

# Numerische Bodenmodellierung unter dynamischen Anregungen im Zeitbereich

Die Modellierung des Bodens durch numerischen Methoden ist eine komplexe Herausforderung infolge diverser Phänomene, die in diesem Medium aufgrund seines Materials und seiner Geometrie auftreten. Ein sehr komplizierter Fall tritt auf, wenn der Boden unter dynamischen Erregungen steht. Die Kenntnis der Dimensionen und Randbedingungen eines definierten Bodenmodells ist unerlässlich, um akzeptable Ergebnisse seines Verhaltens zu erhalten, und zwar insbesondere, wenn nichtlineare Analysen oder komplexe Energiedissipationsstudien für das Design von Strukturen benötigt werden. Darüber hinaus umfassen numerische Methoden mehr Eigenschaften bestimmter Phänomene in der Zeitbereichsanalyse, trotzdem werden diese Verfahren durch die notwendigen teuren und zeitaufwendigen Berechnungen immer noch begrenzt.

Auf dieser Feststellung beruhend, führt das Projekt zu einem numerischen Modell, um den Boden unter dynamischen Erregungen im Zeitbereich darzustellen. Das Ziel ist es, ein definiertes Beispiel des Bodens durch die Steigerung der Anzahl der Unbekannten von der Bewegungsdifferentialgleichung zu optimieren, und zwar unter Berücksichtigung der Wellenausbreitung. Die vorgeschlagene Methodologie kombiniert verschiedene mathematische Definitionen, die in zwei aufeinanderfolgende Prozesse aufgeteilt sind.

Der erste Prozess widmet sich der Modellierung eines einfachen Domains unter ebenem Verzerrungszustand, indem die **NURBS** als Ansatzfunktionen in Verbindung mit den Prinzipien der **Scaled Boundary Finite Elemente-Methode** implementiert werden. In diesem ersten Schritt wird das isoparametrische Konzept verwendet. Die Hauptaufgabe besteht darin, die dynamischen Eigenschaften eines einfachen Domains darzustellen, indem eine konsistente Massenmatrix eines Domains mit linearen Materialeigenschaften implementiert wird. Die Validierung wird durch den Vergleich der hier erzielten Ergebnisse mit anderen numerischen Methoden durchgeführt. Der zweite Prozess zielt auf eine Darstellung des Wellenausbreitungsphänomens in einem linearen Boden aufgrund harmonischer Erregungen. Eine durch die **Perfectly Matched Layer**-Methode definierte dämpfende Randbedingung wird an den Grenzen eines Mediums berücksichtigt, um die Rückkehr von Reflektionen auszuschließen. Die PML funktioniert durch einen Wechsel von einem linearen zu nichtlinearen Material, indem eine komplexe *Stretching Function* in die maßgebende Gleichung des Problems eingeführt wird. Dabei definiert diese Funktion das Rechenmedium in zwei Teile, wobei in einem von diesem die Wellen absorbiert werden. Die Ergebnisse des Gesamtmodells werden mit anderen Formulierungen verglichen, z.B. mit Formulierungen im Frequenzbereich sowie mit Formulierungen, in den mechanische Methoden implementiert worden sind.

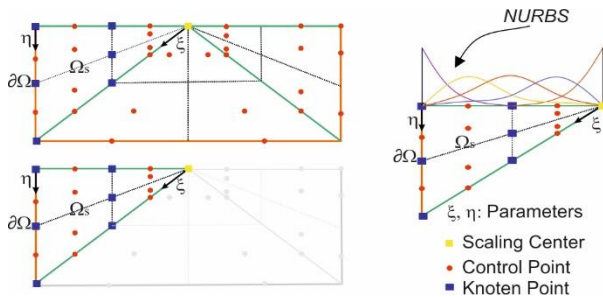


Abb. 1 Parametrisation durch URBS und die Basis auf der SBFEM.

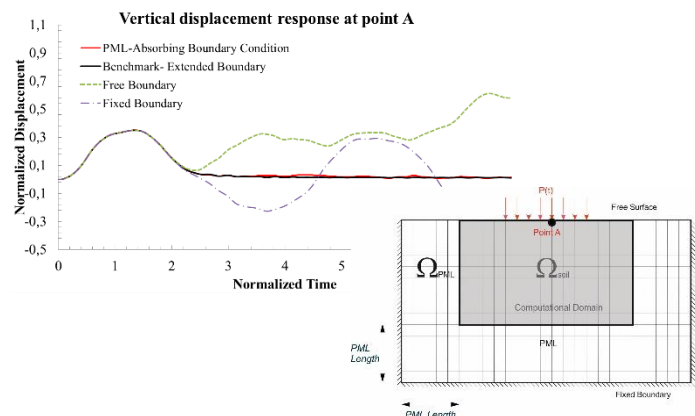


Abb.2 Antwort eines linearischen Materials durch PML. Berechnetes Beispiel durch LS-DyNA ©.

Außerdem kann dieses Projekt auch als Grundlage für weitere Studien im Zusammenhang mit Bodenmodellierungen verwendet werden: Bodenschichtung, Boden-Struktur-Interaktion, Pfahl- oder Tiefenfundamente, Material- oder geometrische Nichtlinearitäten, usw.

## Stichworte

numerische Methoden, NURBS, isoparametrische Analyse, Zeitbereichsanalyse, Bodenmodellierung, *Perfectly Matched Layer*, *Seismic Engineering*

Projekt gefördert von DAAD-CONACyT (Mexiko) in Kooperation mit dem Lehrstuhl für Baustatik und Baudynamik an der RWTH.