



**Deutsches Zentrum  
für Luft- und Raumfahrt e.V.**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

## *Displam*-Frontpanel

Dokumentation

Florian Raddatz  
Hamburg, 18. Oktober 2011

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	i
1 Einleitung	1
2 Bedienung von <i>Displam</i>	2
3 Bedienung des Frontpanels	4
Literaturverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III

# 1 Einleitung

In diesem Dokument wird ein Frontpanel vorgestellt, welches zur erleichterten Bedienung des Berechnungsprogramms *Displam* dient. Dabei handelt es sich um ein Werkzeug zur Berechnung der Phasengeschwindigkeiten von LAMB-Wellen in anisotropen Laminaten. Neben der einfacheren Bedienung ermöglicht dieses Frontpanel Berechnungen in mehreren Ausbreitungsrichtungen und bereitet die Daten für die Erstellung von Diagrammen mit *Gnuplot* vor.

Zunächst wird die grundlegende Bedienung von *Displam* erläutert. Anschließend werden die darauf aufbauenden Funktionen des Frontpanels erläutert.

## 2 Bedienung von *Displam*

*Displam* dient ursprünglich dazu, die Phasengeschwindigkeiten von LAMB-Wellen in Abhängigkeit der Frequenz zu berechnen. Als Ausbreitungsmedium können neben isotropen Materialien auch anisotrope Lamine verwendet werden. Die Berechnung der Geschwindigkeiten erfolgt jeweils für eine vorgegebene Ausbreitungsrichtung.

Da *Displam* selbst keine Benutzeroberfläche besitzt, erfolgt die Eingabe der erforderlichen Angaben über eine Textdatei mit der Endung ".inp". Ein einfaches Beispiel für eine derartige Datei ist in Listing 2.1 aufgeführt.

Listing 2.1: Eingabedatei für *Displam*

```

1 LAYUP
2 cfrp_generic      0.250    0.0
3 titanium          0.500    90.0
4 cfrp_generic      0.250    0.0
5
6 WAVE
7 pa      0.01
8 ia      90.00
9
10 RANGE
11 cp      0.1      14.0      200
12 fq      0.1      3.0       200
13
14 MATERIAL
15 #          nsc      rho stiffness coefficients
16 alu        5        2.70  69.90 70.10 26.30 26.20 0.33
17 cfrp_UD250 5        1.55 127.45 7.90 5.58 2.93 0.273
18 cfrp_fab360 9       1.52  49.64 49.64 6.11 3.56 2.670 2.67 0.03 0.322 0.034

```

Die Eingabedatei besteht aus mehreren Komponenten, die jeweils durch ein entsprechendes Schlagwort in Großbuchstaben begonnen werden. Die Bedeutungen der einzelnen Angaben sind in Tabelle 2.1 aufgeführt.

Als Ergebnis der Berechnung gibt *Displam* eine Textdatei mit der Bezeichnung disp.txt aus, welche u.a. die Phasengeschwindigkeiten für die einzelnen Frequenzschritte enthält. Die Werte sind zudem in die Moden S, A und H aufgeteilt.

Abschnitt	Beschreibung
LAYUP	Definiert den Lagenaufbau des Laminates. Für jede Schicht wird das Material, die Dicke in mm und Orientierung in Grad angegeben.
WAVE	
pa	Ausbreitungsrichtung in Grad
ia	Anregungsrichtung in Grad. Andere Werte als 90° sind nicht validiert.
RANGE	Gibt die Grenzen und die Unterteilung des Lösungsgebietes für die Berechnung in der Reihenfolge Start, Ende und Anzahl der Schritte an.
cp	Phasengeschwindigkeit in km/s
fq	Frequenz in MHz
MATERIAL	Definiert die mechanischen Parameter des verwendeten Materials. Für jedes Material im Laminat muss eine Definition vorliegen. Zunächst erfolgt die Bezeichnung des Materials. Anschließend werden die Anzahl der Steifigkeitskoeffizienten und die Dichte in g/cm <sup>3</sup> angegeben. Handelt es sich um ein isotropes Material, genügt die Angabe von fünf Koeffiziente. Für anisotrope Werkstoffe müssen neun Werte angegeben werden.

Tabelle 2.1: Komponenten einer *Displam*-Eingabedatei

### 3 Bedienung des Frontpanels

In diesem Abschnitt wird die Bedienung des Frontpanels und dessen Arbeitsweise erläutert. Ein Screenshot des Frontpanels ist in Abbildung 3.1 dargestellt.

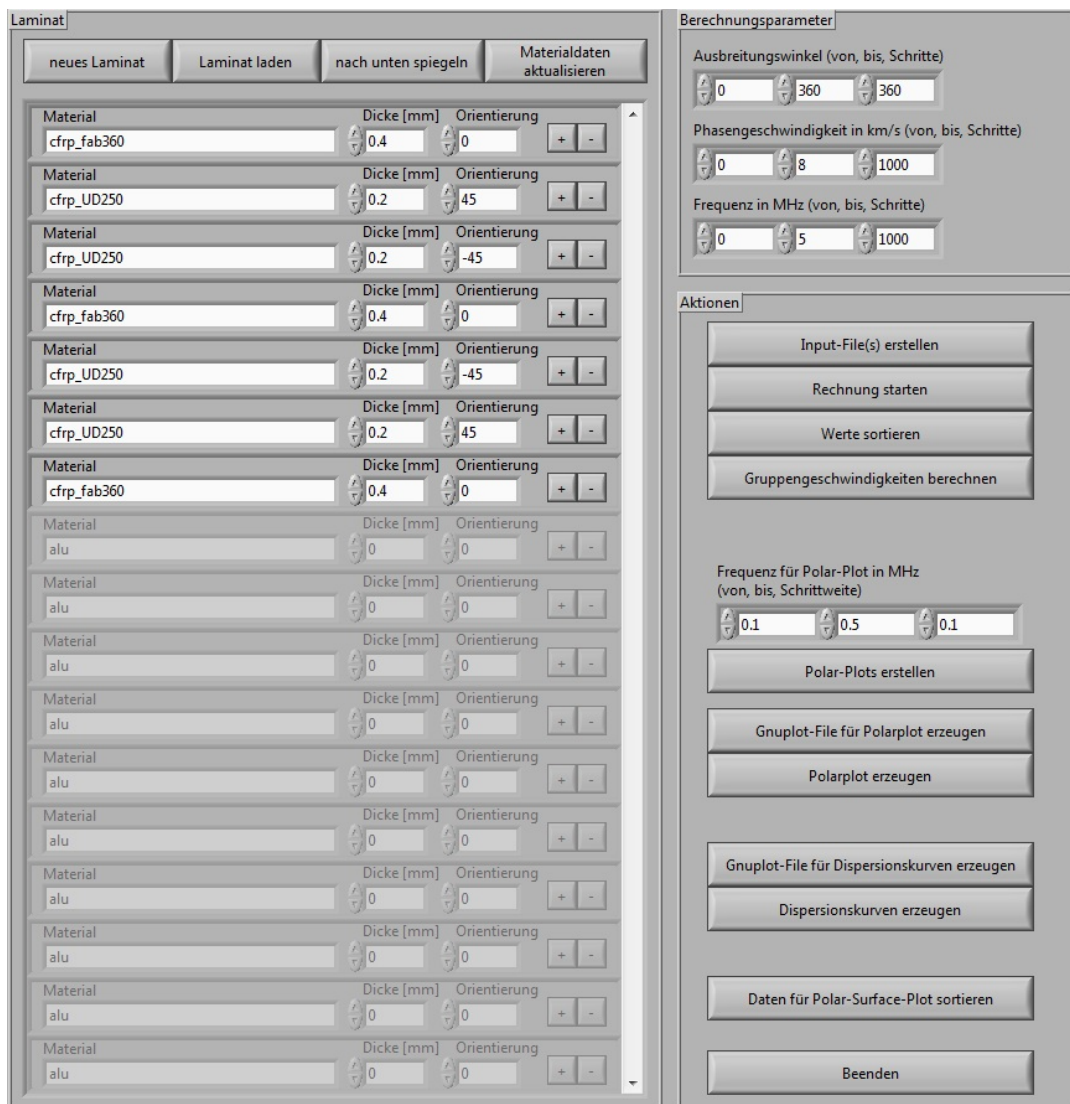


Abbildung 3.1: Frontpanel

Die Oberfläche ist in die Bereiche Laminat, Berechnungsparameter und Aktionen unterteilt. Im Bereich Laminat lässt sich der Aufbau des Laminates definieren. Anhand einer Materialdatenbank in Form einer Textdatei, die sich im selben Ordner wie das Frontpanel befindet, werden verschiedene Werkstoffe zur Verfügung gestellt. Über die Schaltfläche + wird eine Lage vor der aktuellen Lage eingefügt. Die Schaltfläche - entfernt die aktu-

elle Lage. Soll ein symmetrisches Laminat erzeugt werden, genügt die Eingabe bis zur Symmetrieebene. Über *nach unten spiegeln* kann automatisch die zweite Hälfte erzeugt werden. Liegt die Symmetrieebene innerhalb einer Lage, muss die entstandene Kopie noch entfernt werden.

Da für viele Berechnungen stets der gleiche Lagenaufbau verwendet wird, ist es auch möglich, diesen aus einer bestehenden Input-Datei auszulesen. Dies geschieht über die Schaltfläche *Laminat laden*.

Wird die Materialdatenbank verändert, während das Frontpanel läuft, lassen sich über *Materialdaten aktualisieren* die neuen Werkstoffe laden.

Der Bereich *Berechnungsparameter* enthält die Bereits aus der Input-Datei für *Displam* bekannten Definitionen des Lösungsgebietes. Ergänzt wird dies durch die Angabe der Ausbreitungsrichtungen. Die eigentliche Funktionalität von *Displam* bleibt unverändert. Über die Angabe des Ausbreitungswinkels wird jedoch für jeden Winkel eine eigene Input-Datei erstellt. Bei der Werteingabe wurde berücksichtigt, dass z.B. für Ausbreitungswinkel von  $0^\circ$  und Phasengeschwindigkeiten von 0 km/s keine Lösung möglich ist. Daher wird auf alle eingegebenen Werte (außer der Schrittweiten) der Wert 0.01 addiert.

Sind alle Angaben zur Rechnung erfolgt, können die Input-Dateien über die entsprechende Schaltfläche im Bereich *Aktionen* erzeugt werden. Hierbei wird nur der übergeordnete Ordner über *Verzeichnis wählen* angegeben. Das Frontpanel erzeugt daraufhin einen Unterordner, welcher mit Datum und Uhrzeit nach dem Schema

JJJJMMTT\_HHMMSS

benannt ist. In diesem Ordner befinden sich danach alle Input-Dateien, die *Displam.exe* und eine Batch-Datei zum automatischen Starten der Rechnungen. Die Input-Dateien sind nach dem Winkel der Ausbreitungsrichtung benannt.

Über *Rechnung starten* wird die Batch-Datei aufgerufen und die Berechnungen werden durchgeführt. Für jede Input-Datei wird nun eine Ergebnis-Datei erstellt. Über die Schaltfläche "Werte sortieren" lassen sich die Ergebnisse in die Moden S, A und H aufteilen. Dies ist für die weitere Auswertung erforderlich.

Anschließend lässt sich über "Gruppengeschwindigkeit berechnen" für jeden Mod und Winkel die Gruppengeschwindigkeit ermitteln. Hierbei ist zu beachten, dass zur Berechnung der Gruppengeschwindigkeit zwei weitere Frequenzschritte erforderlich sind. Soll die Berechnung z.B. nur für  $f = 100$  kHz erfolgen, so muss dennoch eine niedrigere und eine höhere Frequenz berechnet werden (z.B. 99 kHz und 101 kHz).

Nachdem die Rechenergebnisse sortiert sind und die Gruppengeschwindigkeiten berechnet wurden, können die Werte graphisch aufbereitet werden. Hierzu wird die freie Software *Gnuplot* verwendet. Das Frontpanel erstellt auf Grundlage einer Vorlage eine Plotdatei.

Zum Erstellen von Geschwindigkeitspolaren müssen zunächst die Frequenzen und die Frequenzschrittweite angegeben werden, für die die Auswertung erfolgen soll. Dabei ist zu beachten, dass Frequenzen gewählt werden, für die *Displam* auch Lösungen gefunden hat. Liegen für eine Ausbreitungsrichtung zwar Rechenergebnisse vor, nicht jedoch für die gewünschte Frequenz, wird automatisch die Frequenz gewählt, die der gewünschten am dichtesten liegt. Besonders bei groben Schrittweiten für die Berechnung kann es vorkommen, dass nicht das gewünschte Ergebnis erzielt wird. Nach einem Klick auf *Polar-Plots erstellen* werden die Daten für jeden Wellenmod zusammengetragen und in einer eigenen Datei gespeichert. Die Schaltfläche *Gnuplot-File für Polar-Plot erzeugen* erstellt die Plotdatei. Für jeden Wellenmod wird ein Diagramm erzeugt, indem die Geschwindigkeiten bei den jeweiligen Frequenzen dargestellt sind. Zudem wird ein Diagramm erzeugt, welches alle Rechenergebnisse nach Moden getrennt beinhaltet. Wird das Frontpanel auf einem PC ausgeführt, auf dem *Gnuplot* vollständig installiert und mit Plotdateien verknüpft ist, werden die Diagramme durch einen Klick auf *Polar-Plot erzeugen* automatisch erstellt. Anderenfalls muss *Gnuplot* separat gestartet werden.

Das Erstellen von Dispersionsdiagrammen erfolgt durch einen Klick auf *Gnuplot-File für Dispersionskurven erzeugen*. Es erscheint ein Fenster, in dem zunächst die Eingabedatei für die gewünschte Ausbreitungsrichtung zu wählen ist. Die Plot-Datei kann anschließend über *Dispersionskurven erzeugen* ausgeführt oder aus *Gnuplot* heraus geöffnet werden.

Die Schaltfläche *Daten für Polar-Surface-Plot sortieren* hat zunächst nur einen experimentellen Charakter.



# Literaturverzeichnis



# Abbildungsverzeichnis

3.1 Frontpanel . . . . .	4
--------------------------	---



# Tabellenverzeichnis

2.1	Komponenten einer <i>Displam</i> -Eingabedatei . . . . .	3
-----	--	---