

## Übersichtsplan FMKS SS 2023

	Datum	Kap.	Inhalte	Literatur	Sonstiges	Kontrollfragen	
V01	Mi	09.04.25.	1	Einführung, Überblick, Kennenlernen			
V02	Fr	11.04.25.	2.0 - 2.1.2	Koordinaten und Zwangsbedingungen, Herleitung von Bewegungsgleichungen mit Hilfe der Newton-Euler Gleichungen, unabhängige Variation	<a href="#">Woernle, C.: Mechanische Systeme mit Bindungen</a>	<a href="#">Seifried, Robert Dynamics of underactuated multibody systems</a>	Welche Bedeutung besitzt der Rang der Bindungsmatrix?  Was versteht man unter virtuellen Verrückungen?
V03	Mi	16.04.25.	2.1 - 2.1.3	Abhängige Variation (Lagrange Multiplikatoren), D'Alembertsche Prinzip zur Elimination der Reaktionskräfte, Jourdain'sche Prinzip	<a href="#">Woernle, C.: Mechanische Systeme mit Bindungen</a>	Was ist der Kern einer Matrix? Was unterscheidet das d'Alembertsche Prinzip vom Jourdain'schen Prinzip?	



<b>V06</b>	Mi	30.04.25.	2.4-2.4.2	Einführung in die Symbolic Toolbox von Matlab, MKS mit kinematischen Schleifen (DAE Formulierung vs. ODE Formulierungb)	Einführung in Matlab	kin. Schleife Modell (groß & klein)	Wie können Systeme mit kinematischer Schleife in eine Baumstruktur überführt werden? Mit welchem Befehl können Sie die Ableitung von symbolischen Ausdrücken in Matlab berechnen? Wieso bevorzugen wir ODE Formulierungen im Vergleich zu DAE Formulierungen? Wieso werden die abhängigen Koordinaten für die Lösung eines MKS Systems mit kinematischer Schleife bei der Methode der Koordinatenzerlegung benötigt?
<b>V07</b>	Fr	02.05.25.	2.5-2.5.1	Holonome MKS in Baumstruktur unter Verwendung von redundanten Koordinaten MKS in Baumstruktur als DAE, Differentiationsindex			Welche Vorteile bieten Lagrange Multiplikatoren (DAE-Formulierungen) bei holonomen MKS in Baumstruktur? Was bedeutet ODE45, ODE23 und ODE23s?
<b>V08</b>	Mi	07.05.25.	2.5.1	Lösung von DAE, Vergleich ODE vs. DAE Vorrechnen Aufgabe A2	<a href="#">Multibody dynamics in computational mechanics and engineering applications</a>	<a href="#">Woernle, C.: Mehrkörpersysteme - Eine Einführung in die Kinematik (ILIAS, S.76)</a>	
<b>V09</b>	Fr	09.05.25.	2.6	Nichtholonome MKS A4; A5; Abhilfe gegen numerischer Drift		Nichtholonomes Spielzeug, Fahrzeug, Doktorhutdeckel (aehnlich wie Muenze)	Wann ist eine kinematische Bindung holonom? Welcher Zusammenhang besteht zwischen Integrierbarkeit einer kinematischen Bindung und den Freiheitsgraden auf Lageebene?

<b>V10</b>	Mi	14.05.25.	2.6	Nichtholonome MKS A4; A5; Abhilfe gegen numerischer Drift	Nichtholonomes Spielzeug, Fahrzeug, Doktorhutdeckel (aehnlich wie Muenze)	Wann ist eine kinematische Bindung holonom? Welcher Zusammenhang besteht zwischen Integrierbarkeit einer kinematischen Bindung und den Freiheitsgraden auf Lageebene?
<b>V11</b>	Fr	16.05.25.	3.1	Grundlagen der Kontinuumsmechanik (Kurzfassung der für FMKS notwendigen Grundlagen) - Kinematik - Spannungsmaße - konstitutive Gleichungen - Bewegungsgleichungen (starke und schwache Form)	<a href="#">Murray, R. M.;</a> <a href="#">Li, Z.;</a> <a href="#">Sastry, S. S.:</a> <a href="#">A Mathematical Introduction to Robotic Manipulators,</a> elastisches Modell <a href="#">Chapter 7</a> <a href="#">Nonholonomic Behavior in Robotic Systems</a>	Was beschreiben die konstitutiven Gleichungen? Was ist ein typisches Beispiel einer Volumenkraft? Wie lassen sich die Bewegungsgleichungen eines elastischen Körpers bestimmen? Welcher grundlegende Unterschied in der Beschreibungsform besteht zwischen der starken und schwachen Form?
<b>V12</b>	Mi	21.05.25.	3.2	Finite Elemente Methode - Strukturelemente in der FEM Randbedingungen bei FE-Systemen Schubstarres Balkenelement A12, Nichtholonome MKS; Video Elastizitäten		Was ist der Unterschied zwischen Kontinuumselement und Strukturelement? Weshalb ist die Berechnungsvorschrift für die Verzerrungsmatrix B bei Balkenelementen anders als bei Stabelementen?

<b>V13</b>	Fr	23.05.25.	3.2.3 Zusammenbau des Gesamtsystems 3.2.4 Einbringen von Randbedingungen 3.2.5 FE-System mit Dämpfung 3.2.6 Mögliche FE-Problemstellungen Tutorial FEM in Matlab Ausgabe Praktikum 1 Besprechung Praktikum; Aufgaben der linearen FEM --> Vortrag Alex Brauchler Besprechung Aufgabe A6		Welche Problemstellungen aus dem Bereich der Mechanik lassen sich mit der FEM untersuchen?
<b>V14</b>	Mi	28.05.25.	4.0 – 4.1 Klassifizierung von flexiblen Mehrkörpersystemen	FEM-Tutorial	
<b>V15</b>	Fr	30.05.25.	4.3-4.3.2 Ansatz des mitbewegten Referenzsystems (FFR); <b>Kinematik</b> eines elastischen Körpers in der FFR Formulierung Diskretisierung eines elastischen Körpers	<a href="#">Shabana, A.: Flexible Multibody Dynamics: Review of Past and Recent Developments</a>	Wie lässt sich der Ansatz des mitbewegten Referenzsystems hinsichtlich numerischer Effizienz und Einschränkungen/Annahmen einordnen? Welche Anteile der Beschleunigung müssen im Allgemeinen berücksichtigt werden, wenn die absolute Beschleunigung in einem mitbewegten Koordinatensystem beschrieben wird?
<b>V16</b>	Mi	04.06.25.	4.3.3-4.3.4 Kinetik eines elastischen Körpers in der FFR Formulierung; Wahl der Ansatzfunktionen und des Referenzsystems Fragen zum Praktikum; Feedback Floating Frame of Reference Abgabe (1. Teil mit symbolischer Berechnung ca 1 Woche davor)		Wie erfolgt die Kopplung zwischen Starrkörperbewegung und elastischer Verformung in der Massenmatrix? Welche Möglichkeiten bestehen um sinnvolle Ansatzfunktionen für einen Körper zu erhalten? Welche Bedingungen müssen eingehalten werden? Wie müssen die Ansatzfunktionen bei einem Buckens-System gewählt werden?

<b>V17</b>	Fr	06.06.25.	5.1 - 5.2.2	<p>Beginn von: 5. Beschreibung und Implementierung von flexiblen MKS</p> <p>5. Beschreibung und Implementierung von flexiblen MKS</p> <p>5.1 DAE-Formulierung (Kartesische Koordinaten)</p>		Welche Form hat die Jacobimatrix der elastischen Deformation?
<b>V18</b>	Mi	18.06.25.	4.2.1 – 4.2.3	<p>Nichtlineare FEM "Absolute Nodal Coordinate Formulation (ANCF)"</p>	<p><a href="#">Omar, M.; Shabana, A.: A two-dimensional shear deformable beam for large rotation and deformation problems</a></p>	<p>Welche Vor- und Nachteile bietet die nichtlineare FEM im Vergleich zu anderen Ansätzen zur Modellierung von flexiblen Mehrkörpersystemen?</p> <p>Wie erfolgt die Trennung zwischen Ort und Zeit bei der ANCF Methode?</p> <p>Wie ist der Zusammenhang zwischen Polynomkoeffizienten <math>a(t)</math> und Koordinaten <math>e(t)</math>? Wie erfolgt die Bestimmung?</p> <p>Muss bei der Zeitintegration eines ANCF-Systems die Massenmatrix neu berechnet werden? Warum?</p>
<b>V19</b>	Fr	20.06.25.	4.3-4.3.2	<p>Modellreduktion; Vorstellung Musterlösung Aufgabe Praktikum 1;</p>		<p>Was ist der Unterschied zwischen einer Galerkin und einer Petrov-Galerkin Projektion?</p> <p>Wie berechnet man das Residuum?</p>
<b>V20</b>	Mi	25.06.25.	4.3.3- 4.3.5	<p>Verschiedene Reduktionsverfahren: Krylov Reduktion (Momentenabgleich), Balanziertes Abschneiden (Reduktion mit Gram'schen Matrizen)</p> <p>Zusammenfassung MOR</p>	<p>Matmoremb, FMKS_MOR_Homework</p>	<p>Ist die Krylov Reduktion ein Reduktionsverfahren im Zeit- oder im Frequenzbereich?</p> <p>Welche Parameter haben einen Einfluss auf die Approximationsgüte?</p>
<b>V21</b>	Fr	27.06.25.	5.26	<p>Beginn von: 5. Beschreibung und Implementierung von flexiblen MKS</p> <p>5. Beschreibung und Implementierung von flexiblen MKS</p> <p>5.1 DAE-Formulierung (Kartesische Koordinaten)</p>	<p><a href="#">Mayo, J.; García-Vallejo, D.; Domínguez, J.: Study of the Geometric Stiffening Effect: Comparison of Different Formulations</a></p>	<p>Was versteht man unter geometrischen Steifigkeiten? Wann treten diese auf? - Nennen Sie ein Beispiel</p>

V22	Mi	02.07.25.	4.3.7	5.2 ODE-Formulierung (Minimalkoordinaten) Vorstellen Lösung Aufgabe A8; Durchsprache V17 und V18 Aufzeigen Programmworkflow M21 FMKS PPT / Crank Drive Ausgabe P2	<a href="#">Wallrapp, O.: Standardization of Flexible Body Modeling in Multibody System Codes, Part I: Definition of Standard Input Data</a>		
V23	Fr	04.07.25.	4.3.8	Standard Input Data	<a href="#">Tobias, C.; Eberhard, P.: Stress Recovery with Krylov-Subspaces in Reduced Elastic Multibody Systems.</a>	SID-Data File	In welchem Schritt erfolgt die Spannungsberechnung des FMKS-Modells (Pre-Processing, Integration oder Post-Processing)? Welche Aussagen lassen sich durch die Auswertung von berechneten Spannungen treffen? Ort hoher Spannung bedeutet ...?
V24	Mi	09.07.25.		Spannungsberechnung Selbststudium ACF [PechsteinEtAl12]	<a href="#">Pechstein, A.; Reisch, D.; Gerstmayr, J: A Generalized Component Mode Synthesis Approach for Flexible Multibody Systems With a Constant Mass Matrix</a>		Was sind Vor- und Nachteile der ACF Methode?
V25	Fr	11.07.25.		Ausgewahlte Probleme Part I (Regelung von FMKS)			
V26	Mi	16.07.25.		Einführung in Neweul-M2	<b>ITM- Studierendenraum (PWR9, 4.151)</b>		
V27	Fr	18.07.25.		Ausgewahlte Probleme Part II (Geometrische Steifigkeiten), Lösung Praktikum 2, Vorstellung Praktikum 3	<a href="#">Geometric Stiffening Paper</a>		
V28	Mi	23.07.25.		Vorlesungsfrei			
<b>Vorlesungsende 19/07/25</b>							

**Hinweis** Die Vorlesungsinhalte und der zeitliche Ablauf koennen leicht vom Uebersichtsplan abweichen.

**V...** **Die Tabelle wird fortlaufend erweitert.**