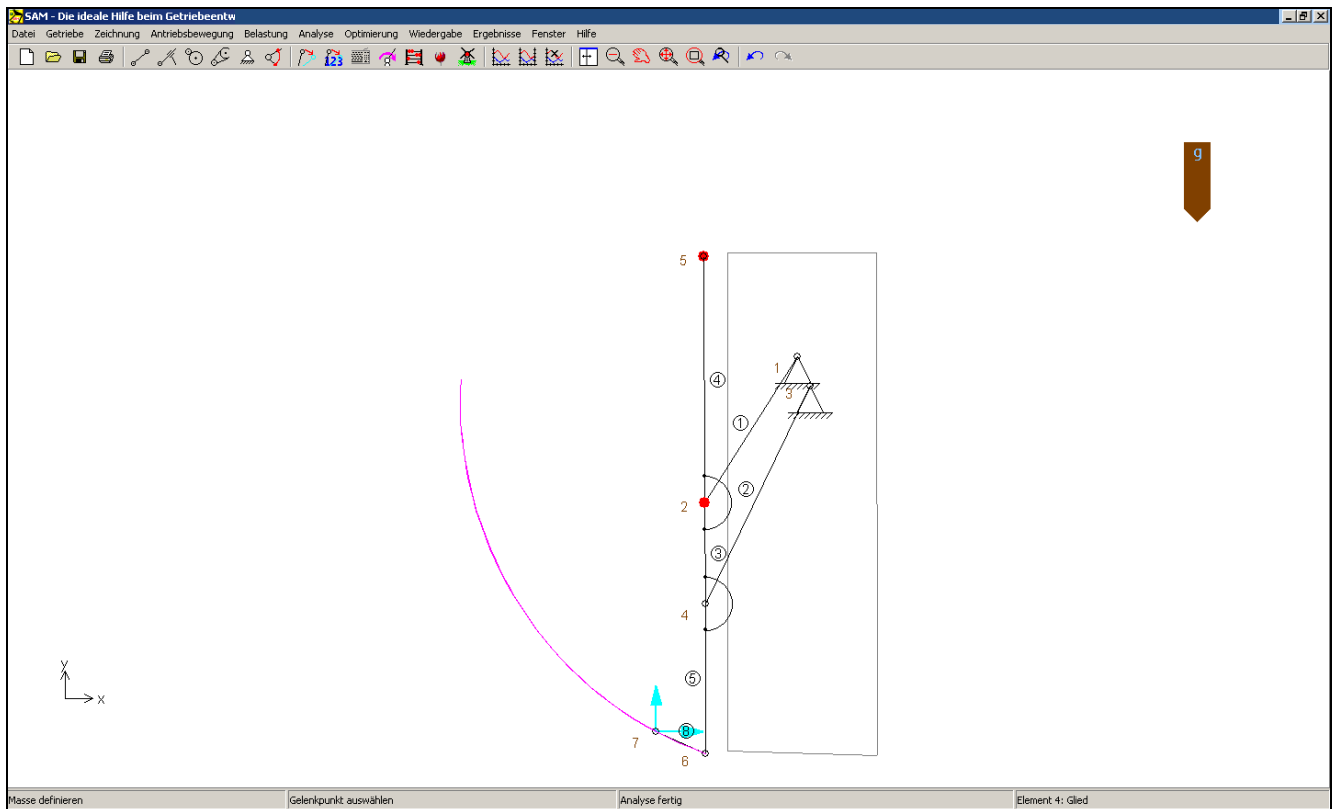


## Application Note: Handkraft Küchenschrank

### Einführung

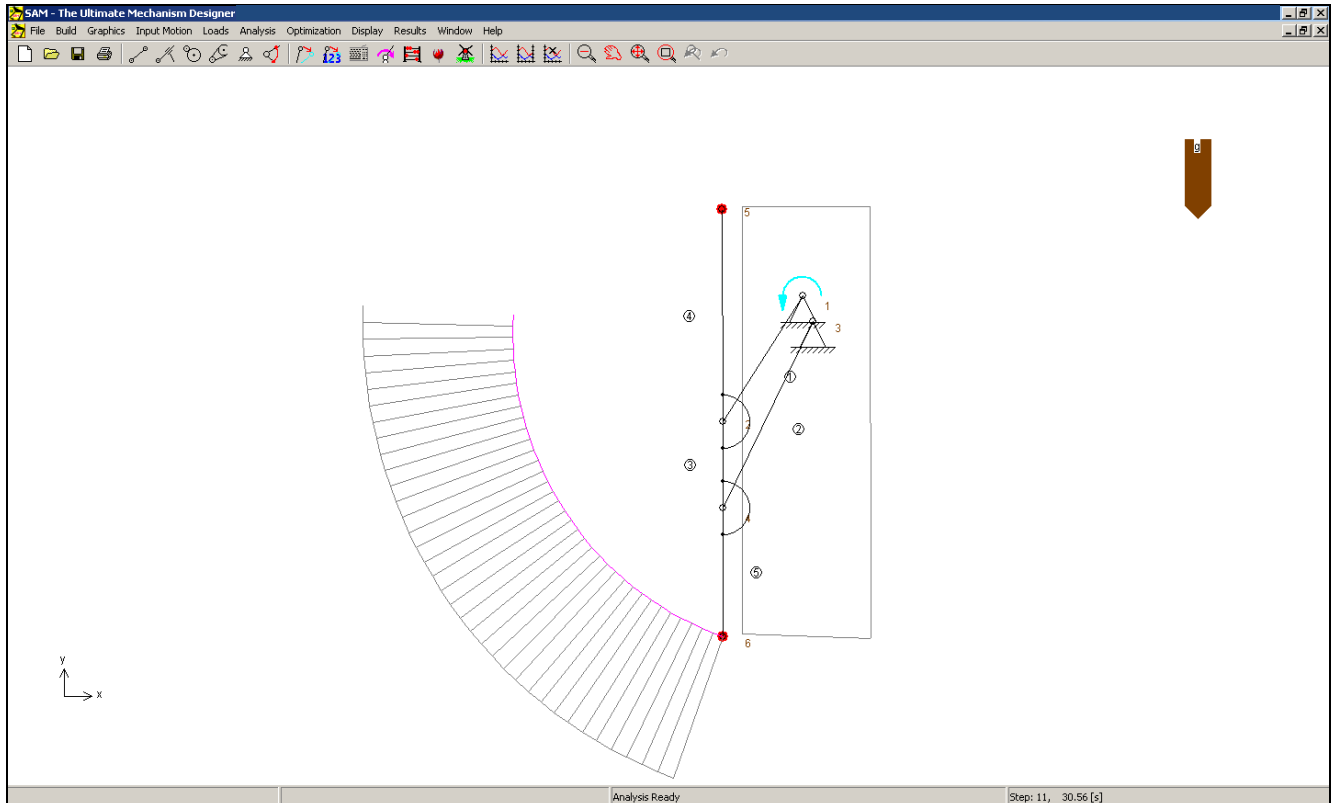
Es geht darum die benötigte Kraft zu simulieren, die nötig ist um einen Küchenschrank zu öffnen. Es geht dabei um die Kraft in der Bewegungsrichtung des betreffenden Koppelpunktes. Diese Kraft soll dann mittels Kompensationselementen einen gewünschten Verlauf bekommen.

Um die Simulation richtig durchführen zu können wird ein extra Element erstellt mit Endpunkt 7 und besteht nun die Aufgabe daraus die richtige Bewegung des Punktes 7 zu definieren.



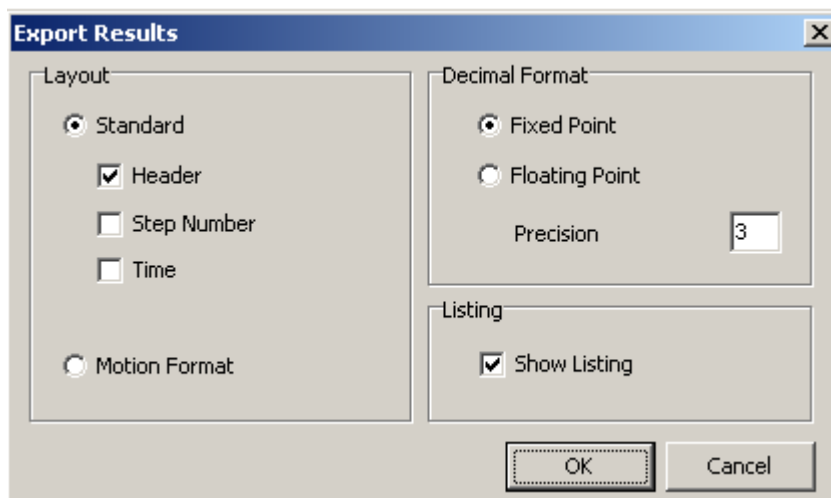
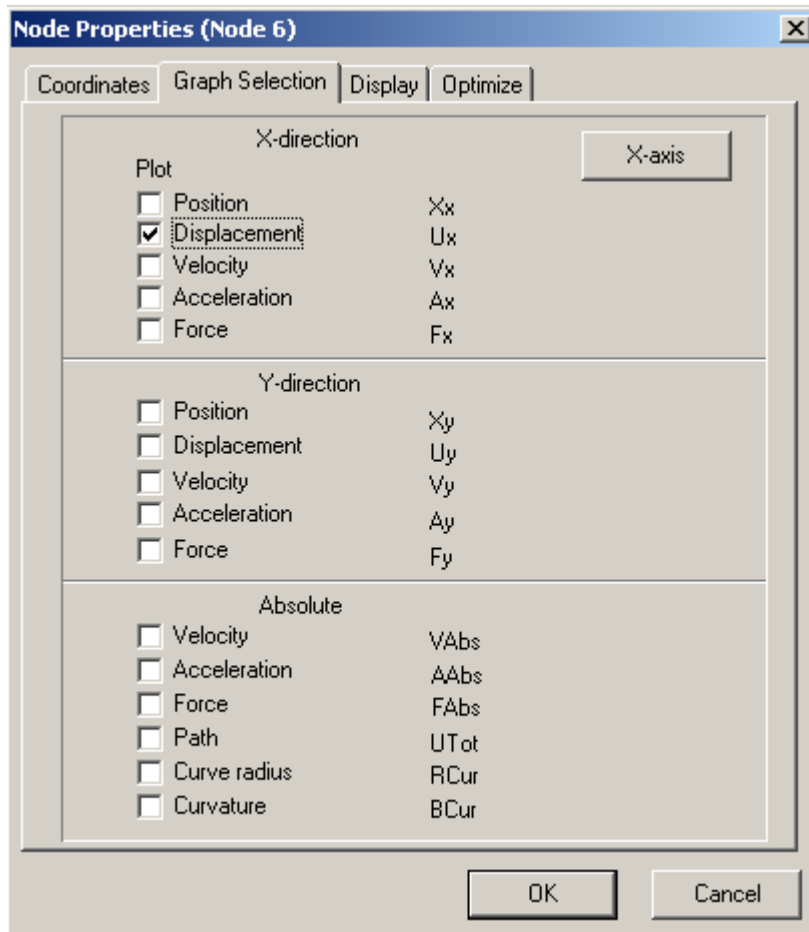
## Schritt 1: Bewegung des Koppelpunktes bei Antrieb mittels Kurbel

Zuerst wird das Getriebe mittels Kurbel angetrieben und die Bewegung des Koppelpunktes berechnet.



## Schritt 2: Exportieren der X- und der Y-Bewegung des Koppelpunktes 6

Es soll nun separat erst die X-Verschiebung  $U_x$  in eine Datei geschrieben werden (1. Selektieren, 2. Exportieren) und danach die Y-Verschiebung  $U_y$  in eine andere Datei. Danach wird jede der Dateien noch bearbeitet, sodass diese als Input für den neuen Punkt 7 fungieren können.



```
Ux Node 6.TXT - Notepad
File Edit Format View Help
Result listing SAM 6.0.45 . Mechanism: Handkraft (v1.0)

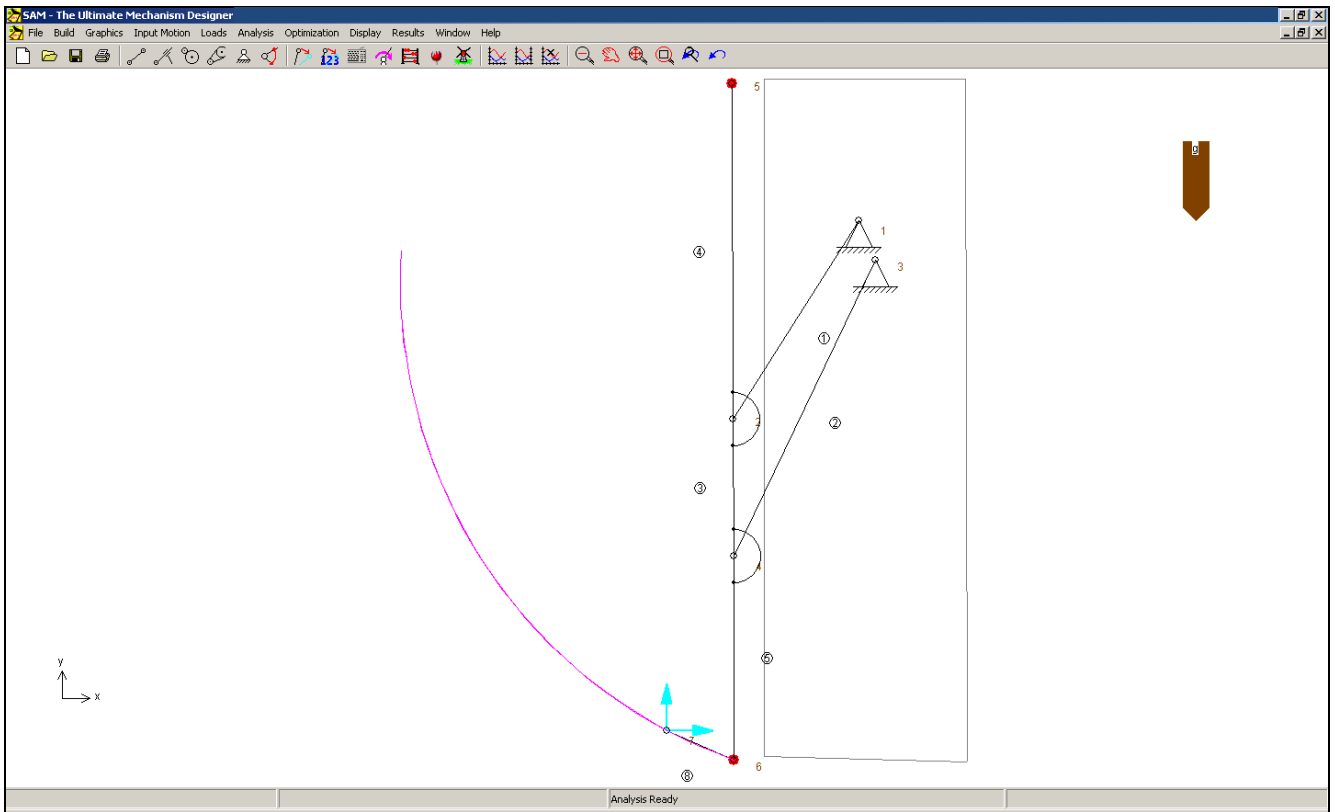
-----
Ux(6)
[m]
0.000
-0.023
-0.046
-0.068
-0.090
-0.112
-0.133
-0.153
-0.173
-0.192
-0.211
-0.229
-0.247
-0.264
-0.280
-0.296
-0.311
-0.325
-0.339
-0.351
-0.364
-0.375
-0.385
-0.395
-0.404
-0.412
-0.420
-0.426
```

Der Punkt 7 ist so gewählt, dass die Position übereinstimmt mit der 5. Position des Koppelpunktes 6. Daher werden die ersten 4 Einträge der Datei gelöscht und danach werden alle Einträge mit 0.090 reduziert, sodass die 1. Verschiebung des Punktes 7 gleich Null ist. Ausserdem werden die ersten Kommentarzeilen gelöscht. Desweiteren werden die Daten ergänzt konform des Formates einer Bewegungsdatei (1. Zeile: Anzahl Schritte + Standard "1"; danach jede Zeile: Zeit, Ux, Vx, Ax, wobei Vx und Ax einfach Null gesetzt werden).

```
Ux Node 6 (alles minus 0.090, Time Ux Vx Ax).TXT - Notepad
File Edit Format View Help
32 1
0 -0.000 0 0
1 -0.022 0 0
2 -0.043 0 0
3 -0.063 0 0
4 -0.083 0 0
5 -0.102 0 0
6 -0.121 0 0
7 -0.139 0 0
8 -0.157 0 0
9 -0.174 0 0
10 -0.190 0 0
11 -0.206 0 0
12 -0.221 0 0
13 -0.235 0 0
14 -0.249 0 0
15 -0.261 0 0
16 -0.274 0 0
17 -0.285 0 0
18 -0.295 0 0
19 -0.305 0 0
20 -0.314 0 0
21 -0.322 0 0
22 -0.330 0 0
23 -0.336 0 0
24 -0.342 0 0
25 -0.347 0 0
26 -0.351 0 0
27 -0.355 0 0
28 -0.357 0 0
29 -0.359 0 0
30 -0.359 0 0
32 -0.359 0 0
```

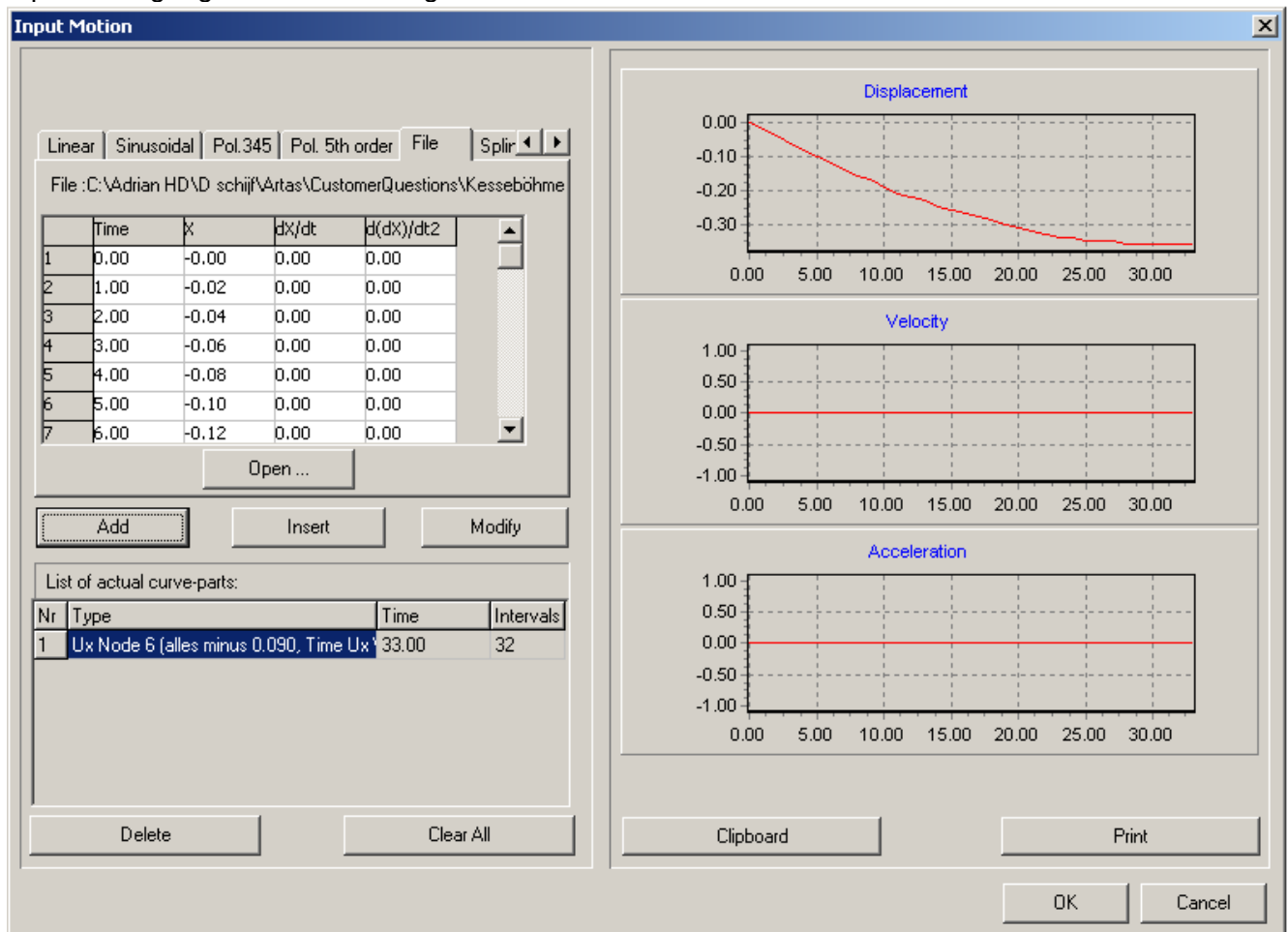
Das gleiche macht man für Uy, wobei der zu subtrahierende Wert 0.040 ist.

### Schritt 3: Getriebe ergänzen mit neuem Element (von Koppelpunkt 6 nach Koppelpunkt 7)



#### Schritt 4: Bewegungsdateien laden

Input Bewegung / X-Verschiebung / Datei => Öffnen => Add

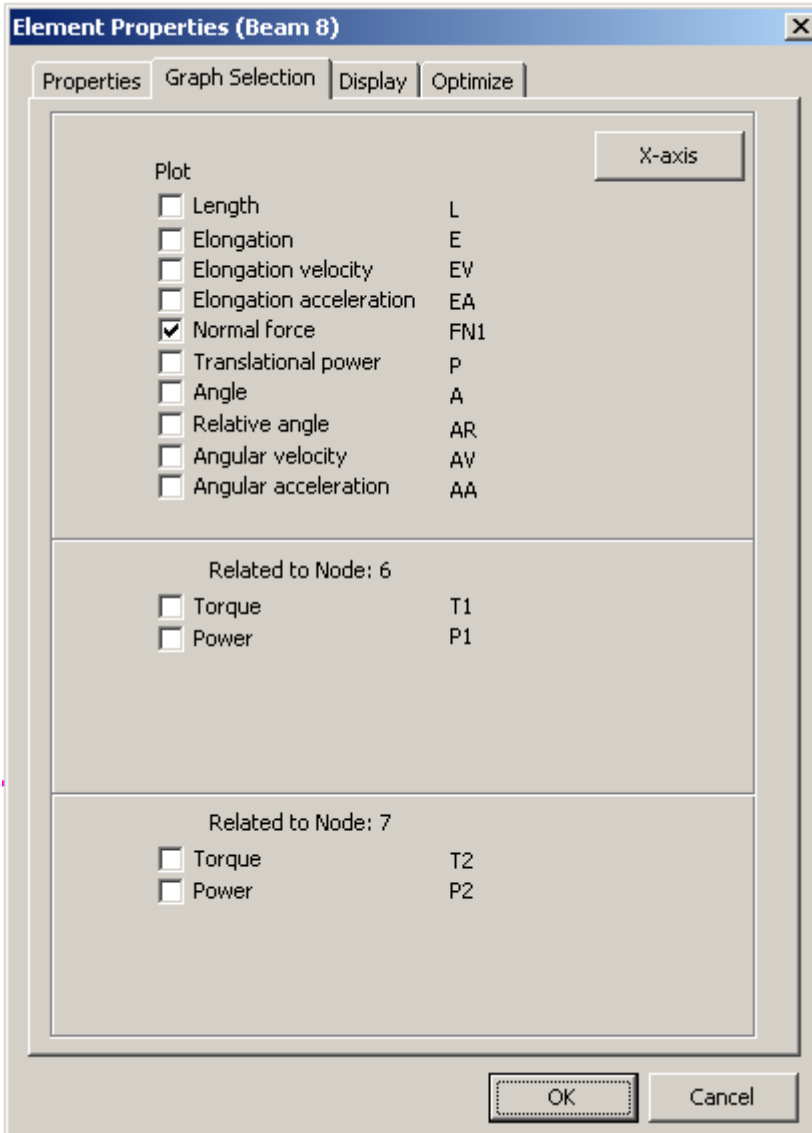


Dasgleiche macht man auch für die Y-Verschiebung.

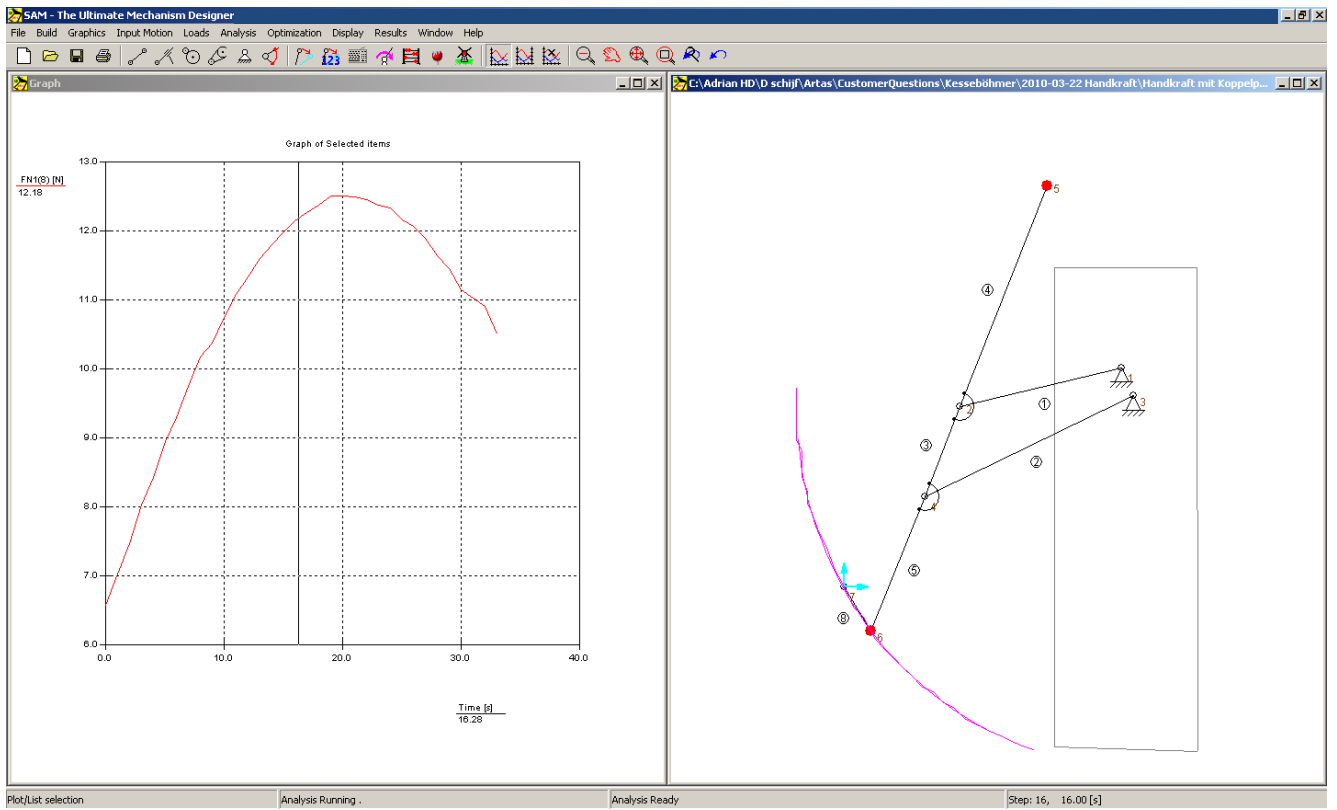
**Wie man nun sieht überlagern sich die Bewegung der Punkte 6 und 7 (abgesehen von Abrundungs/Abbrechfehlern).**

### Schritt 5: Kraft im extra Element darstellen

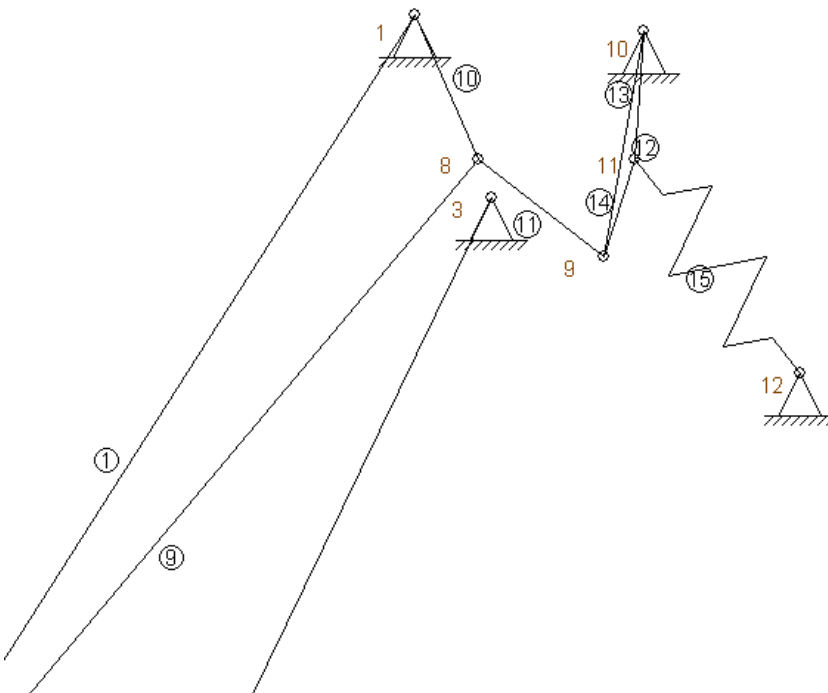
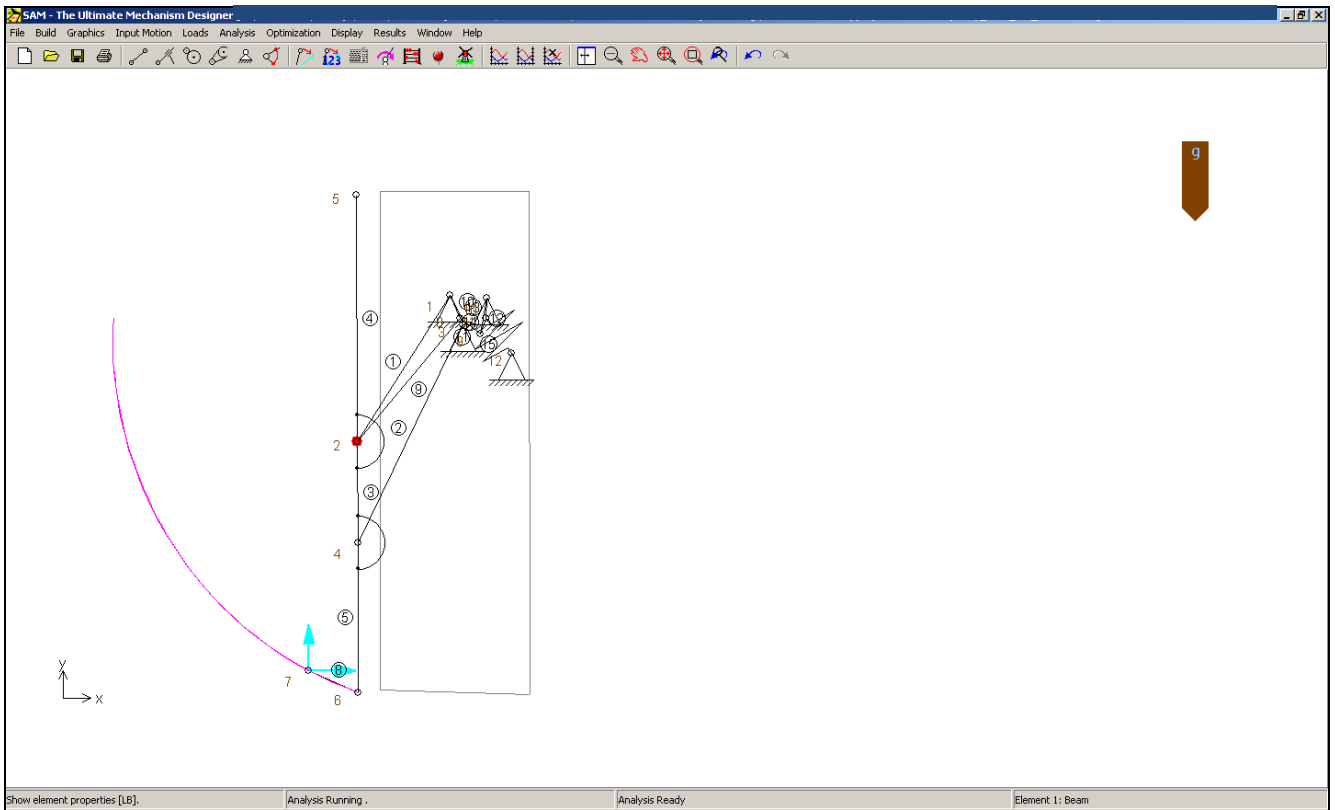
Die Normalkraft im extra Element korrespondiert mit der gesuchten Handkraft.





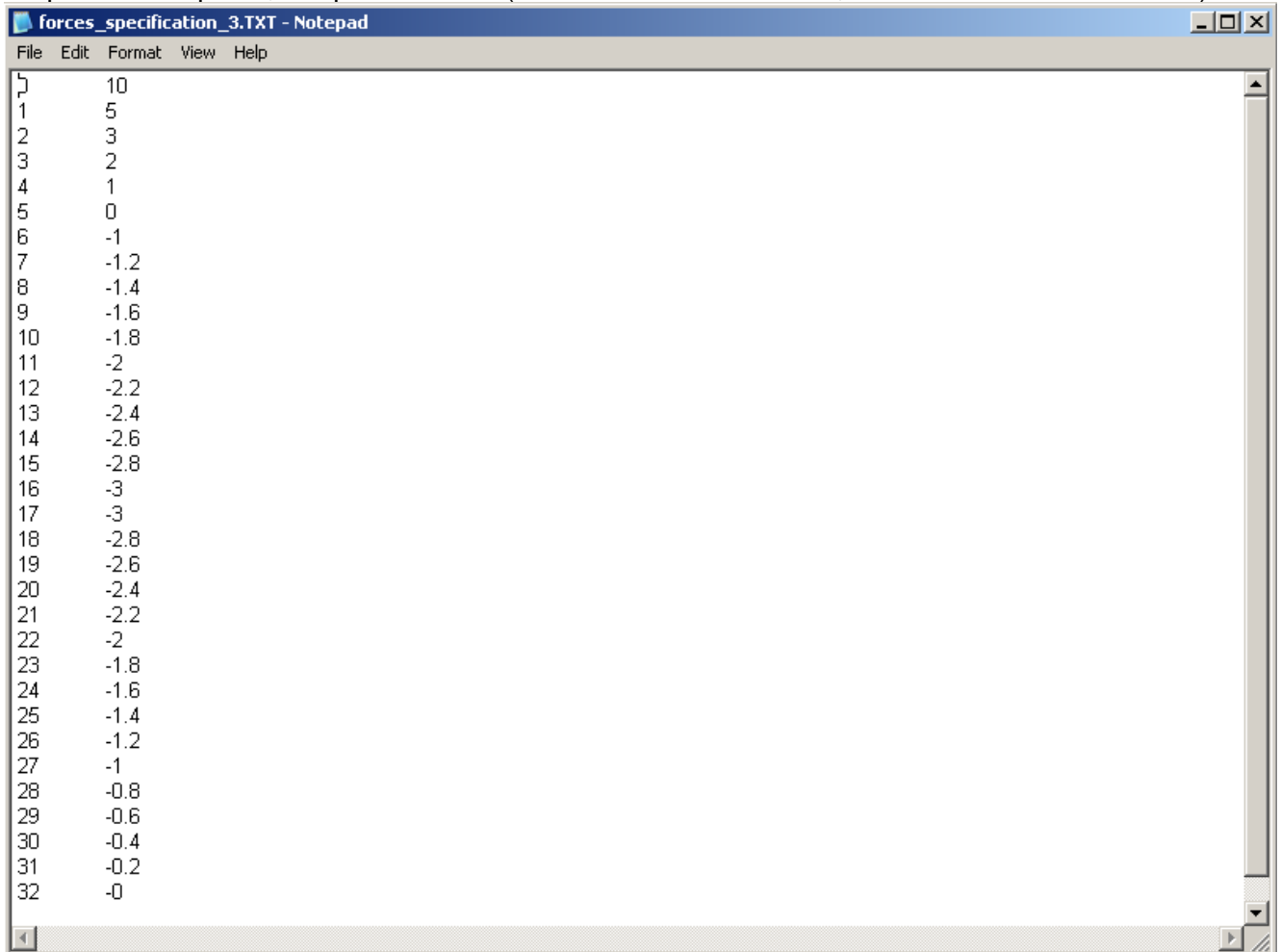


## Schritt 6: Optimierung – Extra Feder hinzufügen



## Schritt 7: Optimierung - Ziel Verlauf der Handkraft definieren in ASCII Datei

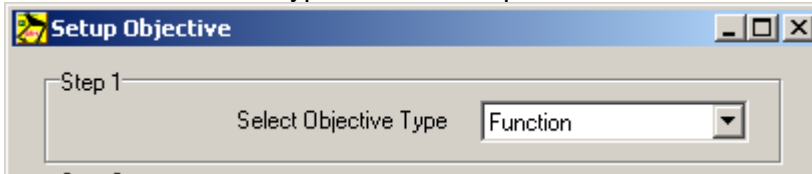
1. Spalte ist Zeitpunkt, 2. Spalte ist Kraft (beides in SI-rad Einheiten, also Sekunden und Newton)



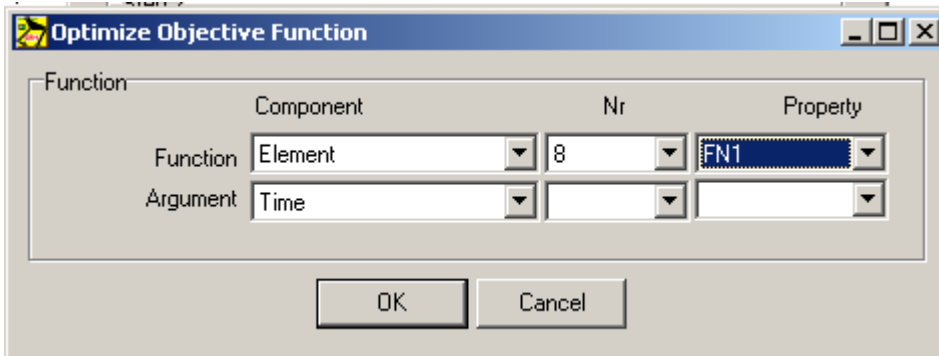
```
forces_specification_3.TXT - Notepad
File Edit Format View Help
0      10
1       5
2       3
3       2
4       1
5       0
6      -1
7     -1.2
8     -1.4
9     -1.6
10    -1.8
11     -2
12    -2.2
13    -2.4
14    -2.6
15    -2.8
16     -3
17     -3
18    -2.8
19    -2.6
20    -2.4
21    -2.2
22     -2
23    -1.8
24    -1.6
25    -1.4
26    -1.2
27     -1
28    -0.8
29    -0.6
30    -0.4
31    -0.2
32     -0
```

## Schritt 8: Optimierung – Zielsetzung

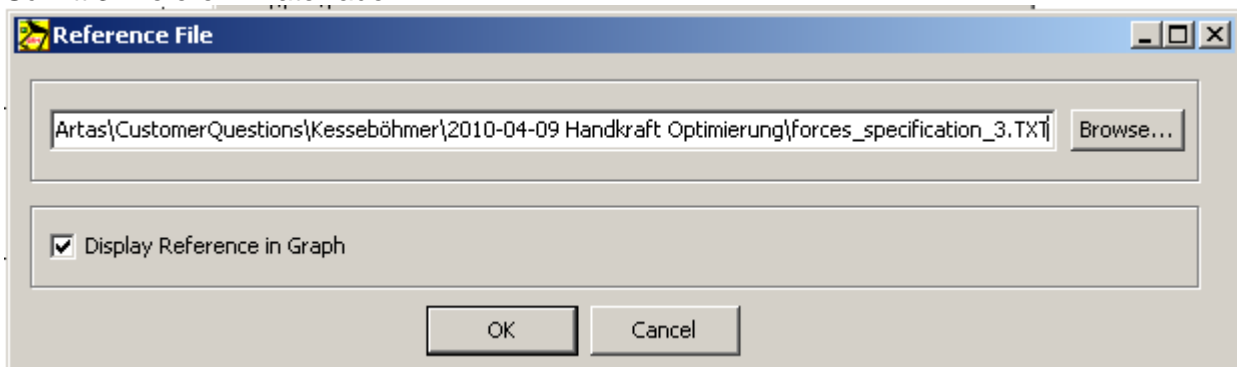
Schritt 1: Es soll der Typ FUNKTION optimiert werden



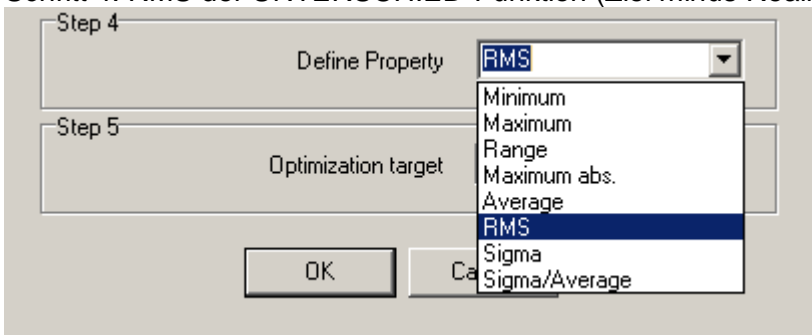
Schritt 2: Und zwar die Normalkraft FN1 von Element 8 als Funktion der Zeit



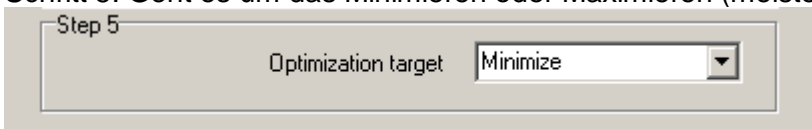
Schritt 3: Referenz Datei laden



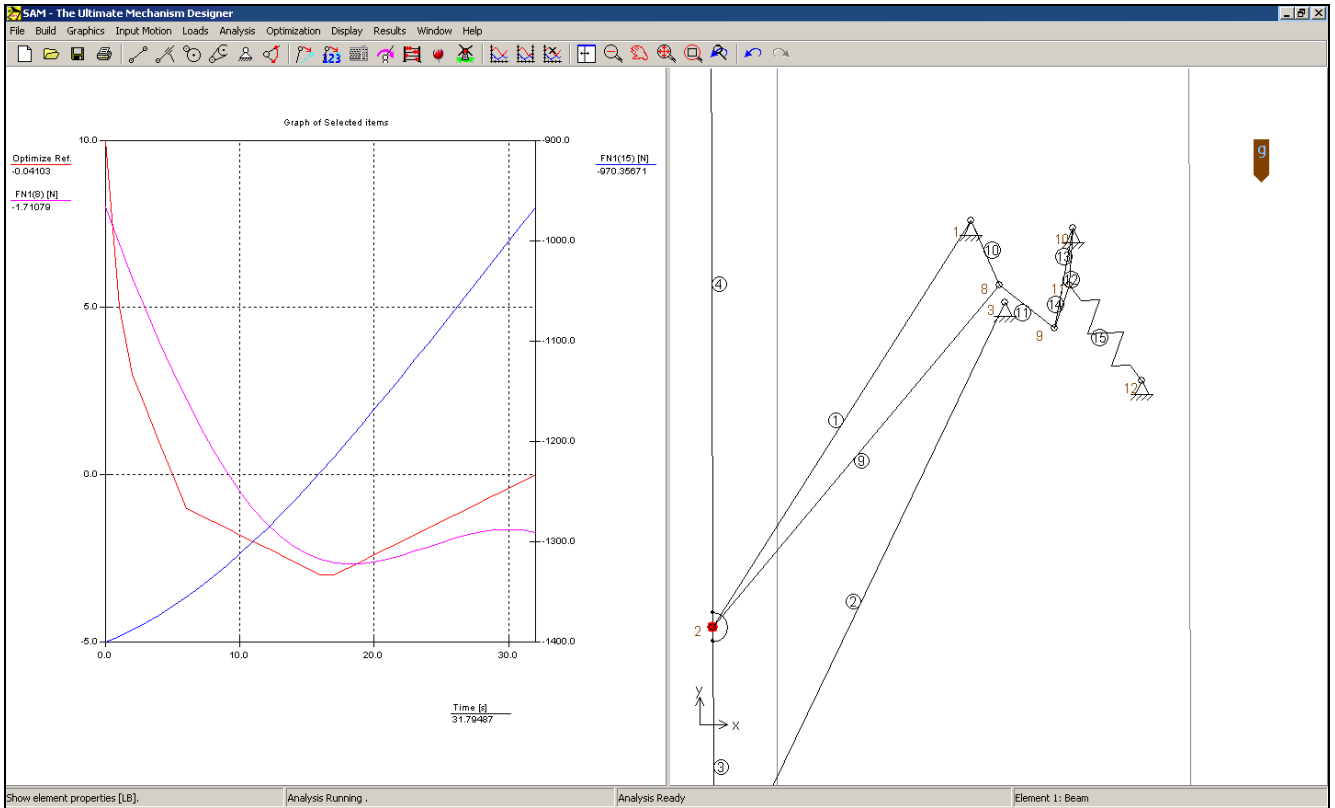
Schritt 4: RMS der UNTERSCHIED-Funktion (Ziel minus Realität) die optimiert werden soll



Schritt 5: Geht es um das Minimieren oder Maximieren (meisten Minimieren !)?

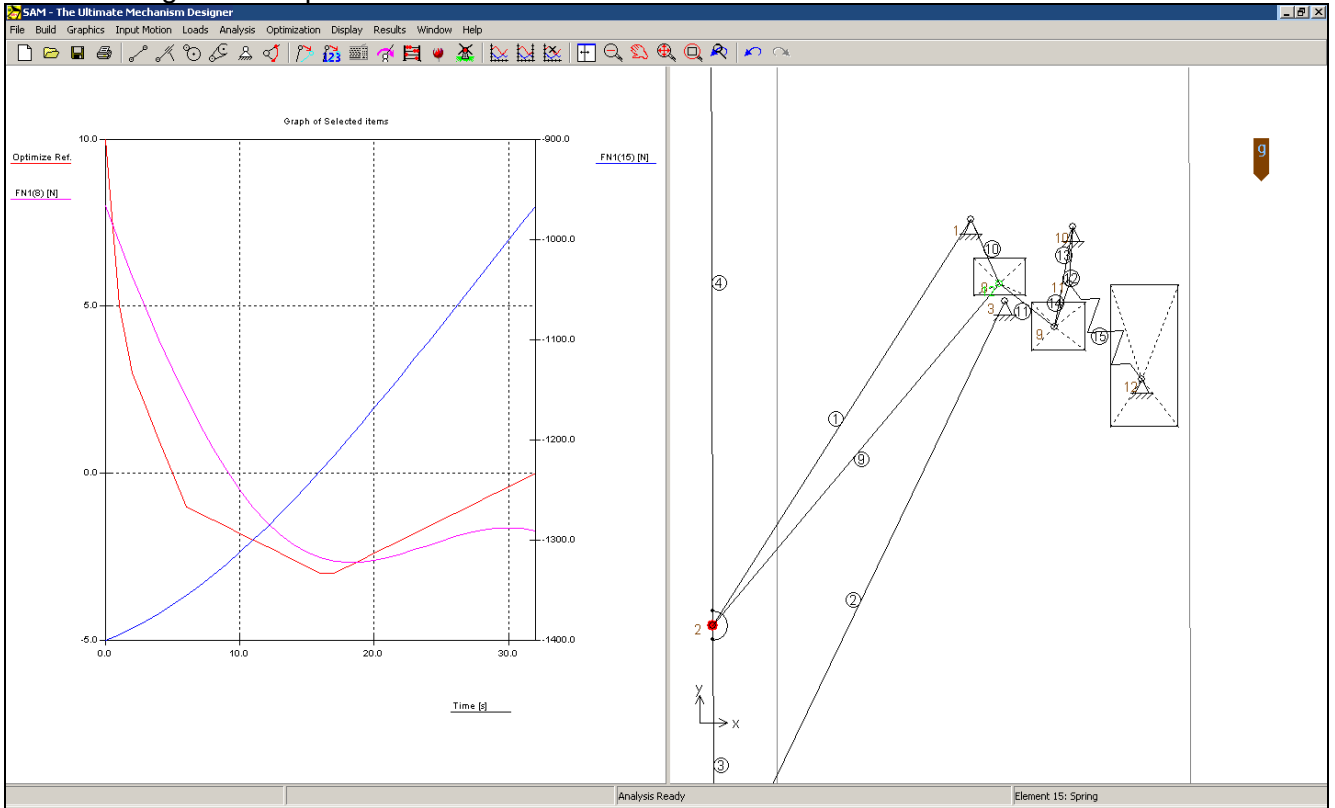


# Wunschverlauf und aktueller Verlauf der Handkraft auf Basis der aktuellen Daten des Systems



## Schritt 9: Optimierung – Parameter

In diesem Beispiel sind die Eigenschaften der Feder (Steifigkeit und Vorspannung) gewählt und die Position einiger Gelenkpunkte.



Element Properties (Spring 15)

Properties | Graph Selection | Display | Optimize

Optimize	Property	Min	Max	Unit
<input checked="" type="checkbox"/>	Stiffness	1000	50000	[N/m]
<input checked="" type="checkbox"/>	Preload	-2000	2000	[N]
<input type="checkbox"/>	Unloaded Length	0.00000	0.00000	[m]

## Schritt 10: Optimierung – Prozess Optionen

Es wird ausgegangen von den Default Einstellungen.

**Optimization Options**

Modus

- Automatic (global exploration & local optimization)
- User-Controlled

Optimize all solutions from global exploration

Local Optimization

- Evolutionary Algorithm
- Simplex Method

Evolutionary Settings

Nexperiments: 2500

Population Size: 25

[more](#)

Simplex Settings

Max Iterations: 250

Search within boundaries:

[more](#)

OK Cancel

## Schritt 11: Optimierung – Run

Bei der Optimierung wird folgendes Optimum gefunden, dass Handkraft Verlauf eine deutlich verbesserte Übereinstimmung mit dem Referenz Verlauf zeigt.

