

ABAQUS-Anleitung

SoSe 2020

HERBERT BAASER

Stand: 06.04.2020



Autoren, Entstehung, ...

- HERBERT BAASER
- DANIEL HÄUSCHEN im Wintersemester 2017/2018



Allgemein Über die "FEM" und ihre Geschichte

Video von Gilbert Strang <u>https://www.youtube.com/embed/WwgrAH-IMOk</u>

Literatur

- Baaser "Development and Application of the Finite Element Method Based on MatLab", Springer
- Baaser: OLAT-online-Skript
- Knothe & Wessels: <u>Finite Elemente</u>, Springer ebook
- Gross / Hauger / Schnell / Wriggers <u>"Technische Mechanik 4</u>", Springer
- Nasdala, <u>FEM-Formelsammlung</u>, Springer



Allgemein FEM-Programm-Systeme

- Tutorial mit ABAQUS → CAE ("Complete Abaqus Environent")
- Anwendung anderer Programme vom Aufbau gleich
 - ANSYS, MARC, ...



Allgemein Abaqus Lehr- und Studentenversionen

- Studentenversion frei erhältlich
 - <u>https://academy.3ds.com/en/software/abaqus-student-edition</u>
- Lehrversion im Rechnerraum
 - R1-236/237 @ TH Bingen



Allgemein Systematik – Übersicht

Vorbereitung

preprocessing

Lösung

solver / solution

Nach-/Aufbereitung

postprocessing



Tutorial Beispiel Lochscheibe



Material: lineare Elastizität $E = 210,000 \text{ N/mm}^2$ v = 0.3

gesucht:

Spannungsverlauf in Zugrichtung im Schnitt a-a





Allgemein Start von ABAQ-CAE unter Windows 10

Öffnen mit Standard/Explicit Model





Allgemein Benutzeroberfläche ABAQ-CAE





Allgemein Anlegen eines neuen Verzeichnisses

- Arbeitsverzeichnis und Speicherort festlegen
 - z.B. eigenen USB-Stick auswählen | eigene Datenstruktur !
- File \rightarrow Set Work Directory

💠 Abaqus/CAE Student Edition 6.14	🜩 Set Work Directory	\times
Eile Model Viewport View Image:	Current work directory: !! Arbeits C:\Temp New work directory:	^{sver} zeichi
Set Work Directory	C:\Temp	
Save Ctrl+S Save <u>A</u> s Compress M <u>D</u> B	Note: In file selection dialog boxes, y click the work directory icon to to the current work directory.	ou can o jump 🥕
	OK Can	icel

Hier auch Modell als *.cae abspeichern und sichern !!



Allgemein Modeleigenschaften festlegen





Preprocessing Inhalt

- Festlegen von
 - Geometrie
 - 2D-/3D-Geometrie
 - axial-/rotationssymmetrische Geometrie
 - Material
 - Vernetzung
 - Randbedingungen
 - Belastungen



• Auswahlbaum \rightarrow Parts \rightarrow Create





- Model erzeugen
 - Name
 - Modeling Space
 - Туре
 - Base Feature
 - Approximate size

😓 Cre	ate Part	×	
Name: - Mod () 31	Lochscheibe eling Space	Axisymmetric	
Type	eformable	Options	
O D O A Eu Base O SI O W O Pu	iscrete rigid nalytical rigid ulerian Feature hell /ire oint	None available	Beispiel Lochscheibe
Approx	cimate size: 100	Cancel	



- Festlegen der Eigenschaften der Geometrie durch Sketch-Tool
 - 2D
 - 3D
 - axial-/rotationssymmetrisch
- oder Import aus CAD z.B. *.STEP







Preprocessing Geometrie Beispiel

Skizze Beispiel Lochscheibe





Preprocessing Geometrie Beispiel

2D Model Beispiel Lochscheibe





- Property = Eigenschaften der Geometrie
 - Material
 - Definition der Materialeigenschaften
 - Section
 - Zuweisung von Material zu Geometrie
 - Asign Section
 - Geometrie wird mit Material verknüpft (Section wird Part zugewiesen)



- Auswahl Materialmodel
- Auswahlbaum -> Sections -> Create
 - Name
 - Category
 - Туре





Auswahl von Materialien





Preprocessing Material Beispiel

- Auswahl eines Materials am Beispiel Lochscheibe
 - Name
 - Materialeigenschaft





Preprocessing **Material Beispiel**

- Eigenschaft Material
 - Elastizitätsmodul in N/mm
 - Poissonzahl/Querkontrakt

aterial	🜩 Edit Material	×
	Name: Steel	
ul in N/mm²	Description:	1
erkontraktion	Material Behaviors	
	Elastic	
	<u>G</u> eneral <u>M</u> echanical <u>T</u> hermal <u>E</u> lectrical/Magnetic <u>O</u> ther	*
	Elastic	
	Type: Isotropic	▼ Suboptions
	Use temperature-dependent data	
	Number of field variables: 0	
	Moduli time scale (for viscoelasticity): Long-term	
	No compression	
	No tension	
	Data	
Beispiel	Young's Poisson's Modulus Ratio	
Lochscheibe	210000 0.3	



Verwaltung der Materialien und Sektionen





Preprocessing Material Beispiel

Material der Geometrie zuweisen





Preprocessing Material Beispiel

Material der Geometrie zuweisen





Auswahlbaum -> Part -> Engineering Features -> Mesh







- Netzgröße definieren
 - Größe des Netzes der Simulation anpassen

Module:	💠 Global Seeds 🛛 🕹
	Sizing Controls Approximate global size 0.1
80 👘 .	Curvature control
	Maximum deviation factor (0.0 < h/L < 1.0): 0.1 (Approximate number of elements per circle: 8)
	Minimum size control
	By fraction of global size (0.0 < min < 1.0) 0.1
📇 🖶 👘	○ By absolute value (0.0 < min < global size) 0.01
	OK Apply Defaults Cancel



Elementtyp definieren

Symbol auswählen und Bauteil markieren





Vernetzungsart definieren





Preprocessing Vernetzung Beispiel

Bauteil vernetzen







Preprocessing Modifizierte Vernetzung

Netz verfeinern entlang einer Kante





FEM | HBaa | © 2020

Preprocessing Modifizierte Vernetzung

Auswahl Vernetzung / Anzahl Elemente

💠 Local Seeds	×
Basic Constraints	
Method Bias	
By size Single Double By number	
Sizing Controls	
Set Creation	
Create set with name: Edge Seeds-1	
OK Apply Defaults	Cancel





Preprocessing Modifizierte Vernetzung

Netzt verfeinern entlang einer Kante und Richtung





Preprocessing Assembly

- Modelle können aus mehreren Parts bestehen (Baugruppe)
- Jeder *Part* ist unabhängig in einem eigenem Koordinatensystem definiert
- Um eine Baugruppe zusammen zu bauen, werden die einzelnen Parts in einem globalen Koordinatensystem zueinander ausgerichtet.



Preprocessing Assembly

	💠 Create Instance 🛛 🗙
Model Database	Create instances from: Parts O Models
 ➡ Models (1) ➡ Model-1 ➡ Parts (1) ➡ E Materials (1) ➡ Calibrations ➡ Sections (1) ➡ Profiles 	Parts Lochscheibe3
Assembly Instances Position Constraints Features	A meshed part has been selected, so the instance type will be Dependent. Note: To change a Dependent instance's mesh, you must edit its part's mesh.
	OK Apply Cancel



 \times
Preprocessing Steps

- Definition der Belastungsschritte
- Es können mehrere Zustände für eine Geometrie erzeugt werden.



Preprocessing **Steps**

• Auswahlbaum \rightarrow Steps \rightarrow Create

Model Results	💠 Create Step	\times
🥞 Model Database 🛛 🗸 🏝 🗞 🍹	Name Step-Last	
□ 🏭 Models (1)	Insert new step after	
🖻 <u>Model-1</u>	1-Mail	
🕀 🦫 Parts (1)	Initial	
⊕ 🖉 Materials (1)		
S Calibrations		
🕀 🤹 Sections (1)		
🕂 🖶 Profiles		
+ Assembly		
teps (1)	Procedure type General	
Field Output Requests	Demonster Tenne dien Fundiait	~
🖶 History Output Requests	Dynamic, Temp-disp, Explicit	
	Geostatic	
	Heat transfer	
	Mass diffusion	
	Soule	
C	Static, General	
	Static, Riks	~
	<	>
	Continue Cancel	



FEM | HBaa | © 2020

Preprocessing Steps

🔷 Edit Step		×
Name: Step-Las	:	
Type: Static, Ger	eral	
Basic Increm	entation Other	
Description:		
Time period: 1		
NIgeom 0	f (This setting controls the inclusion of nonlinear e of large displacements and affects subsequent s	effects teps.)
Automatic stabi	lization: None	\sim
	ОК	Cancel



• Auswahlbaum \rightarrow Steps \rightarrow Step Last \rightarrow BCs \rightarrow Create







- Festlegen der Randbedingung
 - für jede Randbedingung neu ...

💠 Create Boundary Co	ndition ×
Name: BC-1	
Step: Step-Last Procedure: Static, Gener	al
Category	Types for Selected Step
 Fluid Electrical/Magnetic Other 	Displacement/Rotation Velocity/Angular velocity Connector displacement Connector velocity
Continue	Cancel



• Auswahl der betreffenden Knotengruppe (\rightarrow "set")







Freiheitsgrade auswählen





• Auswahlbaum \rightarrow Steps \rightarrow Step Last \rightarrow Loads \rightarrow Create





FEM | HBaa | © 2020

Art der Belastung





Belastung an Geometrie festlegen





Belastung definieren





Geometrie mit Randbedingung und Belastung





Zusammenfassung Preprocessing

- Part: Geometrie erstellen/laden
- Property
 - Material
 - Section
 - Section \rightarrow Material
- Mesh: Elementauswahl & Vernetzung
- Assembly: Parts \rightarrow Instance
- Loads: Definition der Randbedingung & Lasten
- Steps: Belastungszustände



Solution Inhalt

nummerische Lösung initiieren



• Auswahlbaum \rightarrow Analysis \rightarrow Job \rightarrow Create





neuen Job erstellen





Berechnungseinstellungen festlegen

╞ Edit Job						
Jame: Job-1						
Model: Mode	I-1					
Analysis produ	ct: Abaqu	s/Standard				
Description:						
Submission	General	Memory	Parallelization	Precision		
Job Type -						
Full analy	/sis					
O Recover ((Explicit)					
○ Restart						
Run Mode	nd () Que	ue:	Hos	t name:		
	_		Тур	e:		
Submit Tim	e					
Immedia	tely					
🔿 Wait:	hrs. m	in.				
O At:		·@·				
0	OK	\triangleright		Car	ncel	



Berechnung ausführen





Postprocessing



Ergebnis-Datei öffnen

		🜩 Open Database	\times
Model Results Session Data	Modul	Directory: 🗀 Temp 🔤 🗈 🛣 > 🥕 📸 🖭 🗅	
Output Database Model Databa Spectrums (7 XYPlots XYData Paths Display Groups (1) Free Body Cuts Streams Maxies	F2	 verify Job-1.odb 	
		File Name: Append to layers	<u>)</u> K
		File F <u>i</u> lter: Output Database (*.odb*) V Read-only Ca	ncel



Visualisierung der Ergebnisse





Deformation anzeigen





Anzeigen von Kontur-Plots

hier ("default"): VON MISES - Vergleichsspannung





- Ausgabe der Ergebnisse in Diagramm (X-Y-Plots)
- Exportieren der Plots in andere Programme
 - Excel, Matlab...



■ Auswahlbaum → Create X-Y-Data



💠 Create XY Data	\times
Source	
ODB history output	
ODB field output	
O Thickness	
○ Free body	
Operate on XY data	
O ASCII file	
○ Keyboard	
○ Path	
Continue Cancel	I



Auswahl der darzustellenden Größen

🜩 XY Data from ODB Field Output	×
Steps/Frames	
Note: XY Data will be extracted from the active steps/frames Acti	ive Steps/Frames
Variables Elements/Nodes	
Output Variables	
Positio E Unique Nodal	
Click checkboxes or edit the identifiers shown next to Edit below.	
PEEQ: Equivalent plastic strain	^
PEMAG: Magnitude of plastic strain	
 RF: Reaction force 	
Magnitude	
RF1 I TRF2	
S: Stress components	
U: Spatial displacement	*
Edit: RF.RF1	
Section point:	
Save Plot	Dismiss



- Auswahl der darzustellenden Elementen/Knoten
 - Methode auswählen
 - Auswahl der Elemente am Model





- Ausgabe der ausgewählten Größen im Diagramm
 - Beispiel Übung 1
 - Ausgabe der einzelnen Reaktionskräfte bezogen auf die Knoten





Postprocessing Arbeiten mit X-Y-Plots

■ Auswahlbaum → Create X-Y-Data







Postprocessing Arbeiten mit X-Y-Plots

nter an expression by typing and selecting XY Data and Operators below. xample: maxEnvelope("XYData-2", "XYData-4") * 2.5 + "XYData-5" um (() XY Data Name filter:	
xample: maxEnvelope("XYData-2", "XYData-4") * 2.5 + "XYData-5" rum (() XY Data Name filter: Q Coperators A - XYData, float, or integr	
um (ⓓ) XY Data Name filter:	
XY Data Operators Name filter:	
XY Data Operators Name filter: -ġ': A - XYData, float, or integr	
XY Data Operators Name filter: `Q`- A - XYData, float, or integr	
Name filter:	
V VVD-t-	er
Name Description	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE F - float	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE sineButterworthFilter(X,F)	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE sin(A)	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE sinh(A)	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE smooth(X,I)	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE smooth2(X,F)	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE sqrt(A)	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE	
_RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE	
_RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE	
RF:RF1 PI: LOCHS From Field Data: RF:RF1 at part instance LOCHSCHEIBE	
truncate(X,F)	
	~
Create XV Data Save As Plot Expression Clear Expression Cancel	



Postprocessing Arbeiten mit X-Y-Plots

• Ausgabe der summierten Reaktionskräfte im Diagramm





FEM | HBaa | © 2020

- Export von Daten in RPT-Datei
 - Report \rightarrow XY...





Auswahl der zu exportierenden Daten





Setup und Speicherort festlegen





Ausgabe von Daten entlang eines Pfades

• Path \rightarrow Create





Auswahl der Knoten




Postprocessing Export Plot-Daten

• Auswahlbaum \rightarrow Create XY Data \rightarrow Path





Postprocessing Export Plot-Daten

💠 XY Data from Path		×
Data Extraction		
Path:	Path-1 🗸	
Model shape:	O Deformed Undeforme	d
Project onto mesh, tolerance:	0	
Point Locations:		
Path points		
✓ Include intersections		
○ Uniform spacing		
Number of intervals 10	A V	
		ý-
X Values		
Irue distance X dista	ance	
Normalized distance Y dista	ance	
○ Sequence ID ○ Z dista	ance 'e	-
Y Values		
Step: 1, Step-1		
Frame: 1 Step/Frame		
Field output variable: RF, RF1		
Note: Result option settings will be applied to calculate result values for the current step and frame.		
Save As Plot	Cancel	





Prof. Dr.-Ing. habil. Herbert Baaser "Engineering Mechanics & Finite Element Methods"

Dept. 2 – Mech. Eng. Berlinstr. 109 55411 Bingen am Rhein, Germany

Fon + 49 6721 409 132 H.Baaser@TH-Bingen.de TU Darmstadt FB13 - Solid Mechanics 64287 Darmstadt



