release Pro/MECHANICA Wildfire 4.0 (german)

11.1 Zwei-Massen-Schwinger

Im letzten Übungskapitel werden drei Beispiele gezeigt, die allerdings für sich eine Kurzanleitung ohne detaillierte Plausibilitätskontrolle darstellen. Es bleibt demnach dem Leser überlassen, die Ergebnisse zu prüfen und zu bewerten. Weiterhin werden nur wenige Menübefehle zitiert, sodass der Anwender die bisher erlernten Techniken und Funktionalitäten wiederholen bzw. intuitiv erweitern soll.

Die erste Aufgabe beinhaltet, vereinfacht betrachtet, einen Zwei-Massen-Schwinger, bestehend aus einer Punktmasse am Ende eines Balkens (Abb. 11-01). Die Anregungsfunktion wird hier zeitabhängig implementiert, weiterhin soll die Dämpfung berücksichtigt werden. In der Praxis bleibt diese Angabe meistens eine große Unbekannte, da die Dämpfung bestenfalls an einem bestehenden Schwingungssystem gemessen werden kann.

11.1.1 Ersatzmodell

In der Abbildung 11-01 ist das Ersatzmodell eines Zwei-Massen-Schwingers dargestellt. Für MECHANICA bedeutet dieser Schwinger ein Kontinuum, der Balken wird mit seiner Masse nicht im Schwerpunkt abgebildet, sondern über die gesamte Länge repräsentiert.

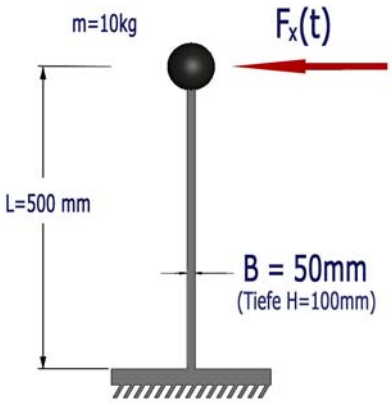

Abb. 11-01: Ersatzmodell des Zwei-Massen-Schwingers

Die Anregung soll durch einen sinusförmigen Impuls entstehen, indem die äußere Kraft (Abb. 11-01) innerhalb der Impulsdauer von 0,01 Sekunden mit der maximalen Amplitude 1000 N wirkt. Für das System wird eine recht starke geschwindigkeitsproportionale Dämpfung von 10 % angenommen, sodass die Schwingung sehr schnell abklingen müsste. In der Praxis wäre etwa 1 % bis 2 % für die viskose (geschwindigkeitsproportionale) Dämpfung anzusetzen.

11.1.2 CAD-Modell

Die Abbildung 11-02 zeigt den Modellaufbau in Pro/ENGINEER, analog der Aufgabe zum Ein-Massen-Schwinger (Kap. 3) werden hier lediglich zwei Punkte gebraucht (Abb. 11-02).

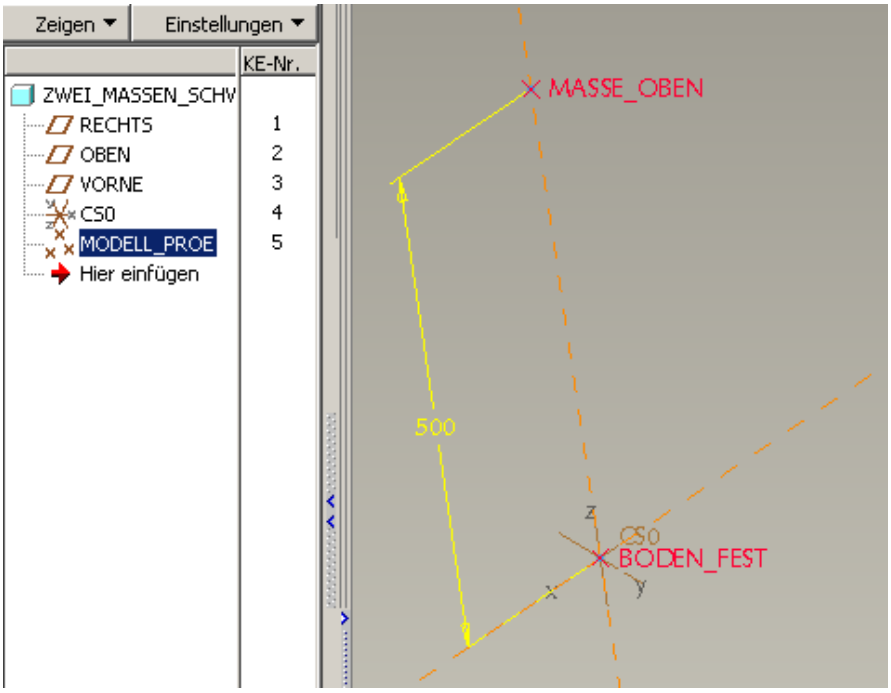

Abb. 11-02: Bezugspunkte als CAD-Modell

Nach dem Aufbau der beiden Bezugspunkte (die Methode des Modellierens spielt keine Rolle) erfolgt der Wechsel nach MECHANICA.

11.1.3 FE-Modell in MECHANICA

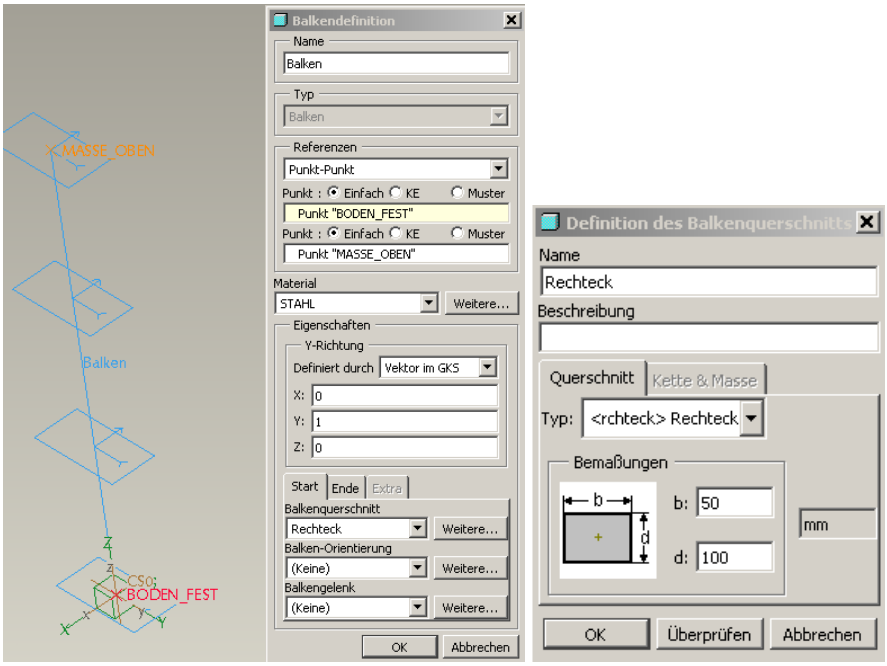

Abb. 11-03: Balkendefinition

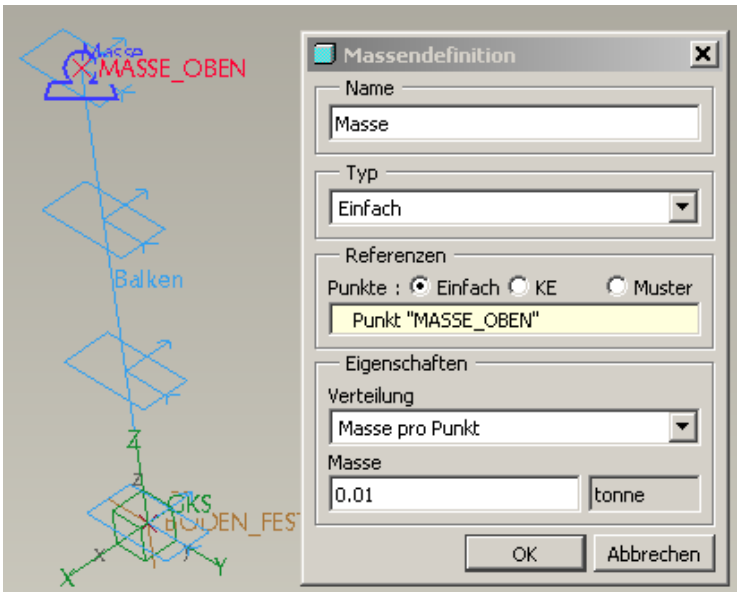

Abb. 11-04: Massenpunkt

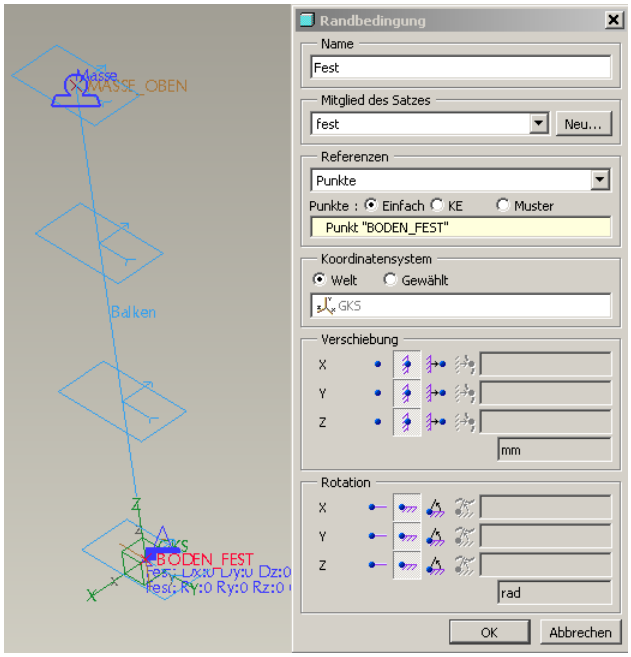

Abb. 11-05: Feste Einspannung

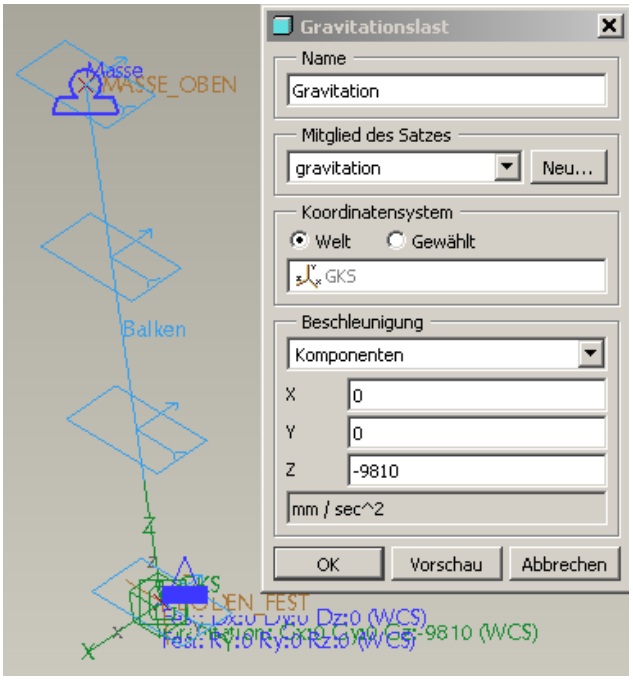

Abb. 11-06: Lastsatz Gravitation

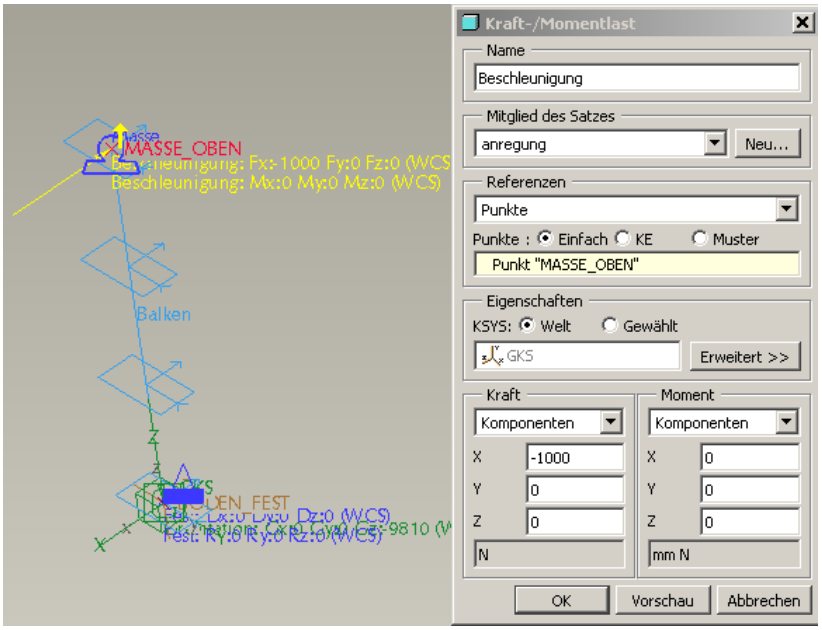

Abb. 11-07: Lastanregung maximal. Die Kraftwirkung ist hier beispielhaft in negativer X-Richtung angenommen, wobei das Vorzeichen aufgrund der Symmetrie keine Rolle spielt.

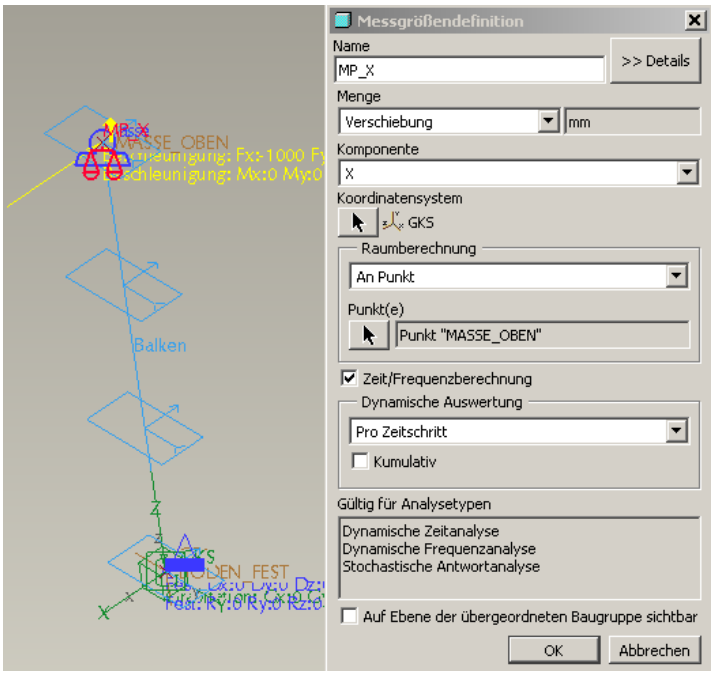

Abb. 11-08: Messgröße Systemantwort

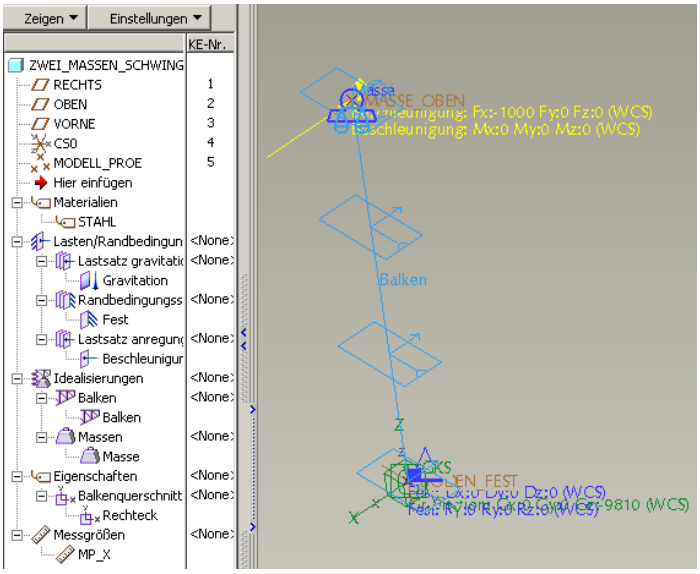

Abb. 11-09: FE-Modell fertig

11.1.4 Modalanalyse

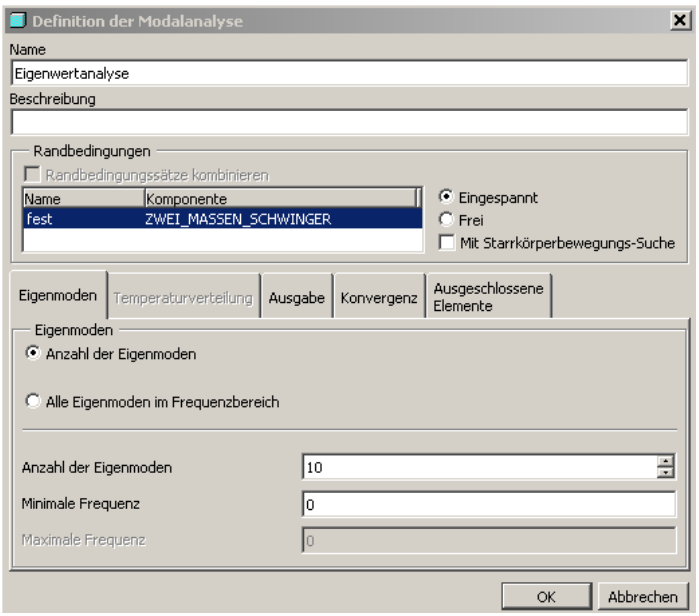

Abb. 11-10: Definition der Modalanalyse. Erfahrungsgemäß sollte man mindestens 10 ersten Eigenfrequenzen mittels der adaptiven Mehrfachkonvergenz berechnen lassen.

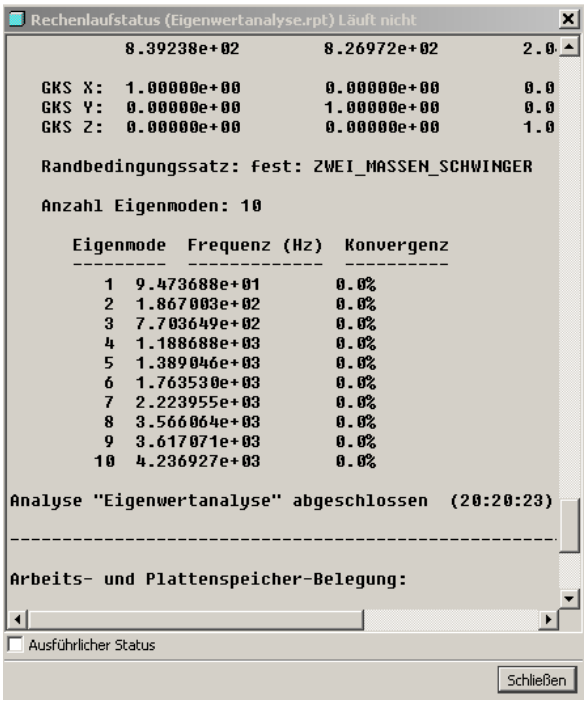

Abb. 11-11: Berechnete Eigenfrequenzen im Statusbericht

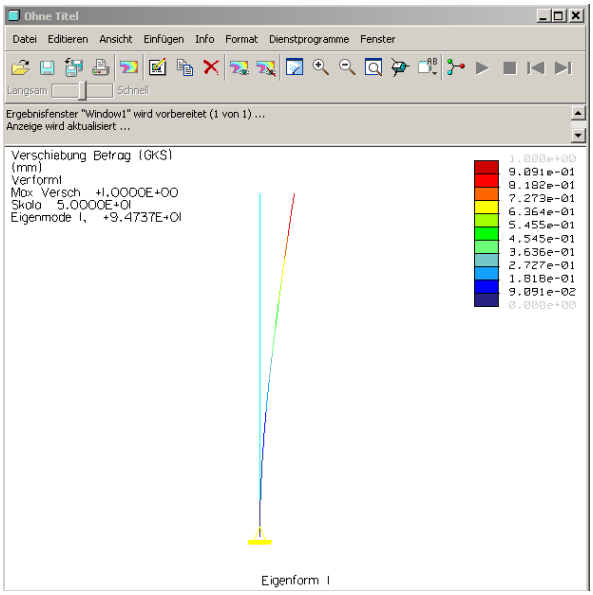

Abb. 11-12: Farbplot der 1. Eigenform. Die dazugehörige (tiefste) Eigenfrequenz ist im Farbplot als „Eigenmode 1“ angegeben.

11.1.5 Dynamische Zeitanalyse

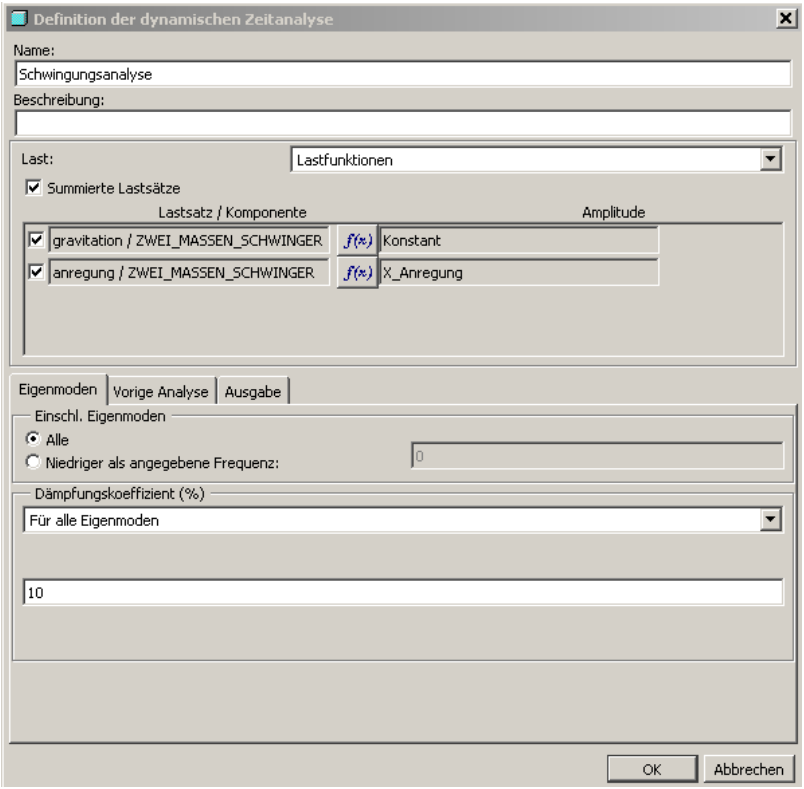

Abb. 11-13: Definition der dynamischen Zeitanalyse. Die geschwindigkeitsproportionale Dämpfung beträgt 10 % für alle Eigenfrequenzen.

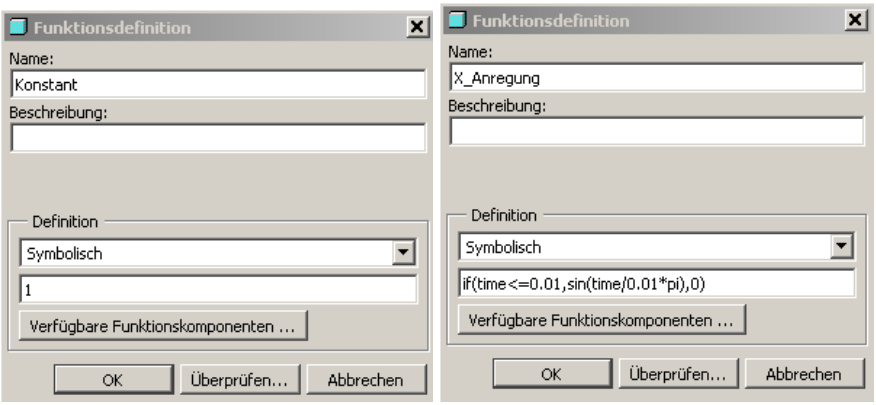

Abb. 11-14: Steuerfunktionen für die Lastsätze. Mittels der Schaltfläche **<Überprüfen>** kann die Funktion vorab kontrolliert werden.

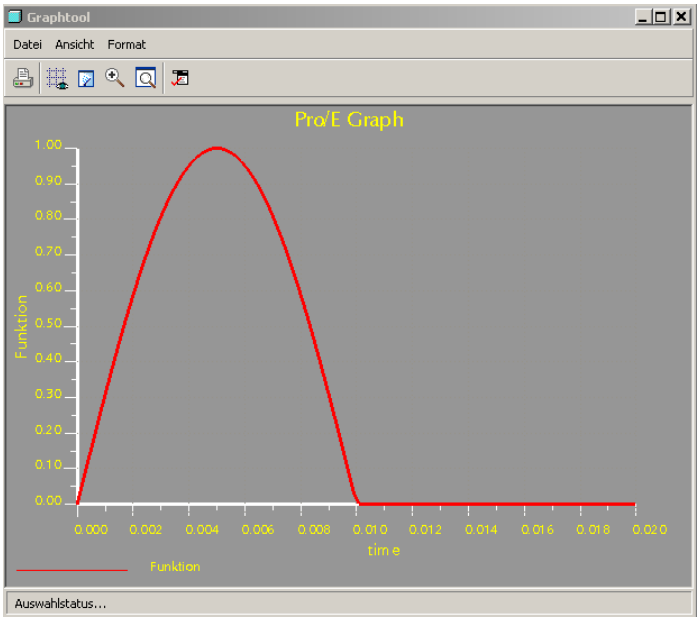

Abb. 11-15: Graph der Impulsfunktion der Anregung. Die Steuerfunktion wird mit der Lastangabe multipliziert.

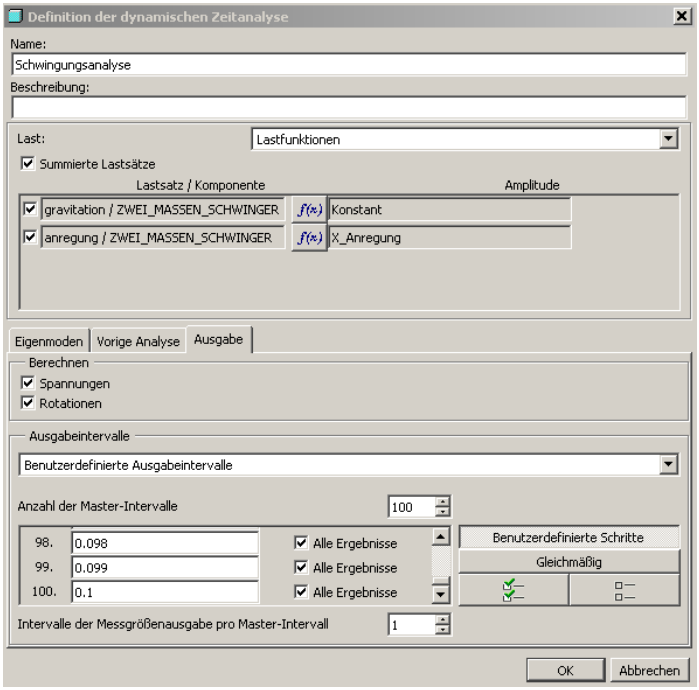

Abb. 11-16: Registerkarte Ausgabe

11.1.6 Ergebniskontrolle

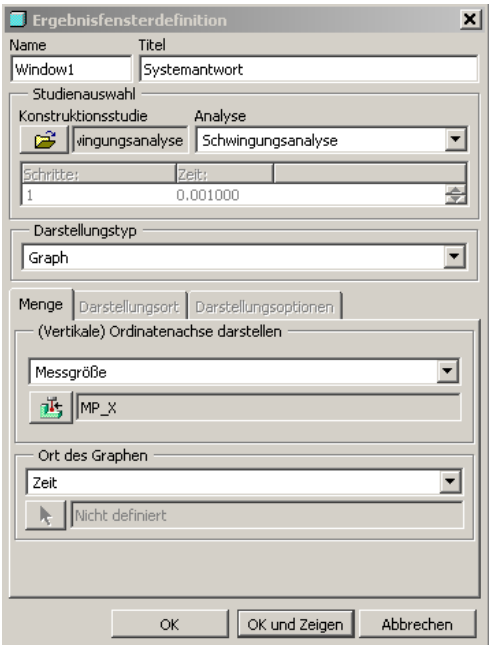

Abb. 11-17: Definition des Ergebnisfensters

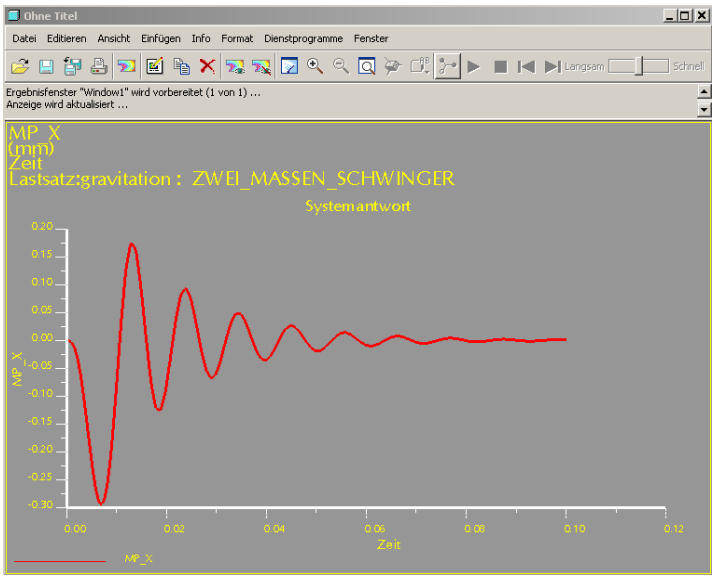

Abb. 11-18: Systemantwort. Zwecks der Ergebniskontrolle wird dem Anwender empfohlen, diese Aufgabe komplett als Volumenmodell statt Balken zu rechnen.