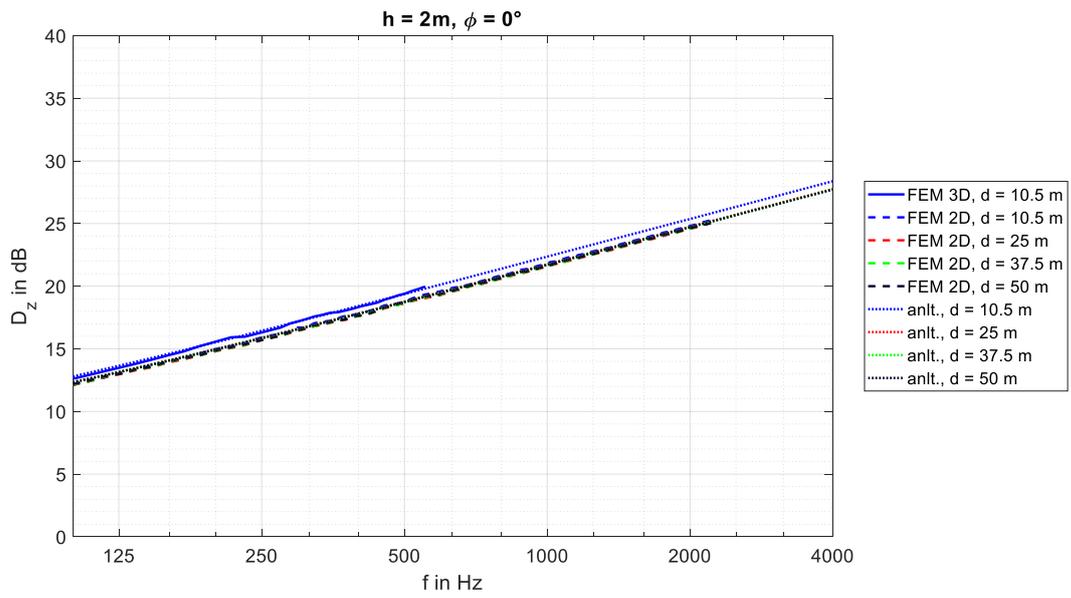
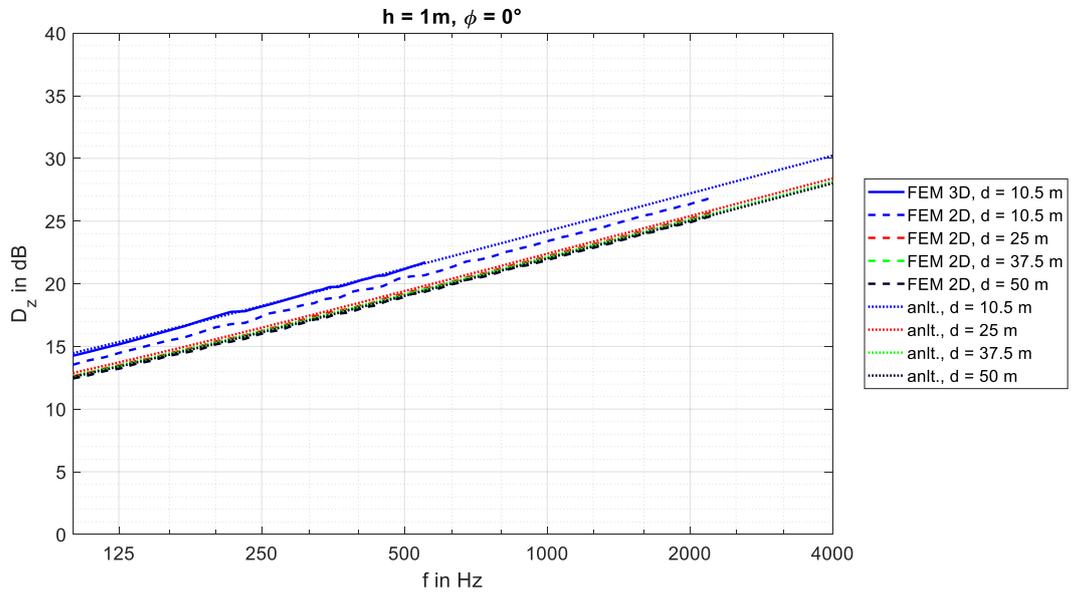

Anhang

Akustische Wirksamkeit abknickender und gekrümmter Lärmschirme

Berichte der Bundesanstalt
für Straßenwesen
Verkehrstechnik Heft V 381

Anhang



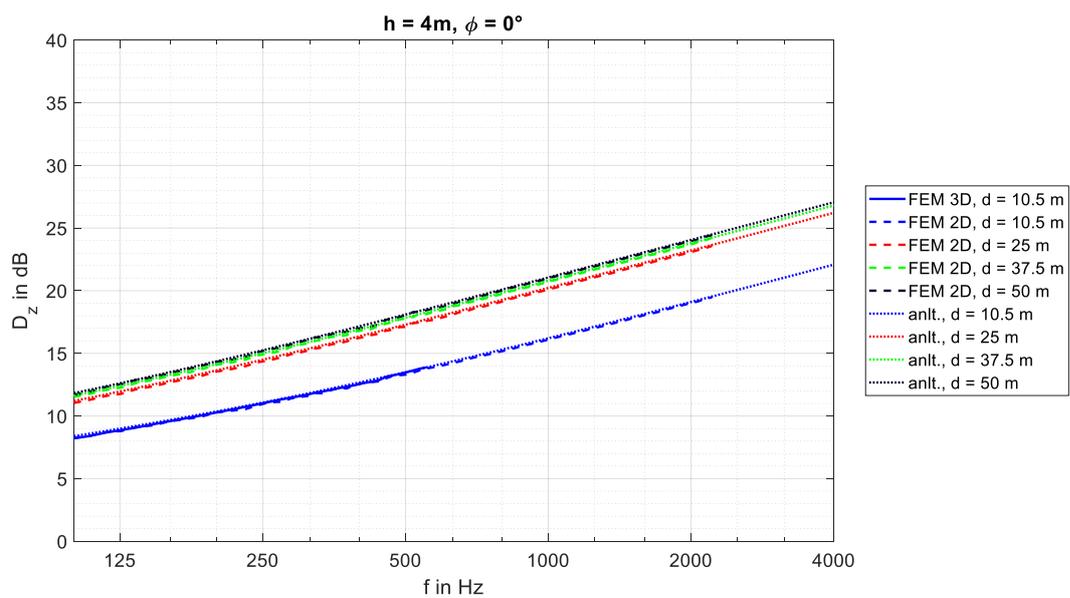
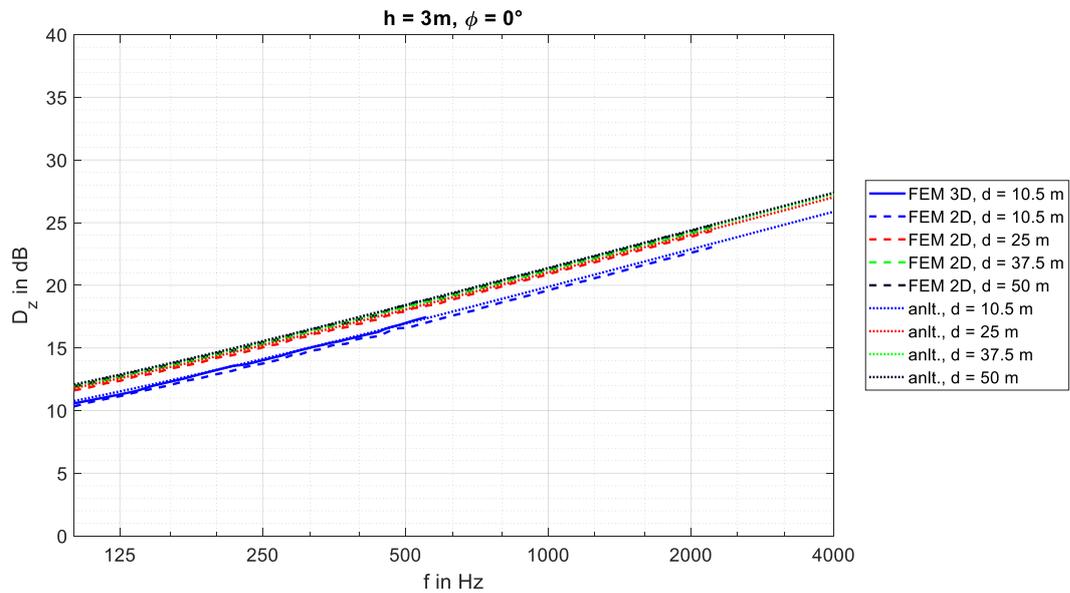
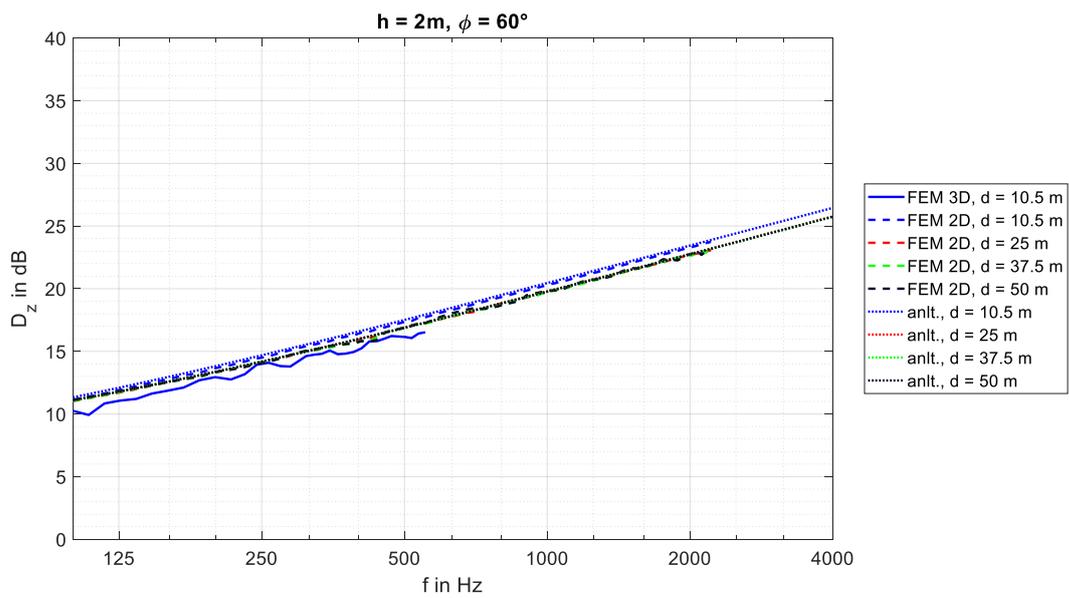
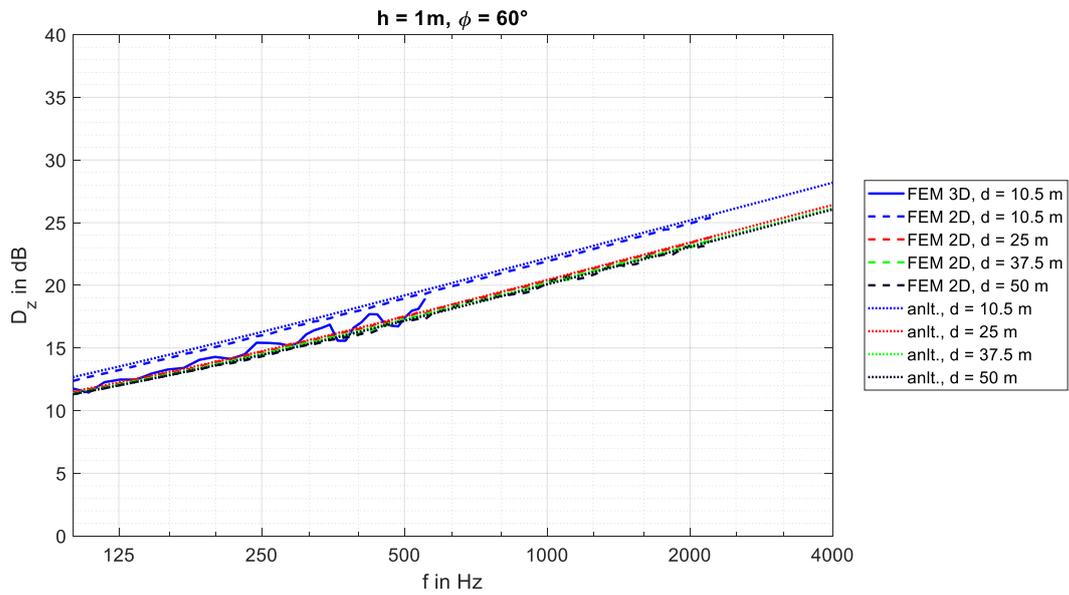


Abbildung 7-1: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes der geraden Lsw G bei **Quellwinkel $\phi = 0^\circ$** für verschiedene Empfängerhöhen h und Distanzen d zwischen Schallquelle und Empfänger; durchgezogen: 3D-FEM; gestrichelt: 2D-FEM; gepunktet: analytische Berechnung; blau: $d = 10,5\text{ m}$; rot: $d = 25\text{ m}$; grün: $d = 37,5\text{ m}$; blau: $d = 50\text{ m}$



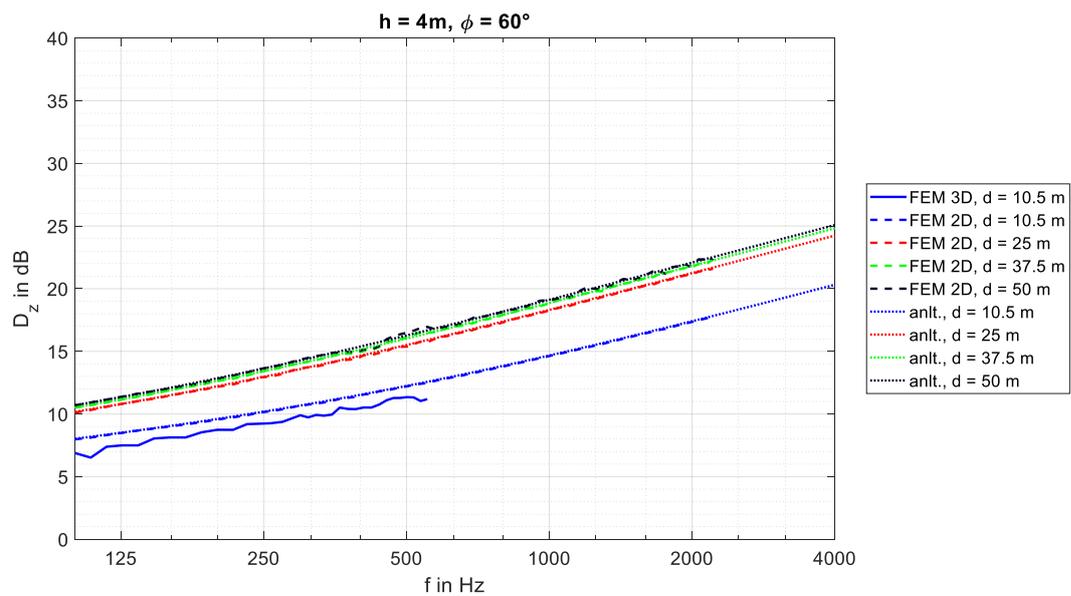
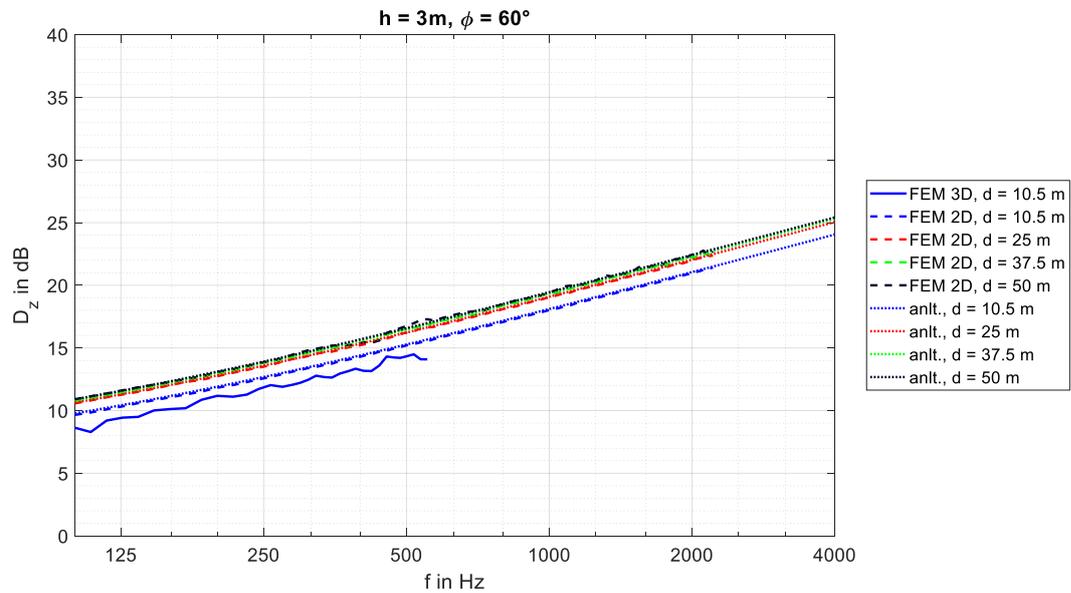
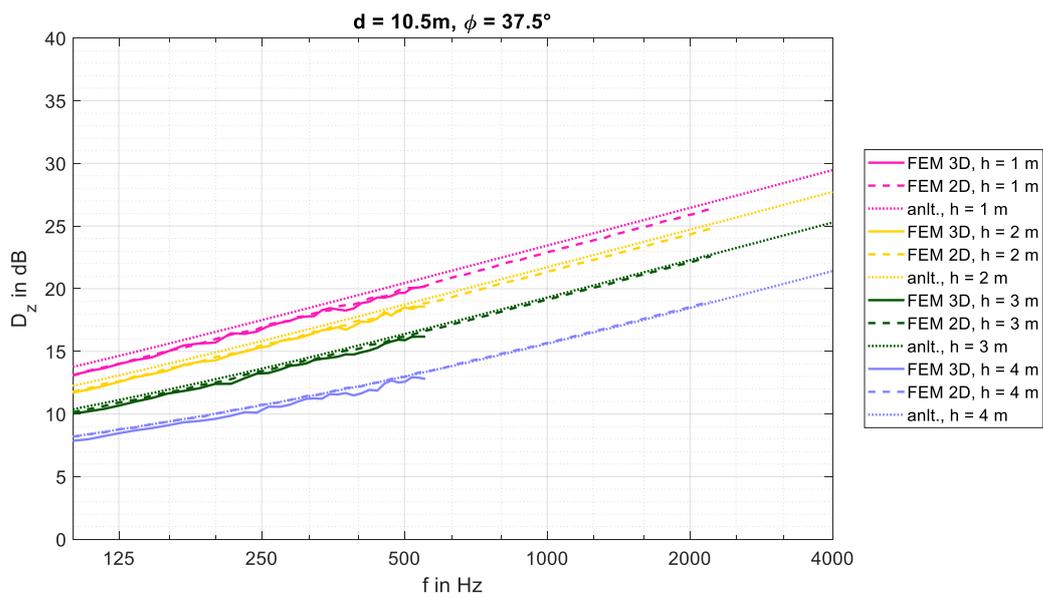
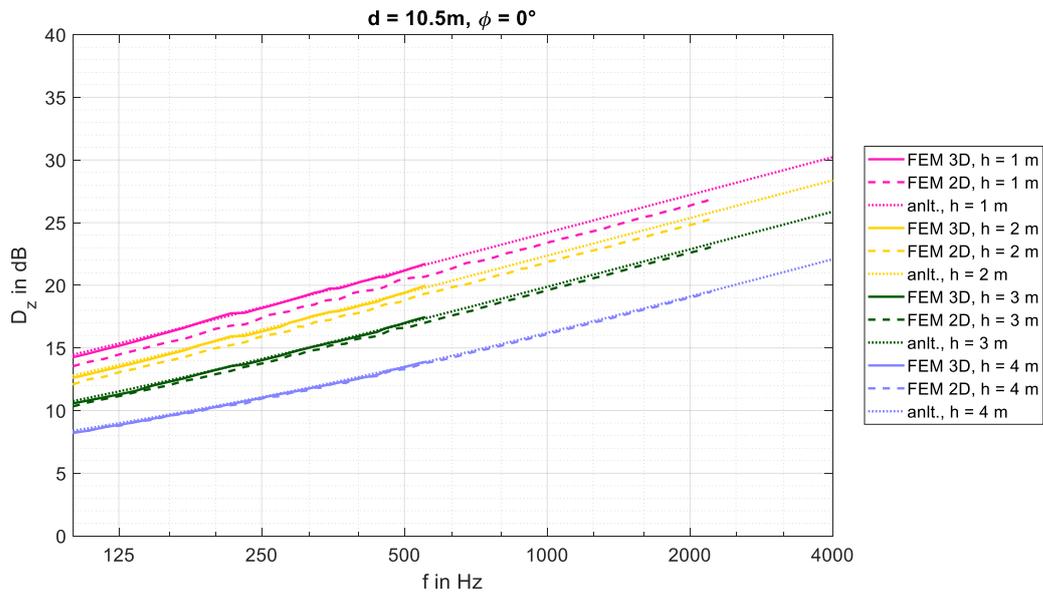


Abbildung 7-2: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes der geraden Lsw G bei **Quellwinkel $\phi = 60^\circ$** für verschiedene Empfängerhöhen h und Distanzen d zwischen Schallquelle und Empfänger; durchgezogen: 3D-FEM; gestrichelt: 2D-FEM; gepunktet: analytische Berechnung; blau: d = 10,5 m; rot: d = 25 m; grün: d = 37,5 m; blau: d = 50 m



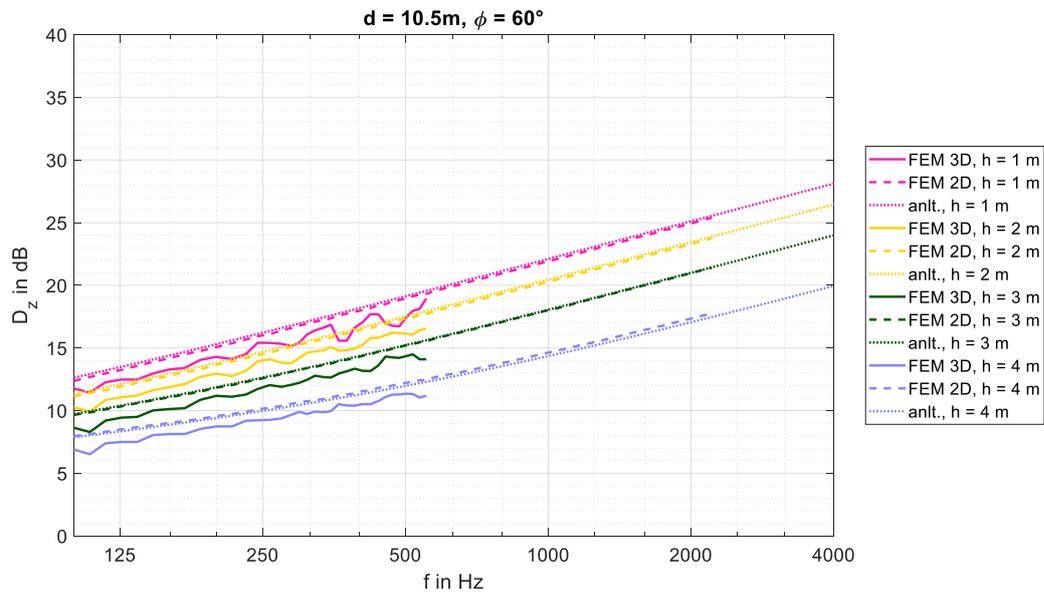
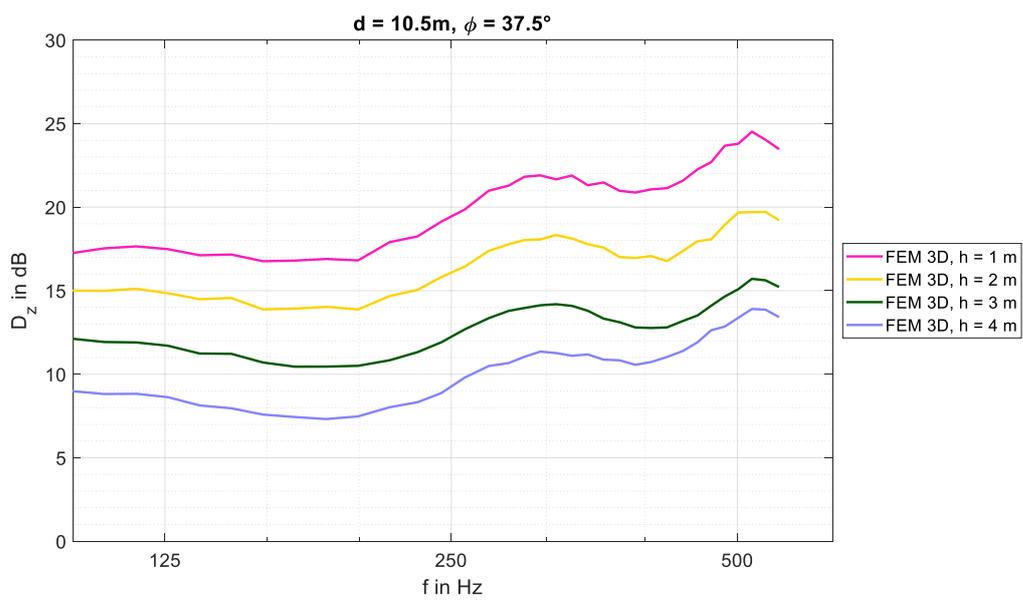
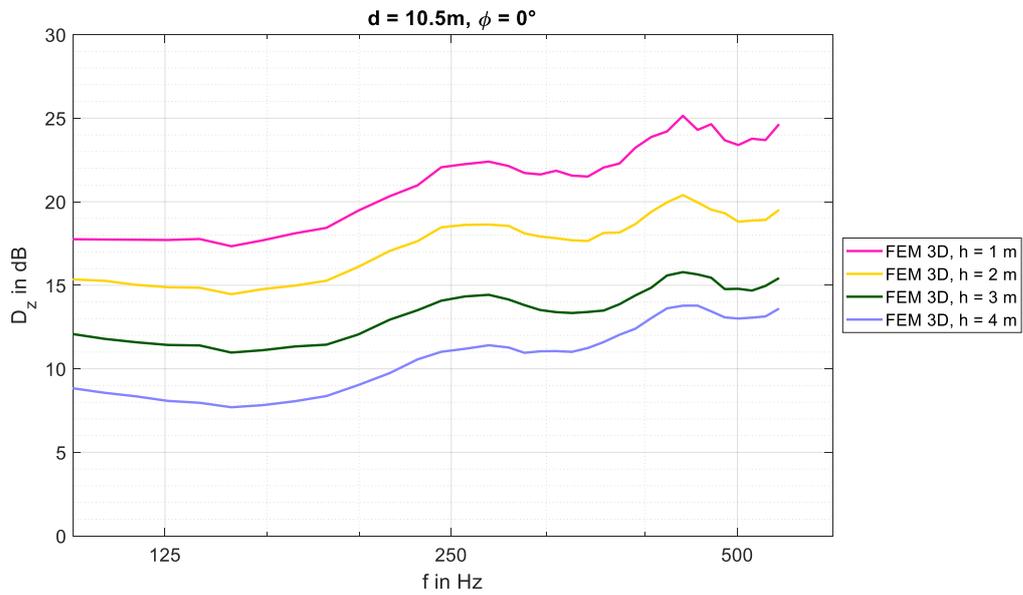


Abbildung 7-3: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes der **geraden Lsw G** für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5\text{ m}$; oben: $\phi = 0^\circ$; mittig: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; durchgezogen: 3D-FEM; gestrichelt: 2D-FEM; gepunktet: analytische Berechnung; pink: $h = 1\text{ m}$; gelb: $h = 2\text{ m}$; dunkelgrün: $h = 3\text{ m}$; violett: $h = 4\text{ m}$



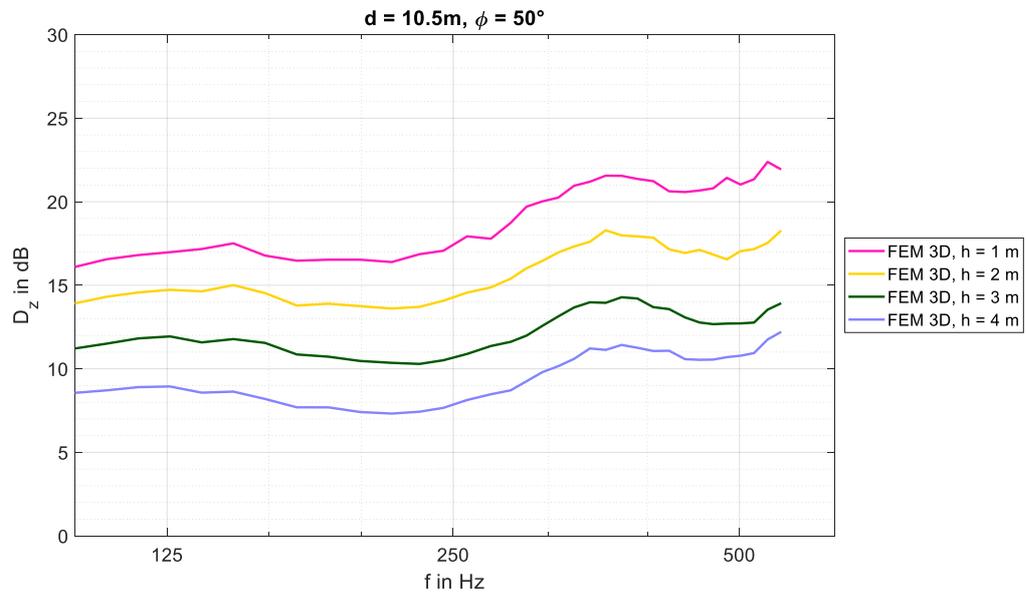
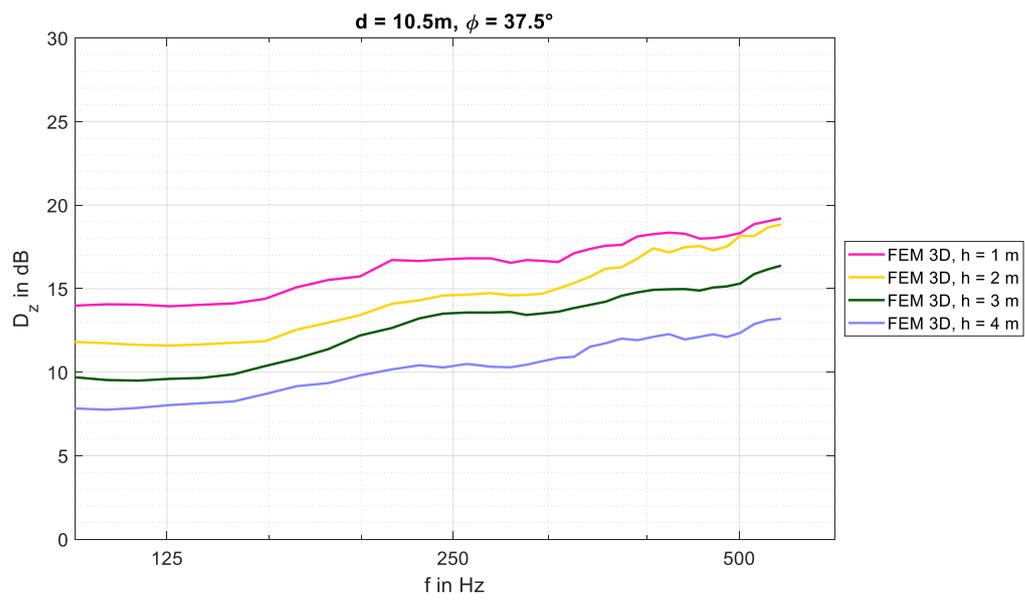
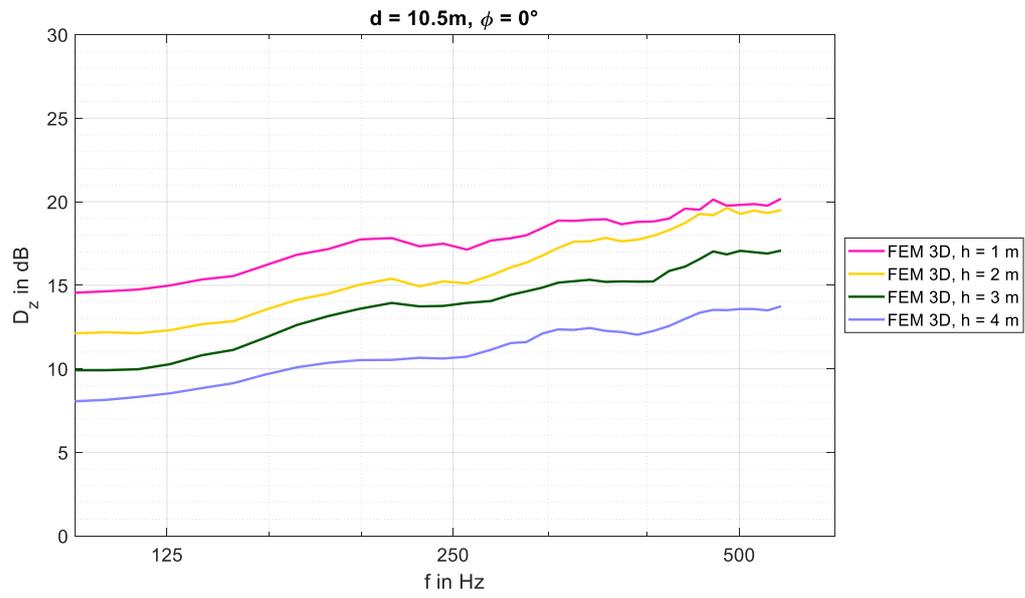


Abbildung 7-4: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes des **Einfachknicks E1** aus 3D-FEM für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; oben: $\phi = 0^\circ$; mittig: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; pink: $h = 1$ m; gelb: $h = 2$ m; dunkelgrün: $h = 3$ m; violett: $h = 4$ m



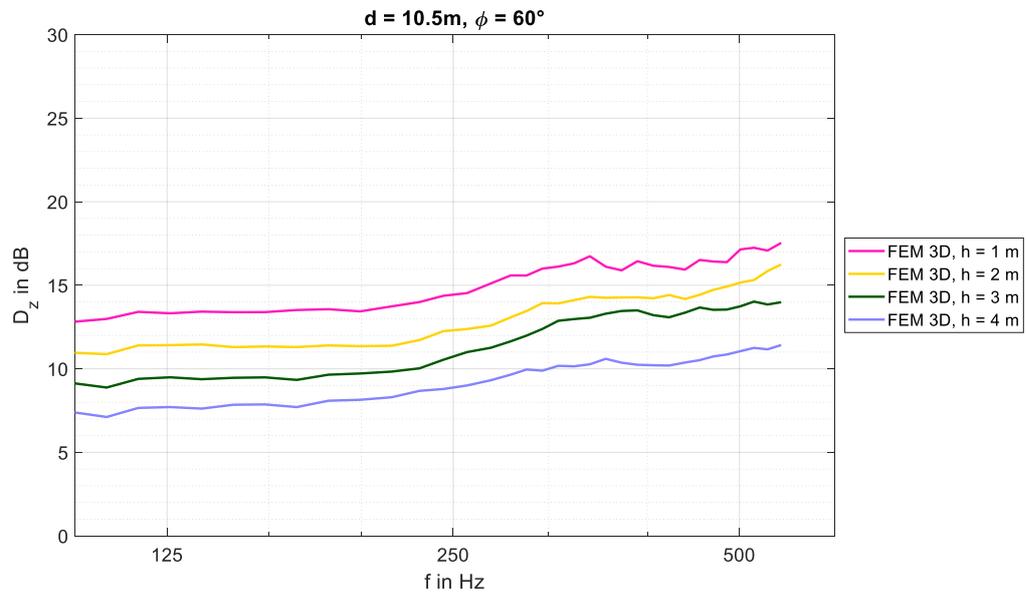
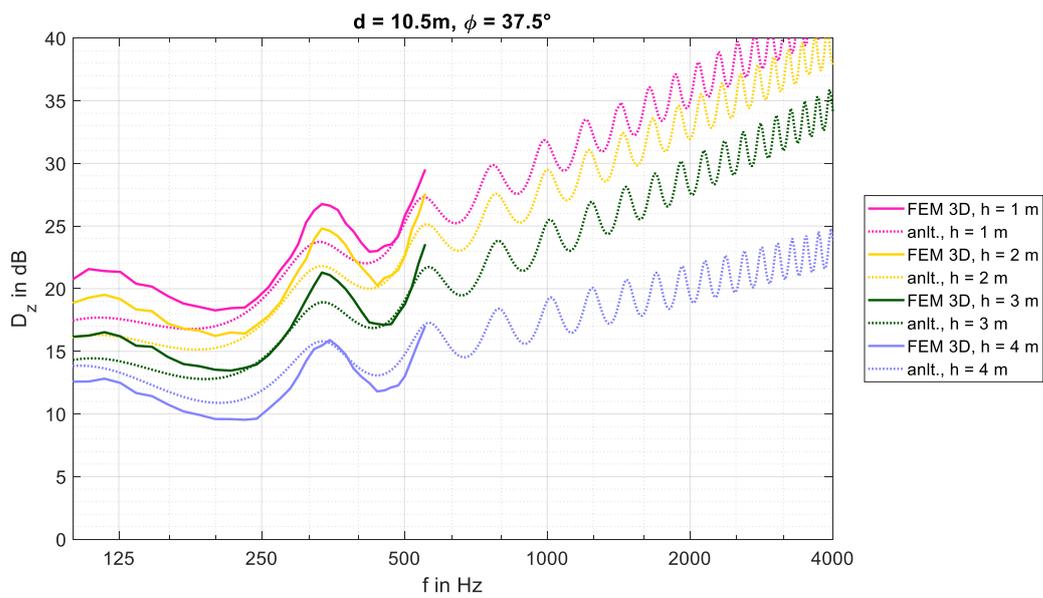
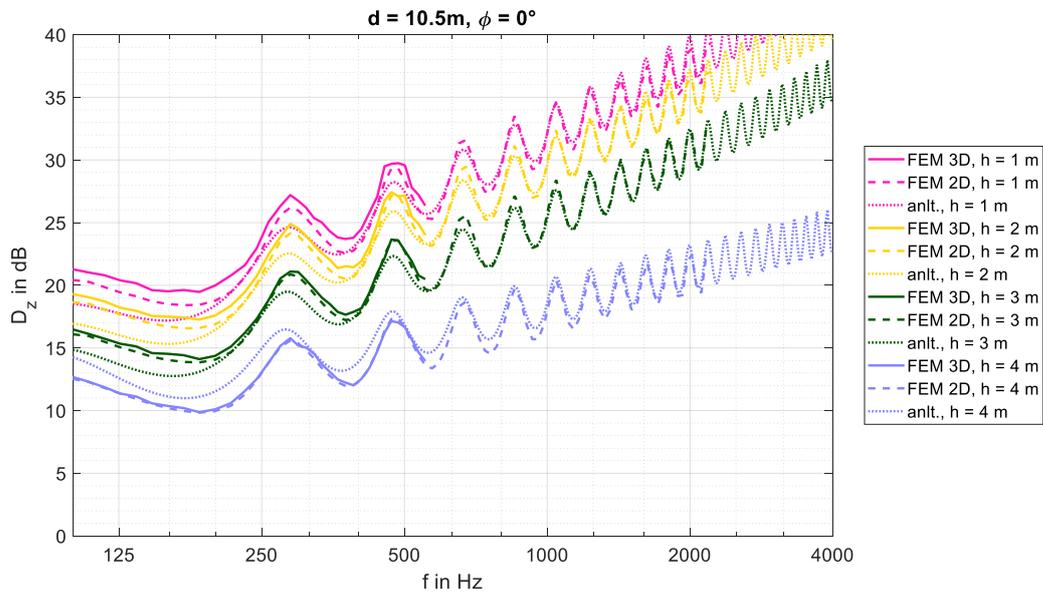


Abbildung 7-5: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes des **Einfachknicks E2** aus 3D-FEM für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; oben: $\phi = 0^\circ$; mittig: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; pink: $h = 1$ m; gelb: $h = 2$ m; dunkelgrün: $h = 3$ m; violett: $h = 4$ m



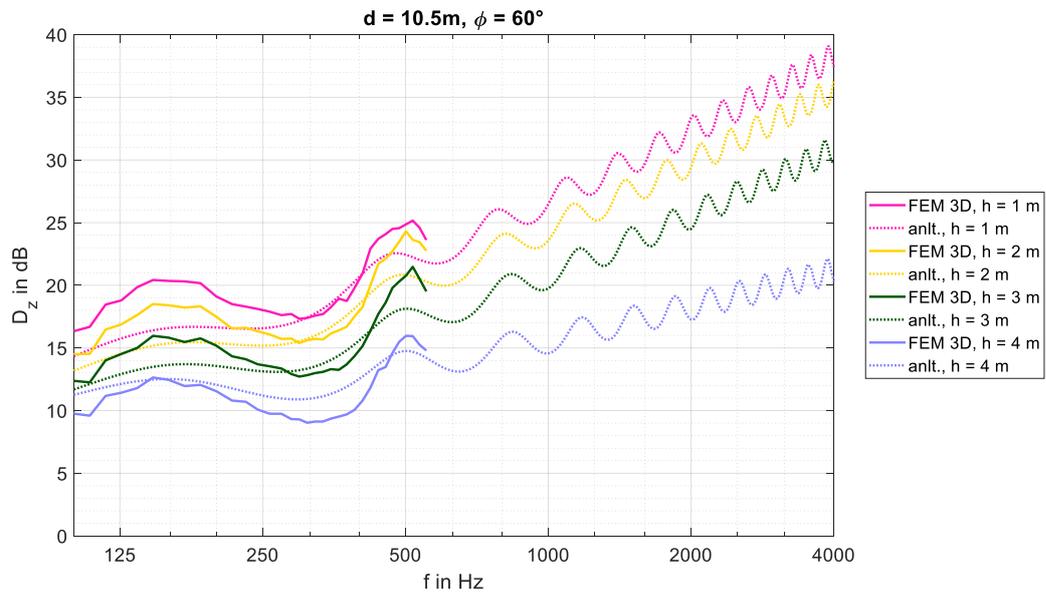
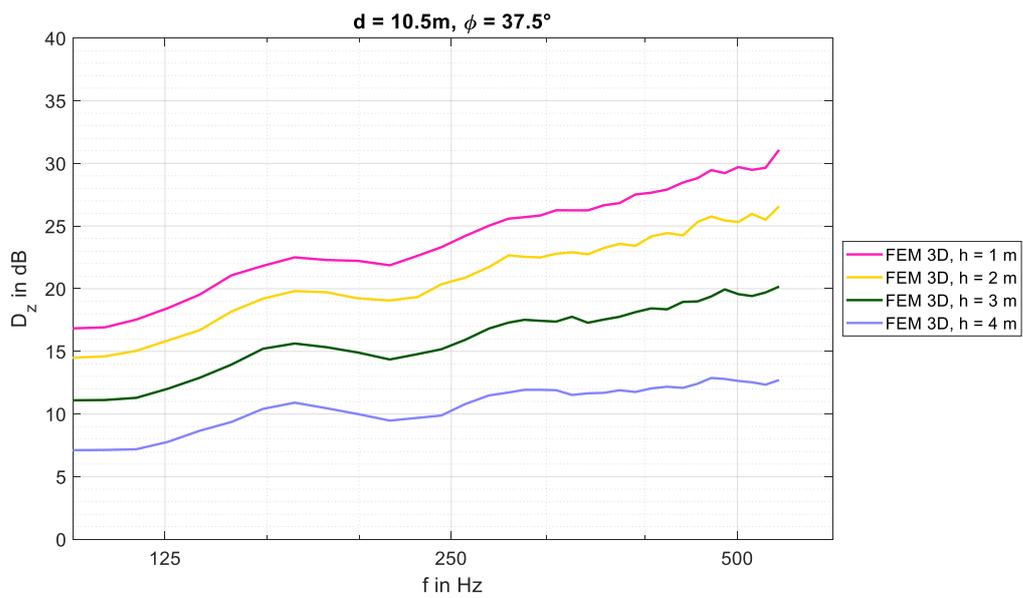
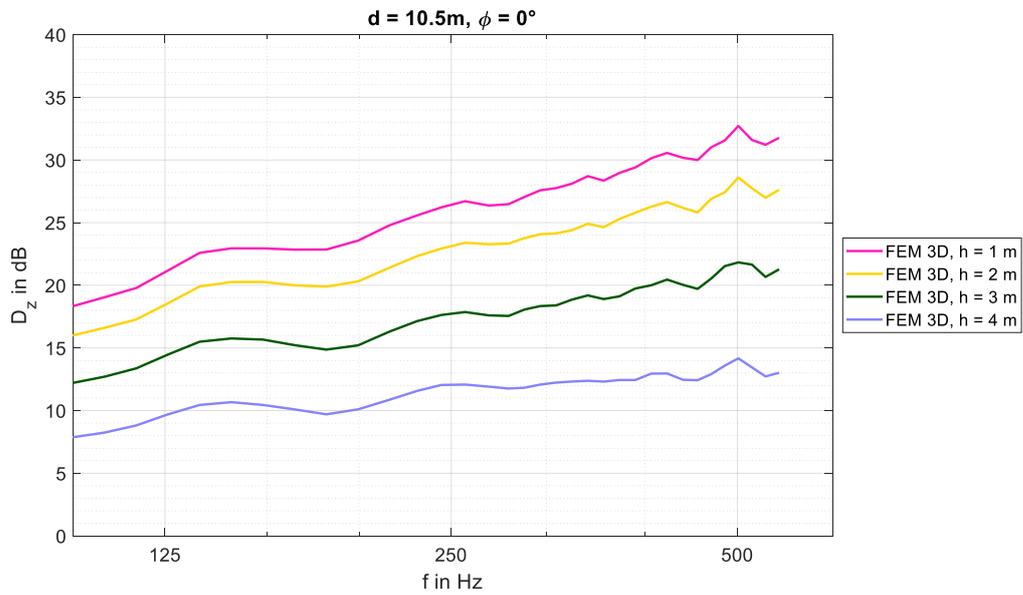


Abbildung 7-6: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes des **Einfachnicks E3** für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; oben: $\phi = 0^\circ$; mittig: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; durchgezogen: 3D-FEM; gestrichelt: 2D-FEM; gepunktet: analytische Berechnung; pink: $h = 1$ m; gelb: $h = 2$ m; dunkelgrün: $h = 3$ m; violett: $h = 4$ m



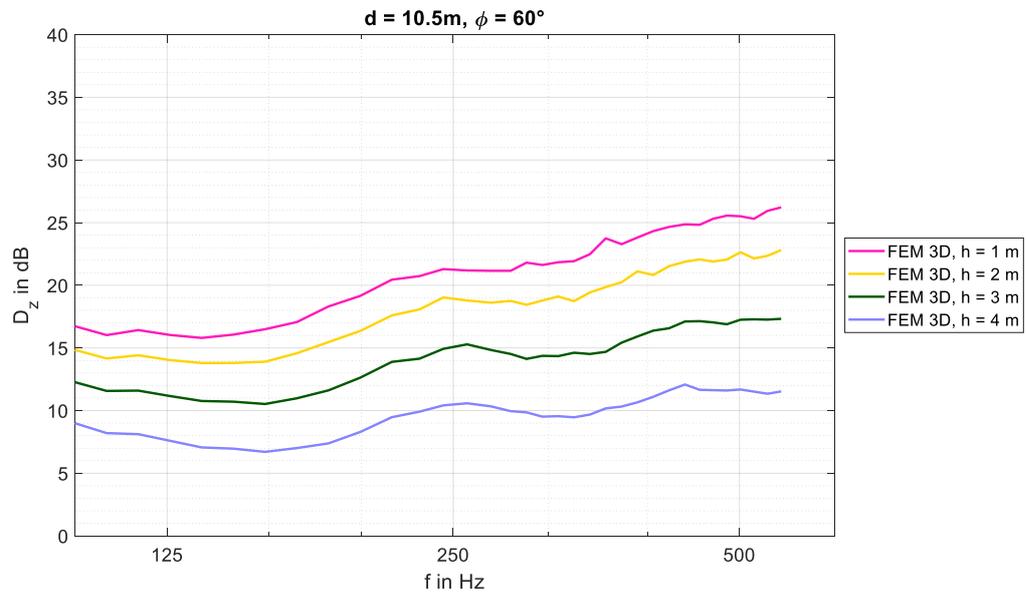
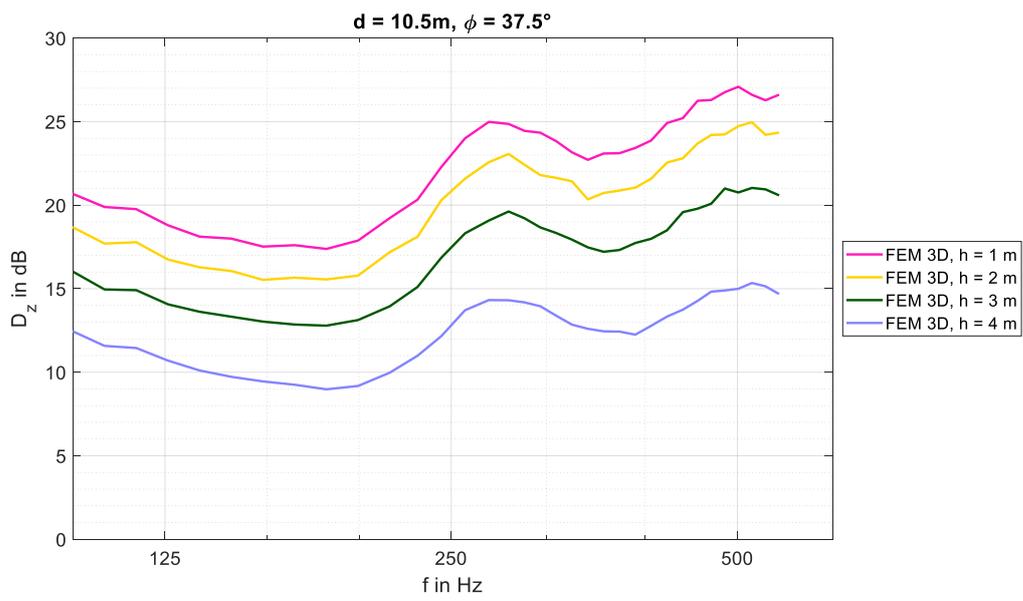
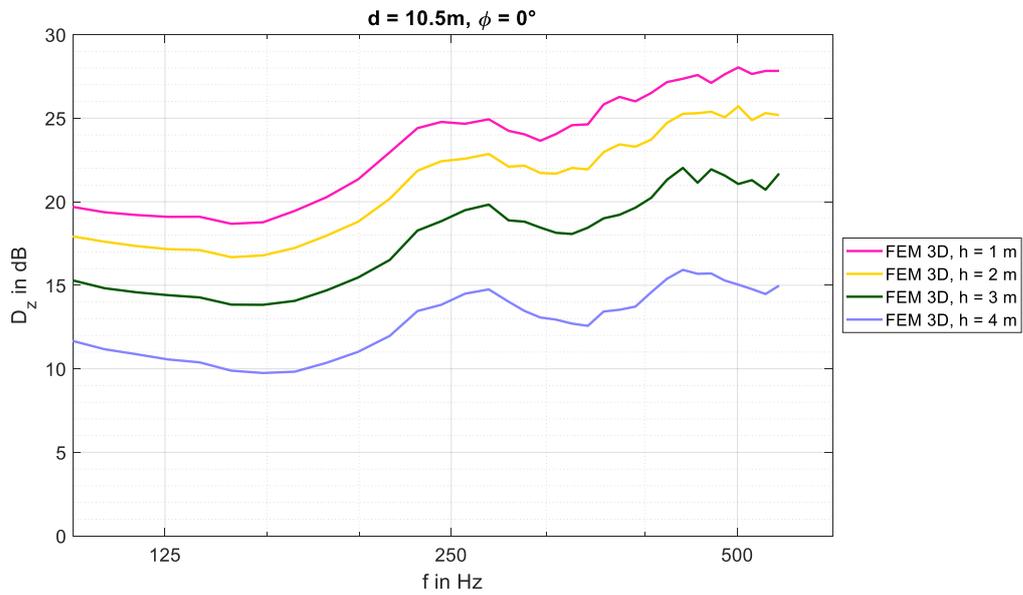


Abbildung 7-7: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes des **Doppelknicks D1** aus 3D-FEM für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; oben: $\phi = 0^\circ$; mittig: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; pink: $h = 1$ m; gelb: $h = 2$ m; dunkelgrün: $h = 3$ m; violett: $h = 4$ m



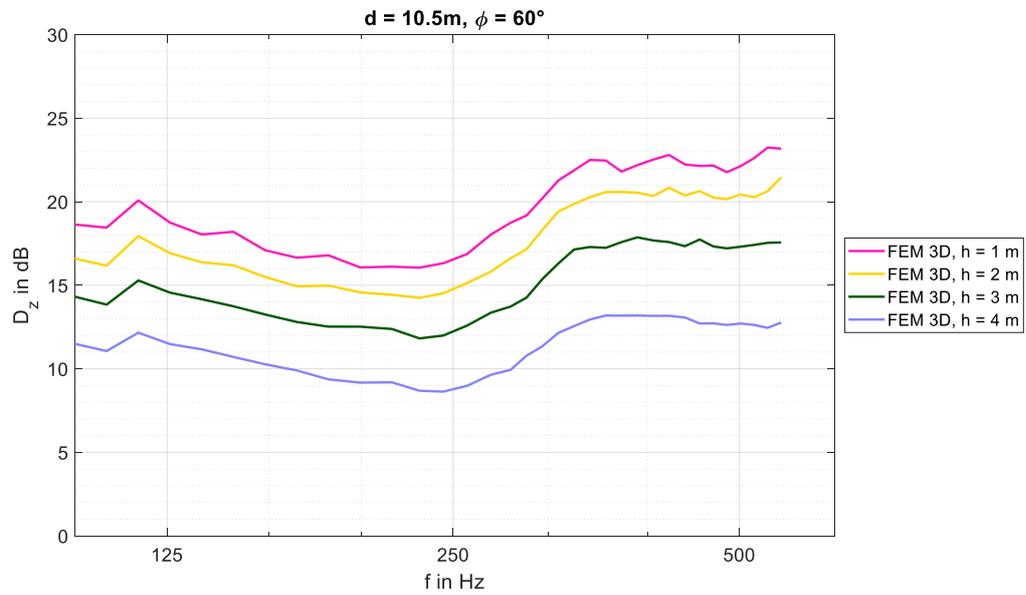
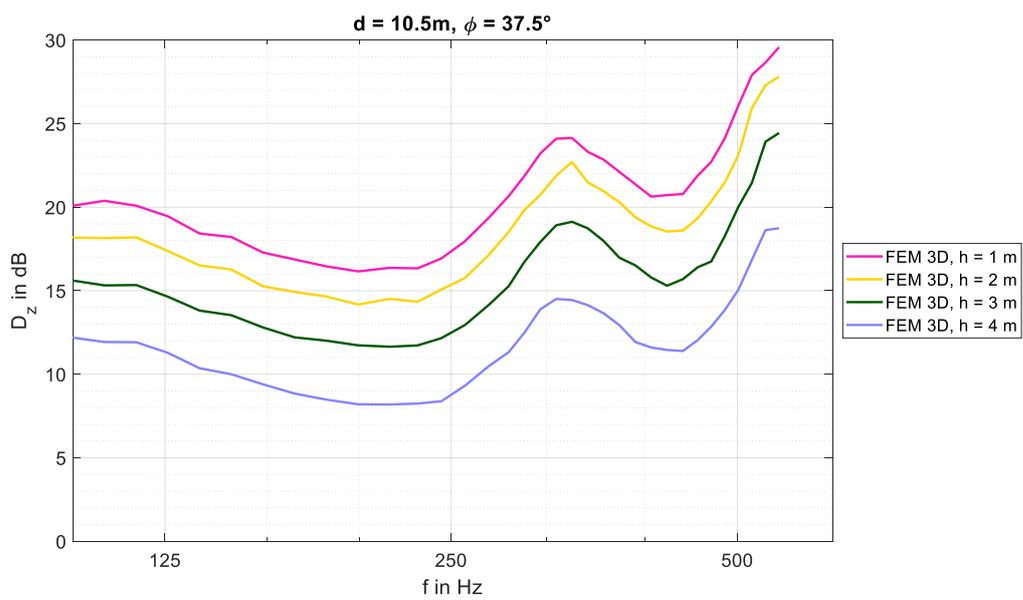
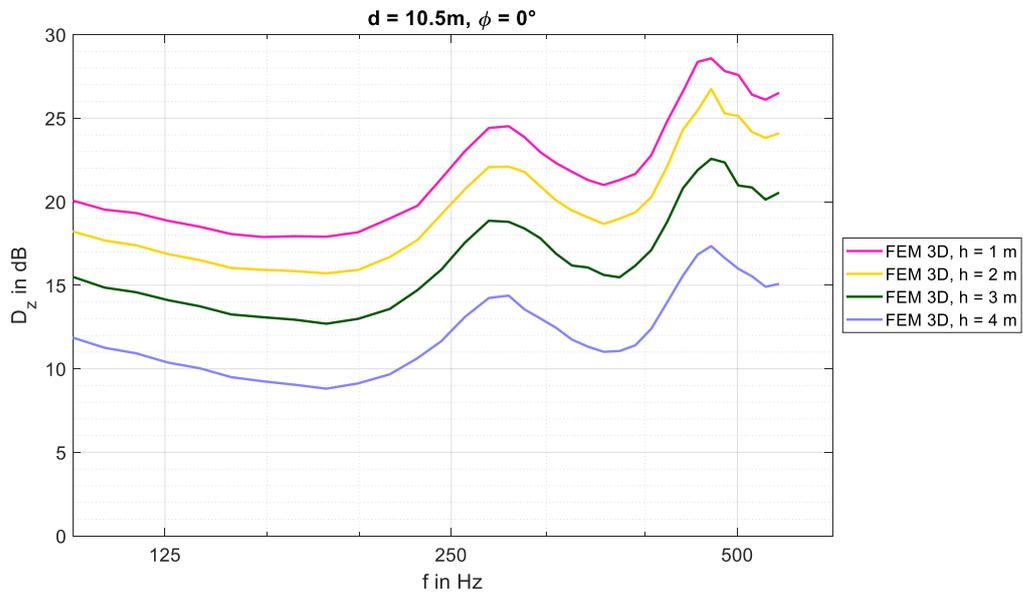


Abbildung 7-8: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes des **absorbierenden Einfachknicks A1** aus 3D-FEM für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; oben: $\phi = 0^\circ$; mittig: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; pink: $h = 1$ m; gelb: $h = 2$ m; dunkelgrün: $h = 3$ m; violett: $h = 4$ m



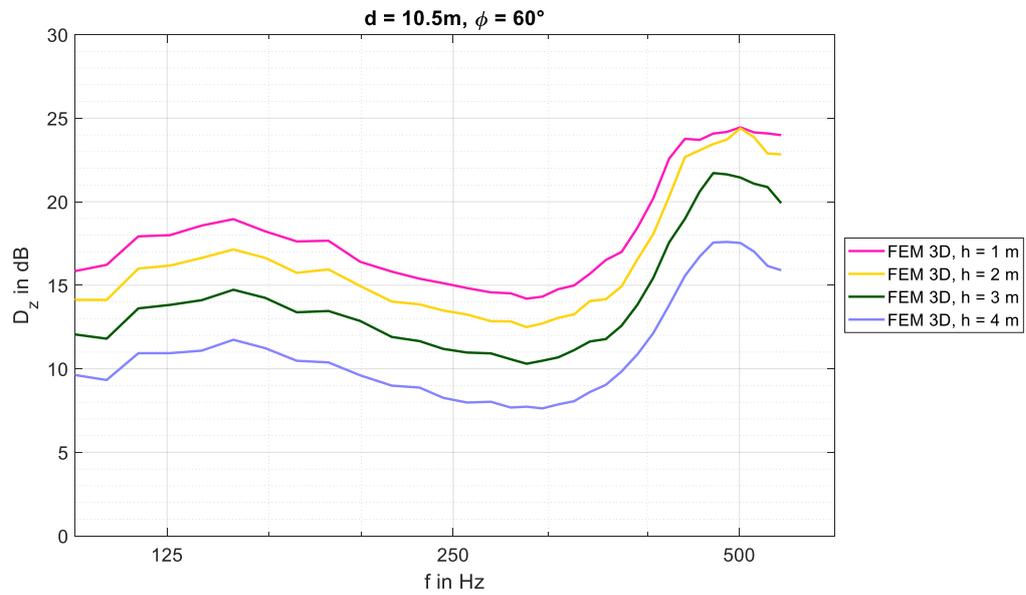
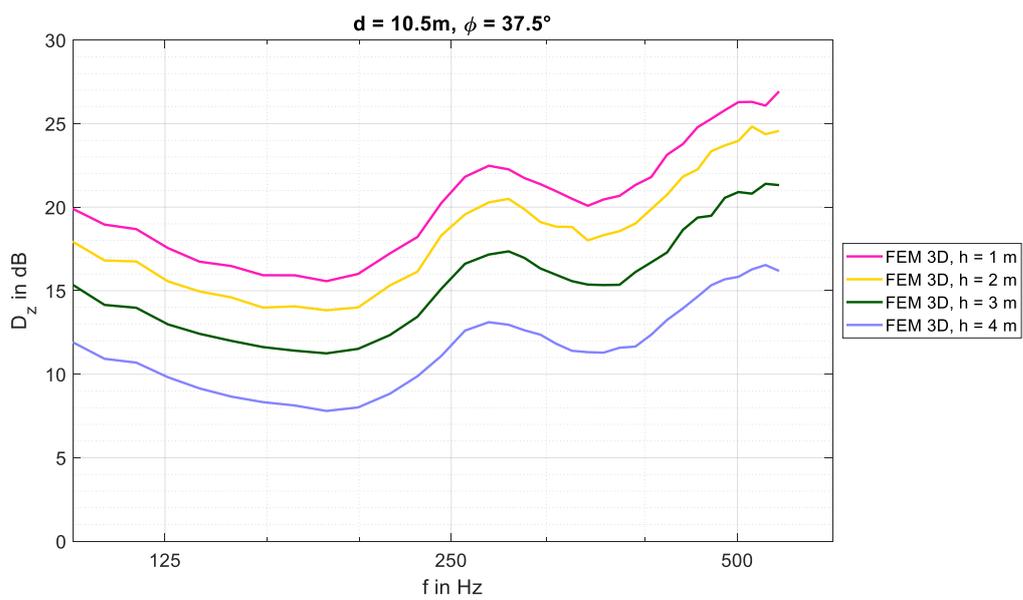
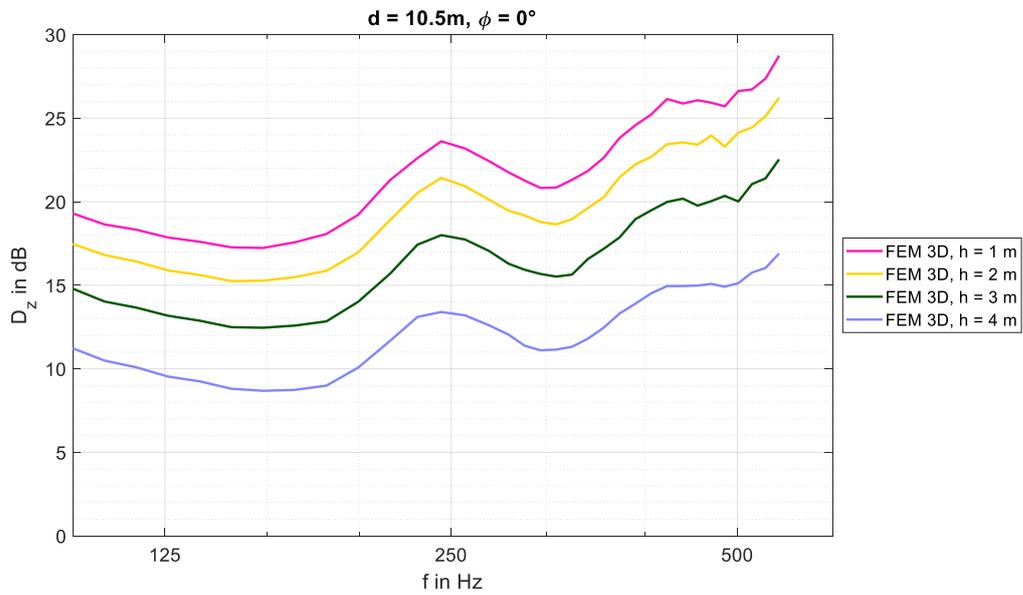


Abbildung 7-9: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes des **absorbierenden Einfachknicks A2** aus 3D-FEM für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5\text{ m}$; oben: $\phi = 0^\circ$; mittig: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; pink: $h = 1\text{ m}$; gelb: $h = 2\text{ m}$; dunkelgrün: $h = 3\text{ m}$; violett: $h = 4\text{ m}$



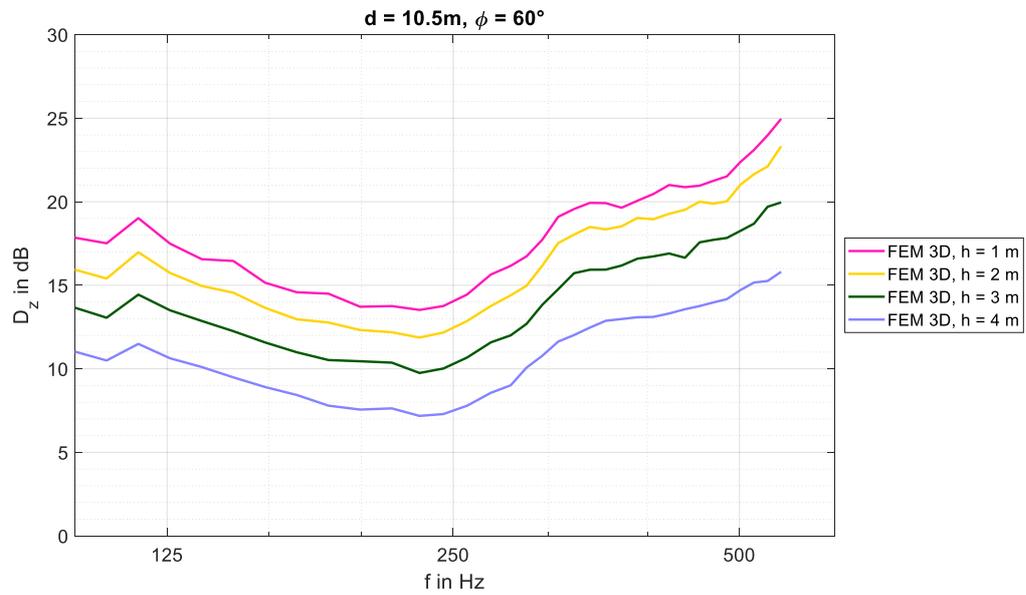


Abbildung 7-10: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes des **absorbierenden Einfachknicks A3** aus 3D-FEM für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; oben: $\phi = 0^\circ$; mittig: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; pink: $h = 1$ m; gelb: $h = 2$ m; dunkelgrün: $h = 3$ m; violett: $h = 4$ m

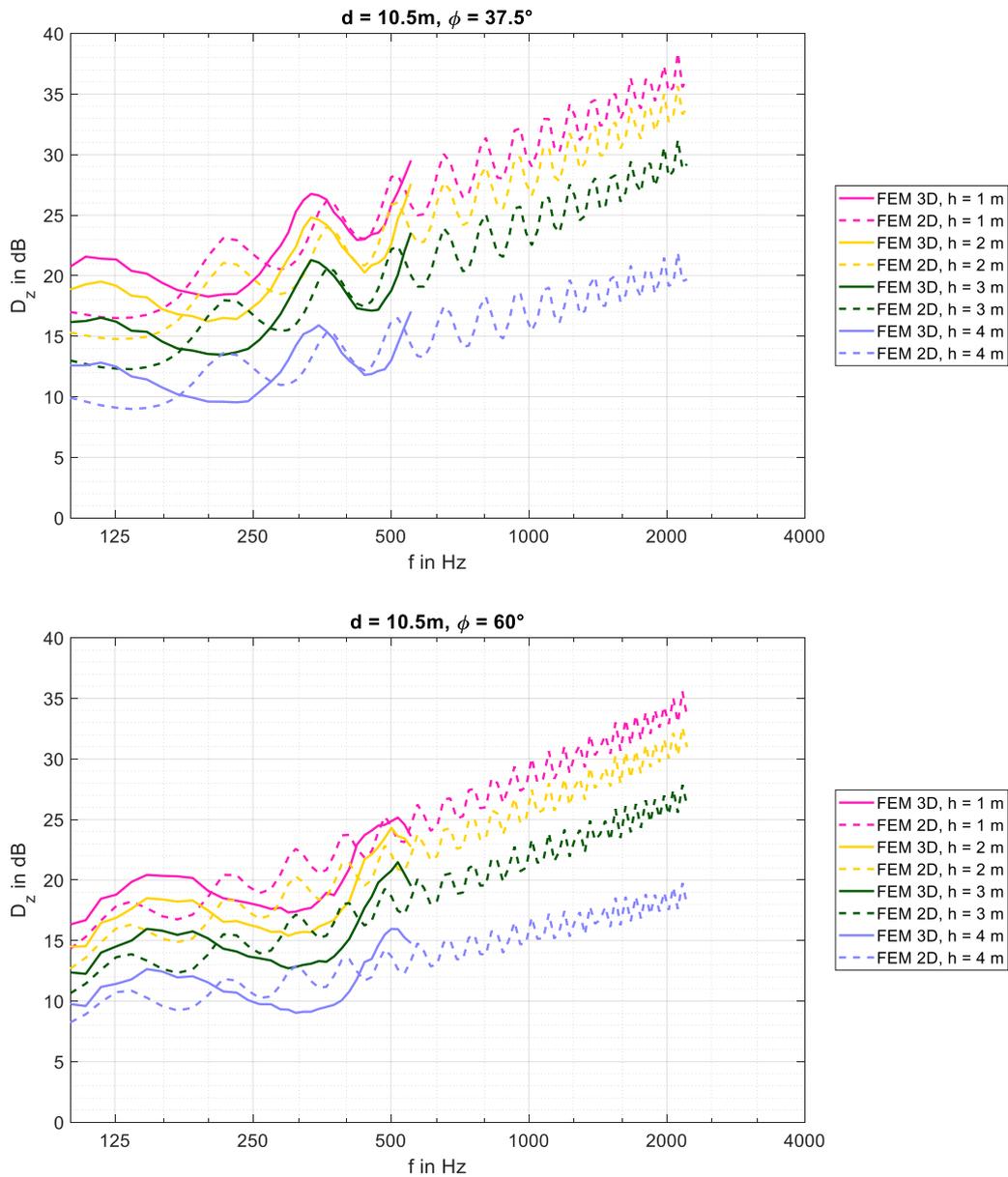
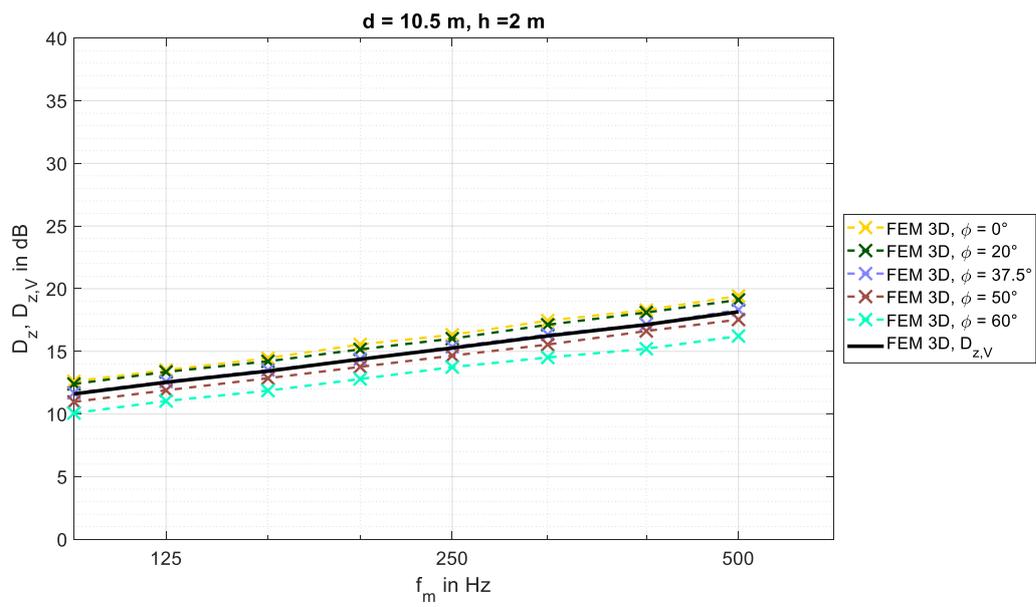
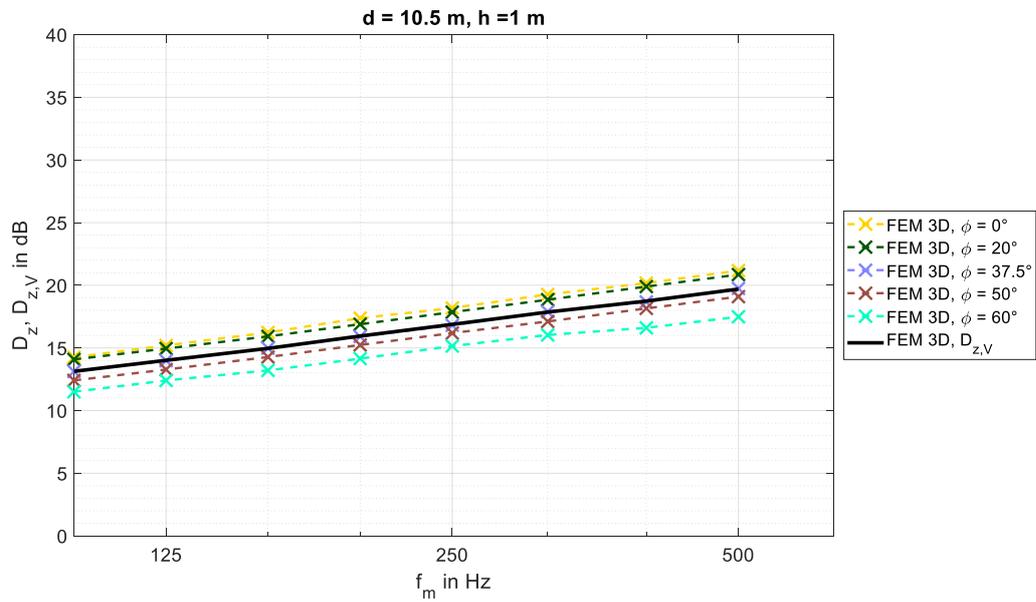


Abbildung 7-11: Kontinuierliches Spektrum des Schirmmaßes des **Einfachknicks E3** für ausgewählte Quellwinkel ϕ und verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; oben: $\phi = 37,5^\circ$; unten: $\phi = 60^\circ$; durchgezogen: 3D-FEM; gestrichelt: 2D-FEM; pink: $h = 1$ m; gelb: $h = 2$ m; dunkelgrün: $h = 3$ m; violett: $h = 4$ m



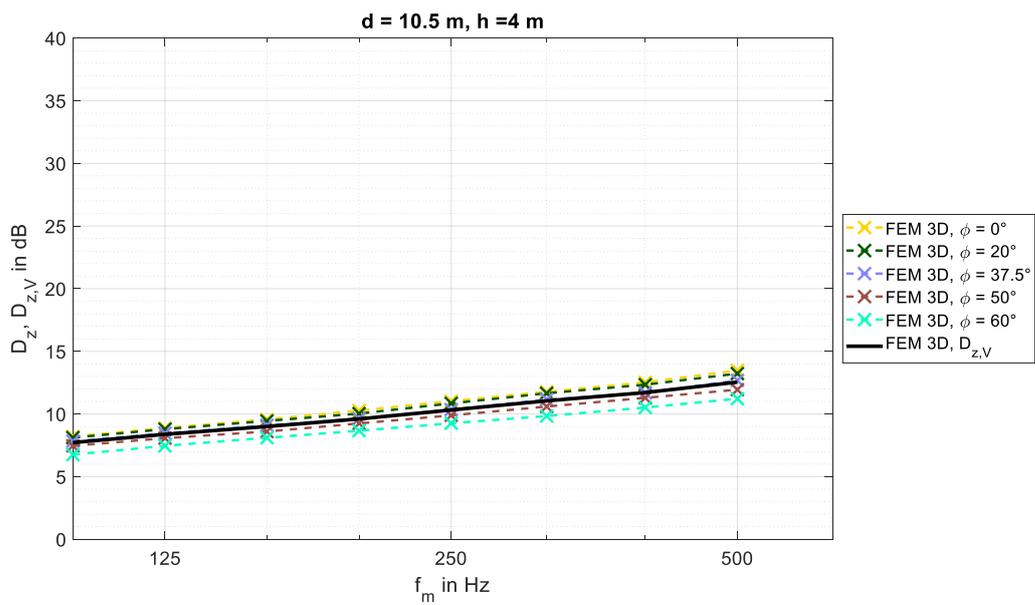
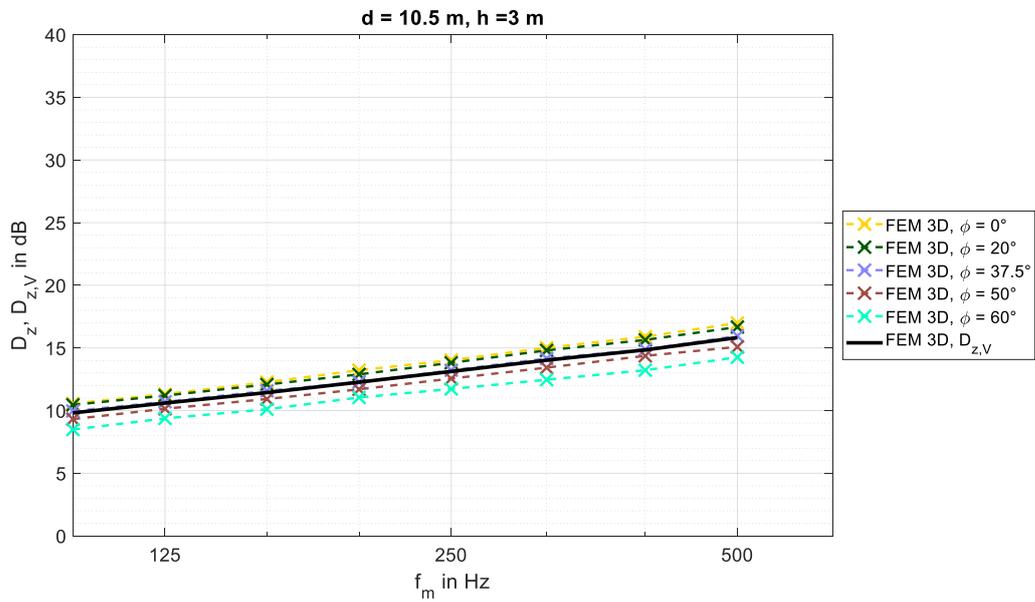
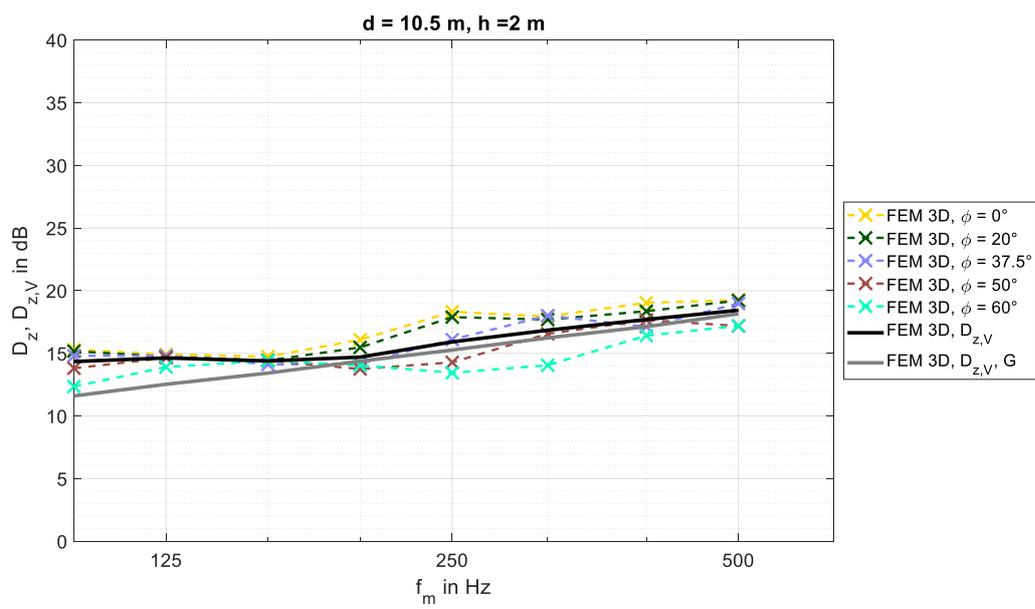
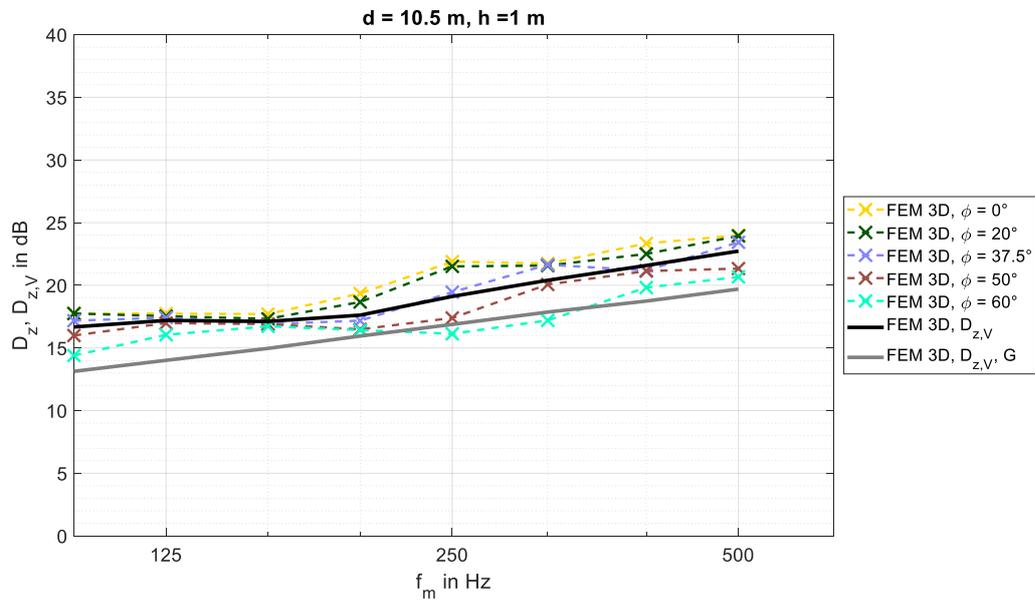


Abbildung 7-12: Terzbandspektrum des Schirmmaßes der **geraden Lsw G** aus 3D-FEM für verschiedene Quellwinkel ϕ und Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; gelb: $\phi = 0^\circ$; dunkelgrün: $\phi = 20^\circ$; violett: $\phi = 37,5^\circ$; braun: $\phi = 50^\circ$; türkis: $\phi = 60^\circ$; schwarz: Vorbeifahrts-Schirmmaß; von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m



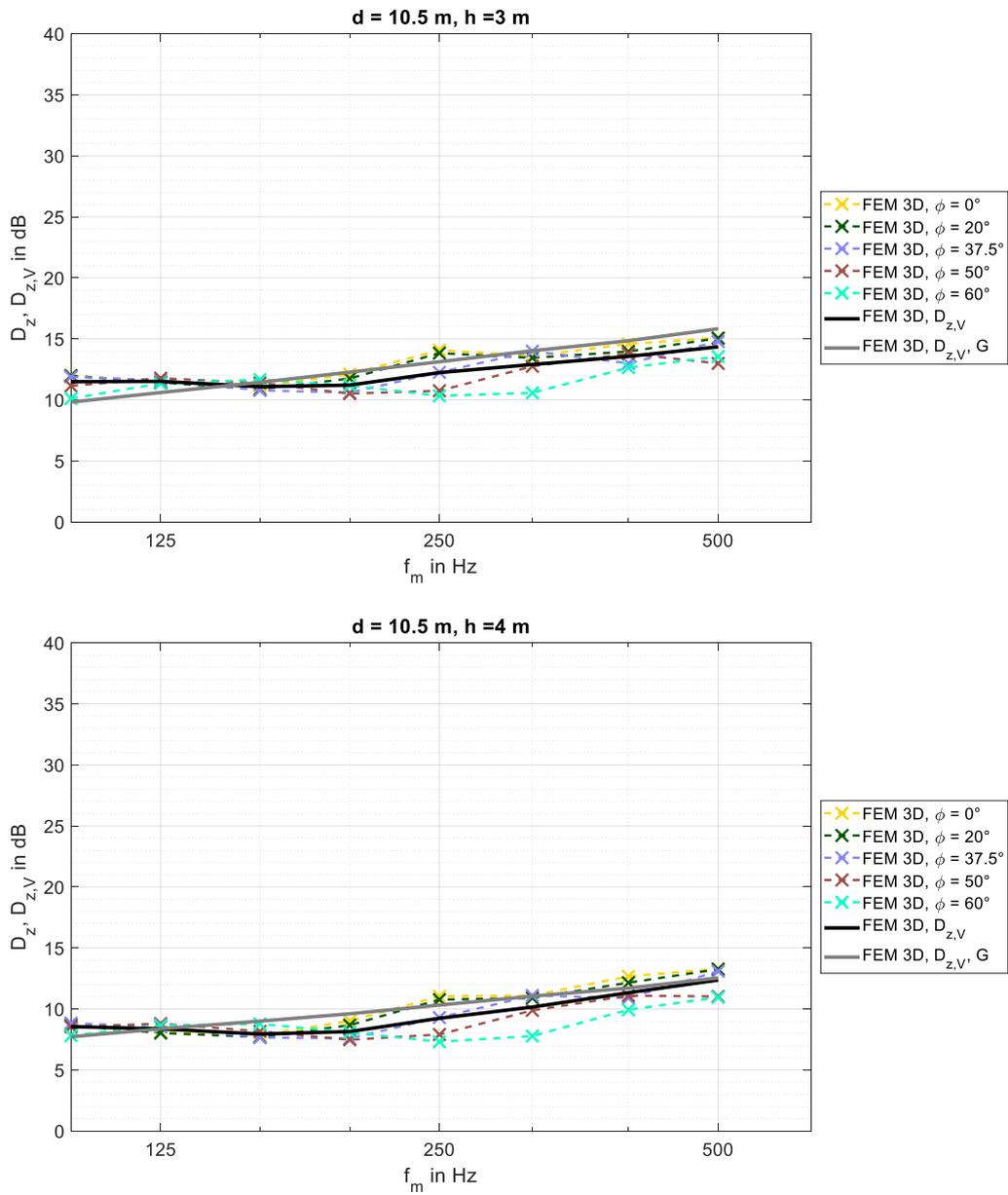
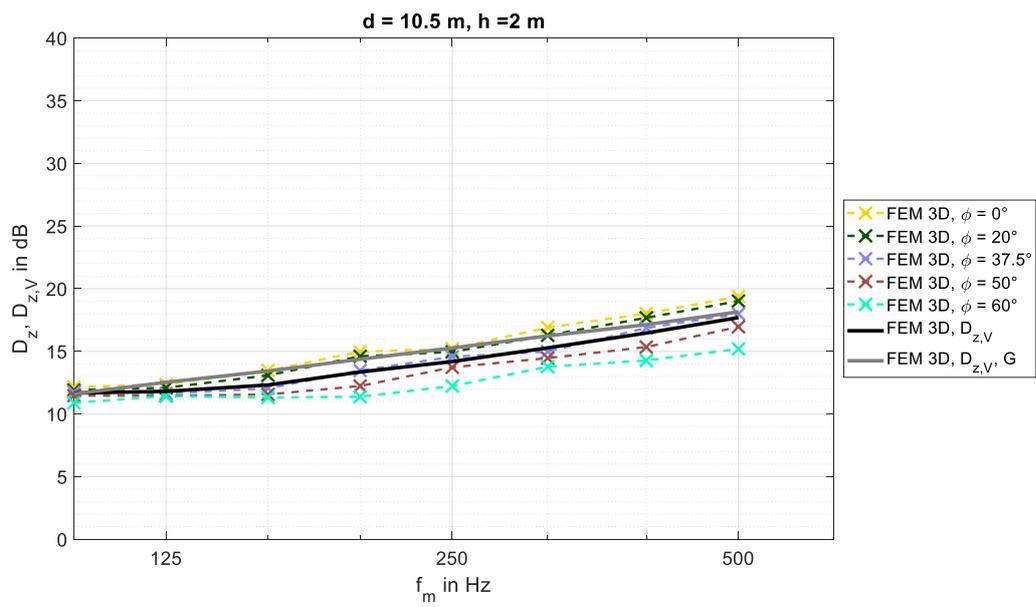
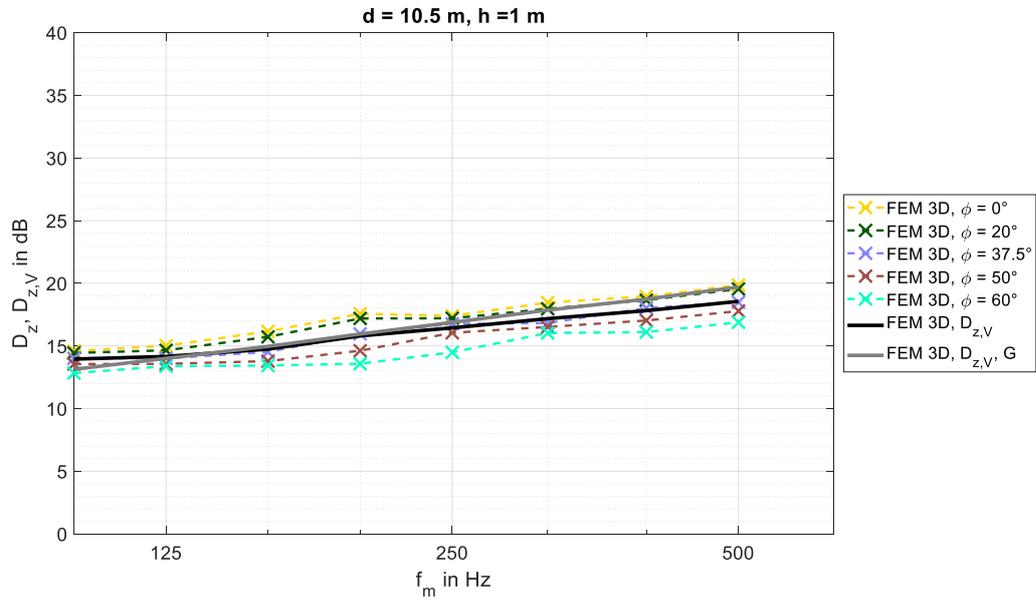


Abbildung 7-13: Terzbandspektrum des Schirmmaßes des **Einfachknicks E1** aus 3D-FEM für verschiedene Quellwinkel ϕ und Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; gelb: $\phi = 0^\circ$; dunkelgrün: $\phi = 20^\circ$; violett: $\phi = 37,5^\circ$; braun: $\phi = 50^\circ$; türkis: $\phi = 60^\circ$; schwarz: Vorbeifahrts-Schirmmaß; dunkelgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß der geraden Lsw G; von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m



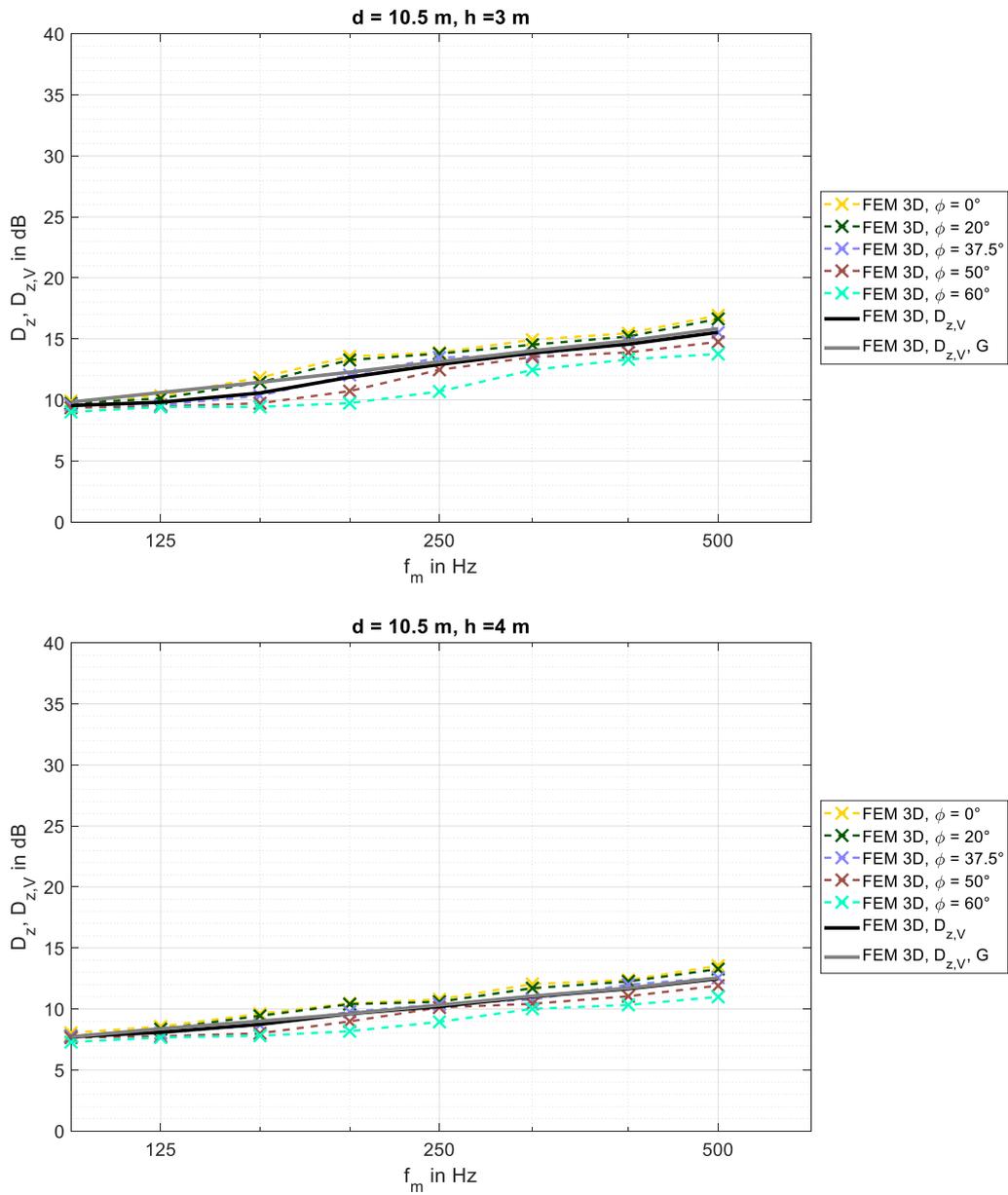
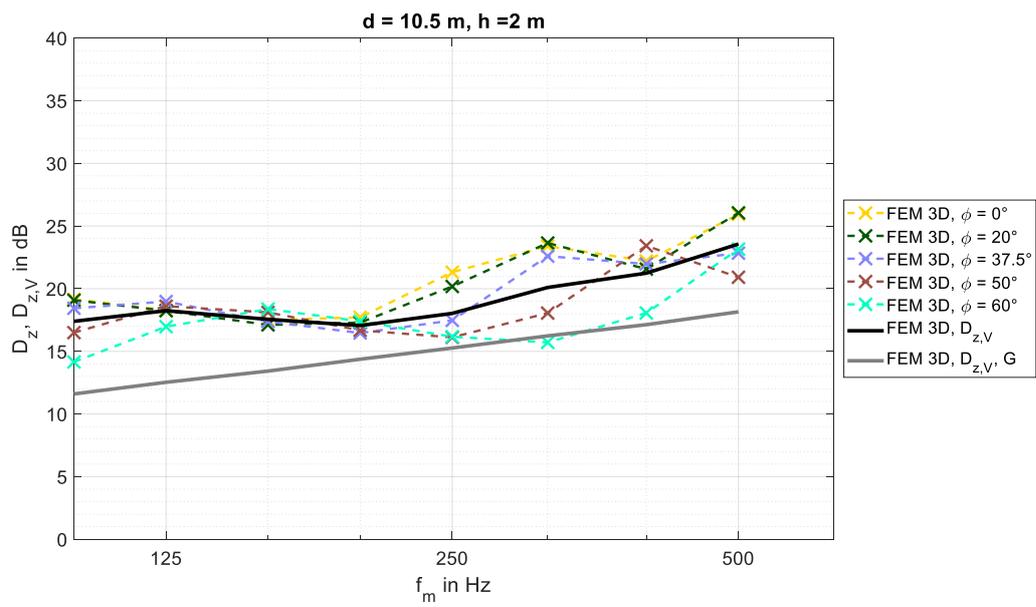
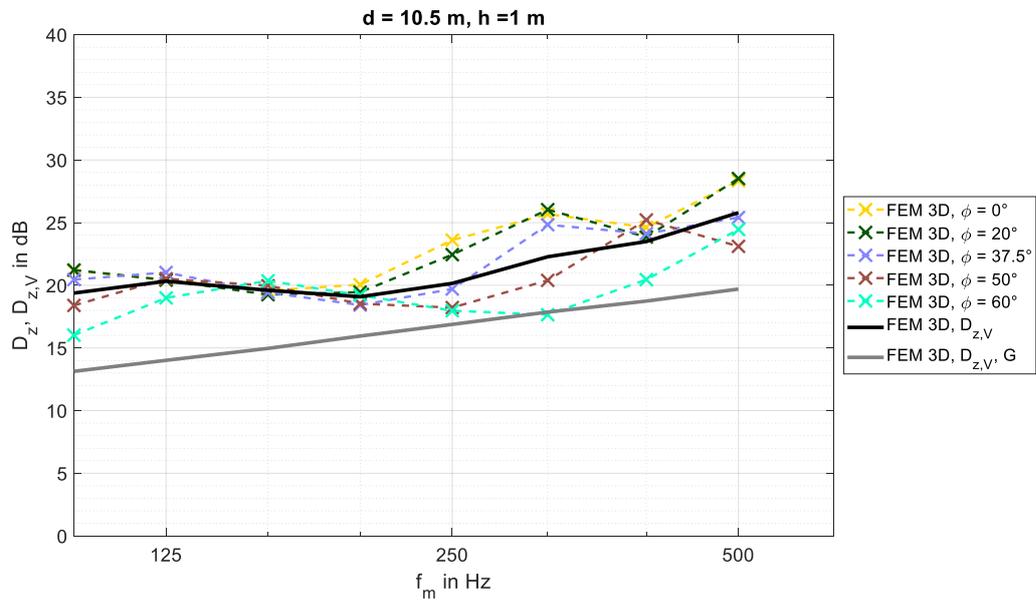


Abbildung 7-14: Terzbandspektrum des Schirmmaßes des **Einfachknicks E2** aus 3D-FEM für verschiedene Quellwinkel ϕ und Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; gelb: $\phi = 0^\circ$; dunkelgrün: $\phi = 20^\circ$; violett: $\phi = 37,5^\circ$; braun: $\phi = 50^\circ$; türkis: $\phi = 60^\circ$; schwarz: Vorbeifahrts-Schirmmaß; dunkelgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß der geraden Lsw G; von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m



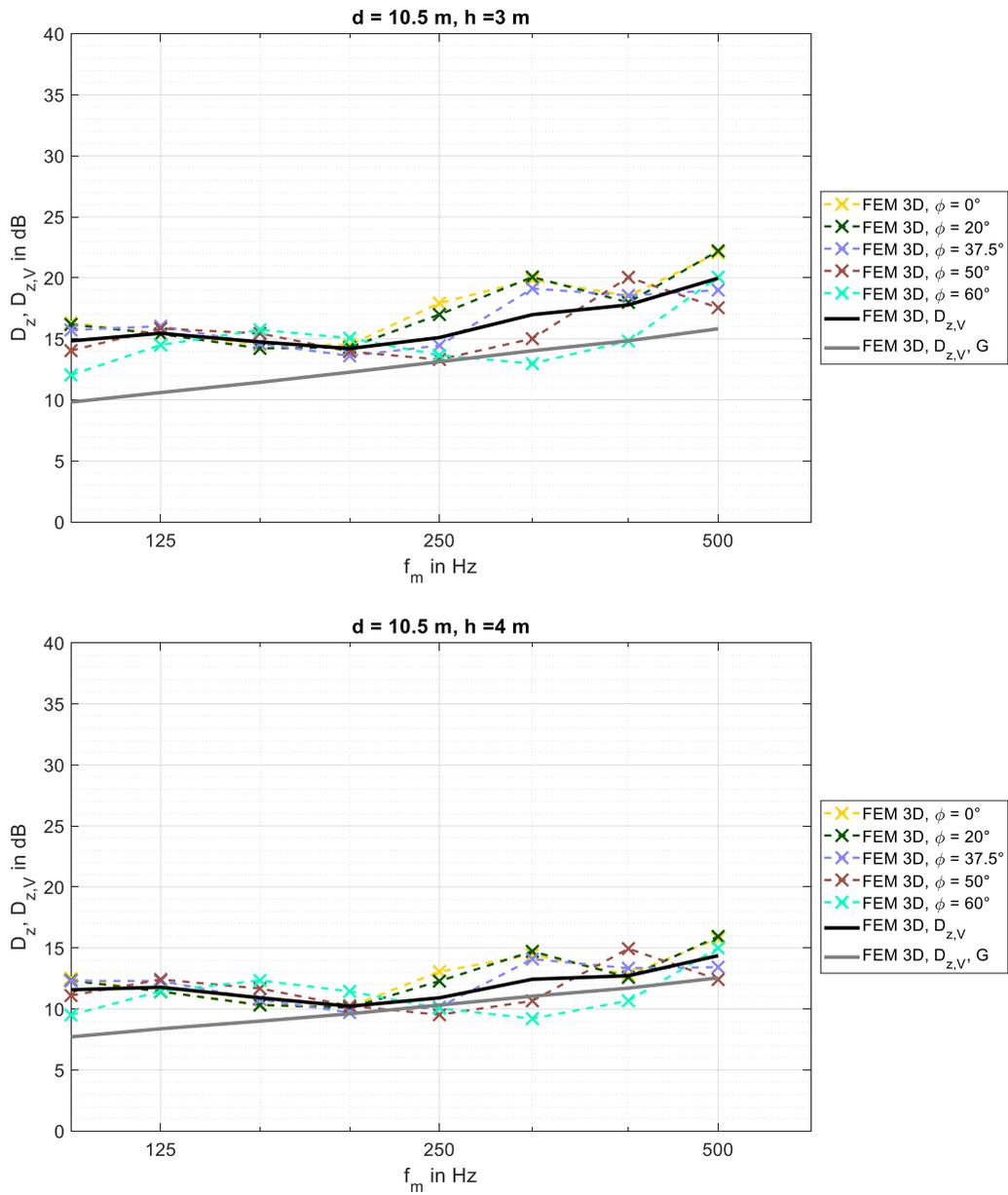
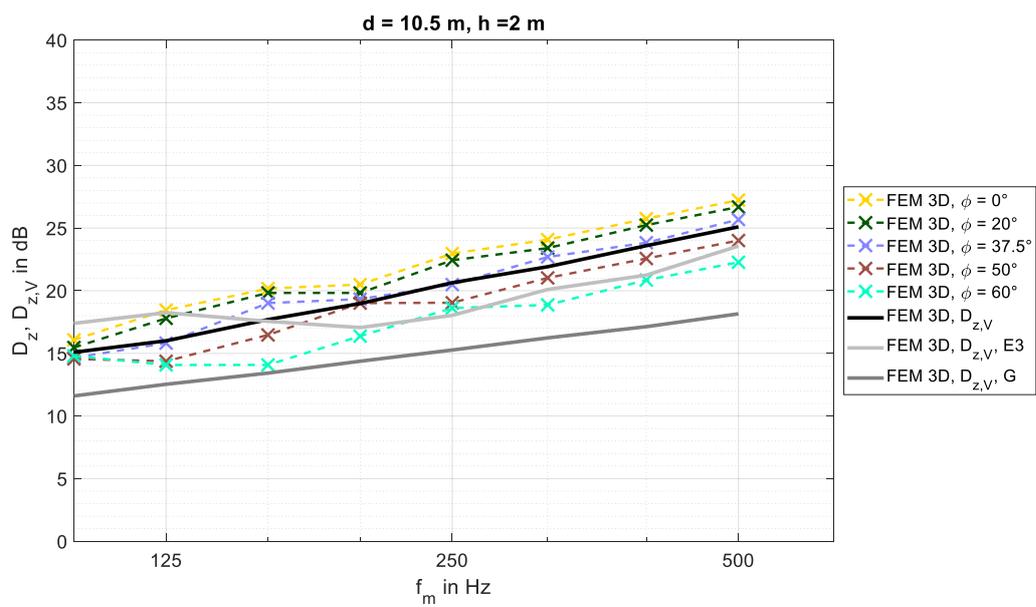
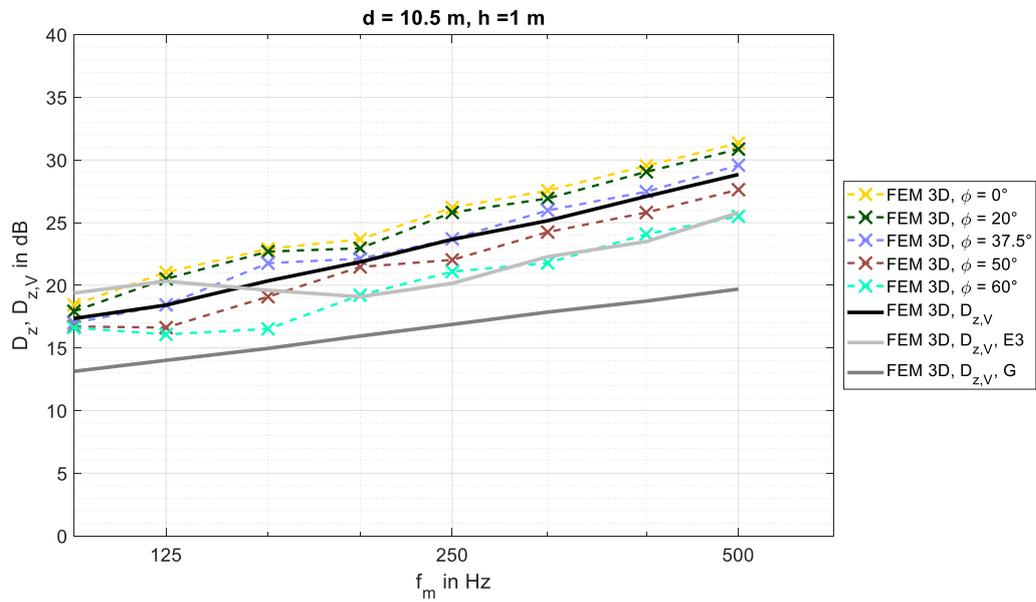


Abbildung 7-15: Terzbandspektrum des Schirmmaßes des **Einfachknicks E3** aus 3D-FEM für verschiedene Quellwinkel ϕ und Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; gelb: $\phi = 0^\circ$; dunkelgrün: $\phi = 20^\circ$; violett: $\phi = 37,5^\circ$; braun: $\phi = 50^\circ$; türkis: $\phi = 60^\circ$; schwarz: Vorbeifahrts-Schirmmaß; dunkelgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß der geraden Lsw G; von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m



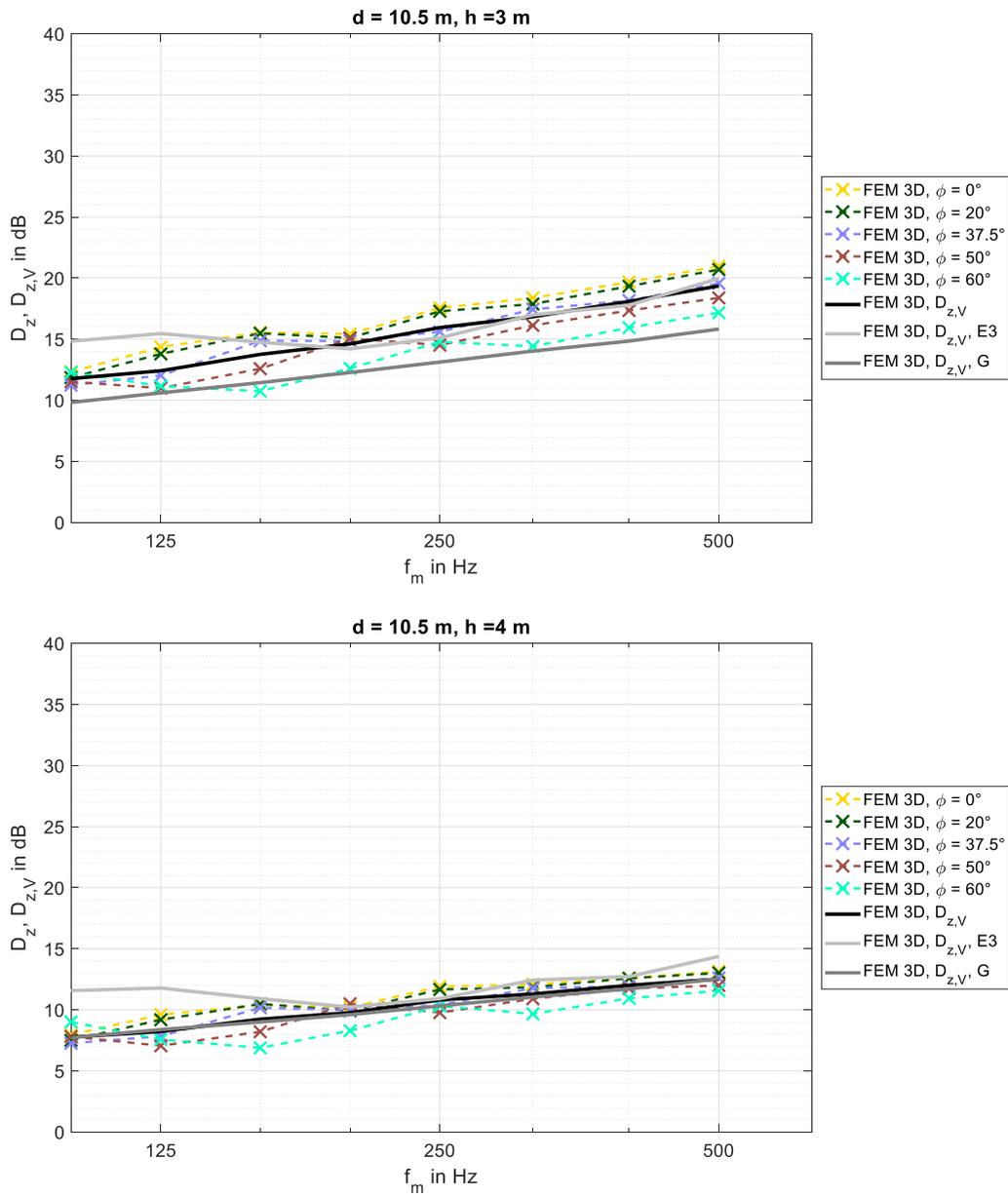
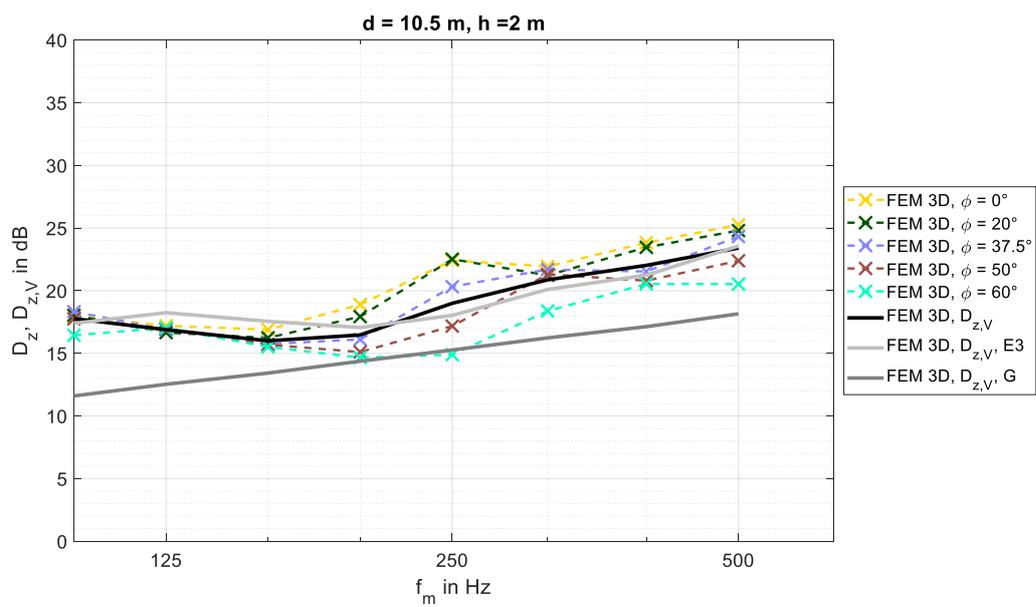
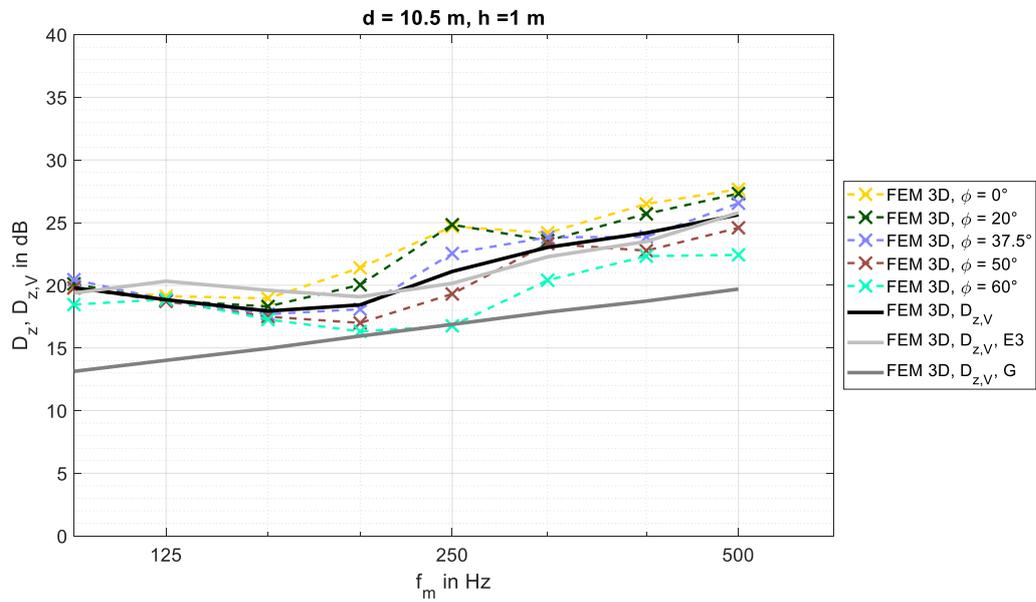


Abbildung 7-16: Terzbandspektrum des Schirmmaßes des **Doppelknicks D1** aus 3D-FEM für verschiedene Quellwinkel ϕ und Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; gelb: $\phi = 0^\circ$; dunkelgrün: $\phi = 20^\circ$; violett: $\phi = 37,5^\circ$; braun: $\phi = 50^\circ$; türkis: $\phi = 60^\circ$; schwarz: Vorbeifahrts-Schirmmaß; hellgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß des Einfachknicks E3; dunkelgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß der geraden Lsw G; von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m



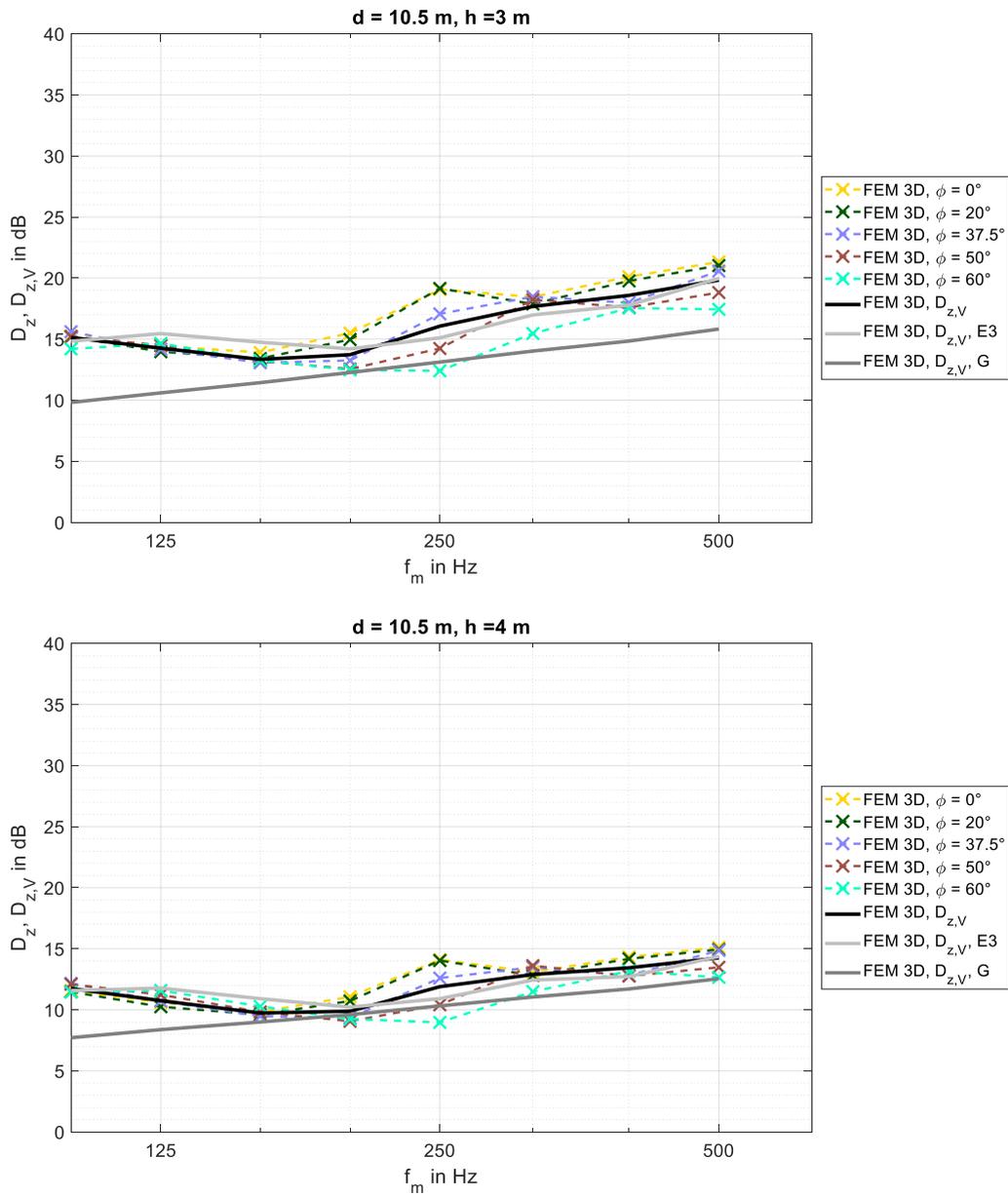
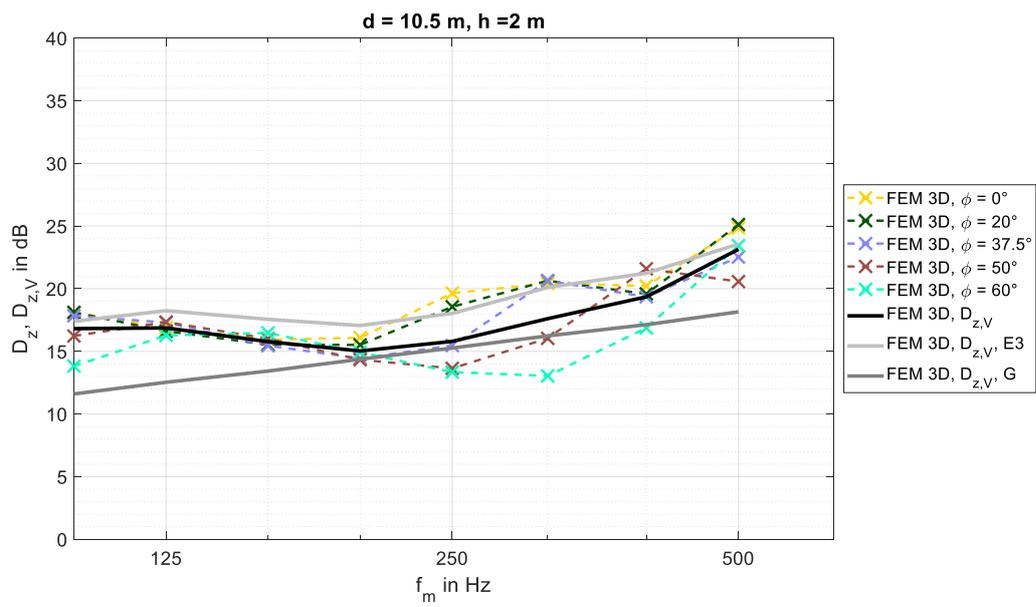
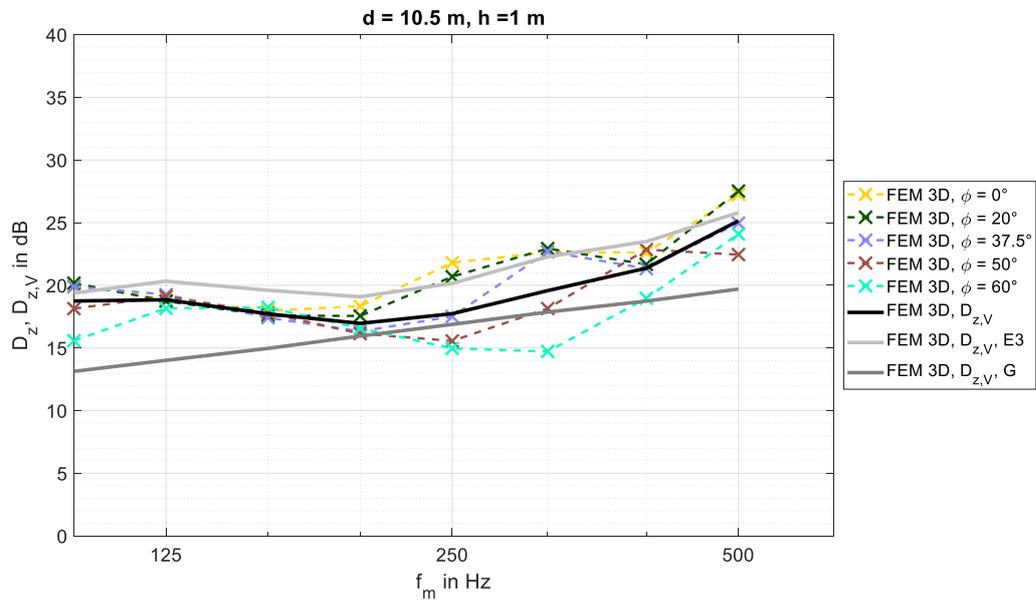


Abbildung 7-17: Terzbandspektrum des Schirmmaßes der **absorbierend verkleideten Lsw A1** aus 3D-FEM für verschiedene Quellwinkel ϕ und Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; gelb: $\phi = 0^\circ$; dunkelgrün: $\phi = 20^\circ$; violett: $\phi = 37,5^\circ$; braun: $\phi = 50^\circ$; türkis: $\phi = 60^\circ$; schwarz: Vorbeifahrts-Schirmmaß; hellgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß des Einfachknicks E3; dunkelgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß der geraden Lsw G; von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m



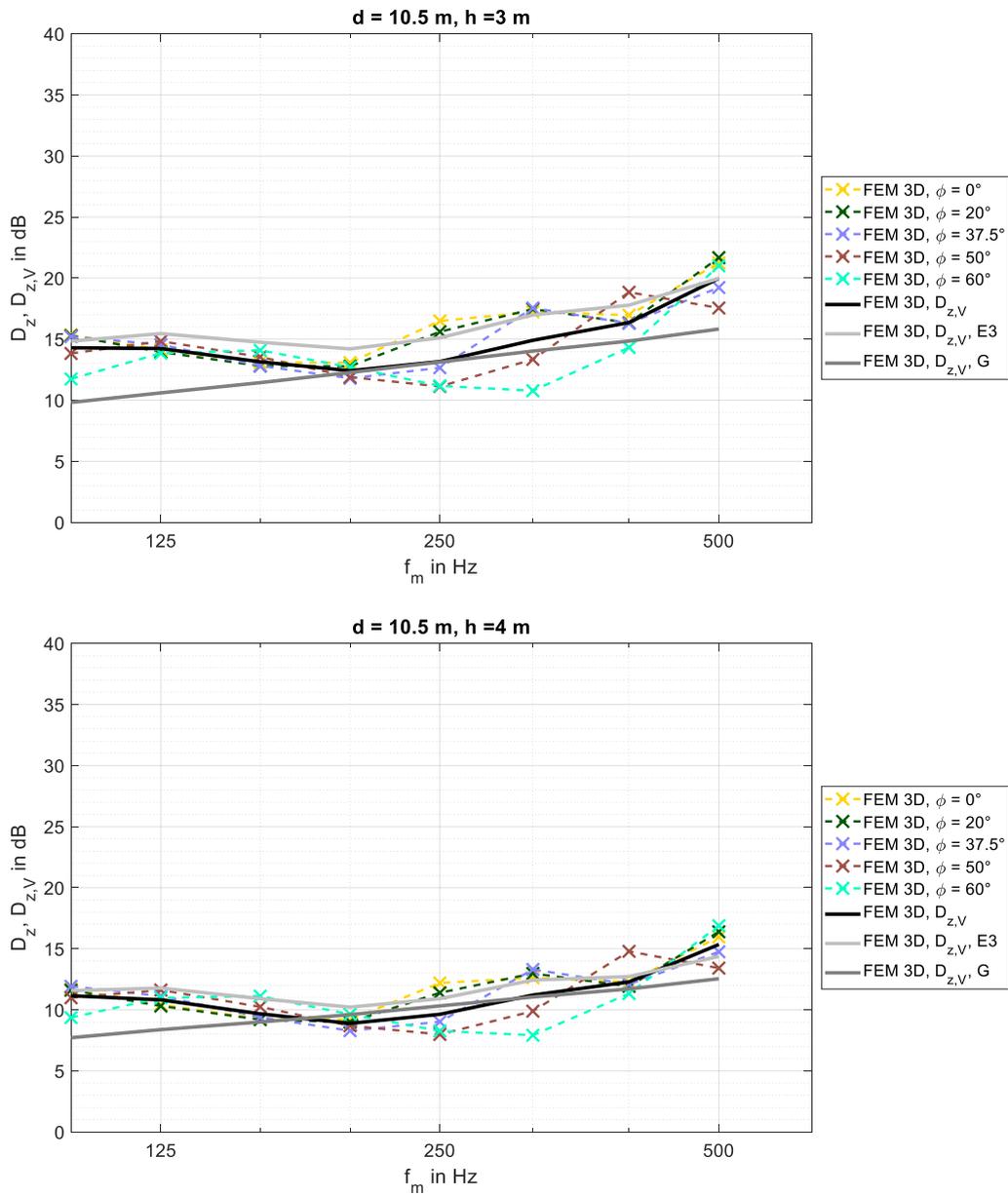
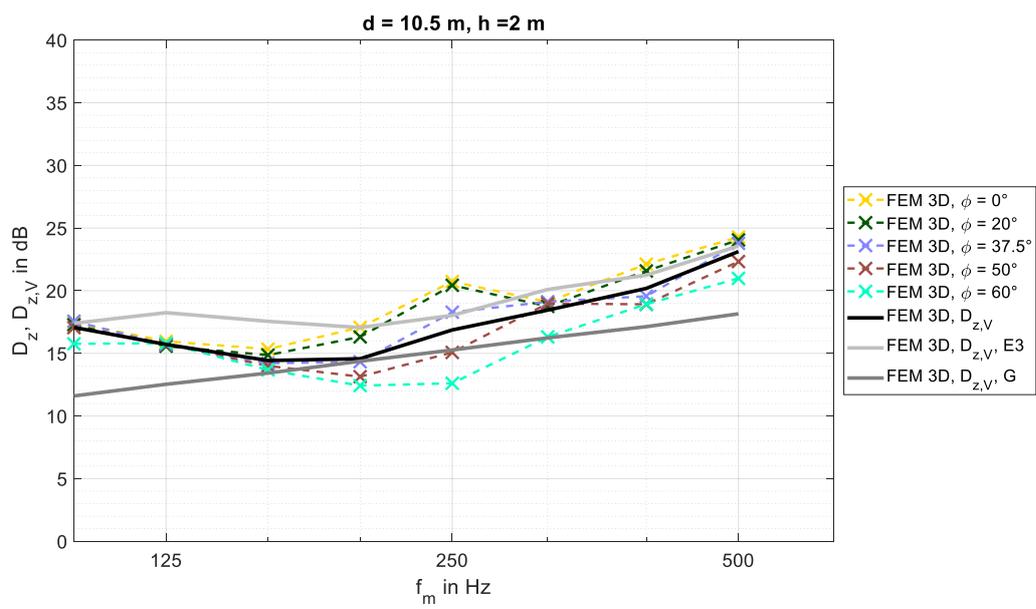
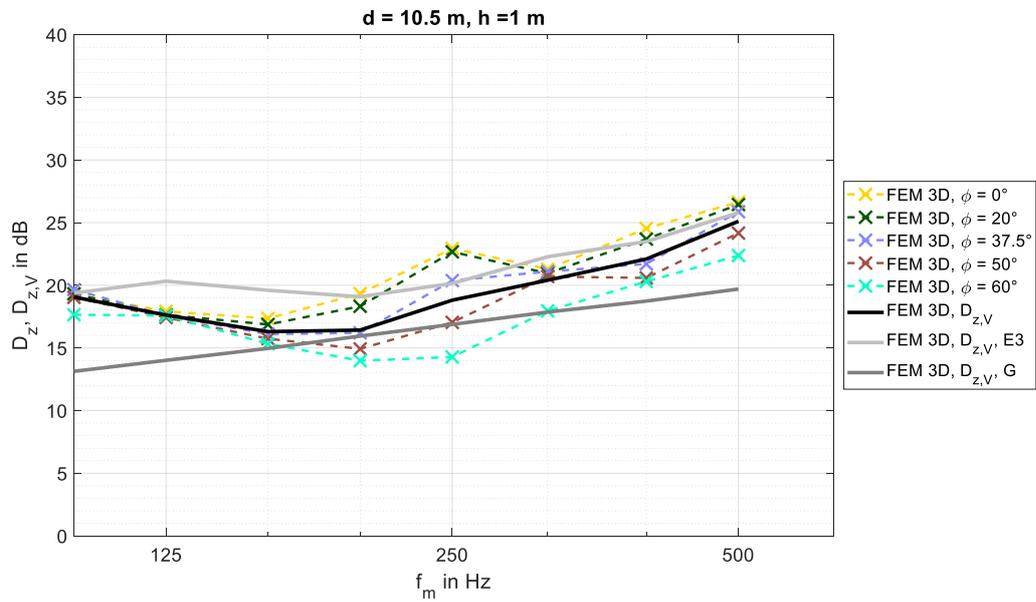


Abbildung 7-18: Terzbandspektrum des Schirmmaßes der **absorbierend verkleideten Lsw A2** aus 3D-FEM für verschiedene Quellwinkel ϕ und Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; gelb: $\phi = 0^\circ$; dunkelgrün: $\phi = 20^\circ$; violett: $\phi = 37,5^\circ$; braun: $\phi = 50^\circ$; türkis: $\phi = 60^\circ$; schwarz: Vorbeifahrts-Schirmmaß; hellgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß des Einfachknicks E3; dunkelgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß der geraden Lsw G; von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m



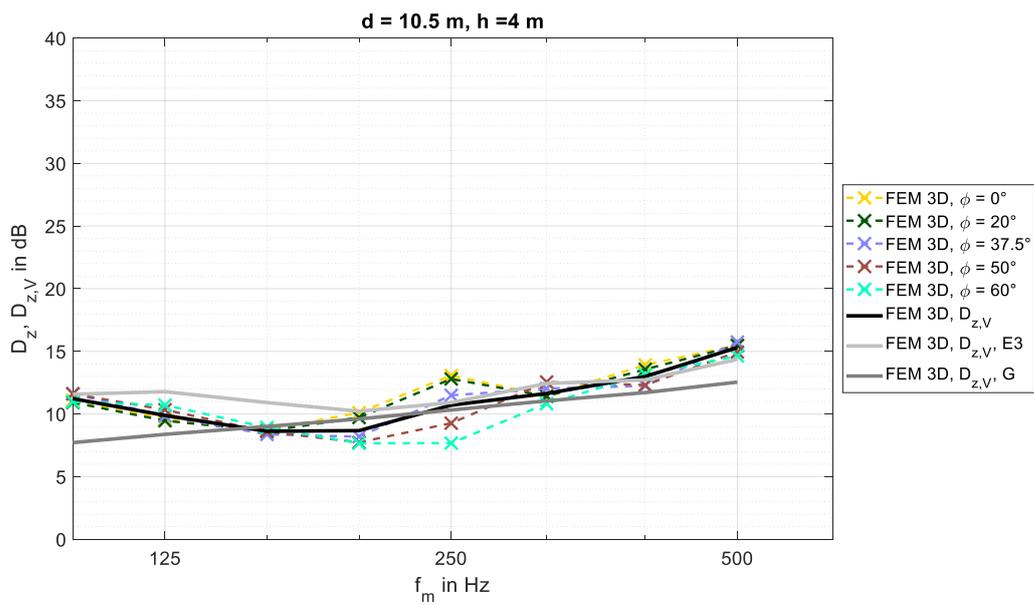
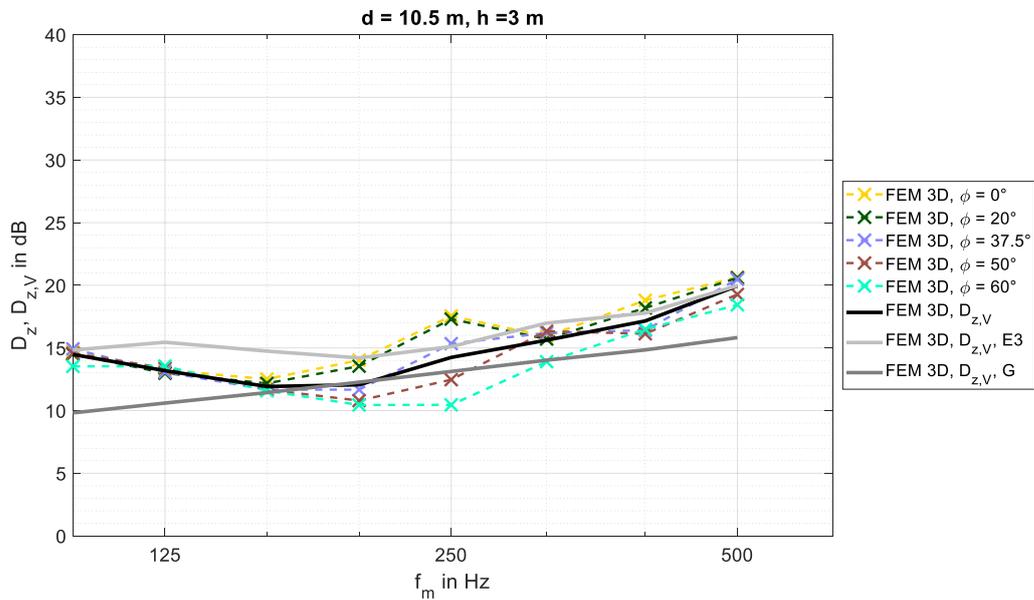
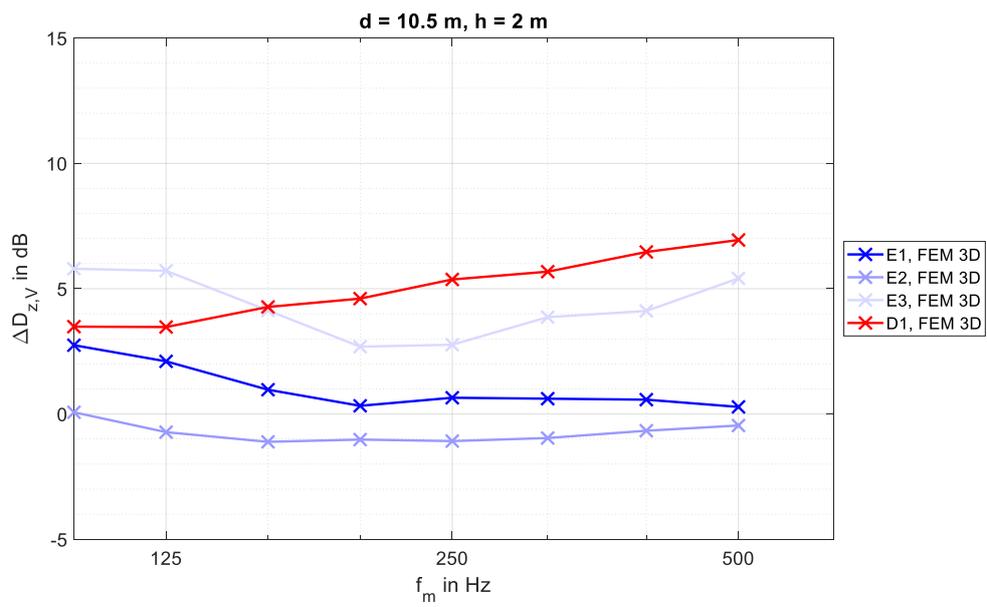
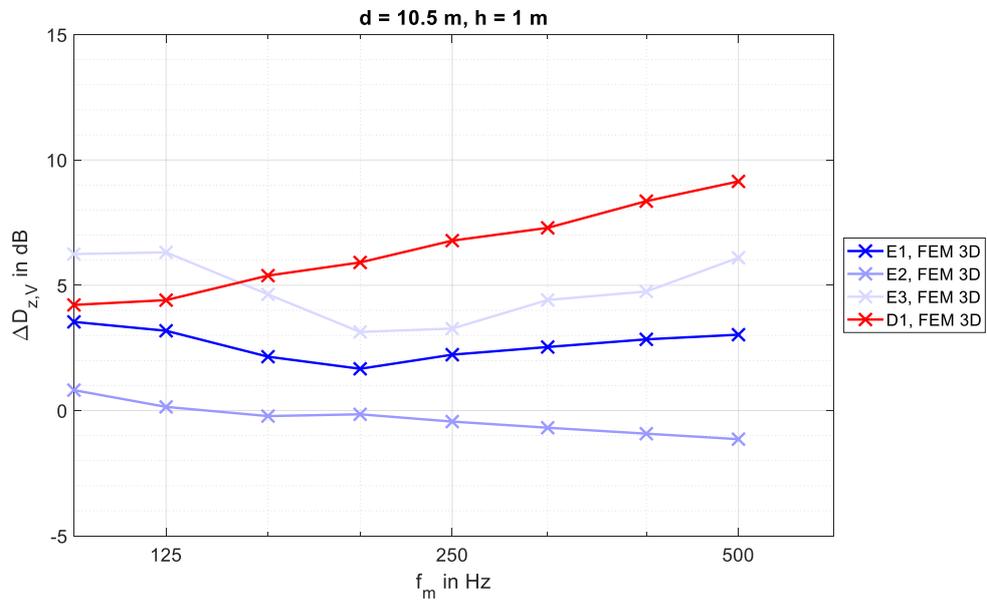


Abbildung 7-19: Terzbandspektrum des Schirmmaßes der **absorbierend verkleideten Lsw A3** aus 3D-FEM für verschiedene Quellwinkel ϕ und Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; gelb: $\phi = 0^\circ$; dunkelgrün: $\phi = 20^\circ$; violett: $\phi = 37,5^\circ$; braun: $\phi = 50^\circ$; türkis: $\phi = 60^\circ$; schwarz: Vorbeifahrts-Schirmmaß; hellgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß des Einfachknicks E3; dunkelgrau: Vorbeifahrts-Schirmmaß der geraden Lsw G; von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m



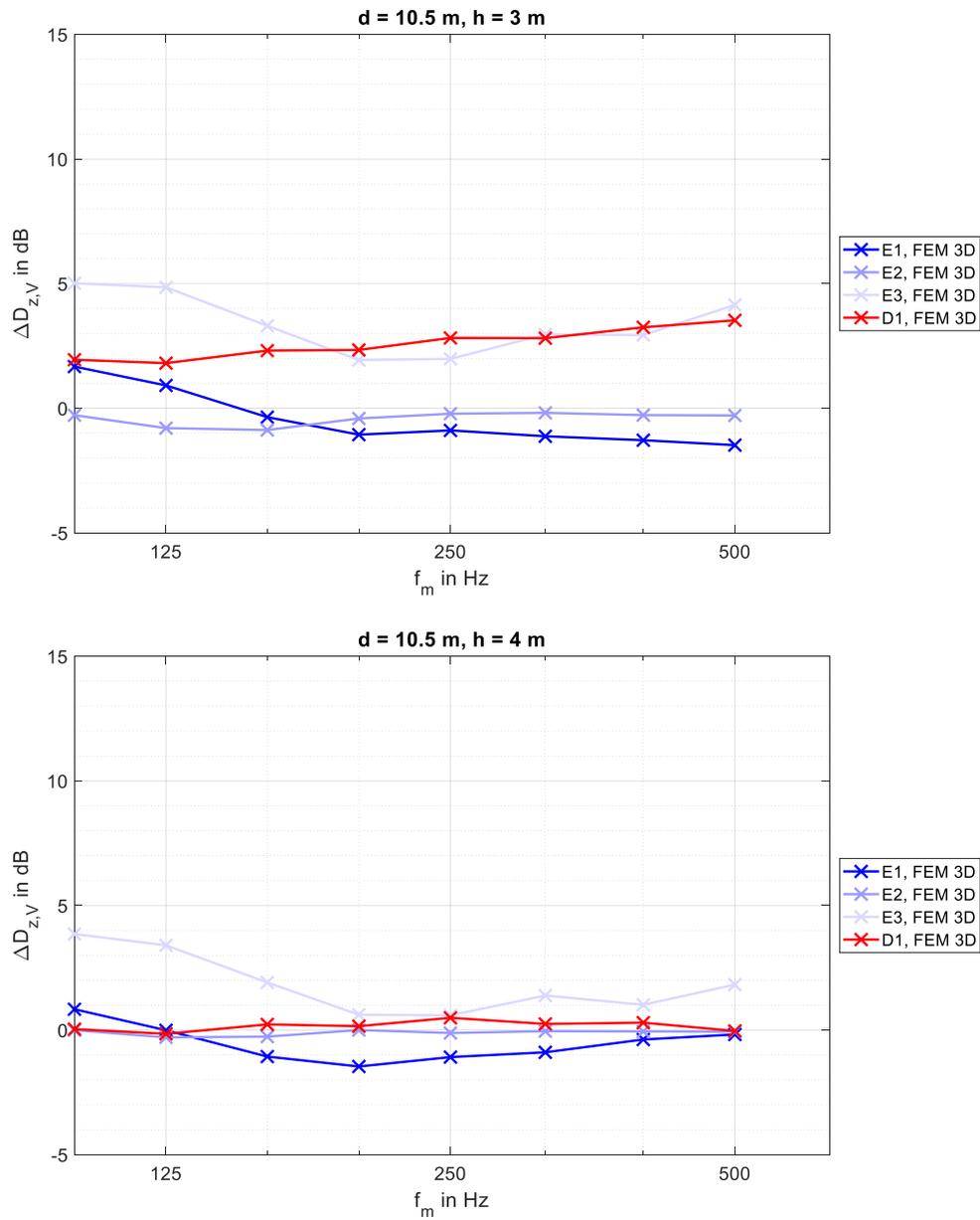
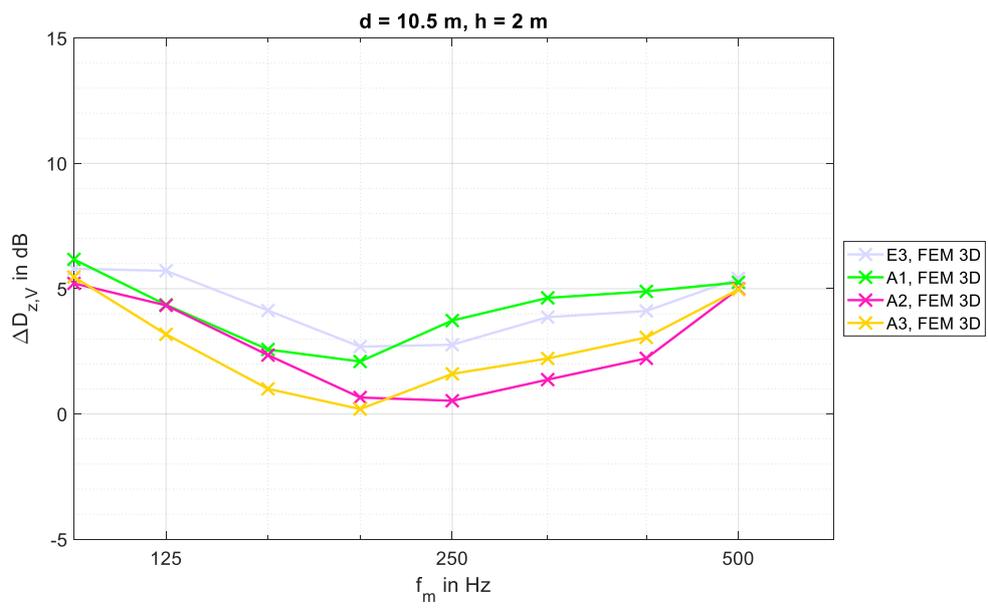
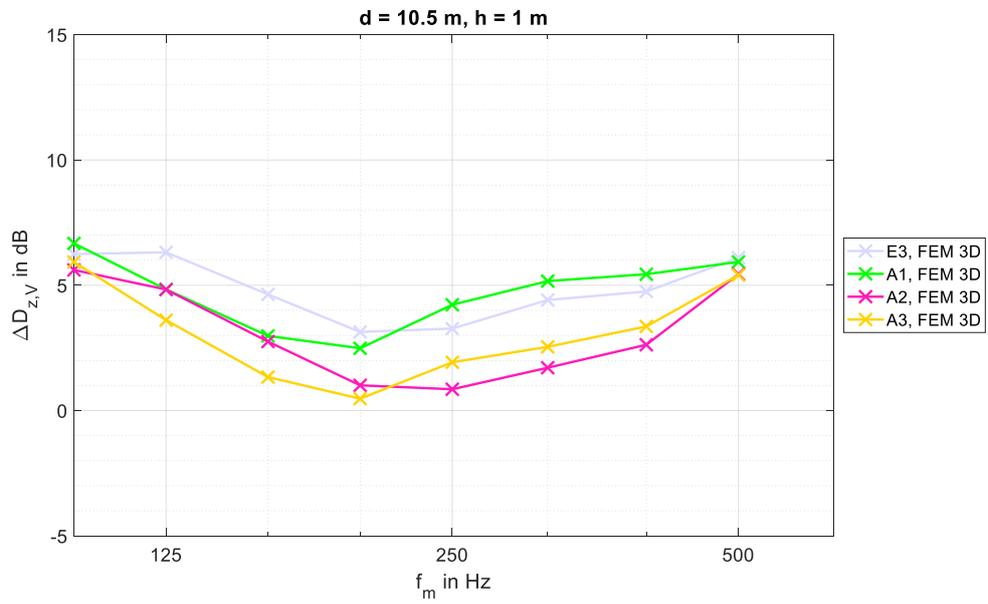


Abbildung 7-20: Terzbandspektrum der Differenz des Vorbeifahrts-Schirmmaßes der verschiedenen Lsw-Geometrien gegenüber der geraden Lsw G aus 3D-FEM für verschiedene Empfängerhöhen h; Quell-Empfänger-Distanz d = 10,5 m; dunkelblau: Einfachknick E1; hellblau: Einfachknick E2; grau: Einfachknick E3; rot: Dreifachknick D1; von oben nach unten: h = 1 m / 2 m / 3 m / 4 m



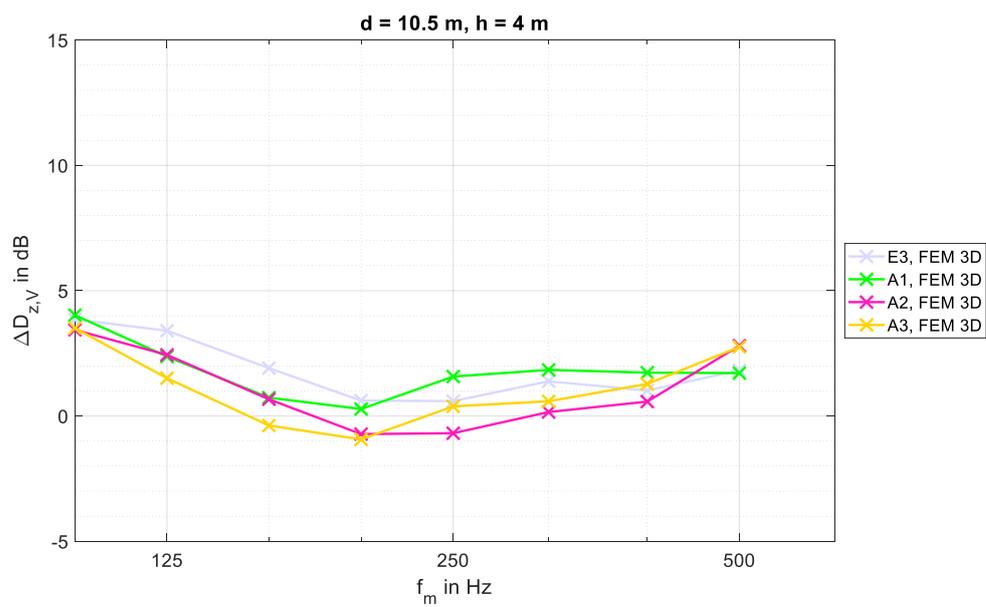
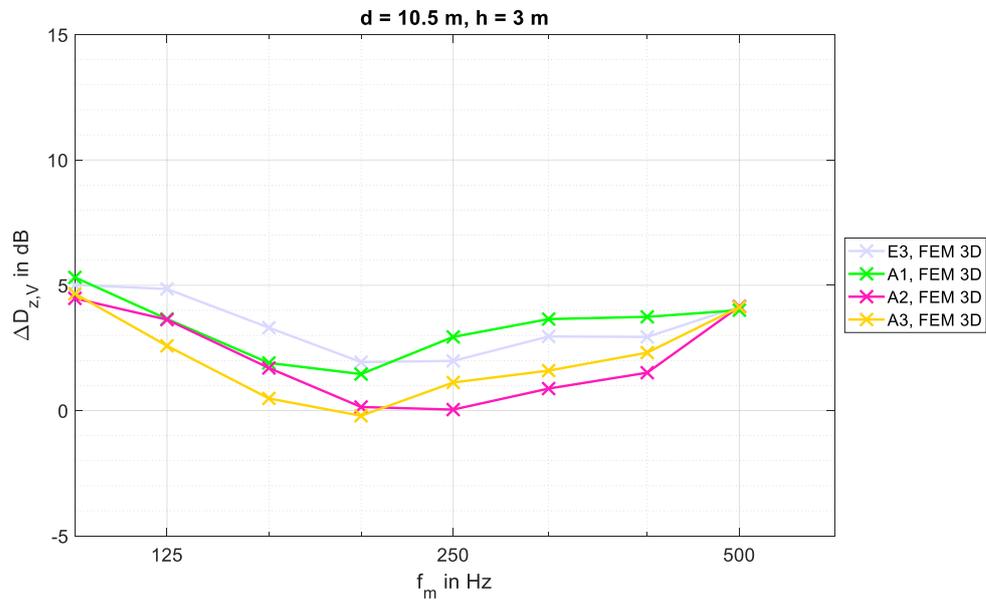
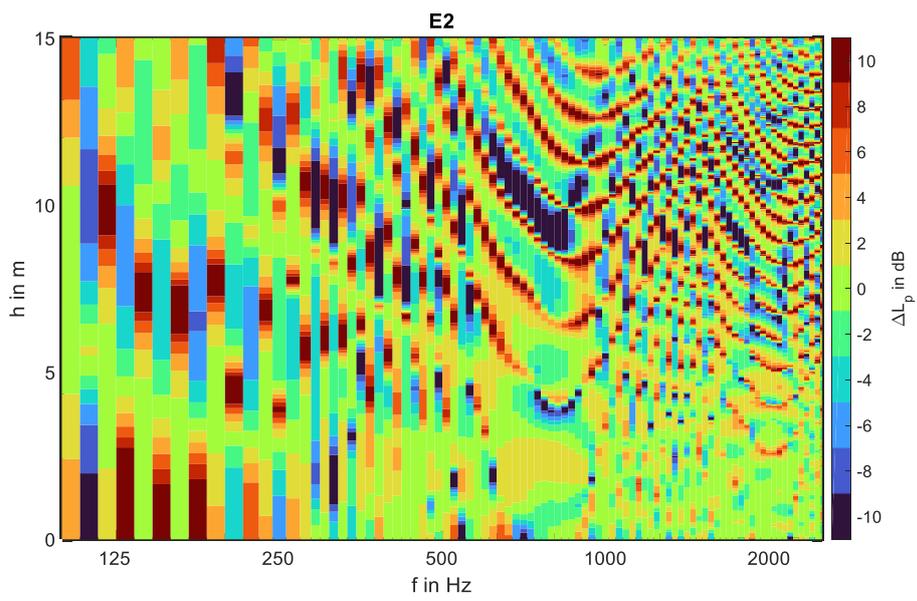
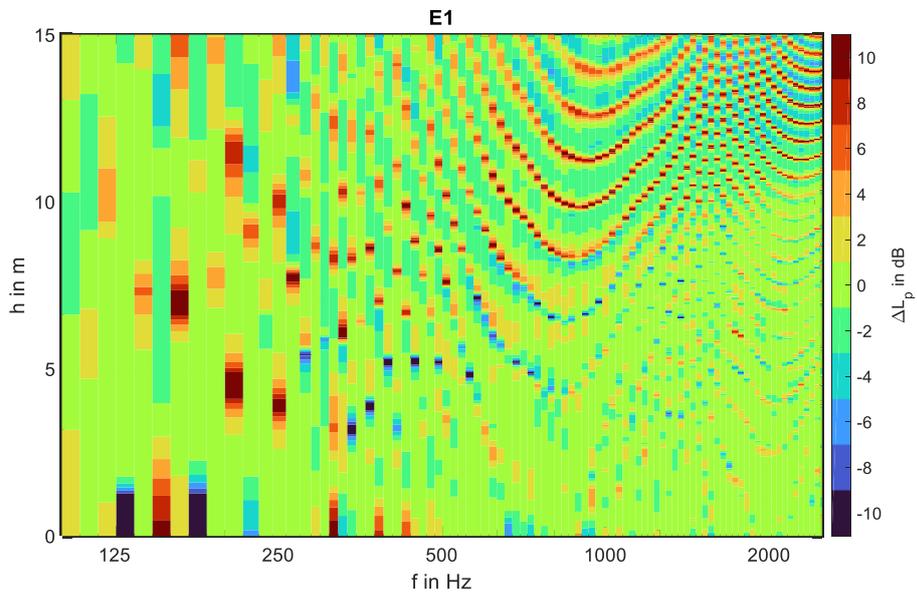
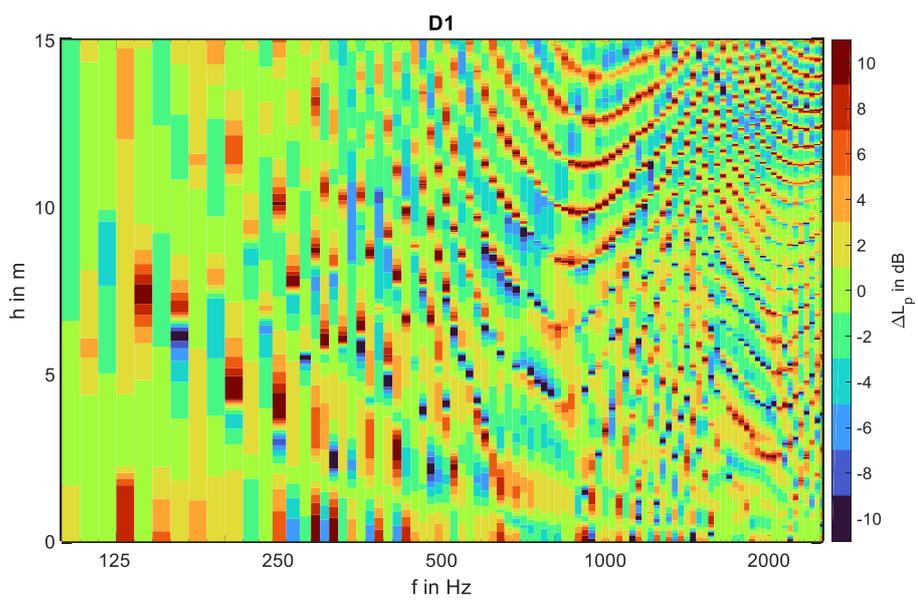
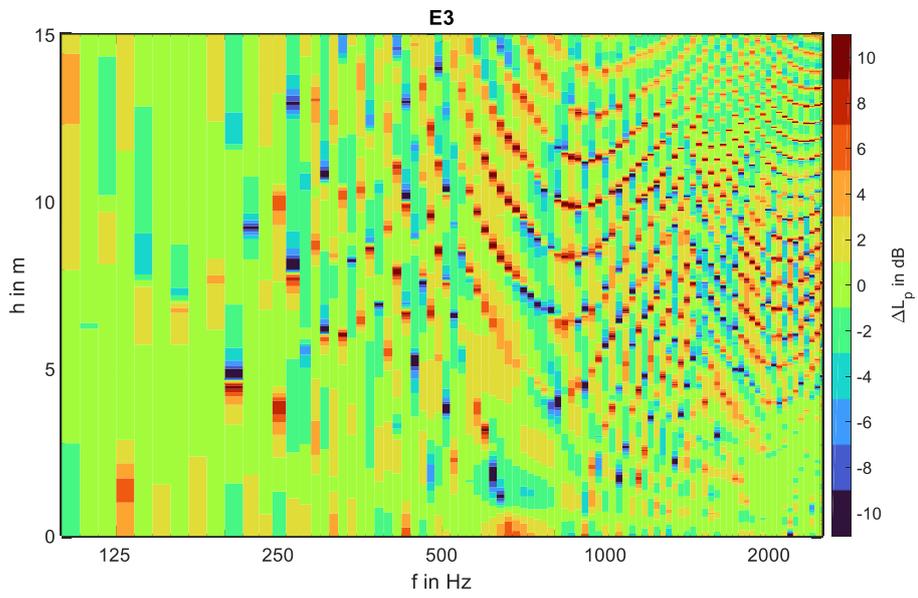


Abbildung 7-21: Terzbandspektrum der Differenz des Vorbeifahrts-Schirmmaßes der einfach geknickten Lsw mit variierender Impedanz gegenüber der geraden Lsw G aus 3D-FEM für verschiedene Empfängerhöhen h ; Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5$ m; grau: Einfachknick E3; grün: einfach geknickte, absorbierend verkleidete Lsw A1 (Innenseite); pink: einfach geknickte, absorbierend verkleidete Lsw A2 (Oberkante außen); gelb: einfach geknickte, absorbierend verkleidete Lsw A3 (Innenseite + Oberkante außen); von oben nach unten: $h = 1$ m / 2 m / 3 m / 4 m





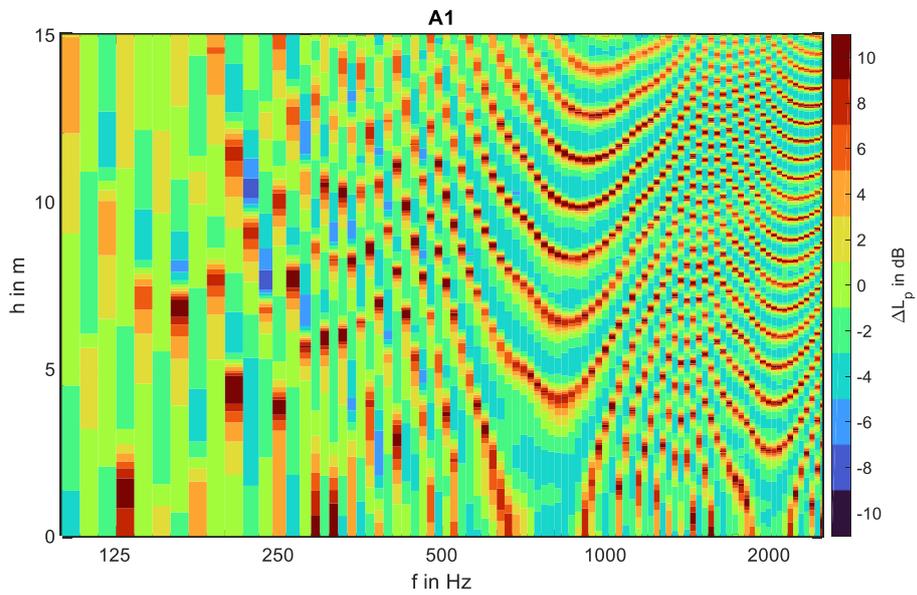
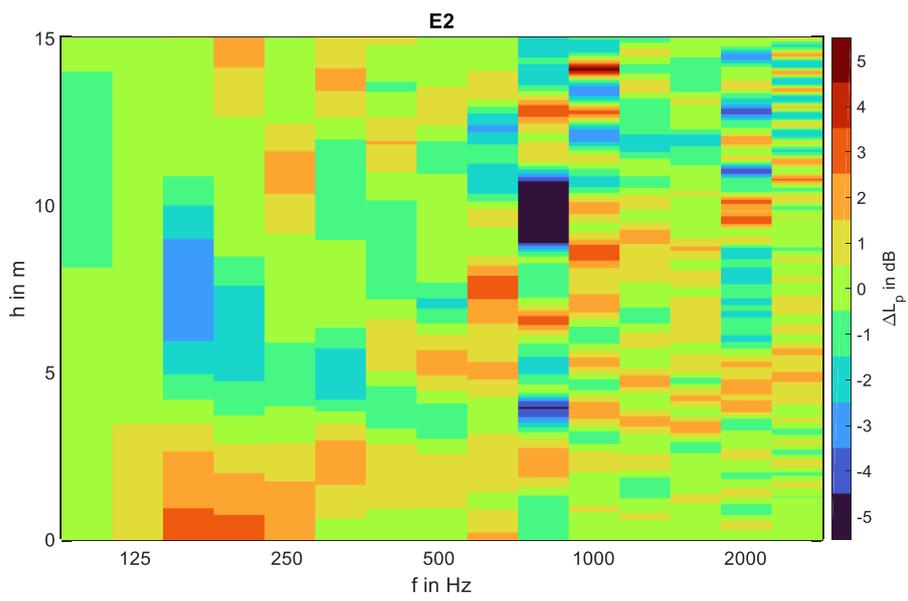
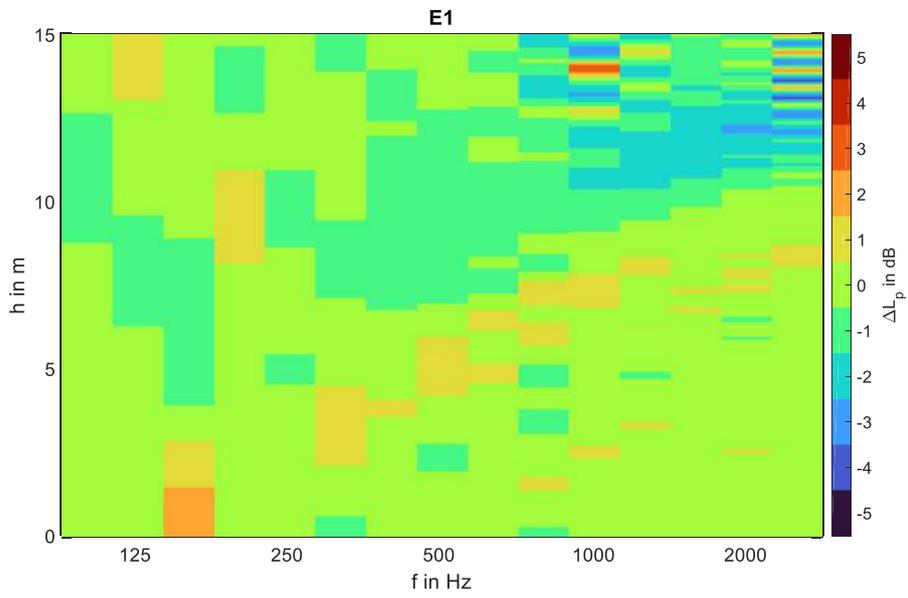
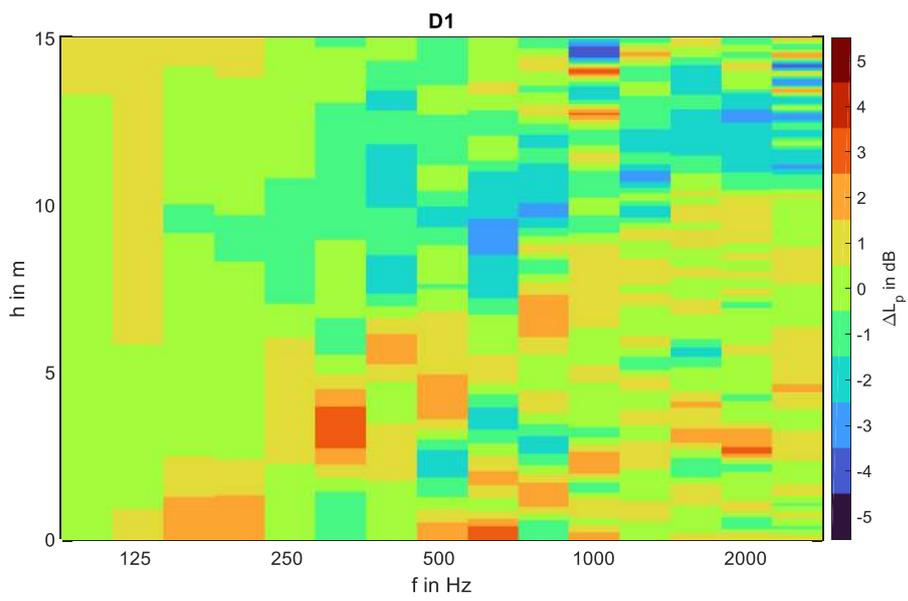
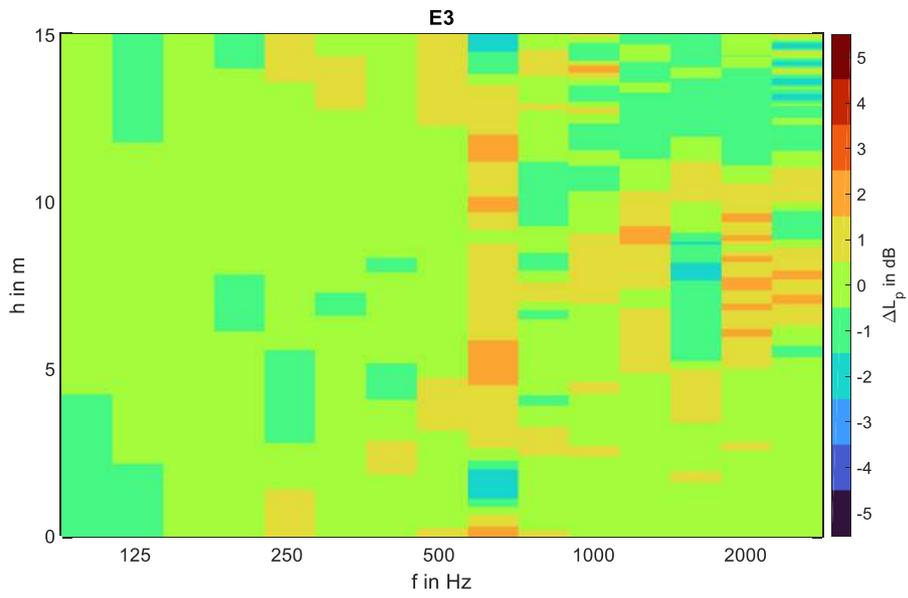


Abbildung 7-22: Schalldruckpegeldifferenz verschiedener Geometrien gegenüber senkrechter Lsw zur Beurteilung der quellseitigen Reflexion als **Schmalbandspektren**; von oben nach unten: E1, E2, E3, D1, A1; rot: Pegelerhöhung; blau: Pegelreduzierung





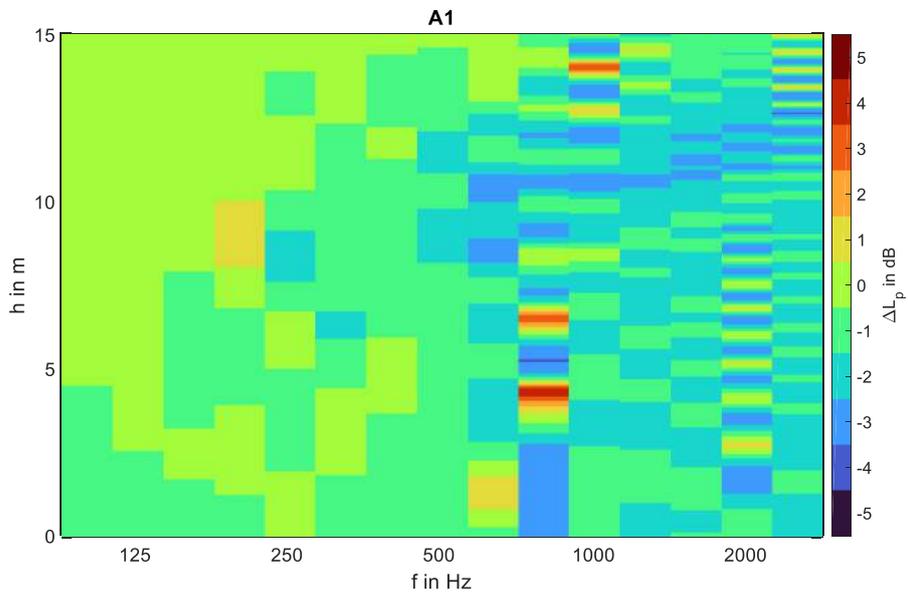
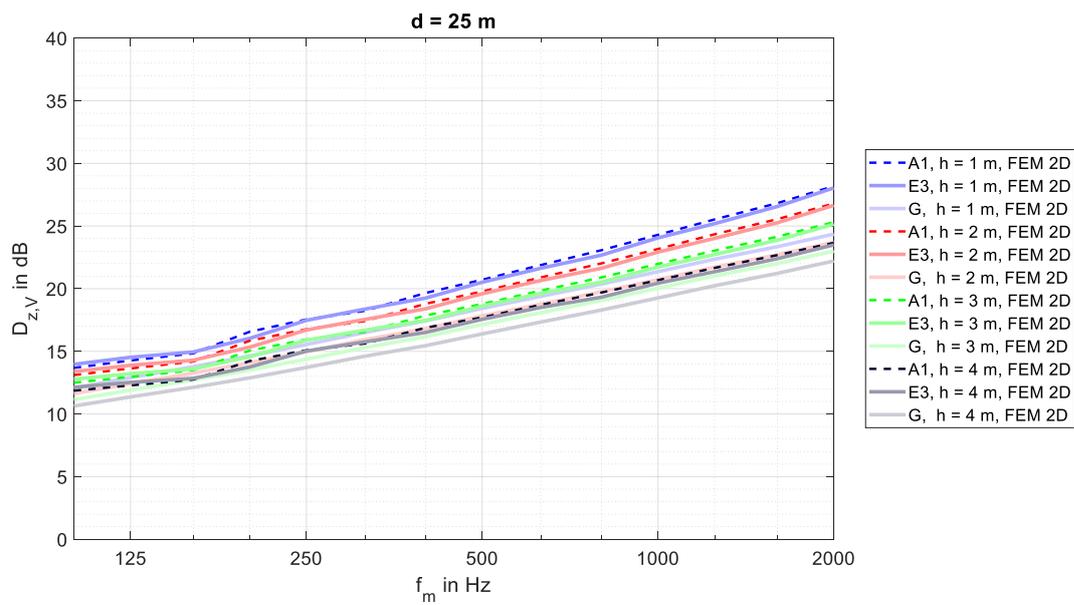
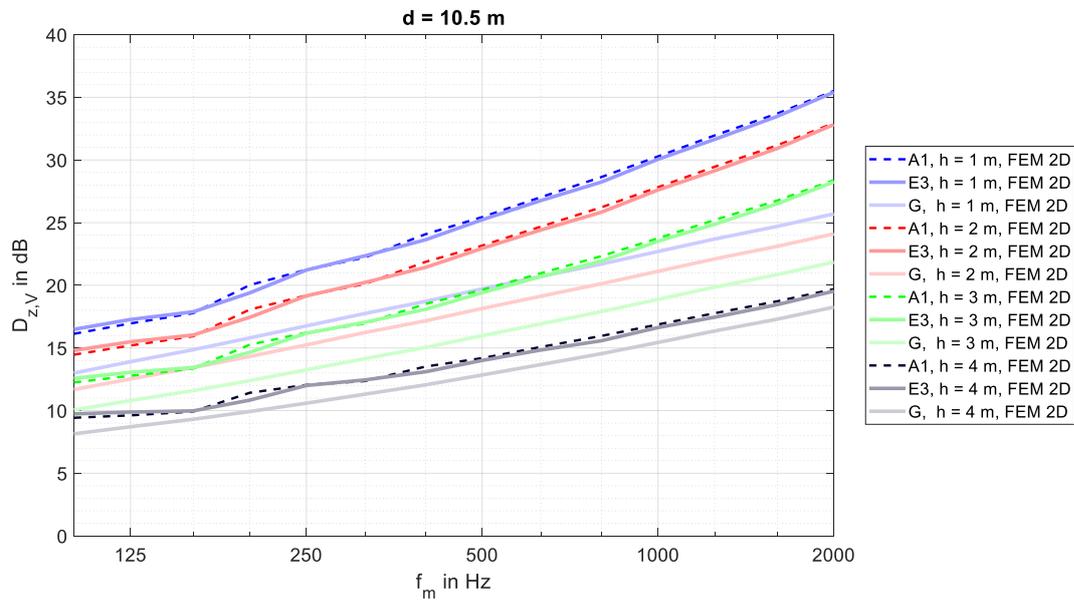


Abbildung 7-23: Schalldruckpegeldifferenz verschiedener Geometrien gegenüber senkrechter Lsw zur Beurteilung der quellseitigen Reflexion als **Terzspektren**; von oben nach unten: E1, E2, E3, D1, A1; rot: Pegelerhöhung; blau: Pegelreduzierung



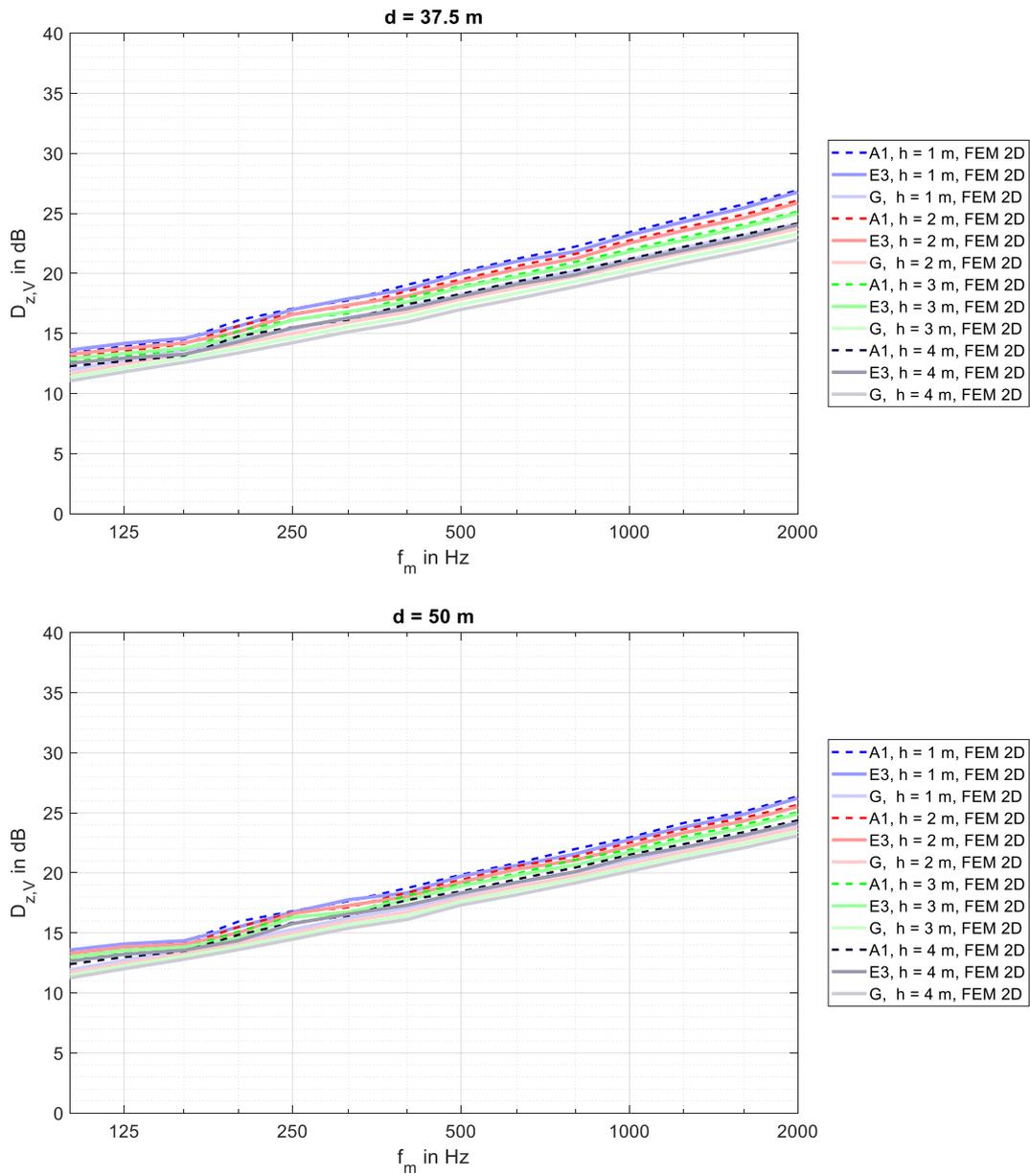
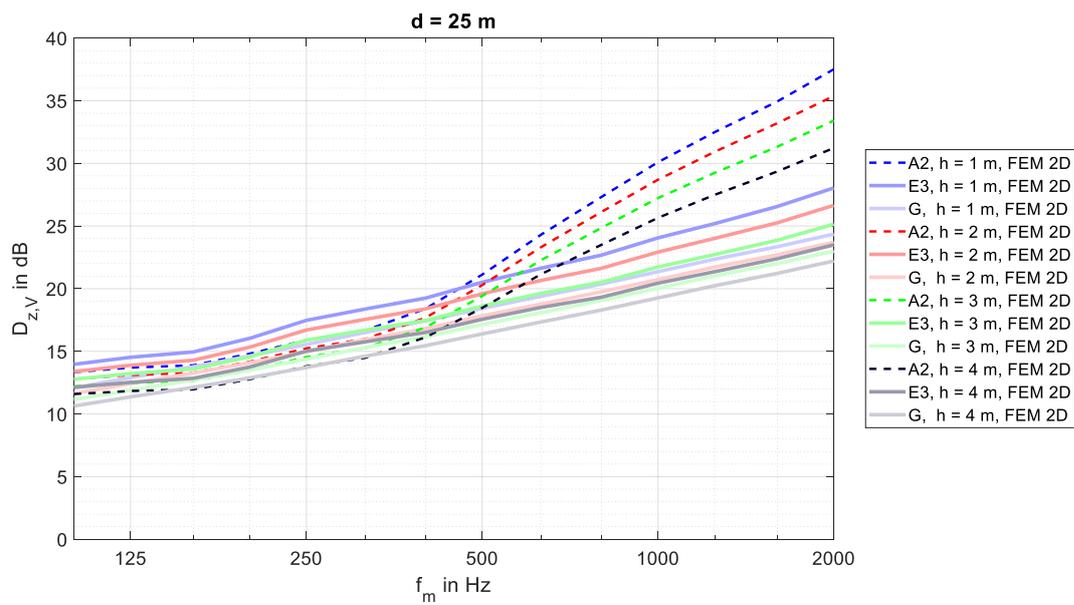
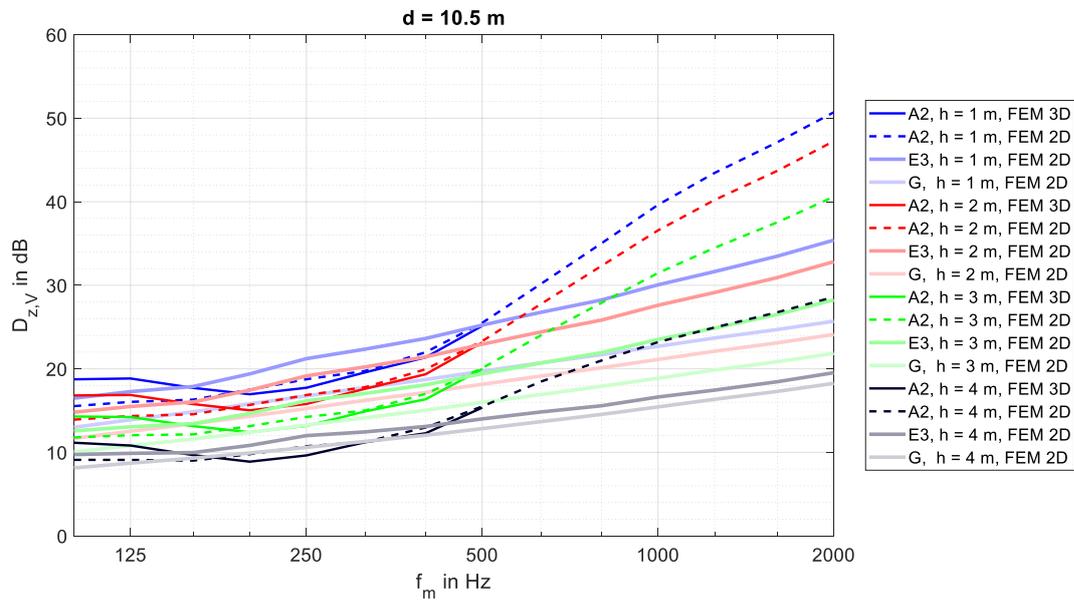


Abbildung 7-24: Terzspektrum des Vorbeifahrts-Schirmmaßes der Lsw **A1** im Vergleich zu E3 und G;
 von oben nach unten: Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5 \text{ m} / 25 \text{ m} / 37,5 \text{ m} / 50 \text{ m}$;
 blau / rot / grün / schwarz: Empfängerhöhe $h = 1 \text{ m} / 2 \text{ m} / 3 \text{ m} / 4 \text{ m}$;
 gestrichelt / durchgezogen / verblässt durchgezogen: A1 / E3 / G



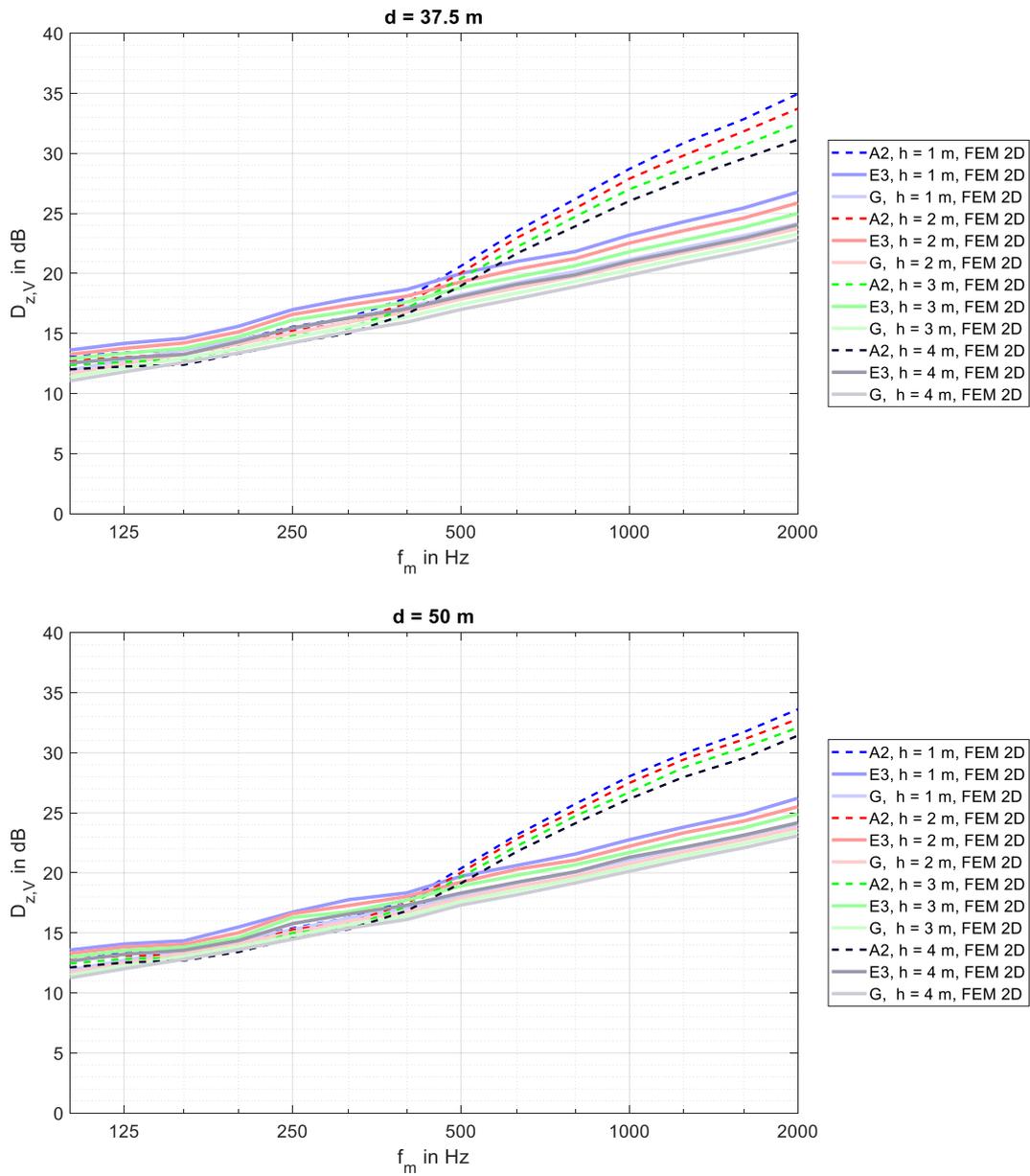
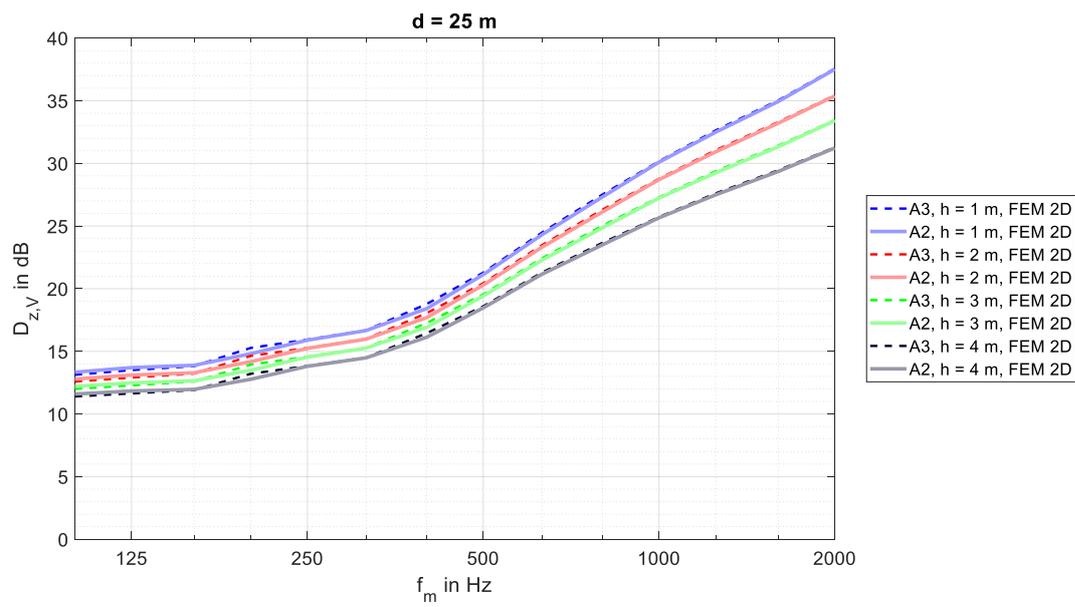
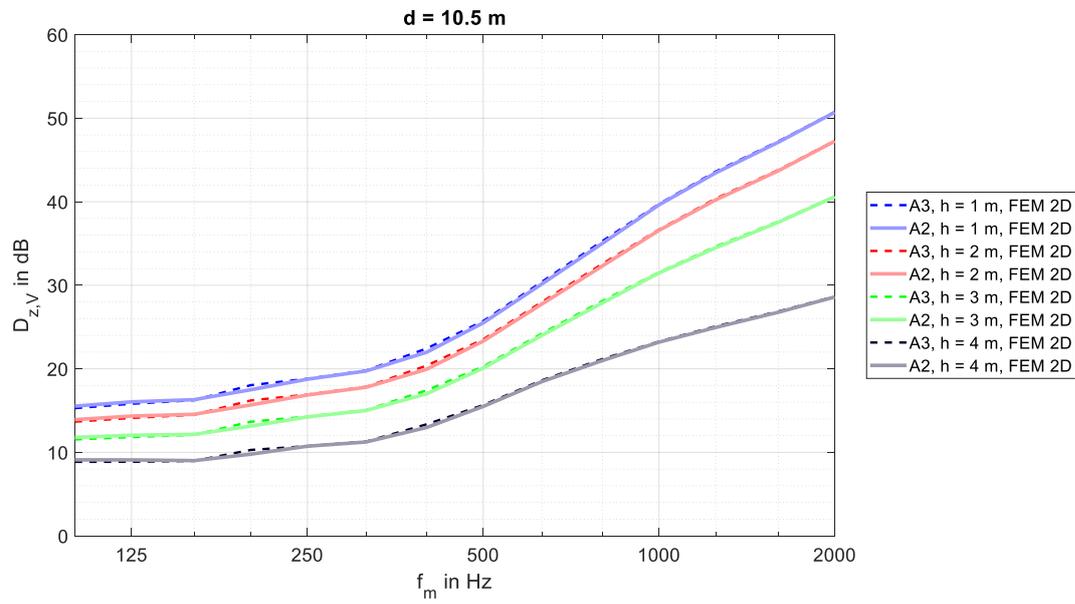


Abbildung 7-25: Terzspektrum des Vorbeifahrts-Schirmmaßes der Lsw **A2** im Vergleich zu E3 und G;
 von oben nach unten: Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5 \text{ m} / 25 \text{ m} / 37,5 \text{ m} / 50 \text{ m}$;
 blau / rot / grün / schwarz: Empfängerhöhe $h = 1 \text{ m} / 2 \text{ m} / 3 \text{ m} / 4 \text{ m}$;
 gestrichelt / durchgezogen / verblasst durchgezogen: A2 / E3 / G



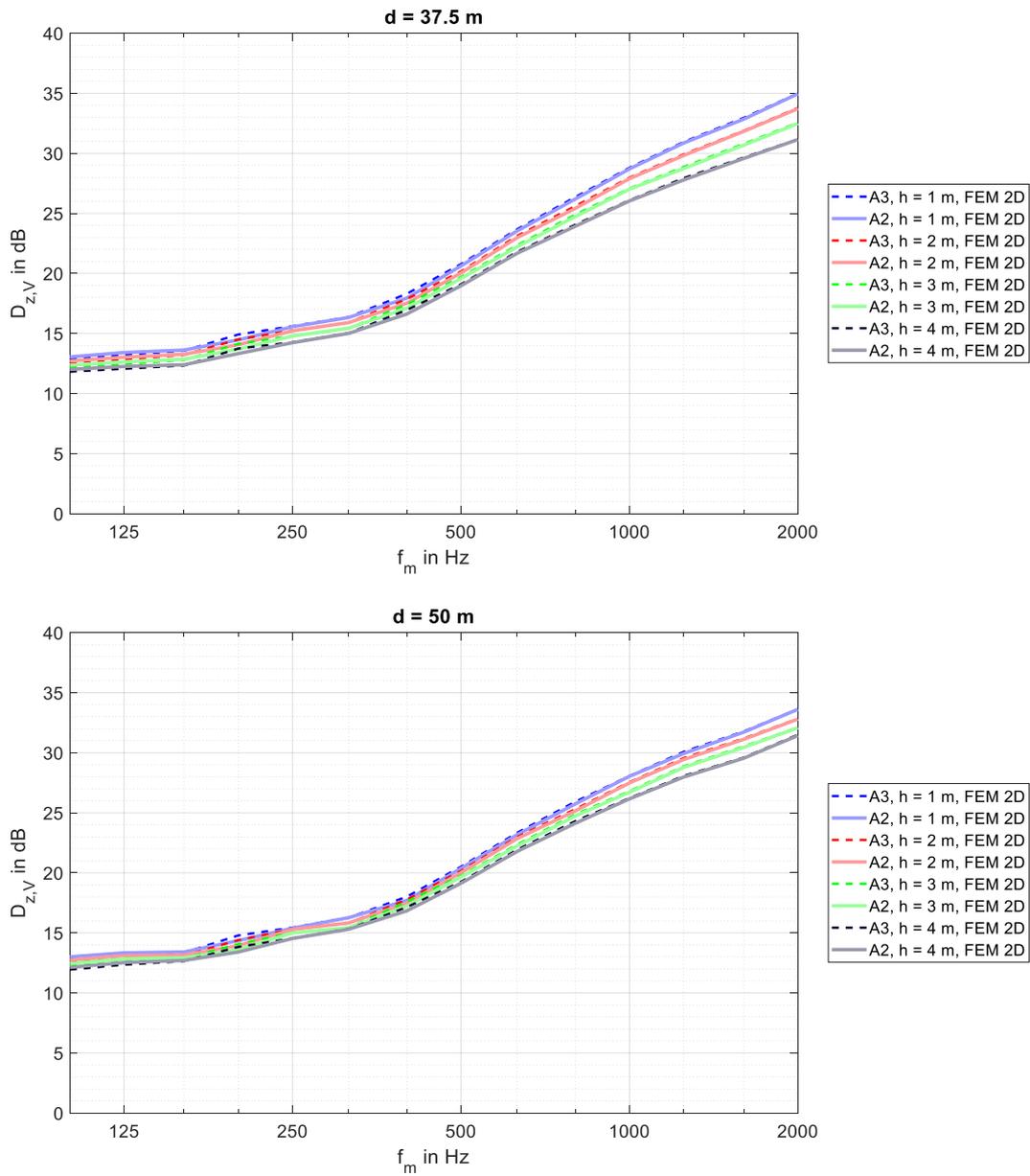
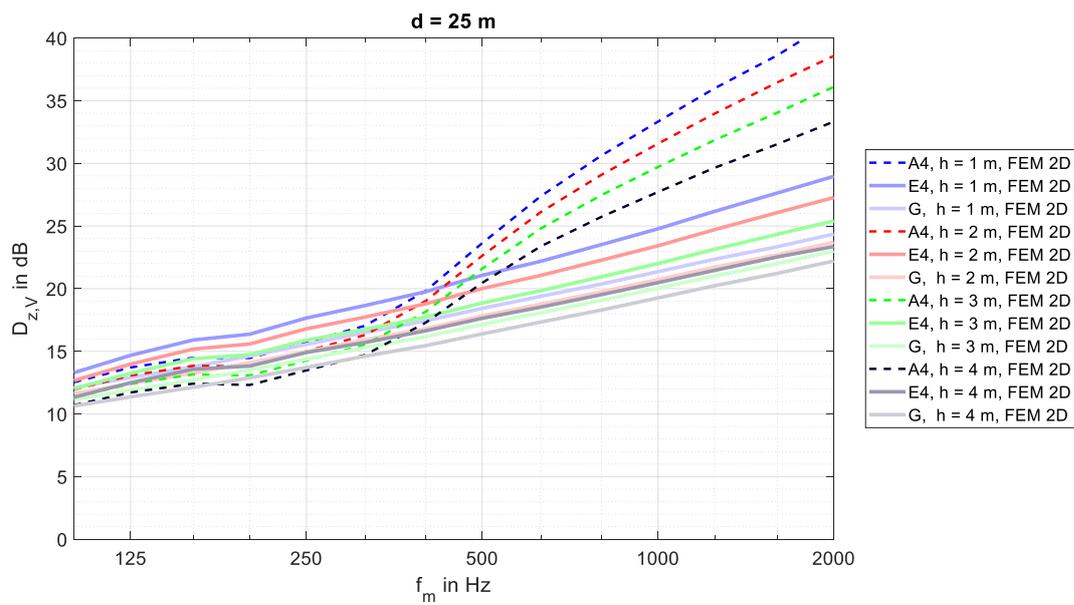
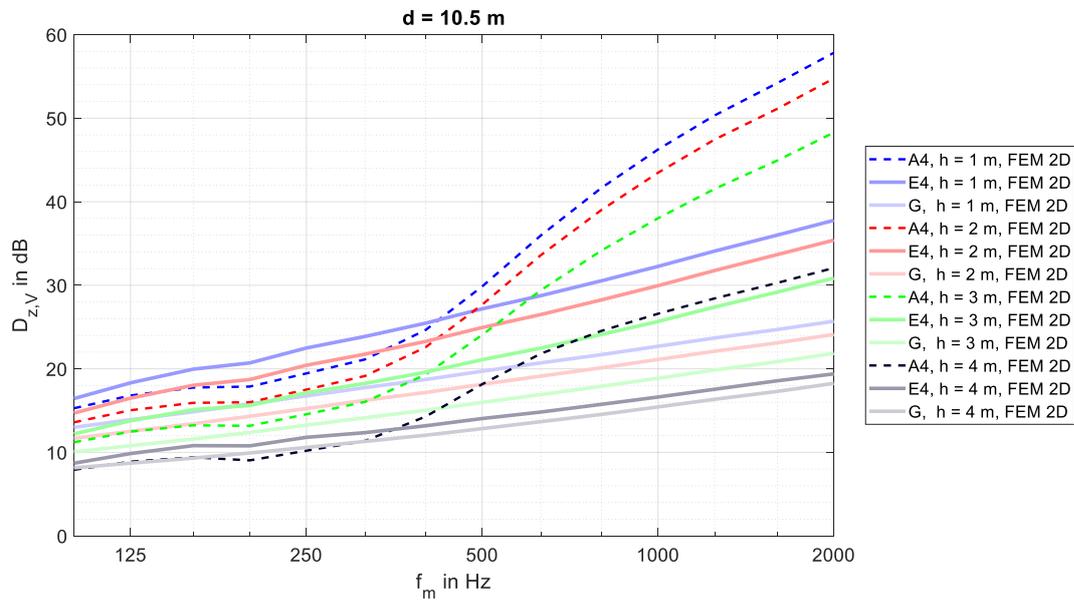


Abbildung 7-26: Terzspektrum des Vorbeifahrts-Schirmmaßes der Lsw **A3** im Vergleich zu A2;
 von oben nach unten: Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5 \text{ m} / 25 \text{ m} / 37,5 \text{ m} / 50 \text{ m}$;
 blau / rot / grün / schwarz: Empfängerhöhe $h = 1 \text{ m} / 2 \text{ m} / 3 \text{ m} / 4 \text{ m}$;
 gestrichelt / durchgezogen: A3 / A2



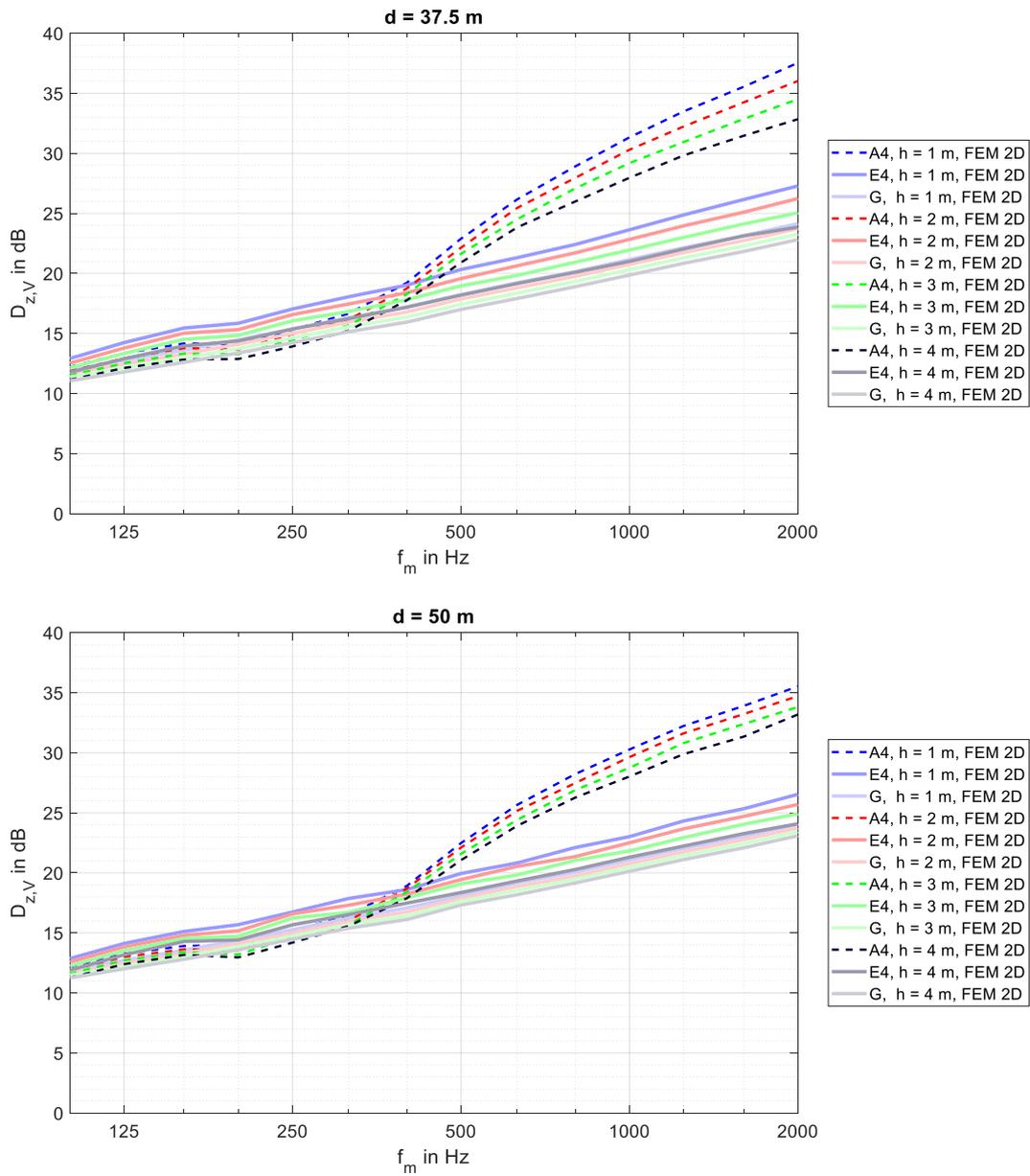
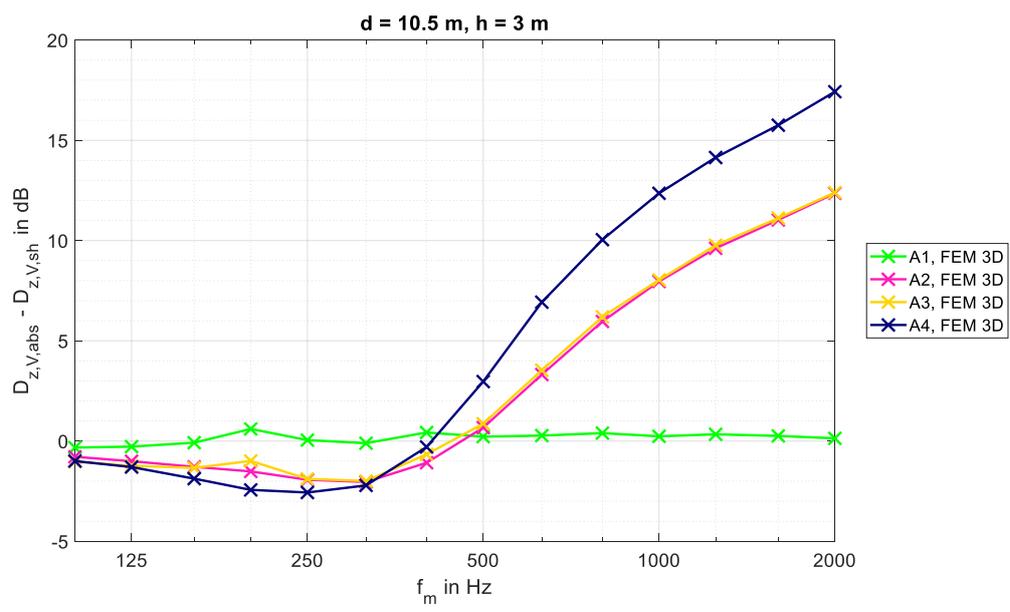
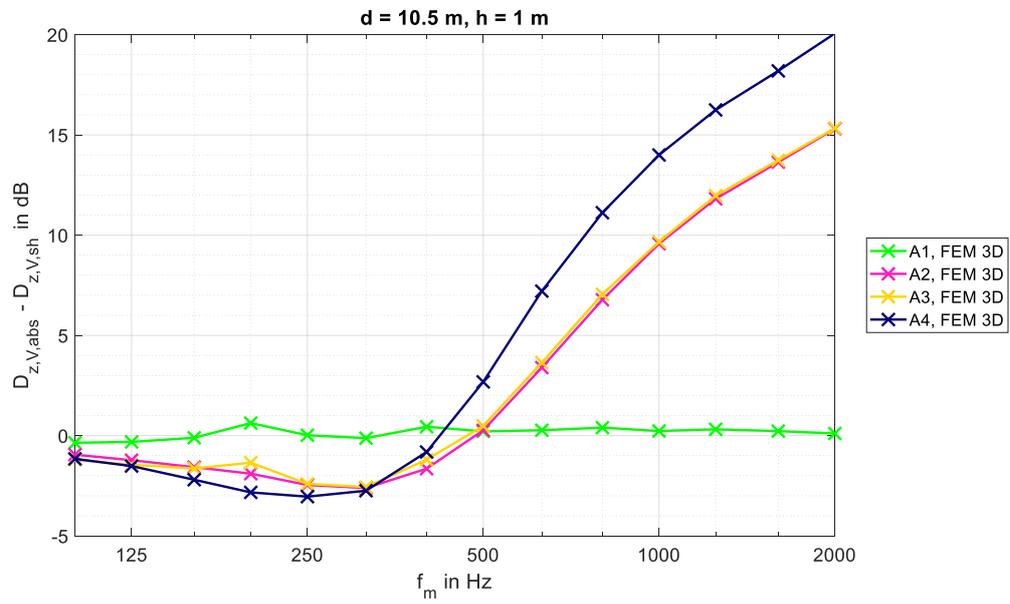


Abbildung 7-27: Terzspektrum des Vorbeifahrts-Schirmmaßes der Lsw **A4** im Vergleich zu E4 und G;
 von oben nach unten: Quell-Empfänger-Distanz $d = 10,5 \text{ m} / 25 \text{ m} / 37,5 \text{ m} / 50 \text{ m}$;
 blau / rot / grün / schwarz: Empfängerhöhe $h = 1 \text{ m} / 2 \text{ m} / 3 \text{ m} / 4 \text{ m}$;
 gestrichelt / durchgezogen / verblässt durchgezogen: A2 / E4 / G



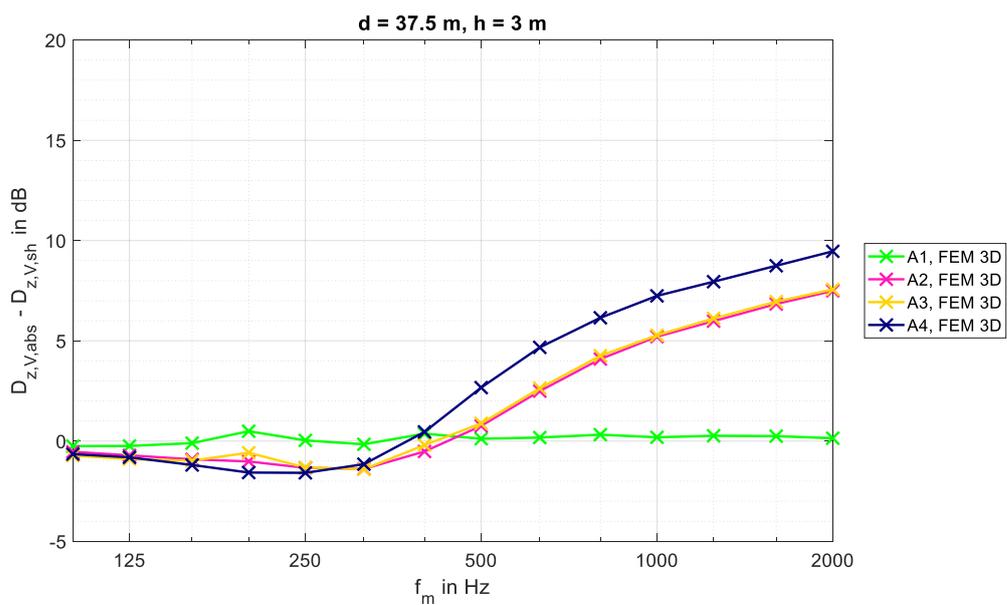
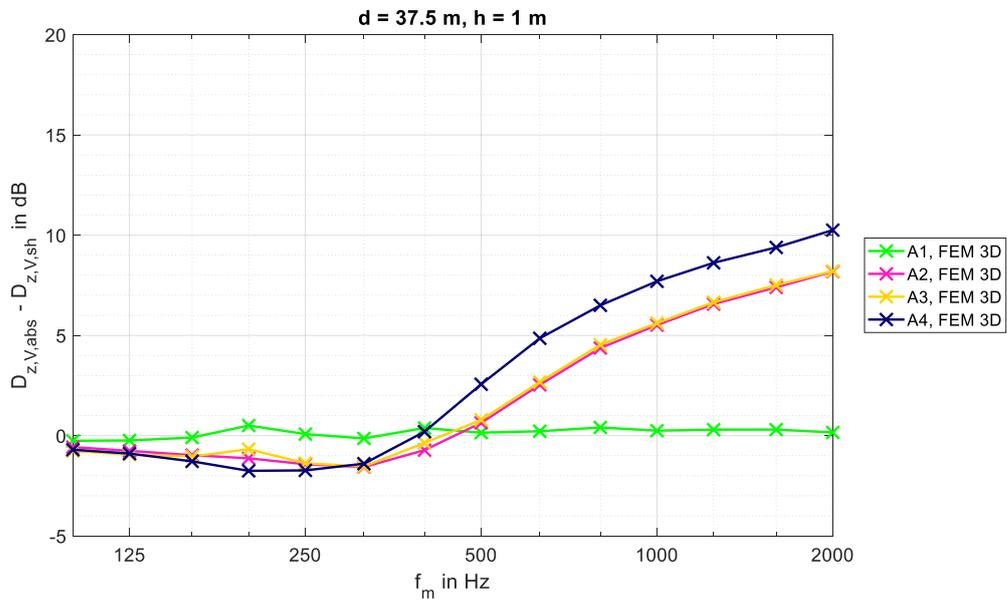


Abbildung 7-28: Differenz des Vorbeifahrts-Schirmmaßes der teilweise absorbierend verkleideten Lsw und des Vorbeifahrts-Schirmmaßes der schallharten Lsw als Terzspektrum für verschiedene Lsw-Typen, Quell-Empfänger-Distanzen d und Empfängerhöhen h ; grün: A1; pink: A2; gelb: A3; dunkelblau: A4;
 Diagramm 1: $d = 10,5$ m, $h = 1$ m;
 Diagramm 2: $d = 10,5$ m, $h = 3$ m;
 Diagramm 3: $d = 37,5$ m, $h = 1$ m;
 Diagramm 4: $d = 37,5$ m, $h = 3$ m

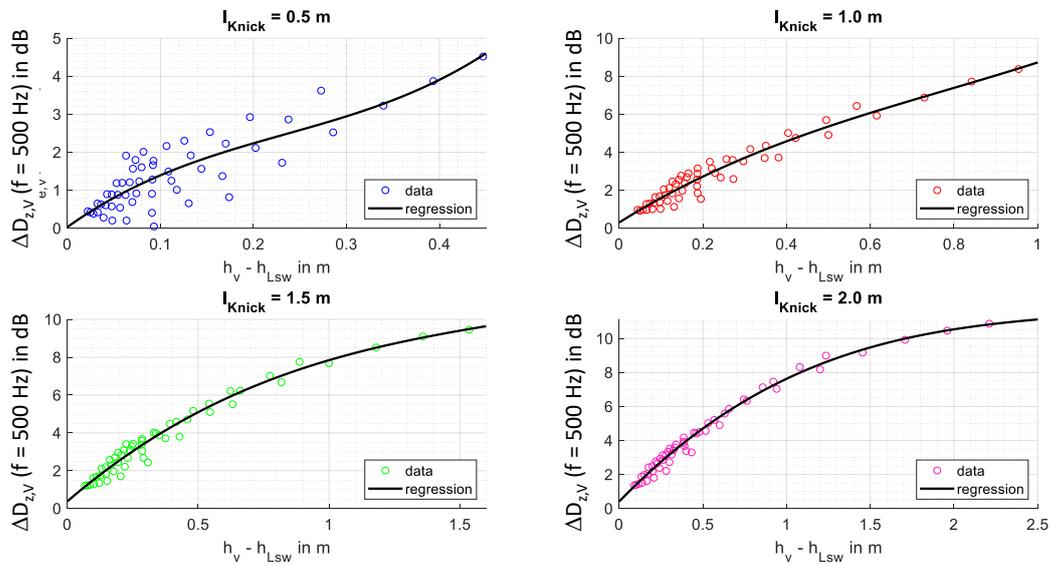


Abbildung 7-29: reduzierter Datensatz für Regression; ausschließlich **Wandhöhe und Quell-Empfänger-Distanz** variiert

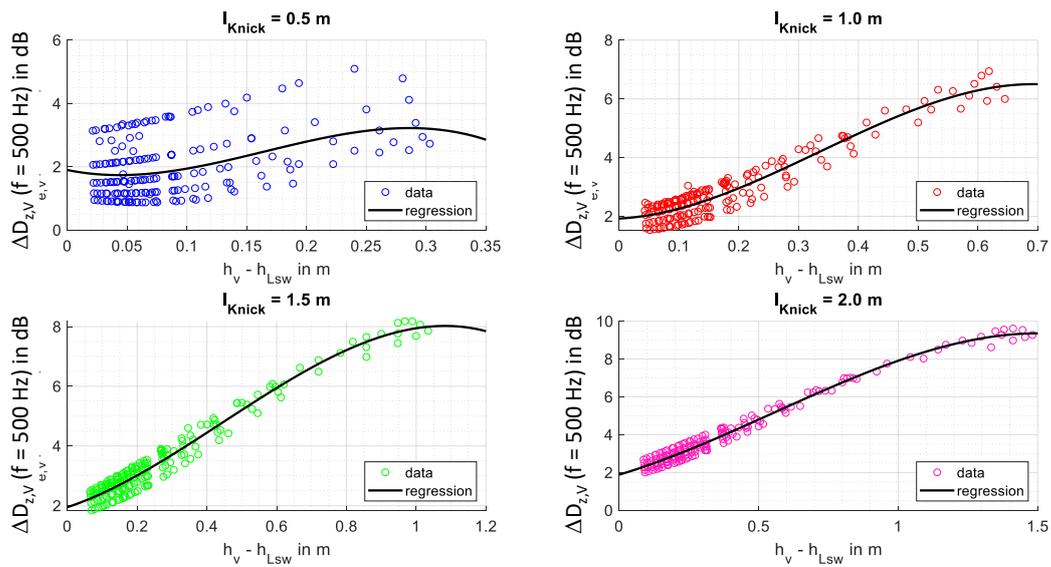


Abbildung 7-30: reduzierter Datensatz für Regression; **alle Parameter außer Wandhöhe** variiert (Wandhöhe = 6 m)

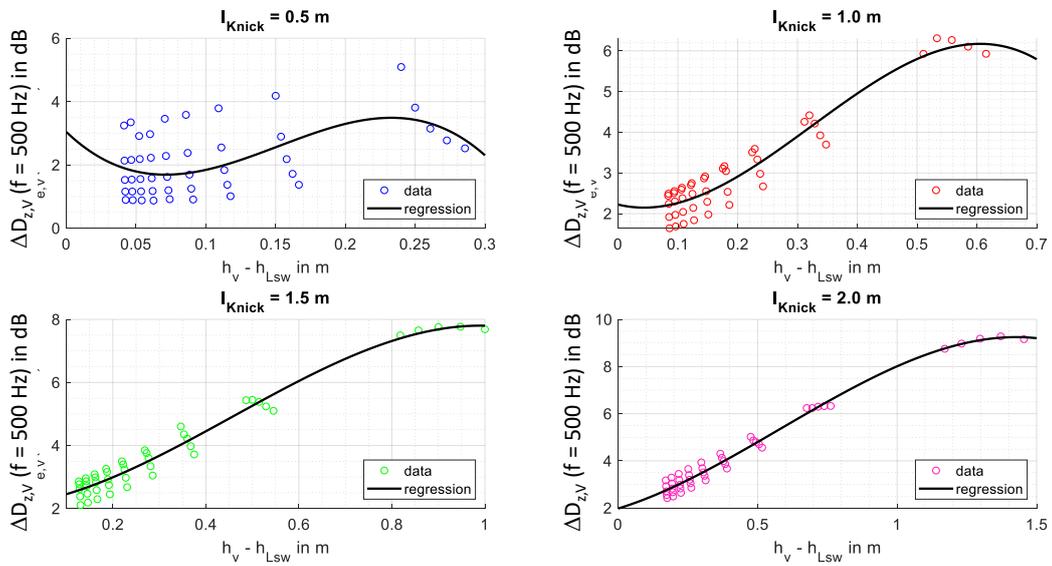


Abbildung 7-31: reduzierter Datensatz für Regression; **alle Parameter außer Wandhöhe und Empfängerhöhe variiert** (Wandhöhe = 6 m; Empfängerhöhe = 2 m)

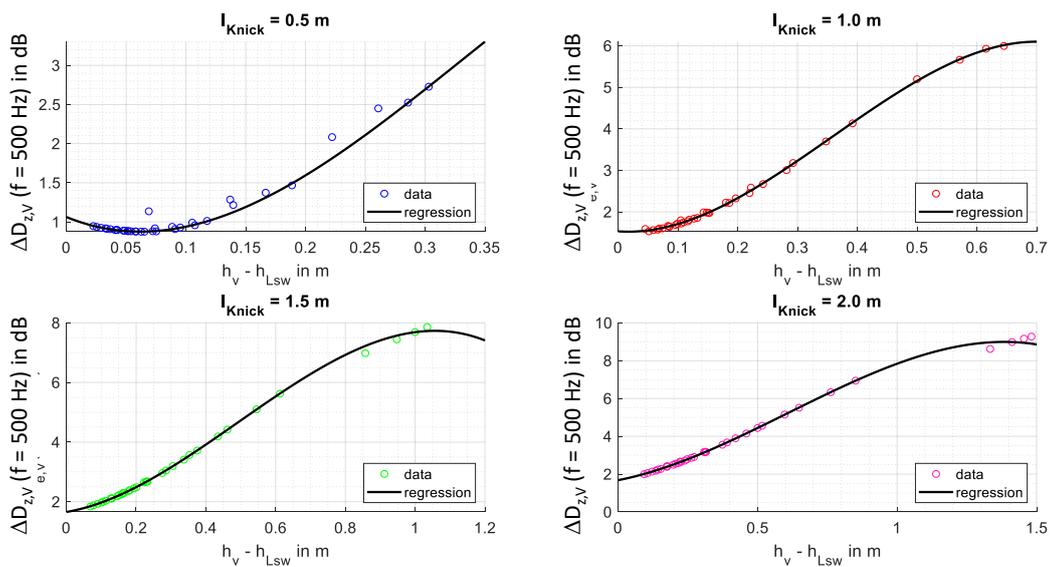


Abbildung 7-32: reduzierter Datensatz für Regression; **alle Parameter außer Wandhöhe und Quelldistanz der Wand variiert** (Wandhöhe = 6 m; Quelldistanz der Wand = 7,5 m)