

## Übersichtsplan FMKS SS 2024

	Datum		Kap.	Inhalte	Literatur	Sonstiges	Kontrollfragen
<b>V01</b>	Wed	10/04/24/	1	Einführung, Überblick, Kennenlernen			
<b>V02</b>	Fri	12/04/24/	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?
<b>V03</b>	Wed	17/04/24/	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>V04</b>	Fri	19/04/24/	2.2 - 2.3	Bewegungsgleichungen von holonomen MKS (in verallgemeinerten Koordinaten) verallgemeinerte Geschwindigkeiten			Wie berechnen sich die Jacobi-Matrizen? Was ist die anschauliche Bedeutung einer Jacobi-Matrix?
<b>V05</b>	Wed	24/04/24/	2.4-2.4.2	Einführung in die Symbolic Toolbox von Matlab, MKS mit kinematischen Schleifen (DAE Formulierung vs. ODE Formulierung)	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 Koordinatenerlegung benötigt?
<b>V06</b>	Fri	26/04/24/	2.5-2.5.1	Lösung von DAE, Vergleich ODE vs. DAE Vorrechnen Aufgabe A2	<a href="#">Woernle, C.: Mechanische Systeme mit Bindungen</a>		
<b>V07</b>	Fri	03/05/24/	2.6	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>	Wed	08/05/24/	3.1	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>V09</b>	Fri	10/05/24/	3.2	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>V10</b>	Wed	15/05/24/	3.2.3 3.2.4 3.2.5 3.2.6	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>V11</b>	Fri	17/05/24/	4.0 – 4.1	Zusammenbau des Gesamtsystems Einbringen von Randbedingungen FE-System mit Dämpfung Mögliche FE-Problemstellungen		
Pfingstferien						
<b>V12</b>	Wed	29/05/24/	4.2.1 – 4.2.3	Tutorial FEM in Matlab Ausgabe Praktikum 1; Aufgaben der linearen FEM Besprechung Aufgabe A6	FEM-Tutorial	Welche Problemstellungen aus dem Bereich der Mechanik lassen sich mit der FEM untersuchen?

<b>V13</b>	Fri	31/05/24/	4.3-4.3.2	Klassifizierung von flexiblen Mehrkörpersystemen Nichtlineare FEM "Absolute Nodal Coordinate Formulation (ANCF)"	<a href="#">Omar, M.; Shabana, A.: A two-dimensional shear deformable beam for large rotation and deformation problems</a>	Welche Vor- und Nachteile bietet die nichtlineare FEM im Vergleich zu anderen Ansätzen zur Modellierung von flexiblen Mehrkörpersystemen? Wie erfolgt die Trennung zwischen Ort und Zeit bei der ANCF Methode? Wie ist der Zusammenhang zwischen Polynomkoeffizienten $a(t)$ und Koordinaten $e(t)$ ? Wie erfolgt die Bestimmung? Muss bei der Zeitintegration eines ANCF-Systems die Massenmatrix neu berechnet werden? Warum?
<b>V14</b>	Wed	05/06/24/	4.3.5	Kinetik eines elastischen Körpers in der FFR Formulierung; Wahl der Ansatzfunktionen und des Referenzsystems		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>V15</b>	Fri	07/06/24/	4.3.3- 4.3.4	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>	Wed	12/06/24/	4.3.5	Modellreduktion		Was ist der Unterschied zwischen einer Galerkin und einer Petrov-Galerkin Projektion? Wie berechnet man das Residuum?
<b>V17</b>	Fri	14/06/24/		Modellreduktion	Matmorembs, FMKS_MOR_Homework	Ist die Krylov Reduktion ein Reduktionsverfahren im Zeit- oder im Frequenzbereich? Welche Parameter haben einen Einfluss auf die Approximationsgüte?
<b>V18</b>	Wed	19/06/24/	5.1 - 5.2.2	Vorstellen Lösung Aufgabe A8; Vorstellung Musterlösung Aufgabe Praktikum 1; Besprechung Musterlösung MOR Hochstellen MatMorembs Version Besprechung	<a href="#">Störkle, J; Eberhard, P.: Influence of model order reduction methods on dynamical-optical simulations</a>	Wie setzt sich der Beschleunigungsvektor $z_{III}$ bei flexiblen Mehrkörpersystemen zusammen? In welchem System werden sie dargestellt? Welche Unterschiede ergeben sich zur Standardmodellierung von starren Mehrkörpersystemen?

<b>V19</b>	Fri	21/06/24/	4.3.6	<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>5.2 ODE-Formulierung (Minimalkoordinaten)</p>		Welche Form hat die Jacobimatrix der elastischen Deformation?
<b>V20</b>	Wed	26/06/24/	4.3.7	<p>Durchsprache V17 und V18</p> <p>Aufzeigen Programmworkflow M21</p> <p>FMKS PPT / Crank Drive</p> <p>Feedback Hausaufgabe von V15 und V16 --&gt; MOR</p> <p>Musterlösung zu Homework V15 Vorstellen</p> <p>Verwendung von MatMorembs</p> <p>Musterlösung P1</p> <p>Fragen zu Praktikum P2</p> <p>Prüfungseinteilung?</p>	<p><a href="#">Mayo, J.; García-Vallejo, D.; Domínguez, J.: Study of the Geometric Stiffening Effect: Comparison of Different Formulations</a></p> <p><a href="#">Geometric Stiffening Paper</a></p>	Was versteht man unter geometrischen Steifigkeiten? Wann treten diese auf? - Nennen Sie ein Beispiel
<b>V21</b>	Fri	28/06/24/	4.3.8	<p>4.3.6 Geometrische Steifigkeiten (als Video)</p> <p>4.3.7 Standard Input Data (SID File)</p> <p>Ausgabe P2 - Abgabe bis 12. Juli</p>	<p><a href="#">Wallrapp, O.: Standardization of Flexible Body Modeling in Multibody System Codes, Part I: Definition of Standard Input Data</a></p> <p><a href="#">Tobias, C.; Eberhard, P.: Stress Recovery with Krylov-Subspaces in Reduced Elastic Multibody Systems.</a></p>	SID-Data File
<b>V22</b>	Wed	03/07/24/		MatMorembs Version;		<p>In welchem Schritt erfolgt die Spannungsberechnung des FMKS-Modells (Pre-Processing, Integration oder Post-Processing)?</p> <p>Welche Aussagen lassen sich durch die Auswertung von berechneten Spannungen treffen? Ort hoher Spannung bedeutet ...?</p>

<b>V23</b>	Fri	05/07/24/	A10 Kinematik eines Referenzsystems in Minimalkoordinaten 5.2.2 Herleiten der Bewegungsgleichungen aus dem d'Alembertschen Prinzip Kinematik Zusammenbau von flexiblen Mehrkörpersystemen	<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?
<b>V24</b>	Wed	10/07/24/	Einführung in Neweul-M2		
<b>V25</b>	Fri	12/07/24/	"Lose Enden zusammenführen" Absolute Coordinate Formulation (ACF) Vorteile von ACF im Vergleich zu ANCF und FFR		
<b>V26</b>	Wed	17/07/24/	Spannungsberechnung	Kontaktkraftberechnung von Reibstößen (PPT)	Wie ist typischerweise die Kollisionserkennung aufgebaut? Ist die Boundingbox-Methode ein Fein- oder Grobtest der Kontakterkennung?
<b>V27</b>	Fri	19/07/24/	Addon: Regelung von flexiblen Mehrkörpersystemen (als Video) Addon: Kontaktprobleme in Mehrkörpersystemen: Kollisionserkennung Ansätze zur Berechnung der Kontaktkraft (als Video)		
<b>Vorlesungsende 21/07/24</b>					

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

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