wand - Höhe Q und IO = 4m



Dämpfung durch Bodenabsorption (RLS-90)



D_{BM} in Abhängigkeit von h_m für $s_{\perp} = 50$ m



h_m = mittlere Höhe des Schallstrahls über Grund