



## MSC Nastran

### Was sind masselose Mechanismen?

Ein masseloser Mechanismus ist definiert als eine Gruppe von Knoten und Elementen, die sich in einer Weise bewegen können, welche weder Verzerrungsenergie (Effekt der Steifigkeit) noch kinetische Energie (Effekt der Masse) hervorruft. In der Eigenwertanalyse führt dies zu einer Gleichung „Null/Null“.

Häufig tritt ein solches Problem auf, wenn CBAR-Elemente zur Modellierung von Wellen verwendet werden. Sollte die Lagerung der Welle so gestaltet sein, dass diese frei um ihre Längsachse rotieren kann, so verursacht diese Bewegung keine Verzerrung und auch keine kinetische Energie, da die CBAR-Elemente standardmäßig keine Massenträgheit um ihre Längsachse besitzen.

Um dieses Problem zu umgehen, detektiert Nastran automatisch masselose Mechanismen und fesselt zugehörige Freiheitsgrade. In der f06-Datei wird eine entsprechende Warnung ausgegeben:

```
*** USER INFORMATION MESSAGE 9146 (SUBDMAP MMFIND1)
    THE FOLLOWING DEGREES-OF-FREEDOM ARE CONSTRAINED TO PREVENT MASSLESS MECHANISMS DURING EIGENSOLUTION.
0      VAXF1
POINT      VALUE      POINT      VALUE      POINT      VALUE      POINT      VALUE      POINT      VALUE
COLUMN      1
505 R3 1.00000E+00
```

In diesem Fall wurde die Rotation um die z-Achse an Knoten 505 automatisch festgehalten. Diese zusätzliche Einspannung führt aber unter Umständen zu falschen Ergebnissen. Im Beispiel der rotierenden Welle würde die Starrkörpereigenform für die Rotation verloren gehen, was auch anhand der Eigenwerttabelle in der f06-Datei erkennbar wäre.

Daher ist es immer gut, die Ursachen masseloser Mechanismen festzustellen und das Modell entsprechend zu korrigieren.

Sollte die Ursache, wie oben beschrieben, in CBAR-Elementen liegen, ist dies sehr einfach durch den Eintrag  
**NASTRAN SYSTEM(398)=1** oder **NASTRAN BARMASS=1**

in der Eingabedatei zu beheben. Durch diese Systemzelle erhalten die CBAR-Elemente ein Massenträgheitsmoment in Torsionsrichtung. Für CBEAM-Elemente stellt dies übrigens kein Problem dar, da diese immer ein solches Massenträgheitsmoment besitzen.

Sollten die masselosen Mechanismen nicht durch CBAR-Elemente hervorgerufen werden, gibt es die Möglichkeit, mit  
**PARAM, MECHPRT, YES**

die sogenannten „Constraint Modes“ in die f06-Datei ausgeben zu lassen. Diese können hilfreich sein zu erkennen, in welchen Bereichen des Modells Probleme vorliegen. Im Falle der rotierenden Welle z.B.:

C O N S T R A I N T M O D E										
POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3			
501	G	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+00			
502	G	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+00			
503	G	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+00			
504	G	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+00			
505	G	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+00			

Sollte die automatische Fesselung masseloser Mechanismen als zu gefährlich, z.B. bei der Berechnung sicherheitsrelevanter Bauteile, angesehen werden, so lässt sich diese mit

**PARAM, MECHFIX, NO**

ausschalten. Nastran stürzt dann mit einer entsprechenden Fehlermeldung ab.