

10 Tipps für schlecht konvergierende Kontaktprobleme in ANSYS

Die folgenden Maßnahmen – so zeigt die Erfahrung – können helfen, ein nicht konvergierendes Kontaktproblem zum Laufen zu bringen. Dabei sollte man immer nur einen Parameter ändern, und dann testen. Wenn es dann erst mal läuft und man eine Lösung sieht, kommt man leichter auf die Ursache des Konvergenzproblems und kann sukzessive die nötigen Parameter einstellen und unnötige Änderungen wieder verwerfen. Mit Kontakt wollen wir hier „echten“ also nichtlinearen Kontakt verstehen, bei dem der Kontaktzustand stets Teil der Lösung ist und iterativ gefunden werden muss. „Bonded Contact“ gehört nicht dazu, sollte aber auch keine Konvergenzprobleme verursachen.

1. **Vereinfachen:** Das Problem so stark wie möglich vereinfachen: Symmetrien ausnutzen, 2D statt 3D, grobes Netz mit linearen Elementen verwenden, Werkstoff vereinfachen, um schnell viele Varianten ausprobieren zu können. Das muss nicht unbedingt die erste Maßnahme sein.
2. **Adäquat lagern:** Wie bei einer linearen FE-Analyse auch, sollte man dafür sorgen, dass ausreichende Verschiebungsrandbedingungen dafür sorgen, dass keine übermäßigen (Starrkörper-)Verschiebungen entstehen können. Dabei auch den Fall eines geöffneten oder nicht haftenden Kontakts bedenken.
3. **Verschiebungslast:** Falls möglich (evtl. vorübergehend) eine Verschiebung [Displacement], als „kontakt-schließende“ Last, statt einer Kraft, vorgeben. Mit kleinen Verschiebungen starten (z.B. halbe Elementgröße). Und: ggf. weitere Bewegungsmöglichkeiten des Systems zunächst durch Wahl weiterer Verschiebungsrandbedingungen (oder constrained equations) blockieren. Schaltet man später auf Kräfte zurück, kann es nützlich sein die Anfangslage der Kontaktpartner so zu zeichnen, dass mind. Ein Knoten schon mal eine (minimale) Eindringung besitzt. Sonst kann es passieren, dass der Contact-Körper mit dem ersten Schritt schon komplett durch den Target-Körper „hindurchschießt“ und weit außerhalb der Pinball Region „bis zum Mond fliegt“.
4. Kleinere und damit mehr Substeps erzwingen. **Analysis Settings / Auto Time Stepping = On** wählen (siehe Bild). Der erste Substep verwendet hier ein 100-stel der Last (Verschiebung) und steigert danach die Last in mindestens 10, maximal 1000 Schritten bis zur vollen Last. Bei der Default-Einstellung wird sofort eine Lösung mit der vollen Last getestet.
5. **Methode = Pure Penalty** verwenden.
6. **Time Step Control = Automatic Bisection** verwenden. Der Kontaktalgorithmus kann damit wohl erst richtig Einfluss nehmen auf die Schrittweitensteuerung.
7. **Update Stiffness = Each Iteration** verwenden.
8. **Interface Treatment = Ramped Effects** aktivieren.
9. Weitere nicht-physikalische Parameter variieren: Den **Kontaktsteifigkeits**-Faktor manuell auf 0,1 reduzieren (Default ist 1,0). Damit wird zwar die Durchdringung vergrößert, aber die Empfindlichkeit des Lösungsverfahrens reduziert. Wenn man die Sache erst mal zum Konvergieren gebracht hat, kann man später wieder versuchen, die Steifigkeit zu erhöhen, bis einen die Durchdringungstiefe nicht mehr stört. Die **Pinball Region** manuell wählen und dann in jedem Fall größer als einen möglichen initialen Gap bzw. eine initiale Durchdringung wählen.
10. **Physikalische Parameter** variieren: Das tangentielle Verhalten des Kontakts ändern: Reibkoeffizient variieren, Extreme testen: reibungsfrei vs. Haften.

