

---

# Vorwort

Dieses Lehrbuch behandelt einführend die Theorie der nichtlinearen Finite-Elemente-Methoden (FEM) in den Teilbereichen geometrische Nichtlinearität, nichtlineares Materialverhalten und Kontakt. Ist es schon nicht möglich, die gesamte FEM der linearen Mechanik der Tragwerke (in Anlehnung an die Bedeutung des Wortstammes „Struktur“ in einigen Fremdsprachen auch im Deutschen „Strukturmechanik“ genannt) in einem Buch zu beschreiben, so gilt dies für nichtlineare FEM erst recht, bedeutet „nichtlinear“ doch keine spezielle Eigenschaft, sondern das Fehlen einer solchen, die aber die Lehre in der Technischen Mechanik aus gutem Grund dominiert. Mit den Kenntnissen aus diesem Buch wird der Leser sich im Stande sehen, nun weiterführende Literatur aufzuarbeiten.

Bewusst wurde eine detaillierte Herleitung der verwendeten Formeln vorgenommen, damit die Lernenden alsbald in der Lage sind, die dargestellten Zusammenhänge in Programme umzusetzen, aber auch Gleichungen für verwandte physikalische Effekte aufzustellen.

Das Buch richtet sich in erster Linie an Studierende, die Master-Niveau anstreben. Aber auch für den FEM-Anwender sollten sich hier nützliche Erkenntnisse ergeben. Während in der linearen FEM, wenn nicht gerade eine Verschieblichkeit vorliegt, stets ein Ergebnis erzielt wird – die Richtigkeit sei hier nicht diskutiert –, wird insbesondere für den unbedarften Nutzer eine nichtlineare Berechnung öfter in Nichtkonvergenz und damit ohne Gleichgewichtslösung enden. Dann ist es gut zu wissen, was die Ursachen dafür sein können. Hier werden besonders die Kapitel über Stabilität und über Konvergenzerzielung im Kontakt empfohlen. Es sollte aber auch beachtet werden, dass der Erfolg einer nichtlinearen Berechnung davon abhängt, dass die Eingabedaten einigermaßen der Wirklichkeit entsprechen, weil eine Überlastung des Systems nicht erst im Nachhinein bei der Ergebnisauswertung festgestellt wird, sondern sich schon im Konvergenzverhalten niederschlägt.

Noch eine Notwendigkeit ergibt sich für den Anwender, die vielleicht sogar an erster Stelle steht und der hier in Ausschnitten entsprochen werden soll: Die marktgängigen FEM-Programme bieten eine Vielzahl von Optionen, die für eine erfolgreiche Aufgabebewältigung hilfreich sind. Ihre Beschreibungen sind gewöhnlich für Nutzer mit Theoriekenntnissen formuliert. Die Beispielergebnisse sind nahezu sämtlich mit dem Programm-

system ANSYS erzielt worden, andere bekannte FE-Programme verwenden aber ähnliche Konzepte, sodass die Erkenntnisse übertragbar sind.

Vorausgesetzt wird, dass man grundsätzlich Finite Elemente formulieren kann, jedenfalls im Linearen. Dazu gibt es zahlreiche Literatur und oft entsprechende Lehrveranstaltungen im Ingenieurstudium.

Dieses Buch ist ein Lehrbuch über Nichtlinearitäten. Ein Großteil des Wissens ist in der Fachwelt Allgemeingut. Daher wird hier im Wesentlichen nur auf weiterführende Literatur verwiesen, jedoch nicht auf die Ursprünge der hier dargestellten Theorien und Algorithmen.

Schließlich wird der Lehrbuchcharakter und die Herkunft aus Vorlesungsskripten auch daran deutlich, dass allgemeine Problemstellungen und Verfahren zu ihrer Lösung zunächst exemplarisch erarbeitet werden, und zwar meist bei ihrem ersten Auftreten.

Dieses Werk entstand aus Skripten zu Vorlesungen, die der Verfasser an seiner Hochschule Hannover sowie an der FH Lausitz und an der European School of Computer Aided Engineering Technology (ESoCAET) im Rahmen von Masterstudiengängen hielt. Die Wurzeln liegen allerdings schon in den Schulungs- und Entwicklungsaufgaben des Autors während seiner langjährigen Tätigkeit bei der CADFEM GmbH. An dieser Stelle herzlichen Dank für die lehrreiche Zeit, Dank besonders an den seinerzeitigen Chef, Dr.-Ing. Günter Müller.

Seine ersten Spuren auf dem Gebiet der Finite-Elemente-Methode – auch damals schon mit einem gewissen Anteil Nichtlinearität – verdiente sich der Verfasser am Institut für Baumechanik und Numerische Mechanik der Universität Hannover unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Erwin Stein, der die Begeisterung erst für die Mechanik, dann für die FEM weckte. Auch hierfür ein Dankeschön.

Die dritte Auflage wurde noch einmal durchgesehen, wo nötig korrigiert, ergänzt und in einigen Bereichen, insbesondere an verschiedenen Stellen der geometrischen Nichtlinearität und im Kontakt, auch erweitert.

Dank gilt Frau Klabunde und Herrn Zipsner vom Lektorat Maschinenbau des Springer-Vieweg-Verlages für die Betreuung von der erstmaligen Fertigstellung des Werkes bis jetzt zur dritten Auflage.

Langenhagen, im Frühjahr 2016

Wilhelm Rust



<http://www.springer.com/978-3-658-13377-1>

Nichtlineare Finite-Elemente-Berechnungen

Kontakt, Kinematik, Material

Rust, W.

2016, XIV, 341 S. 230 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-13377-1