

Vier Zwölfer. 350 Liter.

4 × GRS 12SW-4HE · 2337 × 500 × 400 mm · 18 mm Material



KI-Konzeptvisualisierung: Form- und Farbidee, kein Foto eines gebauten Subwoofers. Die bemaßte Zeichnung ist für die Geometrie maßgeblich.

Die neue Planung

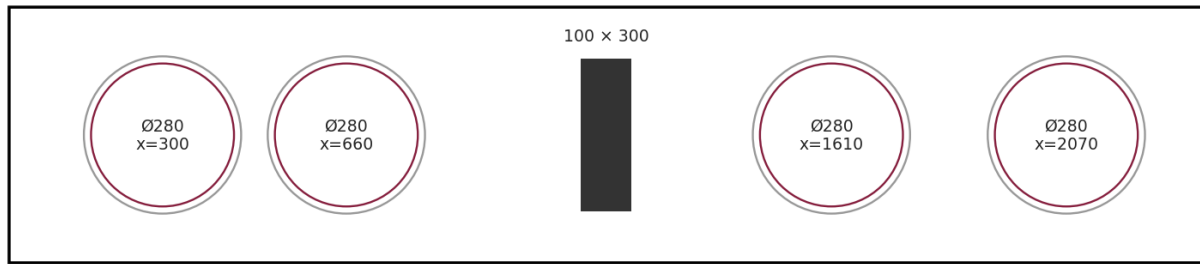
Dieser Entwurf ersetzt die frühere Vorschau mit zwei GRS 18PT. Vier GRS 12SW-4HE arbeiten in einer gemeinsamen Bassreflexkammer. Die flache Bauform bleibt, Höhe und Tiefe sind auf 500 beziehungsweise 400 mm festgelegt. Daraus ergibt sich inklusive Einbauten eine Außenlänge von 2337 mm.

Ziel: etwa 350 l nutzbare Luftkammer und rund 20 Hz Abstimmung. Der mittige Port wird im Gehäuse um 90° nach links gefaltet. Vier Fensterstreben und lokale Verstärkungsringe sind im Volumen berücksichtigt. Ein interner Verstärker ist nicht eingeplant.

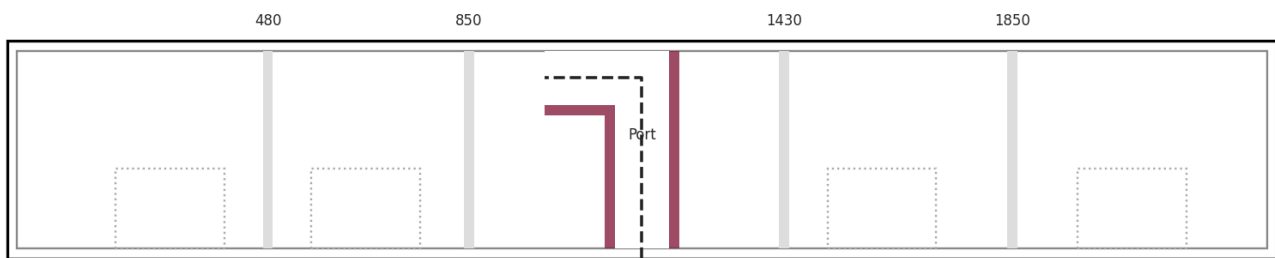
01 / Geometrie

Alle Maße in Millimetern · DXF-Modellraum 1:1

4 × GRS 12SW-4HE · Ansichten in mm · Planungsstand P2



2337 mm · Höhe 500 mm · Treibermitten z = 250 mm



Front / y = 0; hinten y = 400; Schnitt durch Portmitte

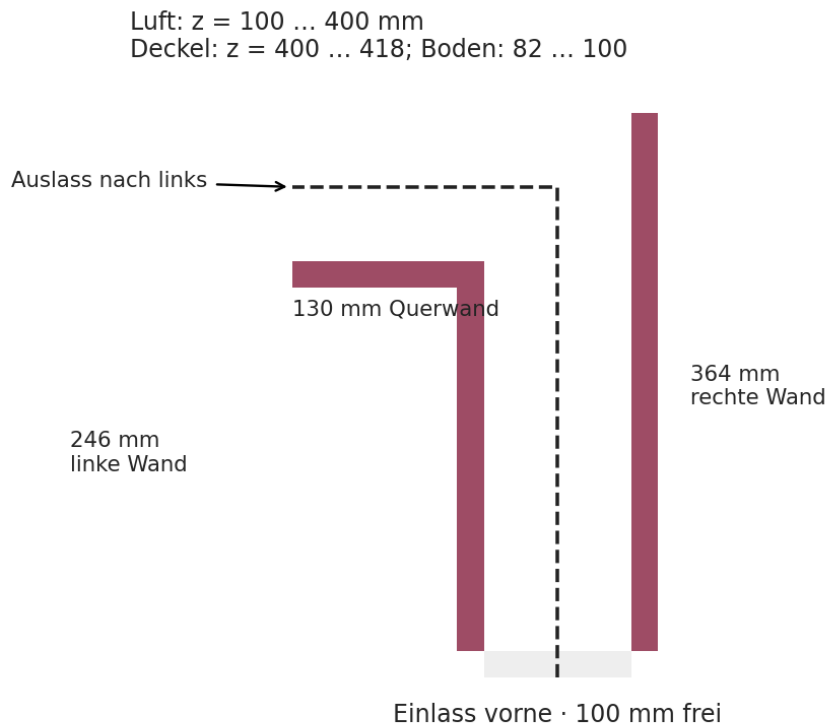
Merkmal	Planmaß
Außen L × H × T	2337 × 500 × 400
Innen L × H × T	2301 × 464 × 364
Chassismitten x / z	300, 660, 1610, 2070 / jeweils 250
Strebenmitten x	480, 850, 1430, 1850
Portöffnung x / z	1118,5 ... 1218,5 / 100 ... 400

Koordinatenursprung: vorne links unten. x nach rechts, y nach hinten, z nach oben. Front und Rückwand überdecken die Stirnflächen; Deckel/Boden liegen zwischen Front und Rückwand. Seiten und Streben liegen dazwischen. Chassis aufgesetzt montieren; keine Korbversenkung eingeplant.

02 / Der gefaltete Port

100 × 300 mm frei · 300 cm² · etwa 512 mm Mittellinie

Portdetail: Draufsicht · Rückwand bildet Kanalabschluss



Die Rückwand ist zugleich die hintere Kanalwand. Einlass vorne; von dort 332 mm bis zur Mittellinie der hinteren Querstrecke, dann 180 mm nach links bis zum Auslass. Der Auslass liegt bei $x = 988,5$ mm. Zur nächsten Strebe bleiben 129,5 mm; das ist mehr als eine Kanalbreite.

Helmholtz-Näherung: $F_b = c / (2\pi) \cdot \sqrt{S / (V_b \cdot L_{eff})}$. Mit $c = 343$ m/s, $S = 0,030$ m², $V_b = 0,350$ m³, $L = 0,512$ m und Endkorrektur $1,46 \cdot \sqrt{S/\pi} = 0,143$ m ergibt sich $F_b \approx 19,75$ Hz. Für das akustische Modell wird 20 Hz verwendet.

Die Endkorrektur eines gefalteten Rechteckports ist nur näherungsweise erfasst. Kanten am Mund und am inneren Auslass abrunden; die enge Umlenkung kann Verluste verursachen. Erst provisorisch montieren, Impedanzminimum zwischen den beiden Spitzen messen und die Endstrecke korrigieren. Näherung: ± 20 mm Portlänge verändert F_b um ungefähr $\mp 0,3$ Hz.

03 / Zuschnitt & Volumen

18 mm Birke-Multiplex · Fertigmaße, ohne Sägezugabe

ID / Teil	Stk.	Maß / Hinweis
F1 / Front	1	2337 × 500; 4× Ø280; Port 100 × 300
R1 / Rückwand	1	2337 × 500; Terminalposition nach Hardware
D1 / Deckel / Boden	2	2337 × 364; zwischen Front und Rückwand
S1 / Seiten	2	464 × 364; zwischen Deckel und Boden
V1 / Fensterstrebe	4	464 × 364; Fenster 384 × 284, 40 mm Rand
V2 / Innenring	4	Ø330 / Ø280; hinter Front; 18 mm stark
P1 / Portboden / Portdeckel	2	248 × 364; L-Kontur, Fläche 62.720 mm²
P2 / Portwand rechts	1	364 × 300; x = Mitte +50 ... +68
P3 / Portwand links	1	246 × 300; x = Mitte -68 ... -50
P4 / Portquerwand	1	130 × 300; y = 264 ... 282

Bilanz der freien Luftkammer

Position	Liter
Innenraum vor Einbauten	+388.630
4 Chassis: je 2,8 l (Schätzung)	-11.200
4 Fensterstreben, Öffnung 284 × 384 mm	-4.308
4 Verstärkungsringe Ø330 / Ø280 × 18	-1.725
Portluft innerhalb des Gehäuses	-14.820
Drei senkrechte Portwände	-3.996
Portboden und Portdeckel	-2.258
Terminal, Kabel und Reserve (Ansatz)	-0.300
Nettovolumen (rechnerisch)	350.023

Chassisverdrängung 2,8 l/Stück ist ein Schätzwert. 1 l zusätzliche Einbauten verlangt rund 5,92 mm mehr Außenlänge. Fenster mit R10 statt scharfen Ecken ändern das Gesamtvolumen nur um etwa 0,006 l. Keine Dämmstoff-Volumenvergrößerung angesetzt.

04 / Treiber & Rechenmodell

Datenbasis: GRS-Herstellerdatenblatt, Abruf 22.09.2026

Parameter pro Treiber	Wert	Parameter pro Treiber	Wert
Fs	22 Hz	Vas	80,4 l
Qms / Qes / Qts	4,08 / 0,48 / 0,43	Re / Le	3,9 Ω / 3,5 mH
Sd	504 cm ²	Xmax*	$\pm 12,5$ mm
Mms / Cms	237 g / 0,22 mm/N	BL	16,2 Tm
Belastbarkeit	250 W RMS	Kennschalldruck	84,5 dB / 2,83 V / 1 m
Außen-Ø / Tiefe	ca. 308 / 160 mm	Ausschnitt Planung	Ø280 mm

* Hersteller-Xmax enthält einen Zuschlag von einem Drittel der Polplattenhöhe; kein garantierter verzerrungsarmer Hub. Vier Treiber ergeben 2016 cm² Membranfläche und 2,52 l einseitiges Verschiebevolumen. Die Shop-Angabe Sd = 507,3 cm² weicht leicht vom Datenblatt ab; gerechnet wird durchgehend mit 504 cm².

So wird simuliert

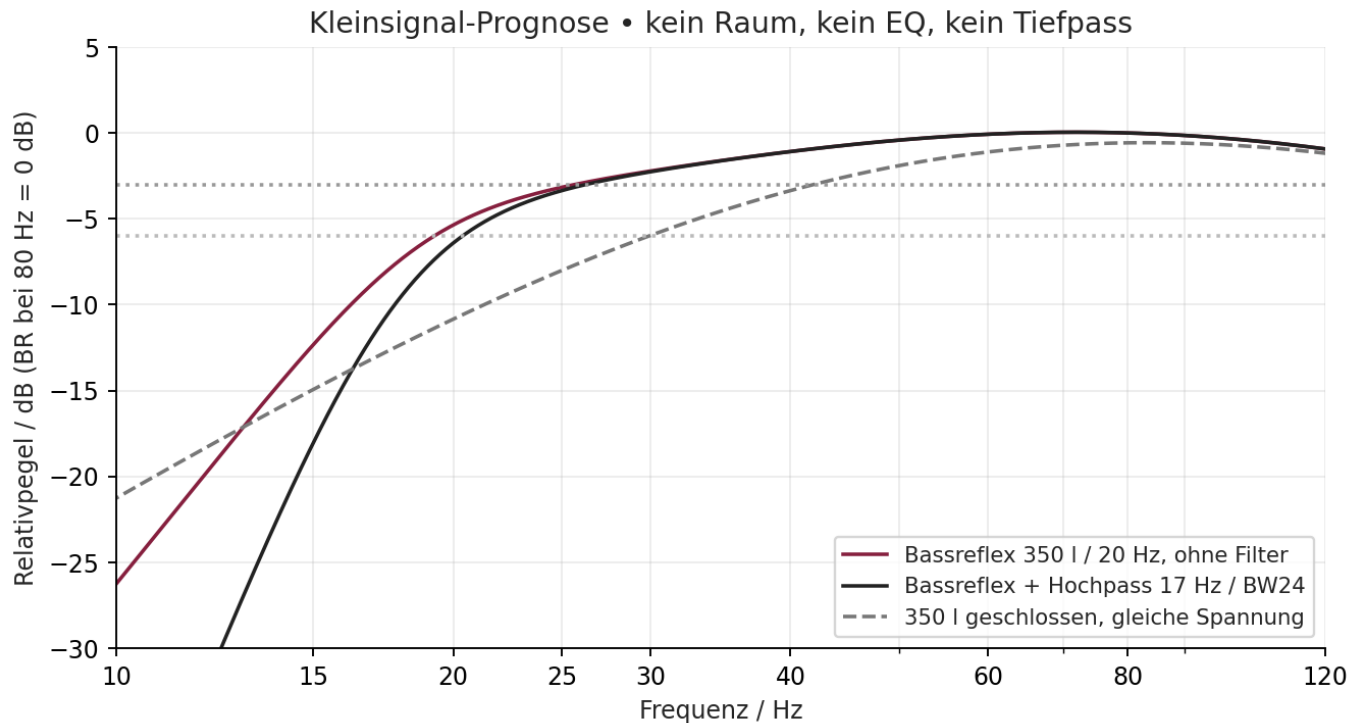
Lineares elektro-mechanisch-akustisches Ersatzschaltbild: vier identische Treiber, gemeinsames Vb = 350 l, Fb = 20 Hz, Ql = 7 und Qp = 20 als angenommene Verlustfaktoren; Luftdichte 1,18 kg/m³. Cms, Mms und BL werden aus Fs, Vas, Sd, Qes, Qms und Re konsistent abgeleitet; Le = 3,5 mH bleibt enthalten.

Für den Pegel gilt kohärente Addition in den idealisierten Halbraum 2 π in 1 m. Das ist kein nachgewiesener Hörplatzpegel; die 2,3 m breite Quelle ist in 1 m nicht über den ganzen Bereich eine Punktquelle. Der T/S-Modellpegel ist zudem nicht auf die Datenblatt-Sensitivität kalibriert. Absolute Werte können um mehrere dB abweichen; 3–5 dB Praxisreserve einplanen.

Quellen: GRS-Herstellerdatenblatt bei SoundImports sowie Parts Express, Artikel 292-820. Der Hersteller nennt 11 Zoll (279,4 mm) als Schallwandausschnitt; Ø280 ist das gerundete Planmaß und muss am realen Korb geprüft werden. Schraublöcher erst am Chassis übertragen.

05 / Erwarteter Frequenzgang

Simulation der Box · kein gemessener Raumfrequenzgang



Bezugspegel: BR bei 80 Hz	−3 dB	−6 dB
Ohne Filter	25.7 Hz	19.3 Hz
Mit Hochpass 17 Hz / BW24	26.4 Hz	20.4 Hz

20 Hz Abstimmung bedeutet nicht automatisch $F_3 = 20$ Hz. Die vorgesehene Abstimmung liefert tiefen Bass, während der Schutzhochpass den Pegel unterhalb der Abstimmung gezielt reduziert. Raummoden, Aufstellung und DSP bestimmen erst später den tatsächlichen Hörplatzverlauf.

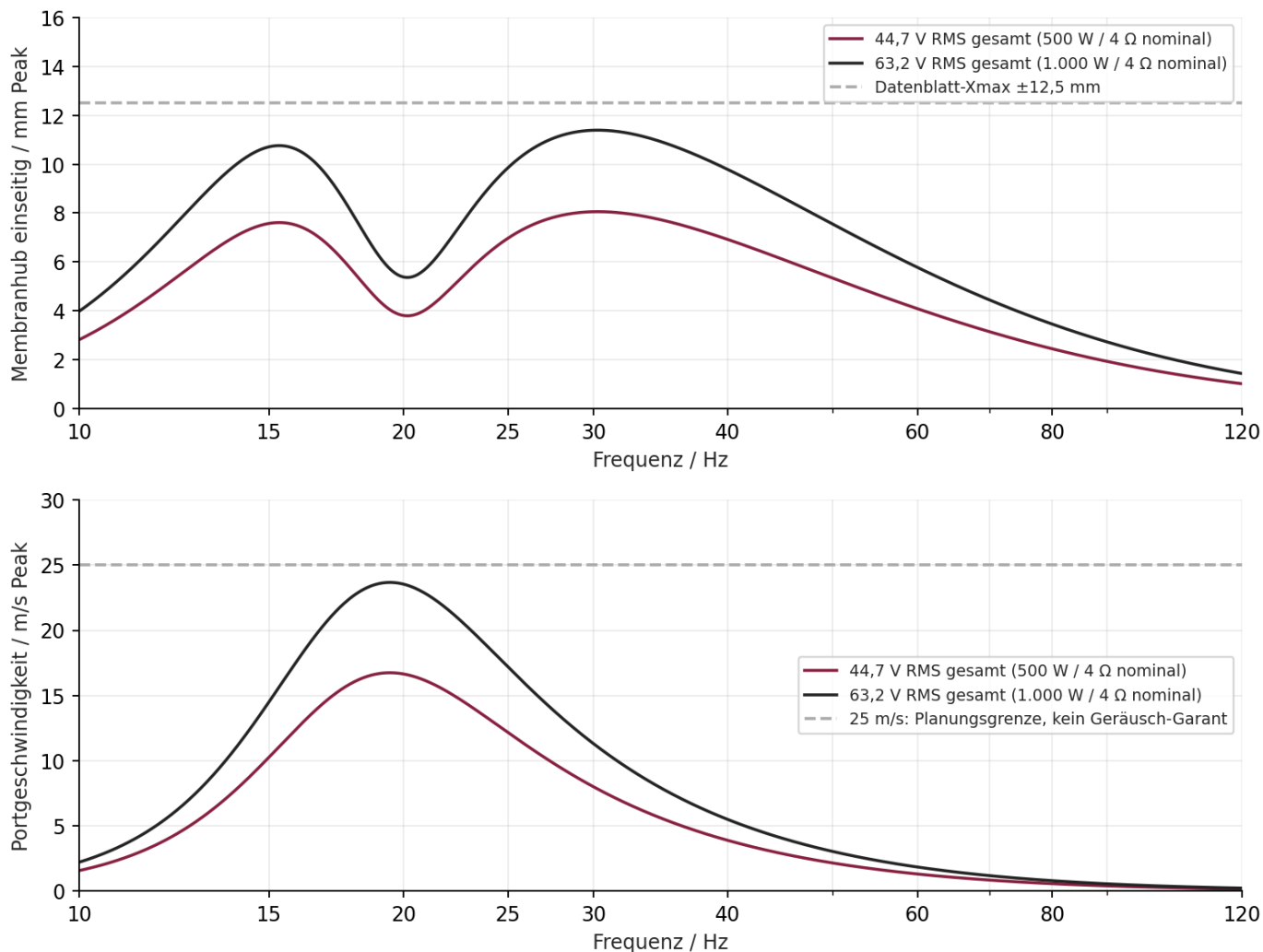
DSP als Startpunkt

Das Rechenmodell verwendet einen Butterworth-Hochpass 4. Ordnung bei 17 Hz. Vor Nutzung prüfen, ob der konkrete DSP diese Einstellung unterstützt; sonst mit dessen tatsächlichem Filter neu rechnen. Keine pauschale Tiefbassanhebung unter 20 Hz. Tiefpass zum Hauptsystem zunächst um 70–80 Hz erproben; Trennfrequenz, Delay und Polarität anhand von Messungen abstimmen.

06 / Hub & Portströmung

44,7 und 63,2 V RMS am gesamten 4-Ω-Array · HP17 aktiv

Belastung mit Hochpass 17 Hz / Butterworth 24 dB/Okt.

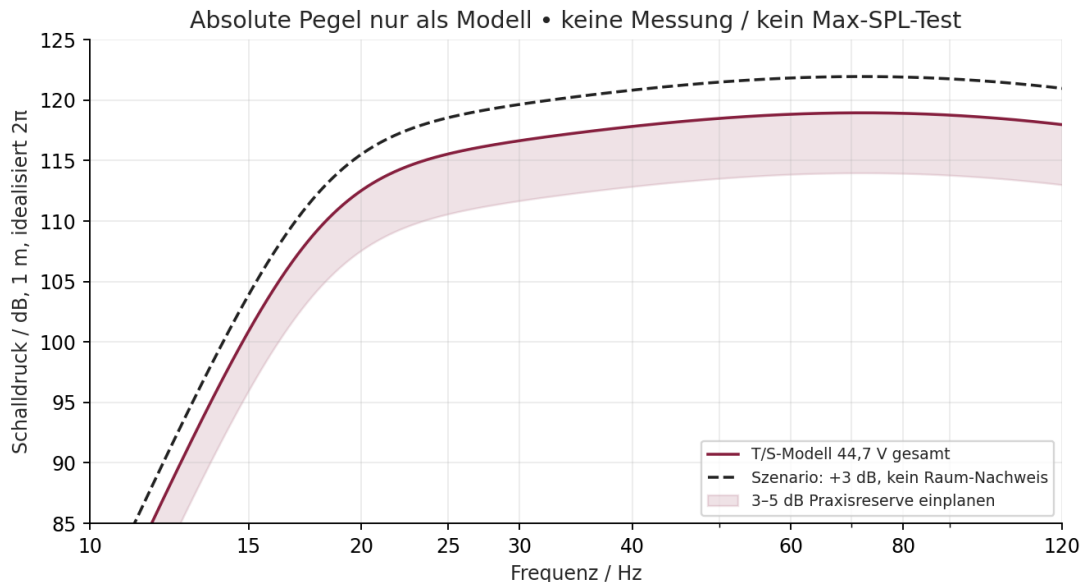


Bei 44,7 V RMS (rechnerisch 500 W an 4 Ω) erreicht das lineare Modell maximal 8.1 mm einseitigen Membranhub und 16.7 m/s Spitzen-Strömung. Bei 63,2 V steigen beide Größen um Faktor $\sqrt{2}$ auf etwa 11.4 mm und 23.7 m/s.

Die Wattwerte sind Spannungsreferenzen an einer nominellen 4-Ω-Last. Reale elektrische Leistung ist frequenzabhängig. Diese Kurven enthalten keine thermische Kompression, keine Turbulenzsimulation und keine Verzerrungsmessung. Ein leiser Port ist trotz rechnerischer Reserve nicht zugesichert; insbesondere die Umlenkung muss praktisch geprüft werden.

07 / Anschluss & Erwartungen

Projektfahrplan bis zur ersten Messung



Anschluss: je zwei 4- Ω -Chassis in Reihe (8 Ω); beide Reihenpaare parallel ergeben 4 Ω nominal. Alle vier Membranen müssen bei gleichem Signal nach außen laufen. Alle Treiber teilen dieselbe Luftkammer und dasselbe Monosignal. Die 500-/1000-W-Simulation ist keine Zusage zur Leistung der vorhandenen Endstufe.

Im Modell bei 44,7 V: ca. 112 dB bei 20 Hz und 117 dB bei 30 Hz, jeweils idealisiert 1 m / 2 π . Am Hörplatz können Entfernung, Auslöschungen, Kompression und Verstärker deutlich andere Werte ergeben. Eine zusätzliche +3-dB-Linie illustriert lediglich einen Pegelversatz; sie simuliert keine konkrete Raummode.

Zusammen mit der bestehenden IB-Wand zunächst getrennt messen. Dann Polarität, Delay und Pegel an mehreren Sitzplätzen abstimmen. Zwei Basssysteme addieren sich nicht automatisch sinnvoll; bei Auslöschungen kann ein einzelnes System besser sein.

Nächste Schritte

1. Reale Chassis prüfen, T/S und Verdrängung verifizieren.
2. Port und Streben trocken zusammenbauen.
3. Gehäuse verleimen und abdichten, Portende zunächst anpassbar lassen.
4. Impedanzmessung für Fb, Nahfeldmessung an Membran und Port, anschließend REW am Hörplatz.
5. Limiter, Filter und Zusammenspiel mit der IB-Wand festlegen; echte Bilder und Messungen ins Bautagebuch aufnehmen.

Dateien: DXF mit Ansichten und Einzelteilkonturen, CSV-Zuschnitt, vollständige Simulations-CSV, reproduzierbarer Python-Code und HTML-Bericht. DXF lässt sich in AutoCAD öffnen und dort als DWG speichern; eine native DWG-Datei ist nicht enthalten.