



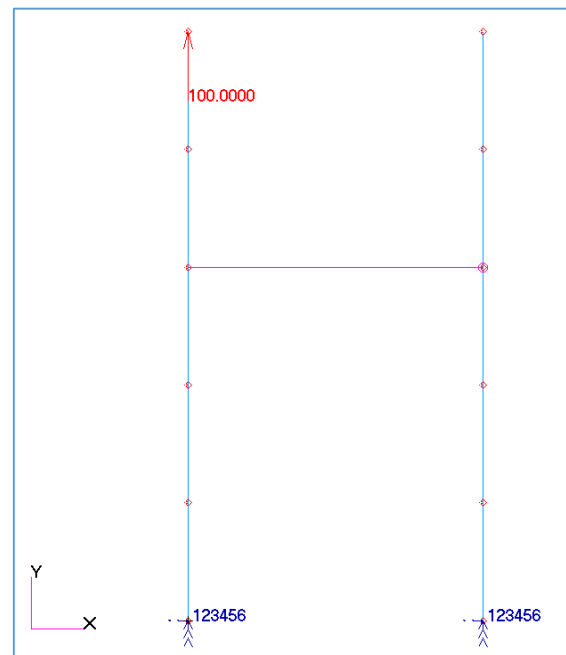
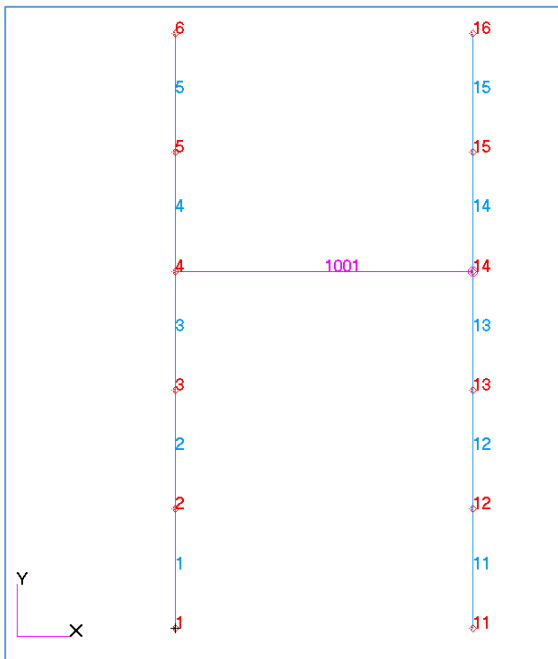
## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

Bei der Auswahl der Starrkörperelemente stellt sich von Zeit zu Zeit die Frage, welches Starrkörperelement ist das richtige um Verformungen zu übertragen oder Kräfte weiterzuleiten oder zu verteilen. Besonders die MPC Gleichungen sollten mit gegebener Sorgfalt behandelt werden um keine bösen Überraschungen zu erleben.

Bei der Übertragung von Verformungen ist es eventuell erwünscht, sei es aus konstruktiven oder mechanischen Gründen, dass eine Übertragung einer Verschiebung ohne Moment stattfindet. Doch dies ist nur in speziellen Fällen möglich. Durch die Multipoint Constraints und die Rigid Elemente kann man in MSC.Nastran sehr komfortabel Kräfte oder Verschiebungen übertragen, jedoch muss man beachten welche Features wie angewendet werden sollten, um die Physik und ihre Gesetze nicht auszuhebeln

#### Modellbeschreibung



Unser Demonstrationsmodell ist ein Balkenmodell, mit jeweils zwei eingespannten Balken, verbunden mit einem MPC welches die Verschiebung in y-Richtung von Knoten 4 und 14 koppelt.

In speziellen Fall sollte eine Verschiebungsübertragung ohne Moment stattfinden, da das gekoppelte Bauteil diese Momente nicht hätte tragen können.

Ist dies wirklich möglich?



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

#### Input Deck:

```

SOL 101
CEND
ECHO = NONE
GROUNDCHECK (SET=ALL, DATAREC=YES) =YES
MPC = 1001
SPC = 1
LOAD = 1
BEGIN BULK
PBEAM 1 1 3. 6. 6. 5.
CBEAM 1 1 1 2 1. 1. 0.
CBEAM 2 1 2 3 1. 1. 0.
CBEAM 3 1 3 4 1. 1. 0.
CBEAM 4 1 4 5 1. 1. 0.
CBEAM 5 1 5 6 1. 1. 0.
CBEAM 11 1 11 12 1. 1. 0.
CBEAM 12 1 12 13 1. 1. 0.
CBEAM 13 1 13 14 1. 1. 0.
CBEAM 14 1 14 15 1. 1. 0.
CBEAM 15 1 15 16 1. 1. 0.
MAT1 1 70000. .3
MPC 1001 14 2 -1. 4 2 1.
GRID 1 0. 0. 0.
GRID 2 0. 20. 0.
GRID 3 0. 40. 0.
GRID 4 0. 60. 0.
GRID 5 0. 80. 0.
GRID 6 0. 100. 0.
GRID 11 50. 0. 0.
GRID 12 50. 20. 0.
GRID 13 50. 40. 0.
GRID 14 50. 60. 0.
GRID 15 50. 80. 0.
GRID 16 50. 100. 0.
SPC1 1 123456 1
SPC1 1 123456 11
FORCE 1 6 0 100. 0. 1. 0.
ENDDATA 5dda932d
    
```



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

#### Fragwürdige Ergebnisse mit MPC Kopplung infolge Abstand in x-Richtung

Die Kopplung der y-Verschiebungen von Knoten 4 und 14 funktioniert entsprechend der verwendeten MPC Gleichung:

```
MPC      1001      14      2      -1.      4      2      1.
```

Und Knoten 4 und 14 haben die Gleiche y-Verformung als Ergebnis:

D I S P L A C E M E N T   V E C T O R									
POINT ID.	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3		
1	G	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
2	G	0.0	4.761905E-03	0.0	0.0	0.0	0.0		
3	G	0.0	9.523810E-03	0.0	0.0	0.0	0.0		
4	G	0.0	1.428571E-02	0.0	0.0	0.0	0.0		
5	G	0.0	2.380952E-02	0.0	0.0	0.0	0.0		
6	G	0.0	3.333334E-02	0.0	0.0	0.0	0.0		
11	G	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
12	G	0.0	4.761905E-03	0.0	0.0	0.0	0.0		
13	G	0.0	9.523810E-03	0.0	0.0	0.0	0.0		
14	G	0.0	1.428571E-02	0.0	0.0	0.0	0.0		
15	G	0.0	1.428571E-02	0.0	0.0	0.0	0.0		
16	G	0.0	1.428571E-02	0.0	0.0	0.0	0.0		

Infolge eines nun entstehenden Hebels zwischen Knoten 4 und 14 sollten wir aus physikalischer Sicht ein Moment in das Modell bekommen. Jedoch sehen wir in den Elementkräften kein Moment was eingeleitet wird.



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

ELEMENT-ID	GRID	STAT DIST/ LENGTH	F O R C E S   I N   B E A M   E L E M E N T S				( C B E A M ) AXIAL FORCE
			- BENDING MOMENTS -		- WEB SHEARS -		
			PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	
1	1	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
	2	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
2	2	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
	3	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
3	3	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
	4	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
4	4	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+02
	5	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+02
5	5	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+02
	6	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	1.000000E+02
11	11	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
	12	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
12	12	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
	13	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
13	13	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
	14	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	5.000000E+01
14	14	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	15	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	15	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	16	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

Auch die Grid Point Force Balance zeigt keine Momente, die eigentlich bei so einer Hebelwirkung, also eine Übertragung der Verschiebung von der einen auf die andere Seite, auftreten sollten:

GRID POINT FORCE BALANCE								
POINT-ID	ELEMENT-ID	SOURCE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
1		F-OF-SPC	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
1	1	BEAM	0.0	5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
1		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	BEAM	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
2	2	BEAM	0.0	5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
2		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	2	BEAM	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
3	3	BEAM	0.0	5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
3		*TOTALS*	0.0	-2.131628E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
4		F-OF-MPC	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
4	3	BEAM	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
4	4	BEAM	0.0	1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	0.0
4		*TOTALS*	0.0	4.263256E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
5	4	BEAM	0.0	-1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	0.0
5	5	BEAM	0.0	1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	0.0
5		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6		APP-LOAD	0.0	1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	BEAM	0.0	-1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	0.0
6		*TOTALS*	0.0	-2.842171E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
11		F-OF-SPC	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
11	11	BEAM	0.0	5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
11		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	11	BEAM	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
12	12	BEAM	0.0	5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
12		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	12	BEAM	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
13	13	BEAM	0.0	5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
13		*TOTALS*	0.0	2.131628E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
14		F-OF-MPC	0.0	5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
14	13	BEAM	0.0	-5.000000E+01	0.0	0.0	0.0	0.0
14	14	BEAM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
14		*TOTALS*	0.0	-1.421085E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
15	14	BEAM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	15	BEAM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16	15	BEAM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Also gibt es doch so etwas? Ein Hebel ohne Moment?

Können wir mit der Mathematik die physikalischen Gesetze ausschalten?

Stutzig sollte uns der Vergleich zwischen der Summe der aufgebrauchten Kräfte mit der Summe der Lagerkräfte machen.



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

Das OLOAD Resultant als Summe der aufgebrauchten Kräfte zeigt uns auch die Kraft von 100.0, die an Knoten 6 angreift.

0				OLOAD		RESULTANT		
SUBCASE/LOAD								
DAREA ID	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3	
0	1	FX	0.000000E+00	----	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00
		FY	----	1.000000E+02	----	0.000000E+00	----	0.000000E+00
		FZ	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	----
		MX	----	----	----	0.000000E+00	----	----
		MY	----	----	----	----	0.000000E+00	----
		MZ	----	----	----	----	----	0.000000E+00
TOTALS			0.000000E+00	1.000000E+02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

Jedoch liefert die Summe der Lagerkräfte neben dem Entgegengesetzten der aufgebrauchten Last auch noch ein Moment um z!

0				SPCFORCE		RESULTANT		
SUBCASE/LOAD								
DAREA ID	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3	
0	1	FX	0.000000E+00	----	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00
		FY	----	-1.000000E+02	----	0.000000E+00	----	-2.500000E+03
		FZ	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	----
		MX	----	----	----	0.000000E+00	----	----
		MY	----	----	----	----	0.000000E+00	----
		MZ	----	----	----	----	----	0.000000E+00
TOTALS			0.000000E+00	-1.000000E+02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.500000E+03

Wir sehen also, die Summe der aufgebrauchten Kräfte entspricht nicht der Summe Lagerkräfte.

Die neu entstandenen Momente in der Kräftebilanz finden wir in der MPC Force Resultant wieder:

0				MPCFORCE		RESULTANT		
SUBCASE/LOAD								
DAREA ID	TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3	
0	1	FX	0.000000E+00	----	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00
		FY	----	0.000000E+00	----	0.000000E+00	----	2.500000E+03
		FZ	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	----
		MX	----	----	----	0.000000E+00	----	----
		MY	----	----	----	----	0.000000E+00	----
		MZ	----	----	----	----	----	0.000000E+00
TOTALS			0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00	2.500000E+03



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

Die verwendete MPC Gleichung verursacht also einen sogenannten Groundingeffekt in unserem Modell und verändert die Kräftebilanz. Derartige MPC Gleichungen agieren nicht als allgemeines Finites Element, dessen Anforderung es zum Beispiel auch ist, keine zusätzliche Dehungsenergie zum Gesamtsystem hinzuzufügen und sollten deshalb mit bedacht verwendet und gewählt werden.

Die Groundingeffekte können mit dem GROUNDCHECK nochmal überprüft werden. Der Groundcheck versucht die gegebene Struktur in alle sechs Raumrichtungen dehnungsfrei zu bewegen. Infolge der verwendeten MPC Gleichung versagt der Groundcheck im n-set in der R3 Richtung (also Drehung um z).

```

*** USER INFORMATION MESSAGE 7570 (GPWG1D)
RESULTS OF RIGID BODY CHECKS OF MATRIX KNN      (N-SET) FOLLOW:
PRINT RESULTS IN ALL SIX DIRECTIONS AGAINST THE LIMIT OF 1.509965E-05
DIRECTION      STRAIN ENERGY      PASS/FAIL
-----
1              0.000000E+00      PASS
2              1.818989E-12      PASS
3              0.000000E+00      PASS
4              1.346052E-10      PASS
5              0.000000E+00      PASS
6              2.625000E+07      FAIL
    
```

SOME POSSIBLE REASONS MAY LEAD TO THE FAILURE:

1. MULTIPOINT CONSTRAINT EQUATIONS WHICH DO NOT SATISFY RIGID-BODY MOTION;
2. RBE3 ELEMENTS FOR WHICH THE INDEPENDENT DEGREE-OF-FREEDOM CANNOT DESCRIBE ALL POSSIBLE RIGID-BODY MOTIONS.

Dies bestätigt noch einmal die Vermutung, dass die verwendete MPC Gleichung Groundingeffekte verursacht und das Kräftegleichgewicht stört.



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

#### Vermeidung der Groundingeffekte mit RBE2

Eine bessere Wahl in unserem Modell wäre die Verwendung eines RBE2 Elements, um die y-Verschiebung zwischen Knoten 4 und 14 zu übertragen.

```
RBE2      1001      4          2          14
```

Überprüfen wir nun die Kräftebilanz zwischen OLOAD Resultant und SPC Forces. Wir sehen wieder die Summe der aufgebrachten Lasten, welche sich in unserem Beispiel nur aus der y-Kraft an Knoten 6 ergibt.

0		OLOAD			RESULTANT		
SUBCASE/ DAREA ID	LOAD TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
0	1	FX	0.000000E+00	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00
		FY	----	1.000000E+02	----	0.000000E+00	0.000000E+00
		FZ	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00	----
		MX	----	----	0.000000E+00	----	----
		MY	----	----	----	0.000000E+00	----
		MZ	----	----	----	----	0.000000E+00
<b>TOTALS</b>			0.000000E+00	1.000000E+02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00

Die Summe der Lagerkräfte ist nun genauso gross, wie die Summe der aufgebrachten Kräfte und kein zusätzliches Moment taucht in der Kräftebilanz auf.

0		SPCFORCE			RESULTANT		
SUBCASE/ DAREA ID	LOAD TYPE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
0	1	FX	0.000000E+00	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00
		FY	----	-1.000000E+02	----	0.000000E+00	-3.993610E+00
		FZ	----	----	0.000000E+00	0.000000E+00	----
		MX	----	----	0.000000E+00	----	----
		MY	----	----	----	0.000000E+00	----
		MZ	----	----	----	----	3.993610E+00
<b>TOTALS</b>			0.000000E+00	-1.000000E+02	0.000000E+00	0.000000E+00	0.000000E+00





## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

Wir können nun einen Momentensprung in der Lasteinleitung des Hebels bei den Elementkräften erkennen:

ELEMENT-ID	GRID	STAT DIST/ LENGTH	FORCES IN BEAM		ELEMENTS		(CBEAM)
			- BENDING MOMENTS -		- WEB SHEARS -		AXIAL
			PLANE 1	PLANE 2	PLANE 1	PLANE 2	FORCE
1	1	0.000	3.993610E+00	0.0	0.0	0.0	9.992013E+01
	2	1.000	3.993610E+00	0.0	0.0	0.0	9.992013E+01
2	2	0.000	3.993610E+00	0.0	4.440892E-16	0.0	9.992013E+01
	3	1.000	3.993610E+00	0.0	4.440892E-16	0.0	9.992013E+01
3	3	0.000	3.993610E+00	0.0	-8.881784E-16	0.0	9.992013E+01
	4	1.000	3.993610E+00	0.0	-8.881784E-16	0.0	9.992013E+01
4	4	0.000	1.421085E-14	0.0	1.776357E-15	0.0	1.000000E+02
	5	1.000	-2.131628E-14	0.0	1.776357E-15	0.0	1.000000E+02
5	5	0.000	4.263256E-14	0.0	1.776357E-15	0.0	1.000000E+02
	6	1.000	7.105427E-15	0.0	1.776357E-15	0.0	1.000000E+02
11	11	0.000	0.0	0.0	0.0	0.0	7.987221E-02
	12	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	7.987221E-02
...							
...							



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

Auch die Grid Point Force Balance zeigt den Momentensprung bei Wirkung des Hebels.

GRID POINT FORCE BALANCE								
POINT-ID	ELEMENT-ID	SOURCE	T1	T2	T3	R1	R2	R3
1		F-OF-SPC	0.0	-9.992013E+01	0.0	0.0	0.0	3.993610E+00
1	1	BEAM	0.0	9.992013E+01	0.0	0.0	0.0	-3.993610E+00
1		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1	BEAM	0.0	-9.992013E+01	0.0	0.0	0.0	3.993610E+00
2	2	BEAM	4.440892E-16	9.992013E+01	0.0	0.0	0.0	-3.993610E+00
2		*TOTALS*	4.440892E-16	0.0	0.0	0.0	0.0	3.552714E-15
3	2	BEAM	-4.440892E-16	-9.992013E+01	0.0	0.0	0.0	3.993610E+00
3	3	BEAM	-8.881784E-16	9.992013E+01	0.0	0.0	0.0	-3.993610E+00
3		*TOTALS*	-1.332268E-15	2.842171E-14	0.0	0.0	0.0	3.552714E-15
4		F-OF-MPC	0.0	-7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	-3.993610E+00
4	3	BEAM	8.881784E-16	-9.992013E+01	0.0	0.0	0.0	3.993610E+00
4	4	BEAM	1.332268E-15	1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	-7.105427E-15
4		*TOTALS*	2.220446E-15	-1.278977E-13	0.0	0.0	0.0	-1.290523E-12
5	4	BEAM	-1.332268E-15	-1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	-2.131628E-14
5	5	BEAM	1.332268E-15	1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	2.131628E-14
5		*TOTALS*	0.0	1.136868E-13	0.0	0.0	0.0	0.0
6		APP-LOAD	0.0	1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	0.0
6	5	BEAM	-1.332268E-15	-1.000000E+02	0.0	0.0	0.0	7.105427E-15
6		*TOTALS*	-1.332268E-15	-5.684342E-14	0.0	0.0	0.0	7.105427E-15
11		F-OF-SPC	0.0	-7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
11	11	BEAM	0.0	7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
11		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	11	BEAM	0.0	-7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
12	12	BEAM	0.0	7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
12		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13	12	BEAM	0.0	-7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
13	13	BEAM	0.0	7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
13		*TOTALS*	0.0	3.641532E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
14		F-OF-MPC	0.0	7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
14	13	BEAM	0.0	-7.987221E-02	0.0	0.0	0.0	0.0
14	14	BEAM	0.0	-3.641532E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
14		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	14	BEAM	0.0	3.641532E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
15	15	BEAM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15		*TOTALS*	0.0	3.641532E-14	0.0	0.0	0.0	0.0
16	15	BEAM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
16		*TOTALS*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0



## MSC Nastran

### Hebel ohne Moment – Geht so etwas wirklich?

Der Groundcheck besteht nun auch im n-set und somit bestätigen wir auch hier, dass keine Groundingeffekte auftreten und das RBE2 das Kräftegleichgewicht nicht stört.

```

*** USER INFORMATION MESSAGE 7570 (GPWG1D)
RESULTS OF RIGID BODY CHECKS OF MATRIX KNN      (N-SET) FOLLOW:
PRINT RESULTS IN ALL SIX DIRECTIONS AGAINST THE LIMIT OF 5.265099E-03
DIRECTION          STRAIN ENERGY          PASS/FAIL
-----
1                   0.000000E+00          PASS
2                   1.818989E-12          PASS
3                   0.000000E+00          PASS
4                   1.346052E-10          PASS
5                   0.000000E+00          PASS
6                   1.273293E-10          PASS
    
```

### Zusammenfassung

Auf den ersten Blick schien es möglich einen Hebel ohne Moment aufzubringen, da das verwendete MPC die Verschiebung ohne Moment übertrug. Jedoch haben wir auch die Nebeneffekte sehen können, die gezeigt haben, dass das physikalische Modell nicht mehr der Wirklichkeit entsprechen kann.

Eine momentenfreie Übertragung ist in unserem speziellen Fall durch den Abstand der beiden Knoten nicht möglich, auch wenn es anfangs so aussah.

Wir haben eine unterschiedliche Kräftebilanz entdeckt und den Nachweis von Groundingeffekten erbracht. Hierzu wurde auch der Groundcheck benutzt, welches ein starkes Tool zur Überprüfung der Modellqualität ist. Sobald dieser versagt, sollte man die entsprechenden Freiheitsgrade und die auftretenden Grounding Forces überprüfen.

Bei sinnvoller Verwendung von MPCs sollte man darauf achten, dass die verbundenen Knoten koinzident sind oder die Übertragung der Verformungen in Achsenrichtung erfolgt. In unserem speziellem Beispiel wäre dies die x-Richtung gewesen.

Das RBE2 als Starrkörperelement bringt in unserem Fall die verlässlicheren Ergebnisse und ist physikalisch sinnvoller. Es wird keine zusätzliche Last in das System eingeleitet und das Modell besteht den Groundcheck im n-set.

Weiterführend sei hier erwähnt, dass im Allgemeinen die skalaren Elemente mit Vorsicht zu verwenden sind und auch CELASx Elemente ähnliche Effekte hervorbringen wie in unserem Fall. Hier wird zum Beispiel die Verwendung von einem CBUSH Element empfohlen um die eventuell auftretenden Groundingeffekte zu vermeiden.