

Axiomata  
sive  
Leges Motus



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg



## Seminar über Fragen der Mechanik

zu folgendem Vortrag wird herzlich eingeladen

Donnerstag, **19.01.2012, 13:00 Uhr**, Konrad-Zuse-Str. 3-5, Raum 2.023

### Das Antwortspektrenverfahren für Erdbebensimulationen

Dipl. Math.-techn. Philipp Landkammer

Ingenieurbüro KAE GmbH, Hausen b. Forchheim

Das Antwortspektrenverfahren bezeichnet eine Methode der Strukturmechanik, die verwendet wird um Gebäudeschäden infolge eines Erdbebens vorherzusagen und so Vorsorge-maßnahmen treffen zu können. Sogenannte Antwortspektrendiagramme (Abb. 1) charakterisieren dabei die Intensität eines Bebens und liegen als Referenzen für verschiedene Regionen vor.

Desweiteren dienen diese Diagramme bei FEM-Simulationen von Gebäuden als Eingangsdaten um mit ihrer Hilfe die maximalen Auswirkungen (z.B. Verschiebungen oder auftretende Trägheitskräfte) infolge eines Erdbebens zu berechnen. Der Vorteil dieses Vorgehens ist, dass bei einer vorgegebenen Dämpfungsrate  $\zeta$  des Gebäudemodells, statt einer aufwändigen Zeitschrittintegration, nur dessen Eigenmoden bestimmt werden müssen.

Sind solche Antwortspektrendiagramme nicht vorhanden, müssen sie aus aufgenommenen oder künstlich erstellten Bodenbeschleunigungen  $a_g(t)$  (Abb. 2) erzeugt werden. Dies geschieht über die Bewegungsgleichung des Einmassenschwingers mit einer bestimmten Dämpfungsrate  $\zeta$ :

$$\ddot{u}(t) + 2\zeta\omega\dot{u}(t) + \omega^2u(t) = -a_g(t)$$

Diese Differentialgleichung muss für verschiedene Eigenkreisfrequenzen  $\omega$  gelöst werden. Danach können im Antwortspektrendiagramm (Abb. 1) die Spektralwerte  $S_a = \max(|\ddot{u}(t) + a_g(t)|)$  entlang der Eigenfrequenzen  $f$  aufgetragen werden. Für die Berechnung der Spektralwerte  $S_a$  ist es allerdings auch ausreichend, nur die Beschleunigungen des Einmassenschwingers  $\ddot{u}(t)$  zu kennen. Zur Bestimmung dieser Beschleunigungen  $\ddot{u}(t)$  kann wiederum ein rekursiver und daher sehr effizienter Algorithmus eingesetzt werden, um so ebenfalls eine Zeitintegration der Bewegungsgleichung zu vermeiden.

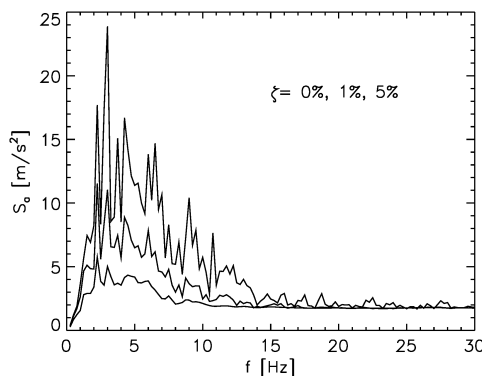


Abb.1: Diagramm mit Antwortspektren für bestimmte Dämpfungsraten  $\zeta$

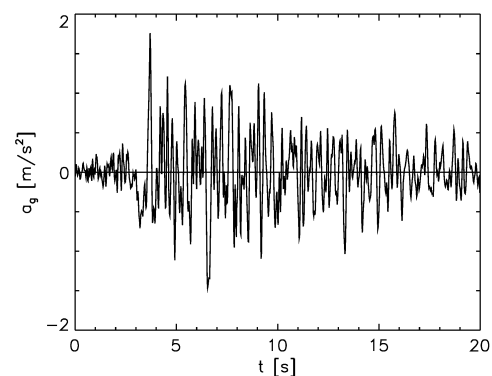


Abb.2: Durch einen Seismografen aufgezeichnete Bodenbeschleunigungen

Prof. Dr.-Ing. P. Steinmann  
Prof. Dr.-Ing. K. Willner

Lehrstuhl für Technische Mechanik  
Egerlandstraße 5, 91058 Erlangen

Prof. Dr.-Ing. S. Leyendecker

Lehrstuhl für Technische Dynamik  
Konrad-Zuse-Straße 3-5, 91052 Erlangen