

0. Motivation und Grundsätzliches zum Stoß (in Arbeit)

Auerbach -> Versagen der Elastizitätstheorie im Experiment

Istvan Szabo -> Hinweis auf die widersprechenden Theorien

Vorlesung von Rudolf Gross und Achim Marx

[stossgesetze](#)

0.1 Vorgangsbeschreibung

Beim Stoßvorgang sind drei Zeitabschnitte zu unterscheiden.

In der Vorstoßphase bewegen sich die Stäbe unbeschleunigt und undeformiert aufeinander zu.

In der Stoßphase wirkt auf beide Stäbe eine gleichgroße und entgegengerichtete Stoßkraft.

Die Stoßkraft und die Trägheitskraft eines Stabes stehen nach den newtonschen Gesetzen im dynamischen Gleichgewicht.

In der Nachstoßphase entfernen sich die elastischen Stäbe mit

konstanten Geschwindigkeiten und mit von der Stoßkraft erregten Deformationen.

[5](#)

0.2 Gesetze und Größen

0.2.1 Bewegungsgesetze

Die Berechnung der mechanischen Vorgangsgrößen erfolgt allein auf der Grundlage der newtonschen Gesetze.

0.2.2 Materialverhalten

Für die Stäbe wird das hookesche Gesetz vorausgesetzt.

[1](#)

0.2.3. Größen

0.2.3.1 mechanische Größen

Koordinaten der Schwerpunkte beider Stäbe und der Stoßstelle

Geschwindigkeiten und Impulse der Stäbe

Stoßkraft, Stoßzeit und Schwerpunktsenergie

[2](#)

0.2.3.2 elastomechanische Größen

Deformationen und Spannungen

0.3. Koordinatensysteme

Zur mathematische Behandlung werden nachstehende Systeme eingeführt:

0.3.1 Laborsystem (LBS)

Das LBS ist das Koordinatensystem in dem die Bestimmung und Messung der mechanischen Größen beider Stäbe erfolgt.

0.3.2 Massenmittelpunktsystem (MMS)

Die analytische Bestimmung der elastomechanischen Größen als Funktion von Ort und Zeit erfordert die nur im MMS gegebene Unabhängigkeit der Ortskoordinaten von der Zeit.

Das MMS ist das mit dem Massenmittelpunkt eines Stabes verbundene Koordinatensystem.

Das MMS ist ein gegen das LBS beschleunigtes Bezugssystem, in dem der Massenmittelpunkt eines Stabes im Koordinatenursprung ruht. Im MMS besteht in allen Zeitphasen des Stoßes das dynamische Gleichgewicht von Stoßkraft und Trägheitskraft.

0.3. Schwerpunktsystem (CMS)

Das Schwerpunktsystem (englisch: Center-of-mass system, CMS) ist ein Bezugssystem, in dem der Gesamtimpuls beider Stäbe der Nullvektor ist.

Der gemeinsame Schwerpunkt ruht im Koordinatenursprung.

Das CMS bewegt sich im Laborsystem (LBS) mit konstanter Geschwindigkeit.

Im CMS sind die mechanischen Größen des Stoßes besonders einfach darstellbar.

[3](#)

0.4. Methodik

0.4.1 Zielstellung

Zeitverlauf der mechanischen und elastomechanischen Größen beim Stoß elastischer Stäbe. [4](#)

0.4.2 Lösungsanforderung

0.4.2.1 Stetigkeit der mechanischen Größen im LBS

0.4.2.2 Stetigkeit der Deformationen und Spannungen im MMS
bei Stoßbeginn und Stoßende

0.4.3 Lösungseinschränkungen

Eindimensionaler Deformationszustand, Linearisierung der Deformation.

1. Mechanische Theorie des Stoßes

[stoss1.pdf](#)

Auf Grundlage der newtonschen Gesetze und des hookeschen Gesetzes werden die mechanischen Größen mit den Mitteln der Algebra und Analysis bestimmt.

1.1 Physikalische Größen der Stäbe 1 und 2

1.2 Charakteristische Vorgangsgrößen

1.3 Physikalische Grundlagen

1.4 Deformationsbedingung

1.5 Bestimmung der Stoßkraft

1.6 Stoßvorgang im Laborsystem

1.7 Mechanischen Größen der Stoßphase

2. Experimenteller Befund

[stoss2.pdf](#)

Die Ergebnisse der mechanischen Theorie werden mit dem Experiment verglichen. Grundlage der experimentellen Überprüfung sind die Gleichungen für die Geschwindigkeiten der Stoßphase bei Stoßende.

3. Diskretes Stabmodell

[stoss3.pdf](#)

3.1 Modellierung

3.2 Die Bewegungsgleichungen des Stabmodells

3.3 Die Bestimmung der Bewegungsmöglichkeiten (Normalmodi)

3.4 Die Anfangsbedingungen für die Eigenmodi

3.5 Die Bewegung des Modells bei einem Kraftstoß $F_0 \sin(\omega \cdot t)$

3.6 Zusammenfassung des Modellverhaltens

3.7 Vom diskreten Modell zum linearen Kontinuum

4. Deformationen und Spannungen

[stoss4.pdf](#)

4.1 Begriffe und Konsequenzen

4.2 Differenzialgleichung, Randbedingungen, Anfangsbedingungen

4.3 Fazit zu Differenzialgleichung, Randbedingungen und Anfangsbedingungen

5. Die Deformation und Spannung beim Kraftstoß $F_0 \sin(\omega \cdot t)$

[stoss5.pdf](#)

5.1 Die Differenzialgleichung und die Bedingungen für die Deformation

5.2 Die Lösung für Deformation und Spannung beim Kraftstoß

Links:

[1 - newtonsche Gesetze](#)
[4 - Methodik](#)

[2 - hookesches Gesetz](#)
[5 - Traegheitskraft](#)

[3 - Schwerpunktsystem](#)

