

SCHALL & WINDENERGIE

OPTIMIERUNGSPOTENZIAL OHNE HARDWAREÄNDERUNG (FALLBEISPIELE)

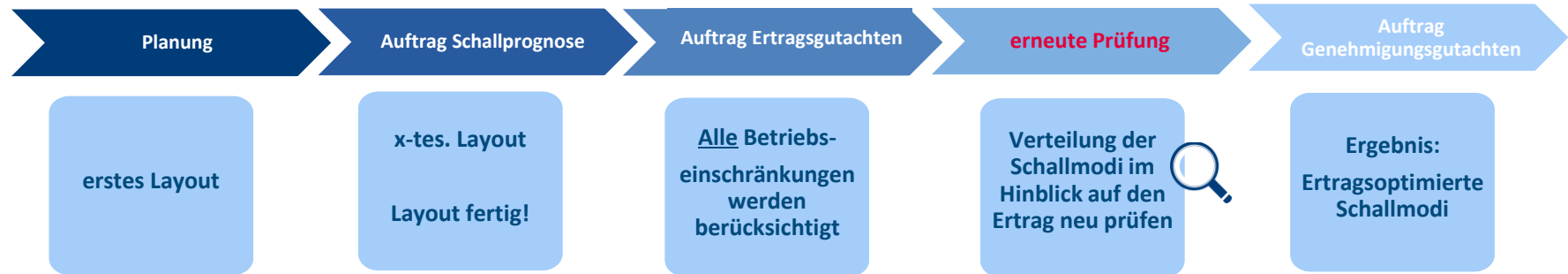
9.11.2023 Kirsten Ulner, Lars Levermann

Optimierungspotential ohne Hardwareänderung

- → Optimierung während der Planung durch **wiederholte Energieertragsprüfung**
- → Optimierung durch **Kontingentnutzung** leistungsschwächerer WEA
- → Optimierung im Schallgutachten durch **Irrelevanzkriterien**
- → Optimierung → Vorsicht beim **Summenpegel**
- → Optimierung durch **Abschirmung** und Reflexion
- → Richtwerteinstufung **SO Ferienhausgebiet/Wochenendhausgebiet**
- → Optimierung bei **Abnahmemessung**
- → Optimierung durch **Dreifachvermessung**

Optimierung während Planung durch wiederholte Ertragsprüfung

- > Die Energieertragsprognose wird gewöhnlich nach der Schallberechnung erstellt und ggf. um die Verluste aus den Schallrestriktionen korrigiert
- > Ohne Kenntnis der Energieertragsprognose kann die Schallprognose nicht energieertragsoptimiert gerechnet werden
- > Hier lohnt sich eine erneute Prüfung:
gibt es weitere Möglichkeiten der Verteilung der Schallreduzierung, nicht immer ist das möglich....
aber manches Mal wird auch Ertragspotential verschenkt



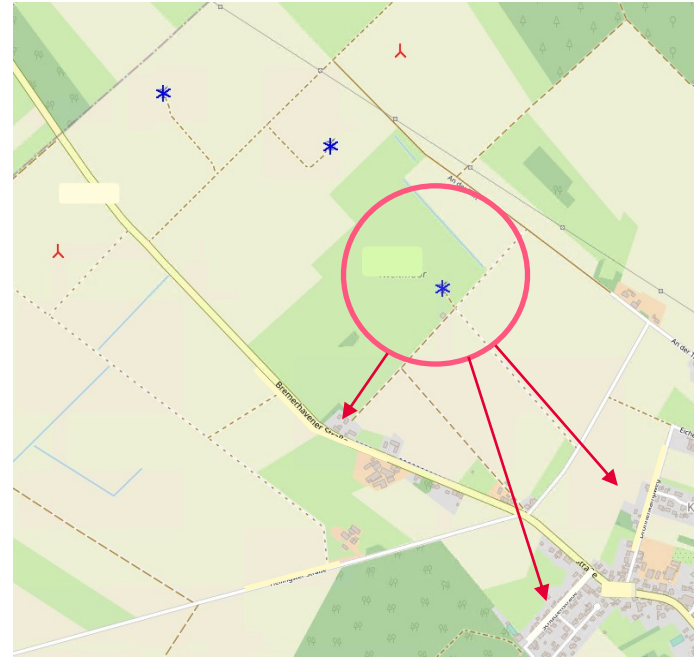
Optimierung durch Kontingentnutzung leistungsschwächerer WEA

- → Eine ältere leistungsschwache WEA schöpft das Schallkontingent am Ortsrand aus
- → Die leistungstärkeren WEA müssen aufgrund der großen Entfernung zu den Immissionsorten deutlich reduziert werden

Abwägung: Ertragsverlust durch Nachtabschaltung der leistungsschwachen WEA gegen Ertragssteigerung der leistungstärkeren WEA

Im eigenen Windpark kann eine Nachtabschaltung einer WEA in die Nebenbestimmung als Bedingung aufgenommen werden

Die Nutzung eines fremden Schallkontingentes kann verhandelt und ggf. vertraglich geregelt werden



Optimierung im Schallgutachten durch Irrelevanzkriterien

Einige Bundesländer erkennen Irrelevanzkriterien für die Einzelbeiträge der WEA an:

15 dB(A) unter Richtwert für den Einzelbeitrag:

- Mecklenburg-Vorpommern
- Brandenburg (nur für die Zusatzbelastung)
- Nordrhein-Westfalen

Summenpegel gesamt	45,45	46,73	44,21	45,49	46,48	41,58	41,66	41,57	43,85	46,87	40,09	43,14	41,66
Summenpegel relevant	0,0	45,3	42,0	43,9	45,2	0,0	0,0	0,0	39,5	46,0	36,5	40,5	39,0
Vorbelastung* (dB(A))	0,0	45,0	39,8	42,5	43,5	0,0	0,0	0,0	39,5	46,0	36,5	38,0	39,0
Zusatzbelastung* (dB(A))	0,0	34,4	38,0	38,5	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,0
Gesamtbelastung* (dB(A))	0	45	42	44	45	0	0	0	40	46	36	41	39

* Summierung aller relevanten Teilpegel

12 dB(A) unter Richtwert

- Schleswig-Holstein
- Rheinland-Pfalz

	Teilpegel Nacht													
	IO09	IO10	IO25	IO27	IO28	IO39	IO40	IO41	IO42	IO44	IO45	IO46	IO47	
Immissionsrichtwert	50,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	40,0	45,0	40,0
Irrelevanz $L_r \leq$	38,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	28,0	33,0	28,0
ZB01	32,2	34,4	35,8	36,8	38,7	31,2	31,4	31,2	22,6	23,6	19,6	27,6	25,9	
ZB02	27,5	29,1	29,1	29,5	30,3	27,2	27,5	27,5	28,3	27,2	24,7	37,1	23,1	
ZB03	29,4	30,9	33,9	33,5	34,8	31,3	31,8	31,7	22,1	22,5	19,2	29,6	24,7	
VB01	24,2	24,9	21,6	22,8	22,9	19,3	19,2	19,1	28,4	35,3	27,3	19,6	20,1	
VB02	21,0	21,7	18,7	19,9	20,0	16,6	16,6	16,5	27,3	34,2	16,6	17,6	17,1	
VB03	22,8	23,7	20,6	21,8	21,9	18,4	18,4	18,2	29,2	38,2	19,4	19,4	18,7	
VB04	24,6	25,6	21,8	23,2	23,3	19,2	19,1	19,0	27,3	35,9	19,3	19,3	19,8	
WEA01	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2	
WEA02														
WTG03														
WTG04	20,5	19,8	22,3	21,2	21,0	24,6	24,4	24,5	12,5	13,4	11,0	16,5	24,5	
WTG05	23,2	22,4	25,0	23,9	23,6	27,4	27,1	27,1	14,4	15,4	12,8	18,2	28,1	
WTG06	23,1	22,1	24,5	23,5	23,1	26,6	26,3	26,3	13,7	14,9	12,1	17,2	28,5	
GN01	24,2	24,7	19,6	21,4	21,3	16,6	16,4	16,2	18,6	24,0	16,3	14,1	18,4	
GN02	23,6	24,6	19,8	21,5	21,6	16,8	16,6	16,5	21,4	28,1	18,8	15,6	17,7	
GN03	31,8	33,7	26,9	29,3	29,3	23,2	23,0	22,8	23,7	28,4	20,8	20,6	23,8	
GN04	26,2	27,8	23,0	24,8	25,0	20,0	19,9	19,7	26,1	33,0	22,7	19,8	19,9	
BWP GT02	30,1	32,1	28,2	29,9	30,3	25,2	25,2	25,1	31,9	35,7	27,6	26,8	24,0	
BWP GT03	35,3	38,0	33,0	35,1	35,7	29,2	29,1	28,9	30,1	33,0	26,5	28,6	27,7	
BWP GT04	35,9	39,2	35,7	38,2	39,4	31,0	31,0	30,8	26,4	28,1	23,2	28,6	27,9	

Zusatzbeiträge der 3 neu geplanten WEA sind hier (12 dB unter Richtwert) irrelevant

Vermeidung einer Summation
irrelevanter Beiträge

Optimierung im Schallgutachten durch Irrelevanzkriterien

Einige Bundesländer erkennen Irrelevanzkriterien für die Einzelbeiträge der WEA an:

Summenpegel gesamt	45,45	46,73	44,21	45,49	46,48	41,58	41,66	41,57	43,85	46,87	40,09	43,14	41,66
Summenpegel relevant	0,0	45,3	42,0	43,9	45,2	0,0	0,0	0,0	39,5	46,0	36,5	40,5	39,0
Vorbelastung* (dB(A))	0,0	45,0	39,8	42,5	43,5	0,0	0,0	0,0	39,5	46,0	36,5	38,0	39,0
Zusatzbelastung* (dB(A))	0,0	34,4	38,0	38,5	40,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	37,1	0,0
Gesamtbelastung* (dB(A))	0	45	42	44	45	0	0	0	40	46	36	41	39
* Summierung aller relevanten Teilpegel													

Teilpegel Nacht

	IO09	IO10	IO25	IO27	IO28	IO39	IO40	IO41	IO42	IO44	IO45	IO46	IO47
Immissionsrichtwert	50,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	45,0	40,0	45,0	40,0
Irrelevanz Lr ≤	38,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	33,0	28,0	33,0	28,0
ZB01	32,2	34,4	35,8	36,8	38,7	31,2	31,4	31,2	22,6	23,6	19,6	27,6	25,9
ZB02	27,5	29,1	29,1	29,5	30,3	27,2	27,5	27,5	28,3	27,2	24,7	37,1	23,1
ZB03	29,4	30,9	33,9	33,5	34,8	31,3	31,8	31,7	22,1	22,5	19,2	29,6	24,7
VB01	24,2	24,9	21,6	22,8	22,9	19,3	19,2	19,1	28,4	35,3	17,3	19,6	20,1



Optimierung → Vorsicht beim Summenpegel

Ein Fall aus der Praxis:

- → Eine WEA wird in zwei Anlagenvarianten geplant, der kritische Immissionsort ist ca. 1.900 m entfernt

Frequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
Typ 1 $L_{O_{Okt}}$ [dB(A)]	86,9	92,4	95,0	98,5	101,1	101,9	95,1	75,2	106,4
Frequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
Typ 2 $L_{O_{Okt}}$ [dB(A)]	87,7	95,2	99,8	101,5	100,4	96,3	89,4	79,6	106,4

- → **WEA-Typ 1:** Summenpegel: **106,4 dB(A)**

Beurteilungspegel am IO: **26,5 dB(A)**

das Irrelevanzkriterium von 12 dB unter Richtwert wird erfüllt

- → **WEA-Typ 2:** Summenpegel: **106,4 dB(A)**

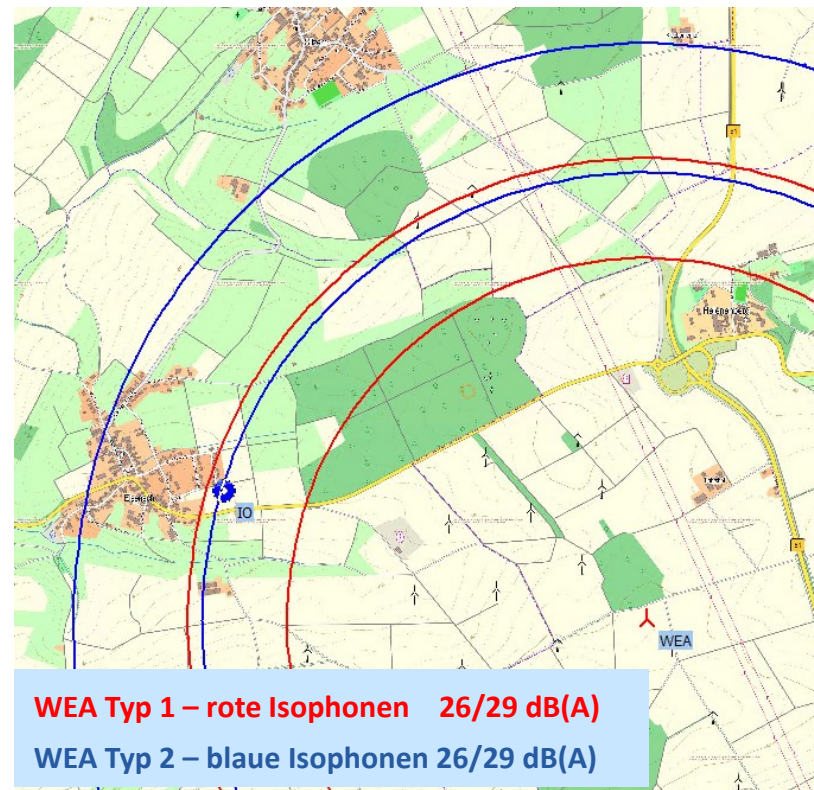
Beurteilungspegel am IO: **29,1 dB(A)**

Irrelevanzkriterium von „12 dB unter Richtwert“ wird **nicht** erfüllt und die WEA muss nachts schallreduziert betrieben werden

die höheren Oktavpegel den unteren Frequenzen machen hier den Unterschied

Optimierung → Vorsicht beim Summenpegel

- → Der Schalleistungspegel als **Summenpegel** bietet beim Vergleich möglicher Anlagentypen bei **Verwendung von Oktavdaten keinen sicheren Anhaltspunkt** hinsichtlich möglicher Schallprobleme
- → Für die Schallausbreitungsberechnung unter Verwendung des Interimsverfahren empfiehlt sich eine **frühzeitige** und **genaue** Betrachtung

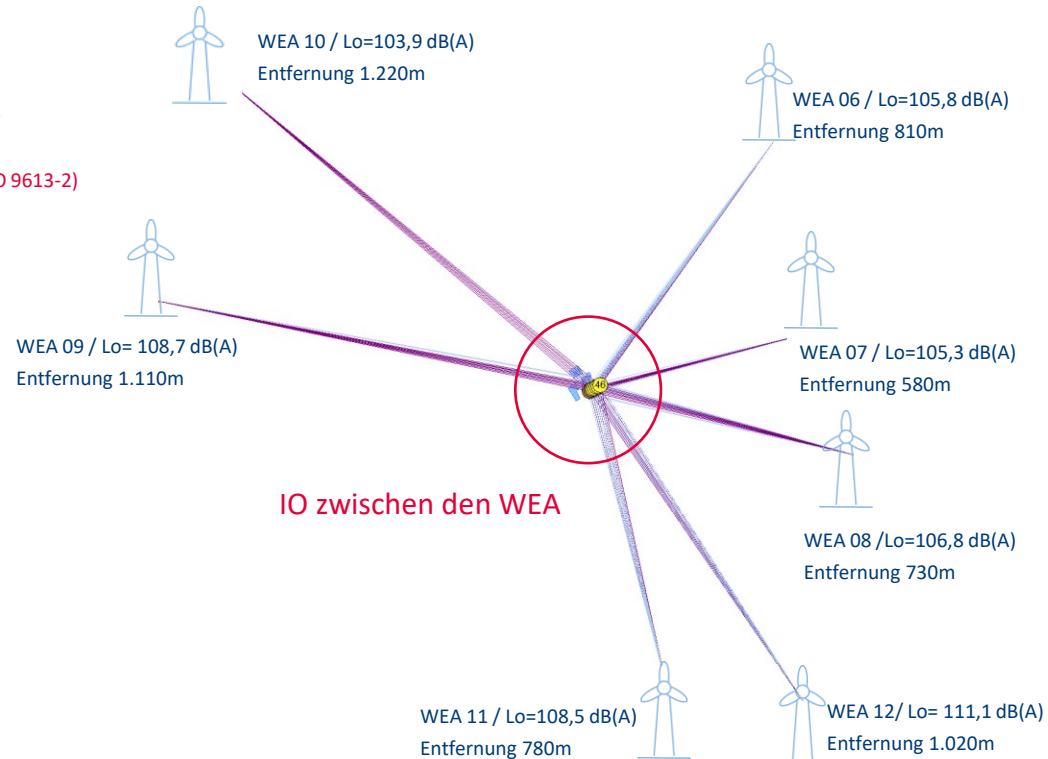


Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

$$L_{AT}(DW) = L_{WA} + D_C - A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc}$$

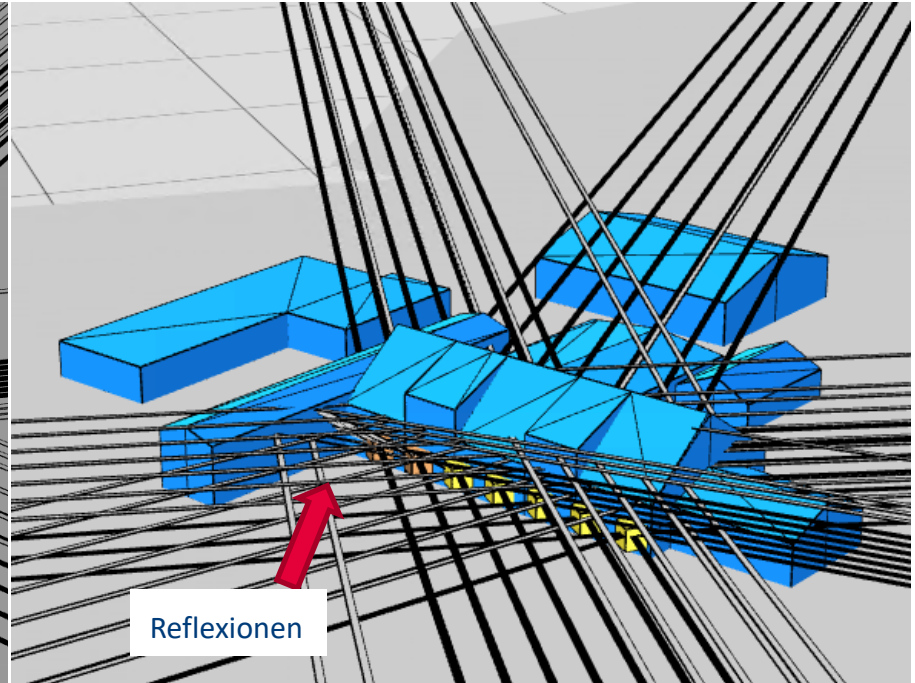
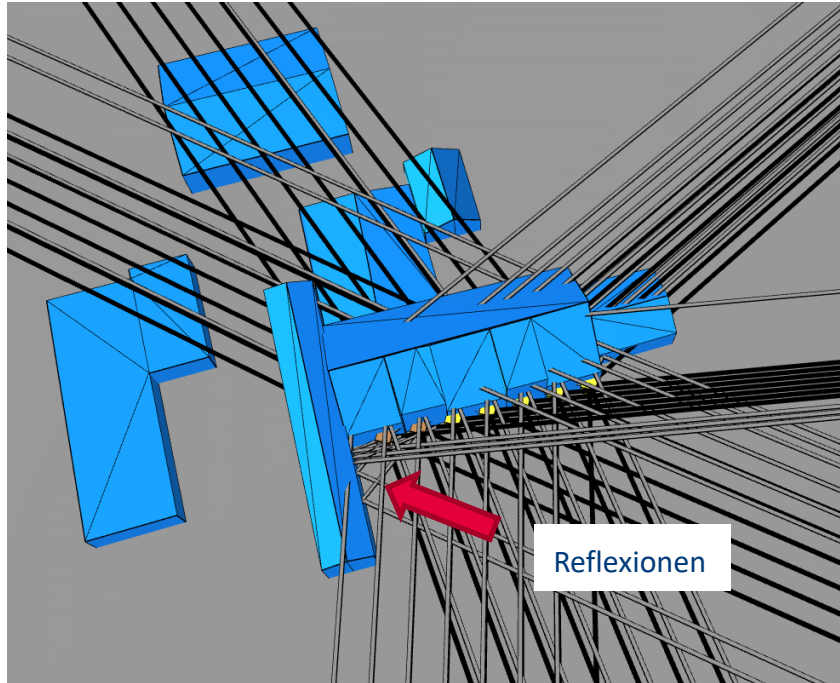
A_{bar} Dämpfung aufgrund der Abschirmung (DIN ISO 9613-2)

- Immissionsorte liegen **zwischen** bestehenden und geplanten WEA
- Die Schallemission trifft aus verschiedenen Richtungen auf die Hausfronten
- Hauswände können Schall sowohl abschirmen als auch reflektieren
- abgewandte Hausfronten können irrelevant sein
- eine Berechnung unter Berücksichtigung von Abschirmung und Reflexion kommt zu **realistischeren Ergebnissen**



Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

Bei über Eck stehenden Gebäudeelementen kann sich der Beurteilungspegel trotz Berücksichtigung der Abschirmung durch zusätzliche Reflexionsanteile erhöhen



Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

Keine Berechnung der Abschirmung ohne Berücksichtigung von Reflexionen!

TA Lärm A.1.3:die maßgeblichen Immissionsorteliegen:
bei bebauten Flächen 0,5 m außerhalb vor der Mitte des geöffneten Fensters....

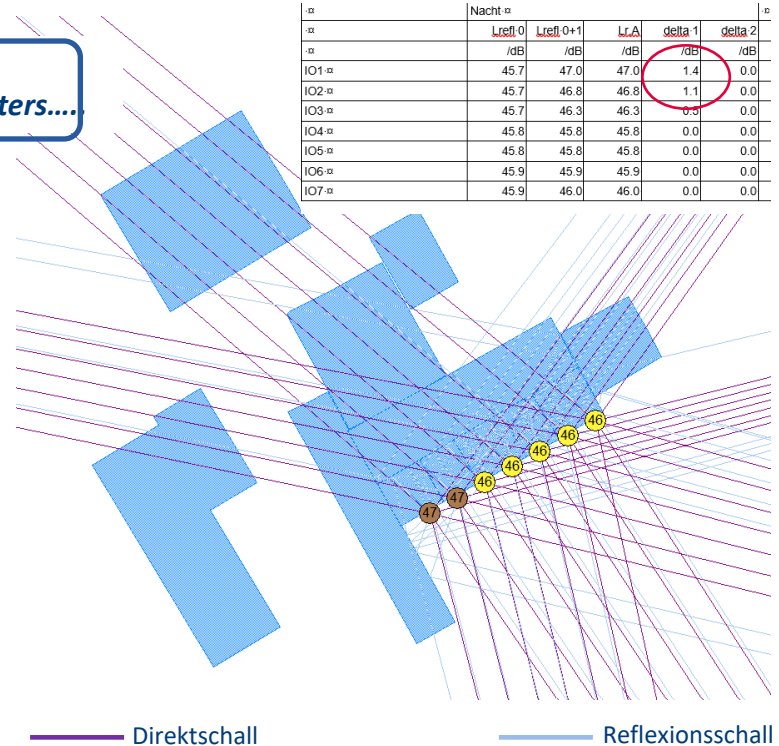
Eine Hauswand reflektiert den Schall unter einem zu definierenden
Absorptionsverlust

Der Absorptionsverlust wird durch die Struktur der Wand definiert, z.B.

- -1 dB für eine glatte Wand
- -2 dB für eine strukturierte Wand
- -4 dB Lärmschutzwand

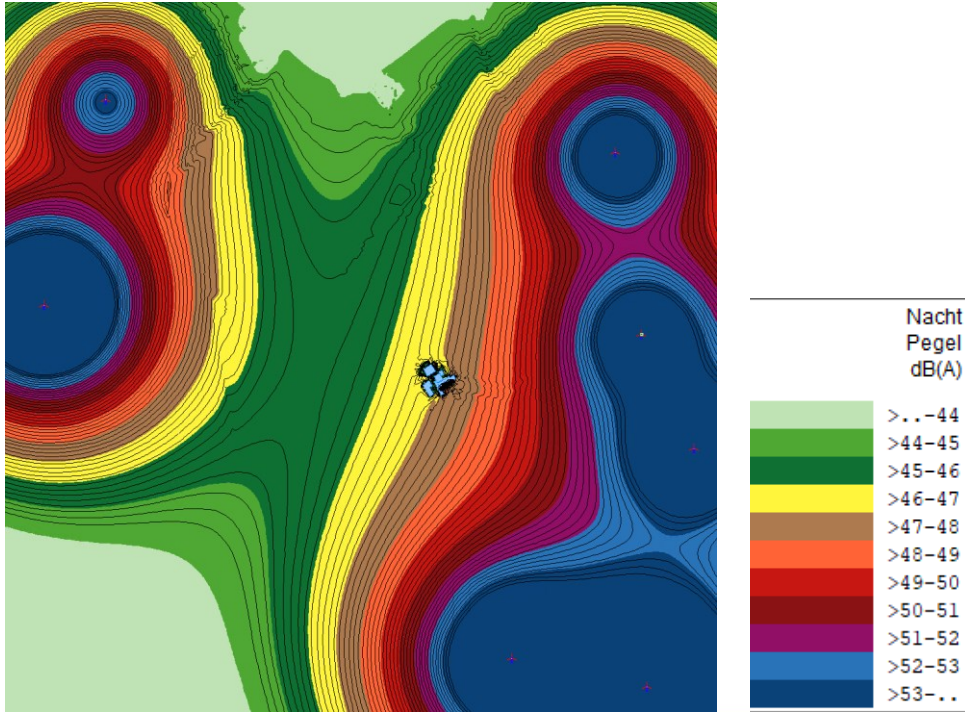
Da für einen Immissionspunkt vor dem geöffneten Fenster gerechnet
wird, entfällt die Reflexion der Wand direkt vor dem Immissionspunkt

Anders verhält es sich mit Hauswinkeln oder direkt gegenüber liegenden
Hauswänden



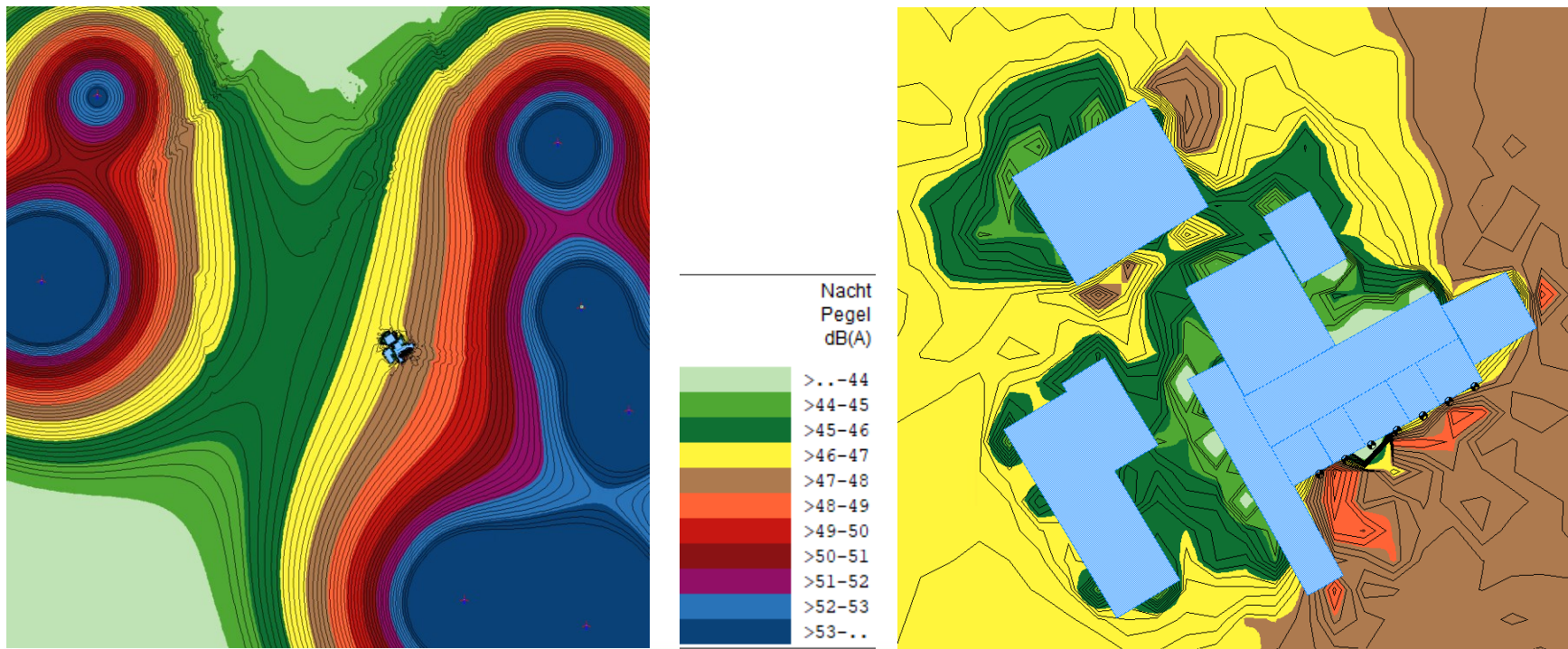
Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

Direkt um die Gebäude ergibt sich ein komplexes Zusammenspiel von Abschirmungseffekten und Reflexionen



Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

Direkt um die Gebäude ergibt sich ein komplexes Zusammenspiel von Abschirmungseffekten und Reflexionen



Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

- → In der Gesamtbelastung zeigen sich zunächst unzulässige Überschreitungen....

	IRW	Gesamtbelastung
IO1	45	46,7
IO2	45	46,7
IO3	45	46,7
IO4	45	46,8
IO5	45	46,8
IO6	45	46,8
IO7	45	46,9

Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

- → alles wird gut mit Berücksichtigung der Abschirmung.....?

	IRW	Gesamtbelastung	Abschirmung	Gesamtbelastung mit Abschirmung ohne Reflexion
IO1	45	46,7	- 1,0	45,7
IO2	45	46,7	- 1,0	45,7
IO3	45	46,7	- 1,0	45,7
IO4	45	46,8	- 1,0	45,8
IO5	45	46,8	- 1,0	45,8
IO6	45	46,8	- 0,9	45,9
IO7	45	46,9	- 1,0	45,9

Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

- → Die Reflexionen können der Spielverderber sein

	IRW	Gesamtbelastung	Abschirmung	Gesamtbelastung mit Abschirmung ohne Reflexion	Reflexion	Gesamtbelastung mit Abschirmung und Reflexion
IO1	45	46,7	- 1,0	45,7	+ 1,3	47,0
IO2	45	46,7	- 1,0	45,7	+ 1,1	46,8
IO3	45	46,7	- 1,0	45,7	+ 0,5	46,2
IO4	45	46,8	- 1,0	45,8	0	45,8
IO5	45	46,8	- 1,0	45,8	0	45,8
IO6	45	46,8	- 0,9	45,9	0	45,9
IO7	45	46,9	- 1,0	45,9	0	45,9

Optimierung durch Abschirmung und Reflexionen

- → **aber:** mit Abschirmung ist der Zusatzbeitrag der WEA06 (Zusatzbelastung) = irrelevant

IO01	IRW	Zusatzbeiträge mit Abschirmung und Reflexion	Zusatzbeiträge ohne Abschirmung und Reflexion
WEA06	45	22,1	37,3
WEA07	45	42,7	40,2
WEA08	45	41,7	39,5
WEA09	45	20,2	35,5
WEA10	45	12,9	30,4
WEA11	45	38,4	38,4
WEA12	45	40,1	40,1

IO02	IRW	Zusatzbeiträge mit Abschirmung und Reflexion	Zusatzbeiträge ohne Abschirmung und Reflexion
WEA06	45	22,2	37,4
WEA07	45	42,4	40,3
WEA08	45	41,2	39,5
WEA09	45	16,1	35,5
WEA10	45	14,1	30,4
WEA11	45	38,4	38,4
WEA12	45	40,1	40,1

Richtwerteinstufung: SO Ferienhausgebiet/Wochenhausgebiet



- → SO „Ferienhausgebiet“ oder SO „Wochenendhausgebiet“
- → Insbesondere bei Insellage im Außenbereich besteht über die Richtwertfestsetzung häufig Uneinigkeit
- → Genehmigungsbehörden, Gemeinden geben meist einen nächtlichen Richtwert von 35 dB(A) vor
- → Auf die TA Lärm kann nicht verwiesen werden
→ sie kennt keine Ferienhaus- oder Wochenendhausgebiete
- → Der Kommentar zur TA Lärm unterscheidet vage zwischen
Ferienhausgebiet → eher 40 dB(A)
Wochenendhausgebiet → eher 35 dB(A)

Richtwerteinstufung: SO Ferienhausgebiet/Wochenhausgebiet

- → In der DIN 18005 werden Orientierungswerte für die städtebauliche Planung vorgegeben
- → Für Ferienhausgebiete und Wochenendhausgebiete war der nächtliche Richtwert bislang jedoch auch dort **nicht eindeutig** zugeordnet

Beiblatt 1 zu DIN 18005 Teil 1 Mai 1987

Orientierungswerte

- a) Bei reinen Wohngebieten (WR),
Wochenendhausgebieten,
Ferienhausgebieten

tags 50 dB

nachts 40 dB **bzw.** 35 dB



Richtwerteinstufung: SO Ferienhausgebiet/Wochenhausgebiet

- → In der DIN 18005 werden Orientierungswerte für die städtebauliche Planung vorgegeben
- → Für Ferienhausgebiete und Wochenendhausgebiete war der nächtliche Richtwert bislang jedoch auch dort **nicht eindeutig** zugeordnet
- → mit der Neufassung der DIN 18005 wird der Orientierungswert für beide Gebiete festgelegt

Beiblatt 1 zu DIN 18005 Teil 1 Mai 1987

Orientierungswerte

- a) Bei reinen Wohngebieten (WR),
Wochenendhausgebieten,
Ferienhausgebieten

tags 50 dB

nachts 40 dB **bzw. 35 dB**

DIN 18005 Bbl.1 : 2023-07

Orientierungswerte für den Beurteilungspegel

Baugebiet	Industrie-, Gewerbe- und Freizeidlärm sowie Geräusche von vergleichbaren öffentlichen Anlagen	
	tags	nachts
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS) Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete, Campingplatzgebiete	55	40

Optimierung bei Abnahmemessung



genehmigt: Summenpegel Mode 14 mit Oktavspektrum auf Grundlage von Herstellerdaten bei Abnahmemessung Mode 13 mitvermessen

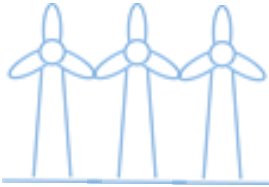
→ Schalloptimierung möglich

Frequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
Le,max [dB(A)] Mode 14 genehmigt	81,5	87,6	91,3	93,9	94,6	92,1	84,6	76,5	99,7
Le,max Okt [dB(A)] Mode 13 vermessen	83,8	88,6	91,9	92,6	94,9	91,5	78,5	56,9	99,5 ✓
Differenz dB(A)	-2,3	-1,0	-0,6	1,3	-0,3	0,6	6,1	19,6	0,2

Wegen der Überschreitung in einzelnen Oktavbändern → Ausbreitungsrechnung erforderlich

Optimierung durch Dreifachvermessung

genehmigt: schallreduzierter Summenpegel von 105 dB(A) ($L_{e,max}$ 106,7 dB(A))



Dreifachvermessung mittlerer Summenpegel Mode S2 < Summenpegel S3 (garantiert)

→ auf starke Schallreduzierung und ggf. die Abnahmemessung kann verzichtet werden

Frequenz [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	ΣL_{gesamt}
$L_{e,max Okt}$ [dB(A)] genehmigt Mode S3	87,9	93,6	98,3	100,6	101,8	99,4	92,1	76,9	106,7
$L_{o Okt}$ [dB(A)] vermessen Mode S2	88,0	94,5	99,1	99,9	100,7	99,2	90,2	75,9	106,3
Differenz [dB(A)]	-0,1	-0,9	-0,8	0,7	1,1	0,2	1,9	1,0	0,4

Wegen der Überschreitung in einzelnen Oktavbändern → Ausbreitungsrechnung erforderlich

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!



Kirsten Ulner

SENIOR EXPERT

✉ ulner@pavana-wind.com

☎ +49 4841 89 44 227



Lars Levermann

GESCHÄFTSFÜHRER

✉ levermann@pavana-wind.com

☎ +49 4841 89 44 227