

## Curve Fitting mit Workbench

**Hyperelastizität in Workbench:** In der Version 10.0 sind mittlerweile eine ganze Reihe von hyperelastischen Materialmodellen über die GUI verfügbar. Diese sind die Ansätze nach *Neo-Hooke*, *Mooney-Rivlin*, *Polynomial*, *Yeoh* und *Ogden*.

Für alle diese Modelle können Versuchsdaten zur Verfügung gestellt werden, um die notwendigen Materialparameter in einem Curve Fitting Verfahren bestimmen zu lassen. Möglich ist hier die Verwendung von Daten aus *uniaxialen*, *biaxialen*, (*pure*) *shear* und *volumetrischen* Versuchen. Die dafür notwendige Vorgehensweise soll hier Schritt für Schritt erläutert werden.

Nachdem auf der „Engineering Data“ Seite mit „Add/Remove Properties“ die entsprechenden Eigenschaften hinzugefügt wurden, können diese durch „Klick“ auf das Chart-Symbol bearbeitet werden (siehe neben/untenstehende Bilder).

Zunächst erfolgt die Eingabe der Versuchsdaten. Diese müssen – wie bisher – in tabellarischer Form vorliegen (Abb. 1). Da es (noch) keine direkte Möglichkeit zum Einlesen der Files gibt, muss dies über „copy & paste“ erfolgen: Markieren im Textfile à Strg+C à „Klick“ auf „Strain“ à „Klick“ rechte Maustaste à Paste (siehe Abb. 1-3)

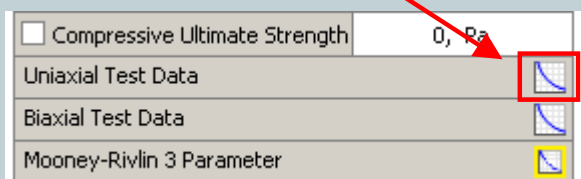
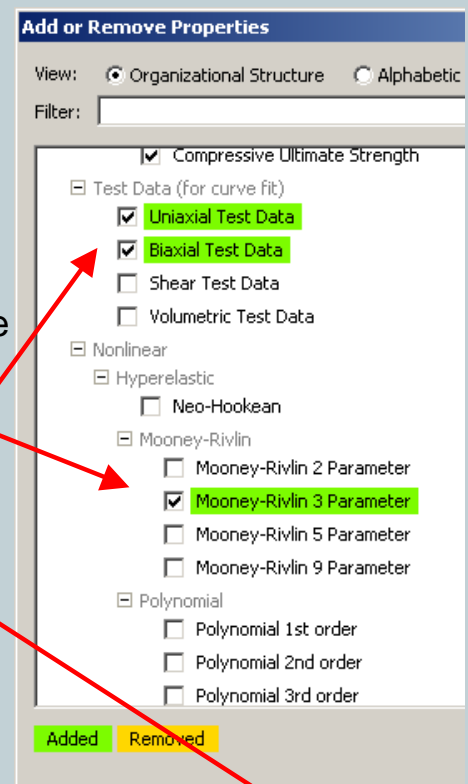


Abb. 1

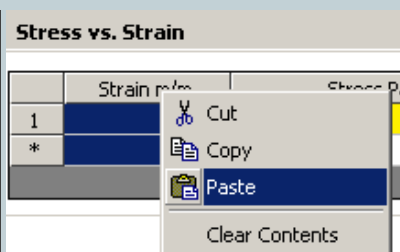
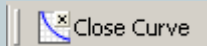


Abb. 2


	Strain m/m	Stress Pa
1	5,e-002	0,5495
2	0,1	1,006
3	0,15	1,382
4	0,2	1,688
5	0,25	1,938
6	0,3	2,142
7	0,35	2,313
8	0,4	2,464


Abb. 3

## Curve Fitting mit Workbench

War die Eingabe erfolgreich, werden die Versuchsdaten in einem Graphikfenster rechts dargestellt (Abb. 4). Abgeschlossen wird die Eingabe über .

Nun beginnt das eigentliche Curve Fitting mit einem „Klick“ auf das „Chart-Symbol“ des Mooney-Rivlin Materialmodells:

Mooney-Rivlin 3 Parameter 

Bevor nun das Fitten mit  durchgeführt wird, kann noch eine Fehlernorm gewählt werden: „Normalized“ (prozentualer-) oder absoluter Fehler.

Das Ergebnis ist für das Mooney-Rivlin Materialgesetz in Abb. 6 und für ein 2-Term Ogden Modell in Abb. 7 dargestellt.

Für einen nichtlinearen Curve Fit wie z.B. bei einem Ogden Modell sollten die Konstanten sinnvoll vorgelegt werden. Die Lösungen für einen biaxialen und (pure) shear-Versuch werden ebenfalls berechnet und angezeigt.

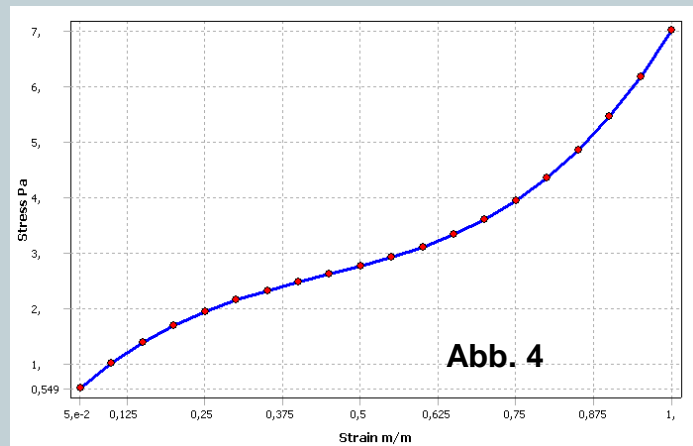


Abb. 4


**Property Attributes** ^

Error Norm for Fit Normalized Error

---

**Mooney-Rivlin 3 Parameter** ^

Material Constant C10 Pa	-3,2825
Material Constant C01 Pa	5,6381
Material Constant C11 Pa	1,001
Incompressibility Parameter D1 1/Pa	0,

 **Abb. 5**

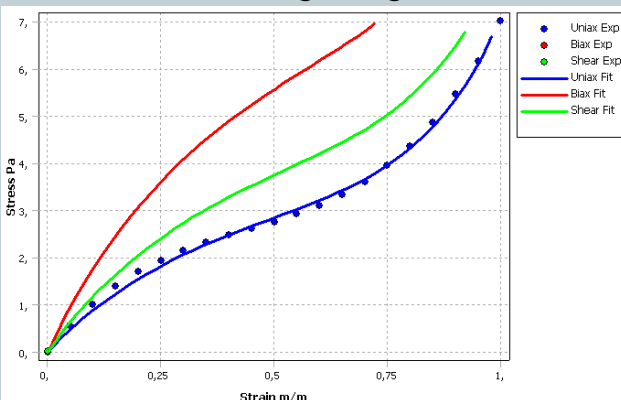


Abb. 7: 2-Term Ogden Fit

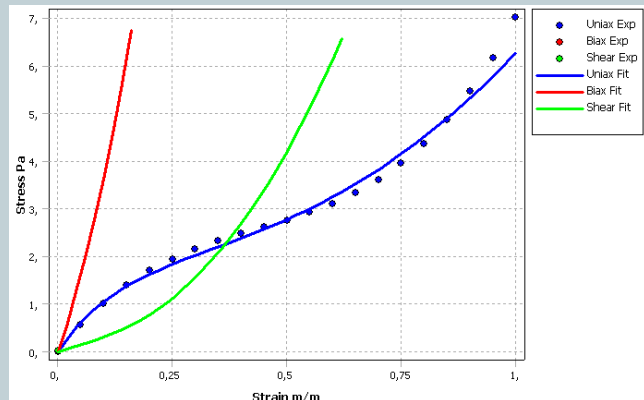


Abb. 6: Mooney-Rivlin Fit