



Universität Karlsruhe (TH)
Forschungsuniversität • gegründet 1825

INSTITUT FÜR MECHANIK



INSTITUTSBERICHT 2008

Berichtszeitraum Oktober 2007 bis September 2008

© Institut für Mechanik, Universität Karlsruhe (TH)

Postanschrift:

Institut für Mechanik
Universität Karlsruhe (TH)
Kaiserstr. 12
76131 Karlsruhe

Telefon:

Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Sekretariat
Fax

+49 (0) 721-608-2070
+49 (0) 721-608-7745/2071
+49 (0) 721-608-7990

e-mail: ifm@uni-karlsruhe.de

<http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	3
1. Organisation und Personal.....	5
1.1 Gliederung des Institutes	5
1.2 Wissenschaftliche Mitarbeiter	5
1.3 Stipendiaten	5
1.4 Weitere Institutsmitglieder	5
1.5 VT-Personal	5
1.6 Wissenschaftliche Hilfskräfte	5
1.7 Studentische Hilfskräfte	6
1.8 Tutoren	6
2. Lehre und Studium.....	7
2.1 Lehrveranstaltungen	7
2.2 Beschreibung der Lehrveranstaltungen	8
2.2.1 Statik starrer Körper.....	8
2.2.2 Festigkeitslehre.....	8
2.2.3 Dynamik.....	9
2.2.4 Mechanik für Geodäten.....	9
2.2.5 Grundlagen der Baudynamik.....	9
2.2.6 Einführung in die Kontinuumsmechanik.....	10
2.2.7 Kontinuumsmechanik.....	10
2.2.8 Finite Elemente.....	11
2.2.9 Finite Elemente für Feld- und zeitvariante Probleme.....	11
2.2.10 Plastizitätstheorie.....	12
2.2.11 Modellbildung in der Festigkeitslehre.....	13
2.2.12 Kinetische Stabilitätskriterien.....	13
2.2.13 Seminar für Mechanik.....	13
2.2.14 Bruchmechanik.....	14
2.2.15 Contact Mechanics I: Static Problems.....	14
2.2.16 Contact Mechanics II: 3D Problems and Dynamics.....	15
2.2.17 Messtechnisches Praktikum.....	15
2.2.18 Laborpraktikum.....	15
2.3 Prüfungen	16
2.4 Diplomarbeiten/Masterarbeiten	16
2.5 Promotionen/Habilitationen	16
3. Forschung.....	18
3.1 Grundlagenforschung	18
3.1.1 Mehrskalenergebnisse bei inhomogenen Körpern.....	18
3.1.2 Untersuchung der Sprengauswirkungen im Nahbereich, Entwicklung effizienter und robuster 3D-Elemente, Adaptive Berechnung, Kopplung mit Starrkörpersimulation....	21
3.1.3 Die Erdbebengefährdung der Hagia Sophia in Istanbul, Verifizierung und Validierung numerischer Rechenmodelle für dynamische Beanspruchungen.....	23
3.1.4 Entwicklung hoch effizienter Schalenelemente mit quadratischer Ansatzordnung in Schalenebene für transiente Analysen - Aufbau einer Systematik zur Programmunterstützten Entwicklung von Schalenelementen.....	25
3.1.5 Entwicklung fluidgestützter geometrisch nichtlinearer Finiter Elemente mit Hilfe einer analytischen Fluidbeschreibung.....	28
3.1.6 Development of a geometrically exact theory in computational contact mechanics in a covariant form.....	30
3.1.7 Forschungsgruppe Biomechanik.....	34
3.2 Publikationen (Oktober 2007 – September 2008)	35
3.3 Wissenschaftliche Vorträge	36
3.4 Mitherausgeber und Gutachter wissenschaftlicher Publikationen	37
4. Aktivitäten in Organisationen von Lehre und Forschung.....	38
4.1 Universitäre Selbstverwaltung	38
4.2 Aktive Mitarbeit bei nationalen und internationalen Organisationen	38
4.3 Mitglied bei wissenschaftlichen Vereinigungen	38

5.	Sonstige Aktivitäten und Kontakte	40
5.1	Seminarvorträge	40
5.2	Vorträge - sonstige	40
5.3	Industriekooperation	40
5.4	Gastwissenschaftler	40
5.5	Austauschprogramme	40
5.5.1	DAAD – Projektbezogener Austausch mit Schweden/Universität Linköping	40
5.5.2	DAAD – Projektbezogener Austausch mit Kanada/University of British Columbia, Vancouver	41

1. Organisation und Personal

1.1 Gliederung des Institutes

Institutsleitung

Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof

Lehrkörper

Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof

Dr.-Ing. Ingolf Müller (beurlaubt vom 01.07.07 bis 01.10.08)

PD Dr.-Ing. habil. Thomas Seelig (Vertretungsprofessur Kontinuumsmechanik,
01.08.08 Ruf auf W3-Professur Kontinuumsmechanik und
Materialtheorie an der Universität Karlsruhe)

Interne Forschungsabteilungen

Labor für elektronisches Rechnen

Labor für experimentelle Mechanik

1.2 Wissenschaftliche Mitarbeiter

Dr.-Ing. Ingolf Müller, Akad. Rat (beurlaubt vom 01.07.07 bis 01.10.08)

Dr. Alexander Konyukhov (DFG)

Dipl.-Ing. Johann Bitzenbauer (Planstelle und DFG)

Dipl.-Ing. Gunther Blankenhorn (DFG)

Dipl.-Ing. Eduard Ewert (bis 29.02.08, Promotion am 12.02.08)

Dipl.-Ing. Marc Haßler

Dipl.-Ing. Ridvan Izi

Dipl.-Ing. Stephan Kizio (bis 31.03.08, Promotion am 04.02.08)

Dipl.-Ing. Steffen Mattern (Planstelle und DFG)

Dipl.-Ing. Georgios Michaloudis (ab 01.06.08, DFG)

Dipl.-Ing. Christine Ruck (50 %, aus Studiengebühren)

1.3 Stipendiaten

Dipl.-Ing. Georgios Michaloudis, Landesgraduiertenstipendium (bis 31.05.2008)

1.4 Weitere Institutsmitglieder

Dr. rer.nat. Jürgen Lenz, Forschungsgruppe Biomechanik

Dr. med.dent. Hans J. Schindler, Forschungsgruppe Biomechanik

1.5 VT-Personal

Marianne Benk (50 %), Sekretariat

Rosemarie Krikis (50 %), Sekretariat

Dipl.-Inf. Klaus Neidhardt (50 %), IT-Systembetreuer

Willi Wendler, Feinmechanikermeister

1.6 Wissenschaftliche Hilfskräfte

Dipl.-Ing. Georgios Michaloudis (bis 31.05.2008)

1.7 **Studentische Hilfskräfte**

cand. ing. Dutzi, Michael
cand. ing. Feuchter, Manuel
cand. ing. Förderer, Anja
cand. ing. Hillenberg, Alexander
cand. math.techn. Merkle, Anne
cand. ing. Münzl, Nils
cand. ing. Ortmann, Pascal
cand. ing. Schmied, Christoph
cand. ing. Sghair, Dominique

1.8 **Tutoren**

cand. ing. Bertsch, Alexandra
cand. ing. Blumenstock, Andre
cand. ing. Förderer, Anja
cand. ing. Ludwig, Andreas
cand. ing. Müller, Susanne
cand. ing. Schmitt, Katrin
cand. ing. Schuler, Julia
cand. ing. Strobl, Michael
cand. ing. Tock, Pol
cand. ing. Vonnieda, Kerstin
cand. ing. Wilke, Kristina

2. Lehre und Studium

2.1 Lehrveranstaltungen

Die Lehrveranstaltungen des Instituts für Mechanik werden primär für den Studiengang Bauingenieurwesen angeboten. Im Grundstudium sind sie außerdem Pflicht für Gewerbelehrer Bau und wählbar für Geologen und Technomathematiker. Eine Vorlesung ist Wahlpflicht für den Studiengang Geodäsie.

Tabellarische Übersicht der Lehrveranstaltungen

Lehrveranstaltung	im	Dozent	V *	Ü *	FS	Prüfung
Grundstudium, Pflicht						
Statik starrer Körper	WS 07/08	Schweizerhof Izi	3	2	1	P
Festigkeitslehre	SS 08	Schweizerhof Izi	4	2	2	P, K
Dynamik	WS 07/08	Seelig Mattern	2	2	3	P
Mechanik für Geodäten	WS 07/08	Seelig Bitzenbauer	2	2	3	P
Vertiefung, Pflicht						
Grundlagen der Baudynamik	SS 08	Schweizerhof	2	0	6	S
Einführung in die Kontinuumsmechanik	WS 07/08	Schweizerhof Haßler	1	1	5	S
Kontinuumsmechanik	SS 08	Seelig Bitzenbauer	2	1	6	P
Vertiefung, Wahlpflicht						
Finite Elemente	WS 07/08	Schweizerhof Kizio	2	2	5/7	P
Finite Elemente für Feld- und zeitvariante Probleme	SS 08	Schweizerhof Haßler	2	2	8	P
Plastizitätstheorie	SS 08	Schweizerhof	2	2	8	P
Modellbildung in der Festigkeitslehre	WS 07/08	Schweizerhof	2	-	8	P
Kinetische Stabilitätskriterien	SS 08	Schweizerhof	2	-	7	P
Seminar für Mechanik	WS 07/08 SS 08	Schweizerhof	2 2	-	6-8	
Vertiefung, Wahl						
Bruchmechanik	SS 08	Seelig	2	-		
Contact Mechanics I	WS 07/08	Konyukhov	2	2	7	
Contact Mechanics II	SS 08	Konyukhov	2	2	8	
Messtechnisches Praktikum für Bauwerksschwingungen	SS 08	Schmieg, Ruck, Wendler	-	10	5	S
Laborpraktikum 3. FS.	WS 07/08	Schmieg, Ruck, Wendler		2	3	S

*Angabe der Semesterwochenstunden V = Vorlesung Ü = Übung
P = Prüfungsleistung K = semesterbegleitende Klausur S = Studienleistung

2.2 Beschreibung der Lehrveranstaltungen

2.2.1 Statik starrer Körper

Ziel:

Es sollen die Grundbegriffe des Tragverhaltens von Strukturen am Modell des starren Körpers erlernt werden. Aufbauend auf wenigen physikalischen Grundprinzipien werden ausgehend vom einfachen Körper auch Systeme starrer Körper untersucht. Erlernt werden soll die synthetische und analytische Vorgehensweise und deren Umsetzung in Ingenieurmethoden. Neben dem prinzipiellen methodischen Vorgehen steht dabei die Betrachtung technischer Tragwerke insbesondere des Bauwesens im Vordergrund. Zentral ist die selbständige Erarbeitung des Lehrstoffes durch die Studierenden in Vortragsübungen und betreuten Gruppenübungen.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Betreuer: Dipl.-Ing. Ridvan Izi
Turnus: Wintersemester (1. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 5 SWS (3 SWS Vorlesung / 2 SWS Übungen)
ECTS: 7,5 Punkte

2.2.2 Festigkeitslehre

Ziel:

Aufbauend auf den Kenntnissen der Statik starrer Körper werden die Grundbegriffe der Festigkeitslehre und der Elastostatik erarbeitet. Verzerrungs- und Spannungszustände werden definiert und mittels der Materialgesetze verknüpft. Damit können Verschiebungen unter allgemeiner Belastung zusammengesetzt aus den Grundbeanspruchungen Zug/Druck, Biegung, Schub und Torsion bestimmt werden. Dies erlaubt auch die Berechnung statisch unbestimmter Systeme. Die Energiemethoden, wie das Prinzip der virtuellen Arbeit, bieten ein sehr vielseitiges Instrument zur Berechnung allgemeiner Systeme und der Stabilitätsuntersuchung elastischer Strukturen. Die Herleitung und Anwendung der Methoden erfolgt gezielt mit dem Blick auf Bauingenieurprobleme. In den semesterbegleitenden Vorlesungsübungen und freiwilligen betreuten Gruppenübungen lernen die Studierenden, die erarbeiteten Methoden auf praktisch technische Probleme des Bauwesens anzuwenden.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Betreuer: Dipl.-Ing. Ridvan Izi
Turnus: Sommersemester (2. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 6 SWS (4 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung)
ECTS: 9 Punkte

2.2.3 Dynamik

Ziel:

Die Vorlesung beschränkt sich auf ausgewählte Themenkreise der klassischen Kinetik, die für Bauingenieure von Interesse sind. Alle Anwendungen und Beispiele orientieren sich an bauingenieurspezifischen Problemstellungen. So werden z.B. im Problemkreis "Massenpunkt" die Dynamik von Fahrzeugen und der Einfluss der Fahrbahngeometrie bevorzugt behandelt. Die synthetische und analytische Methode zielt auf die Aufstellung von Bewegungsgleichungen von Bauwerken hin. Die Schwingungslehre gibt den ersten, unerlässlichen Einblick für das Verständnis von Schwingungserscheinungen im Bauwesen.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: PD Dr.-Ing. habil. Thomas Seelig
Betreuer: Dipl.-Ing. Steffen Mattern
Turnus: Wintersemester (3. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 4 SWS (2 SWS Vorlesung / 2 SWS Übung)
ECTS: 6 Punkte

2.2.4 Mechanik für Geodäten

Ziel:

Die Vorlesung behandelt ausgewählte Themenkreise der klassischen Mechanik (Kinematik, Kinetik) mit Blick auf mechanische Problemstellungen, die für Geodäten von besonderem Interesse sind. Die Anwendungen und Beispiele orientieren sich an diesen spezifischen Problemen. Insbesondere wird neben der Schwingungslehre auch die Zentralbewegung und die Relativbewegung besprochen sowie eine Einführung in die Statik starrer Körper vermittelt.

Es wird sowohl Wert auf das Verständnis von mechanischen Phänomenen gelegt, als auch die mechanisch-mathematische Modellierung und Berechnung behandelt und geübt.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: PD Dr.-Ing. habil. Thomas Seelig
Betreuer: Dipl.-Ing. Johann Bitzenbauer
Turnus: Wintersemester (3. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 4 SWS (2 SWS Vorlesung / 2 SWS Übung)
ECTS: 3 Punkte

2.2.5 Grundlagen der Baudynamik

Ziel:

Im Vordergrund steht die Phänomenologie von Bauwerksschwingungen. Durch Kenntnis der Ursachen werden Konzepte erarbeitet, wie Schwingungen vermieden oder auf ein erträgliches Maß reduziert werden können. In der Ingenieurpraxis auftretende Problemfälle werden diskutiert und durch Videos illustriert. Grundsätzliche Phänomene werden mit kleinmaßstäblichen Bauwerksmodellen im Hörsaal anschaulich demonstriert.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Turnus: Sommersemester (6. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS Vorlesung
ECTS: 3 Punkte

2.2.6 Einführung in die Kontinuumsmechanik

Ziel:

Aufbauend auf den Grundbegriffen Gleichgewicht, Spannungen, Stoffgesetz, Verzerrungen und Verschiebungen im R³ werden im Wesentlichen Lasteinleitungsprobleme und Spannungskonzentrationen behandelt. Diese Kenntnisse sind erforderlich zur Wahl geeigneter FE Netze bei der numerischen Berechnung. Im zweiten Teil der Vorlesung werden nach einer Einführung in die Variationsrechnung die Grundlagen der FE Methode beispielhaft vorgeführt.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Betreuer: Dipl.-Ing. Marc Haßler
Turnus: Sommersemester (6. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS (1 SWS Vorlesung / 1 SWS Übungen)
ECTS: 3 Punkte

2.2.7 Kontinuumsmechanik

(Vertiefungsrichtung Geotechnisches Ingenieurwesen)

Ziel:

Aufbauend auf der Vorlesung „Grundlagen der Kontinuumsmechanik“ werden die formalen Vorgehensweisen verallgemeinert und auf die Thermoelelastizitätstheorie erweitert. Neben direkten Lösungen für Körper mit einfacher Geometrie wird auf der Basis von Variationsprinzipien das grundsätzliche Lösungskonzept für beliebige Geometrien erläutert. Der Schwerpunkt liegt dann mit dem speziellen Blick auf die Geotechnik zuerst in der Bearbeitung von Halbraumproblemen mit klassischen Lösungen für statische Fragestellungen – Boussinesq und Cerruti Problem, St. Venant Prinzip und linearen Materialgesetzen. Es folgen Betrachtungen mit dem Hinblick auf transiente Probleme von unterschiedlichen Fragestellungen zur Wellenausbreitung in Kontinua – Ebene Welle, Kugel- und Zylinderwelle, Kompressions- und Scherwelle, Rayleigh- bzw. Oberflächenwellen sowie Love-Wellen.

Damit sollte den Studierenden der Geotechnik auf der Basis analytischer Lösungen für einfache Lastfälle und Geometrien das grundsätzliche Verständnis für Spannungs- und Dehnungsverläufe sowie die Wellenausbreitung vermittelt werden. Die Studierenden sind dann auch in der Lage für einfache Geometrien unterschiedliche Beanspruchungsszenarien zu untersuchen und entsprechende Berechnungen durchzuführen. Damit sollten sie auch in der Lage sein, in späteren Analysen von geotechnischen Problemen mit numerischen Lösungsinstrumenten das damit ermittelte Lösungsverhalten grob zu beurteilen.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: PD Dr.-Ing. habil. Thomas Seelig
Betreuer: Dipl.-Ing. Johann Bitzenbauer
Turnus: Sommersemester (6. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 3 SWS (2 SWS Vorlesung / 1 SWS Übungen)
ECTS: 3 Punkte

2.2.8 Finite Elemente

Ziel:

Es sollen die mathematischen und mechanischen Grundlagen der Finite Element Methode am Beispiel strukturmechanischer Problemstellungen dargestellt werden. Dabei wird der gesamte Bereich der hierzu erforderlichen Methoden und Schritte exemplarisch angesprochen und auszugsweise auch programmtechnisch umgesetzt. Die Studierenden sollten danach in der Lage sein, erstens selbständig mit FE Programmen einfache Berechnungen durchzuführen und zweitens an einem Finite Element Programm Änderungen vorzunehmen und eigene Elemente hinzuzufügen.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Betreuer: Dipl.-Ing. Stephan Kizio
Turnus: Wintersemester (5./7. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 4 SWS (2 SWS Vorlesung / 2 SWS Übungen)
ECTS: 6 Punkte

2.2.9 Finite Elemente für Feld- und zeitvariante Probleme

Ziel:

Feldprobleme stellen in Verbindung mit den klassischen Fragestellungen der Strukturmechanik Hauptanwendungen dar. Am Beispiel von Temperaturproblemen – Wärmeleitung, Konvektion, Wärmestrahlung soll das generelle Vorgehen der Lösung für Feldprobleme mit Finiten Elementen gezeigt werden. Abhängig von den Beanspruchungen sind unterschiedliche Typen der Differentialgleichung zu lösen; werden für die zeitabhängige Fragestellung der Differentialgleichung erster Ordnung in der Zeit die entsprechenden Matrizen entwickelt und die möglichen allgemeinen Lösungsverfahren diskutiert. Ein Schwerpunkt liegt auf den Zeitintegrationsverfahren bei einer Semidiskretisierung. Dieses Vorgehen wird für die Differentialgleichungssysteme zweiter Ordnung der Strukturmechanik weitergeführt und es wird die Entwicklung unterschiedlicher Zeitintegrationsverfahren – Finite Elemente in der Zeit sowie Differenzenverfahren – vorgeführt. Deren Eigenschaften bezüglich Stabilität, Genauigkeit, Dissipation und Dispersion werden diskutiert und exemplarisch aufgezeigt. Ein Schwerpunkt liegt auf der grundsätzlichen Untersuchung der unterschiedlichen Verfahren, aus der sich ein Blick auf wünschenswerte und mögliche Entwicklungen ergibt.

Ausgehend von den Schwächen der klassischen Verschiebungselemente – vorwiegend deren Versteifungseffekten – werden sogenannte Gemischte Elemente betrachtet. Ein Schwerpunkt liegt auf der effizienten Weiterentwicklung von Verschiebungselementen niedriger Ansatzordnung mittels Hinzunahme von Ansätzen für Verzerrungen. Dabei werden die Grenzen der Abbildung von komplexen Verzerrungszuständen mit einfachen Verschiebungsansätzen genauer beleuchtet und versucht

diese gezielt zu verändern. Dabei wird auf guten Kenntnissen der Kontinuumsmechanik und der Wärmelehre aufgebaut.

Begleitet wird die Vorlesung durch eigenes Programmieren in den wöchentlichen Übungen, die vorwiegend am Rechner erfolgen.

Am Ende der Vorlesung sollen die Studierenden A) in der Lage sein, für beliebige Feldprobleme eine Lösung mit Finiten Elementen in Grundzügen entwickeln zu können und auch schwierigere Feldprobleme und auch gekoppelte Probleme zu verstehen, B) sollen sie die wesentlichen Zeitintegrationsalgorithmen kennen und deren Vor- und Nachteile bei unterschiedlichen Fragestellungen verstehen, C) sollen die Studierenden sensibilisiert werden für die Grenzen und Schwächen der Methode der Finiten Elemente und auch mit Möglichkeiten, diese Schwächen zu beheben, vertraut gemacht werden. Mit den Übungen sollen die Studierenden neben der Vertiefung der Vorlesungsinhalte in die Lage versetzt werden, selbst Programmmodifikationen vorzunehmen und zu erkennen, welche Möglichkeiten bereits für Studierende bestehen. Mit den Übungen sollen die Studierenden auch Kenntnisse über einfache Testfälle für das Elementverhalten in komplexen Situationen erhalten.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Betreuer: Dipl.-Ing. Marc Haßler
Turnus: Sommersemester (8. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 4 SWS (2 SWS Vorlesung / 2 SWS Übungen)
ECTS: 6 Punkte

2.2.10 Plastizitätstheorie

Ziel:

Materiell nichtlineares Verhalten ist für das Versagen von Tragwerken von großer Bedeutung. Mit dem Begriff Plastizität lässt sich das Verhalten von vielen Werkstoffen, die über eine bestimmte Grenze hinaus belastet werden, beschreiben. In der Vorlesung Plastizitätstheorie sollen neben einführenden, phänomenologischen Betrachtungen vor allen Dingen Grundlagen für das Vorgehen bei Vorliegen derartiger Materialien mit modernen numerischen Verfahren wie Finiten Elementen gegeben werden. Es werden dabei Werkstoffgesetze für bleibende Formänderungen vor allem für metallische Werkstoffe dargestellt und nach bekannten Kriterien untersucht. Ein wesentlicher Schwerpunkt liegt auf der algorithmischen Umsetzung der Werkstoffgesetze für den Einsatz in Finite Element Programmen.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Turnus: Sommersemester (8. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 4 SWS (2 SWS Vorlesung / 2 SWS Übung)
ECTS: 6 Punkte

2.2.11 Modellbildung in der Festigkeitslehre

Ziel:

Modelle der Festigkeitslehre (z.B. Stab, Balken, Scheibe, Platte oder Schale) basieren auf der Vorgabe einer speziellen geometrieangepassten Kinematik. Damit kann das allgemeine kontinuumsmechanische Problem aus der Sicht der Ordnung der problembeschreibenden Randwertaufgaben je nach Modelltyp erheblich reduziert werden. Andererseits besitzen alle Modelle aufgrund der gewählten Kinematik Einschränkungen bezüglich ihres Anwendungsbereiches. Die Grenzen der in der Festigkeitslehre üblichen Modelle werden aufgedeckt und Übergänge zwischen Modellvorstellungen werden diskutiert.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. K. Schweizerhof
Turnus: Wintersemester (7. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS Vorlesung
ECTS: 3 Punkte

2.2.12 Kinetische Stabilitätskriterien

Ziel:

Für eine mathematisch abgesicherte Theorie der Stabilität von Gleichgewichtslagen bieten sich zwei duale Methoden an, nämlich die Erste und die Zweite Methode von Liapunov. Auf der Basis beider Methoden werden ingenieurpraktische Begriffe definiert und an einfachen mechanischen Modellen erläutert. Die Vorlesung soll ein grundsätzliches Verständnis für die Begriffe Gleichgewicht, Stabilität und Sensitivität vermitteln.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Turnus: Sommersemester (8. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS Vorlesung
ECTS: 3 Punkte

2.2.13 Seminar für Mechanik

Ziel:

Ziel des Seminars ist es, aktuelle Themen der Mechanik aus Lehre, Forschung und Industrie den Seminarteilnehmern näher zu bringen. Das Seminar gibt den Teilnehmern Einblicke in moderne praktische und wissenschaftliche Methoden auf dem Gebiet der klassischen und computergestützten Mechanik und erweitert ihre Kenntnisse in Theorie und Praxis.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof
Turnus: Wintersemester (6.-8. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS Vorlesung
ECTS: 3 Punkte

2.2.14 Bruchmechanik

Ziel:

Reale Materialien, Bauteile und Tragwerke weisen häufig durch ihren Einsatz bedingt oder bereits von Anfang an Defekte in Form von Rissen auf, deren Verhalten unter Belastung maßgeblich sein kann für die Integrität einer ganzen Struktur. Zur kontinuumsmechanischen Beschreibung und Analyse von Bruchvorgängen stellt die Bruchmechanik grundlegende Prinzipien und Arbeitsmethoden bereit, die in der Vorlesung vermittelt werden. Übungsaufgaben und Beispiele praktischer Anwendungen ergänzen den Stoff.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: PD Dr.-Ing. habil. Thomas Seelig
Turnus: Sommersemester (8. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS Vorlesung
ECTS: 3 Punkte

2.2.15 Contact Mechanics I: Static Problems

Goals:

Contact problems appear within a large number of engineering problems. The main difficulty in the solution of contact problems is the nonlinearity of the governing equilibrium equations even for small displacement problems. This nonlinearity is arising from a lack of a-priori knowledge about a contact area and contact stresses. Thus, an advanced mathematical modeling should be applied. Several contact approaches for modeling contact conditions within the finite element method are described during the course. Particular problems arising during the modeling are discussed and illustrated by numerical examples using also commercial FE programmes. Numerical implementations for the FEAP code (**F**inite **E**lement **A**nalysis **P**rogram, version FEAP-MeKa) are done for 2-D examples.

Contents: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Dr. Alexander Konyukhov
Turnus: Wintersemester (7. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung
ECTS: 6 Punkte

2.2.16 Contact Mechanics II: 3D Problems and Dynamics

Goals:

- Understand modern contact algorithms for three-dimensional structures subjected to large deformations and dynamic loading.
- Understand specific FE-issues related to different contact approaches.
- Perform partially own implementation.

Contents: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Dr. Alexander Konyukhov
Turnus: Sommersemester (8. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS Vorlesung, 2 SWS Übung
ECTS: 6 Punkte

2.2.17 Messtechnisches Praktikum

Ziel:

Es sollen die Kenntnisse aus der Vorlesung „Baudynamik“ und „Dynamik“ auf reale baupraxisähnliche Strukturen zuerst im Labor und abschließend im Feld angewandt werden. Wert wird insbesondere auf den Vergleich theoretisch berechneter und experimentell gewonnener Ergebnisse gelegt sowie auf die Interpretation von Abweichungen zwischen Rechenmodell und Experiment. Komplexe Phänomene der Theorie, wie z.B. Eigenformen, sollen veranschaulicht werden. Es wird den Studierenden die Möglichkeit geboten, an Experimenten teilzunehmen und insbesondere selbst Experimente durchzuführen. Zum Abschluss des Praktikums wird eine reale Struktur (Gebäude/Turm) auf ihre Schwingungseigenschaften mit der erarbeiteten Methode untersucht.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Dr.-Ing. Hans Schmiegl, Dipl.-Ing. Christine Ruck, Willi Wendler
Turnus: Sommersemester (6. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS
ECTS: 3 Punkte

2.2.18 Laborpraktikum

Ziel:

Messung mechanischer Größen (Wege, Dehnungen ...) und Systemparameter (Eigenfrequenz, Dämpfung ...) von einfachen dynamischen Systemen im Schwingungslabor des Instituts für Mechanik.

Inhalt: siehe <http://www.ifm.uni-karlsruhe.de>

Dozent/en: Dr.-Ing. Hans Schmieg, Dipl.-Ing. Christine Ruck, Willi Wendler
Turnus: Wintersemester (3. Fachsemester)
Kursdauer: 1 Semester
Umfang: 2 SWS
ECTS: 3 Punkte

2.3 Prüfungen

	Zahl der Teilnehmer	
	WS 07/08	SS 08
Statik starrer Körper	200	57
Festigkeitslehre	28	166
Dynamik	86	42
Prüfung Baudynamik	1	31
Einführung in die Kontinuumsmechanik	37	6
Grundlagen des Stahlbetonbaus und Kontinuumsmechanik (für Geotechnisches Ingenieurwesen)	1	8
Finite Elemente	7	
Finite Elemente für Feld- und zeitvariante Probleme	6	
Plastizitätstheorie	-	
Modellbildung in der Festigkeitslehre	-	
Kinetische Stabilitätskriterien	-	
Messtechnisches Praktikum	9	
Contact Mechanics I	-	
Contact Mechanics II	-	
Einführung in die Kreisel- und Satellitentheorie	-	

2.4 Diplomarbeiten/Masterarbeiten

Arana Villafán, Tomás: Untersuchungen zum Einfluss der hydrostatischen und der aerodynamischen Dämpfung von Offshore-Windenergieanlagen, 14.08.2008
 Betreuer: Schweizerhof, Dr. Dehlinger (Ed. Züblin AG)

Heller, Sven: Dynamische Simulation von Impact-Belastungen auf vorgespannte CFK-Platten, 15.08.2008
 Betreuer: Schweizerhof, Dipl.-Ing. G. Blankenhorn

2.5 Promotionen/Habilitationen

Betreut durch Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof:

Hauptreferat

Eduard Ewert: Stabilitäts- und Sensitivitätsuntersuchungen dünnwandiger elastischer Kreiszyylinder unter axialem und radialem Druck mit der Methode der Finiten Elemente, Universität Karlsruhe, 12. Februar 2008.

Stephan Kizio: Adaptive Finite-Elemente-Algorithmen in der Strukturdynamik, Universität Karlsruhe, 4. Februar 2008.

Korreferat

Sebastian Heimbs: Sandwichstrukturen mit Wabenkern: Experimentelle und numerische Untersuchung des Schädigungsverhaltens unter statischer und kurzzeitdynamischer Belastung, Universität Kaiserslautern, Januar 2008
(Hauptreferent Prof. Dr.-Ing. M. Maier, Uni Kaiserslautern)

3. Forschung

3.1 Grundlagenforschung

3.1.1 Mehrskalenergebnisse bei inhomogenen Körpern

Internes Projekt

Bearbeitung: J. Bitzenbauer, (K. Schweizerhof)

Viele Werkstoffe besitzen eine Mikrostruktur. Damit wird eine durchgängige Diskretisierung mit z.B. Finiten Elementen sehr aufwendig. Mit rein makroskopischen Betrachtungen können aber lokale Effekte oft nicht korrekt erfasst werden; das Deformationsverhalten wird zumindest in Teilen des betrachteten Körpers stark von der Mikrostruktur beeinflusst.

Neben vielen Verbundwerkstoffen lassen sich auch Schaumstoffe idealisiert als aus Mikrostrukturen aufgebaute Hohlkörper annehmen. Die Finite-Elemente-Untersuchung solcher Strukturen führt bei durchgängiger Diskretisierung angesichts der Vielzahl der zur Modellierung der lokalen Geometrie erforderlichen Finiten Elemente üblicherweise auf sehr große dünnbesetzte Gleichungssysteme. Deren Lösung stellt bei Verwendung bekannter Standardalgorithmen auch für die heutigen Rechnergenerationen noch ein unüberwindbares Problem dar. Als eine effiziente Lösungsmethode empfehlen sich Mehrgitterverfahren. Bei komplexen Rändern, bei vorhandenen Inhomogenitäten sowie ganz allgemein bei nichtlinearen Problemen stellt sich jedoch das Problem der konsistenten Grobgitterkorrektur. Während bei klassischen Mehrgittermethoden die minimale Anzahl der zur Geometriebeschreibung notwendigen Finiten Elemente von der Geometrie selbst abhängig ist (was deren Einsetzbarkeit bei praktischen Problemen extrem einschränkt), besteht bei der Composite-Finite-Elemente-Methode (CFE) [Sauter, S.A.: Vergrößerung von Finite-Elemente-Räumen. Habilitation, Universität Kiel, 1997] ein größtmögliches Gitter zur Diskretisierung einer beliebigen Geometrie stets aus einem Element. Im Projekt wurde zur Berechnung nichtlinear-elastischer Körper ein auf der CFE-Methode basierender Mehrgitteralgorithmus nebst zugehörigen Transferoperatoren entwickelt. Im Gegensatz zu algebraischen Mehrgittermethoden, bei denen zur Konstruktion der Transferoperatoren lediglich die Steifigkeitsmatrizen des diskretisierten Problems herangezogen werden, nutzt der am Institut eingesetzte Algorithmus zusätzlich hierarchisch verwaltete Geometrieinformationen aus, ohne jedoch die beim klassischen geometrischen Mehrgitterverfahren auftretenden Einschränkungen zu besitzen. Für inhomogene Körper wurde der ein entsprechender, zunächst für skalare Probleme vom Poisson-Typ entwickelter Algorithmus [Warnke, R.: Schnelle Löser für elliptische Differentialgleichungen mit springenden Koeffizienten. Dissertation, Universität Zürich, 2003] auf die nichtlineare Elastizitätstheorie übertragen. Der von Warnke ursprünglich nur für einfach berandete Gebiete konzipierte Algorithmus wurde im Hinblick auf komplexere Geometrien, wie z.B. Strukturen mit inneren Rändern, erweitert. Mit dem Finite-Elemente-MehrSkalenPaket FEMSP wurde ein komplett neuer Finite-Elemente-Code entwickelt und in der Programmiersprache C umgesetzt. In ihm sind alle Datenstrukturen von vorneherein vorteilhaft auf Mehrgittermethoden, Adaptivität mittels lokaler Verfeinerung durch hängende Knoten sowie auf eine dynamische Speicherplatzverwaltung hin angelegt. Das Grundgerüst von FEMSP ist eine Quadtree/Octree-Datenstruktur [Samet, H.: The Design and Analysis of Spatial Data Structures. Addison-Wesley, 1990] mit einem darauf aufbauenden hierarchischen Netzgenerierer. Einfache Elementbibliotheken mit Standard-Q1-Elementen dienen zur Berechnung von geometrisch und materiell nichtlinearen zwei- und dreidimensionalen Problemen. Beispielfhaft seien hier zwei

Scheiben mit in der Ausgangskonfiguration kreisrunden Löchern sowie ein Kreisring jeweils mit vorhandener Mikrostruktur diskretisiert.

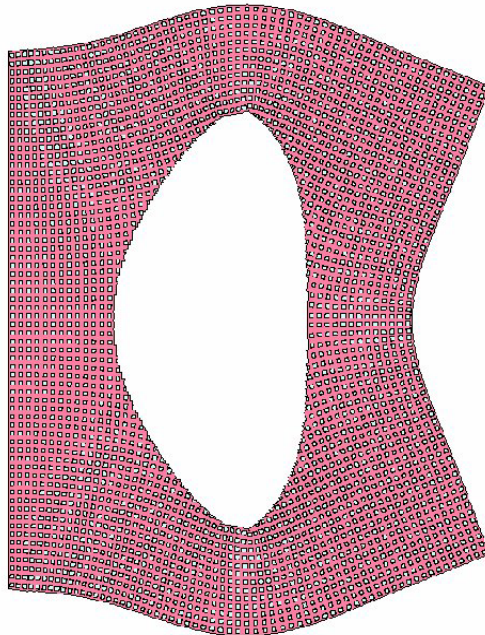


Bild 1: Scheibe mit Loch – vorhandene Mikrostruktur mit springenden Koeffizienten.

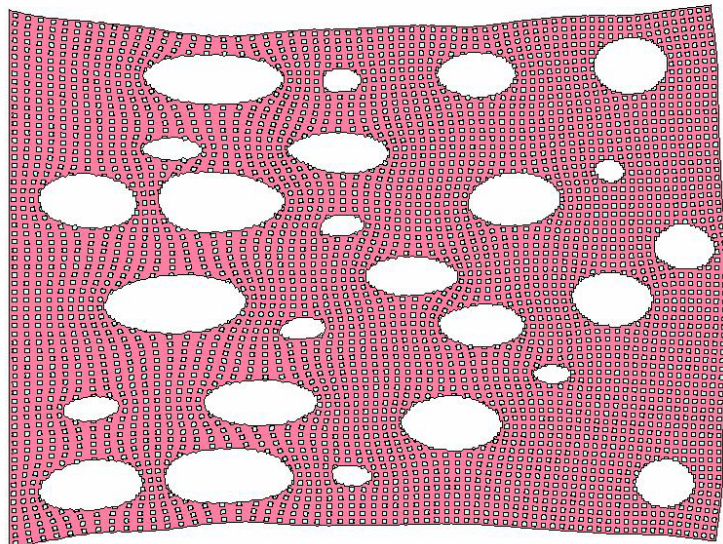


Bild 2: Scheibe mit unregelmäßig verteilten Löchern - vorhandene Mikrostruktur mit springenden Koeffizienten.

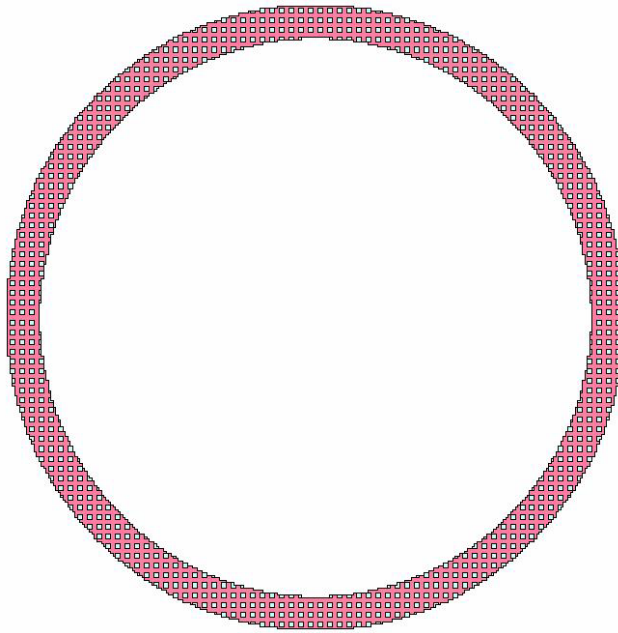


Bild 3: Kreisring, undeformierte Konfiguration - vorhandene Mikrostruktur mit springenden Koeffizienten.

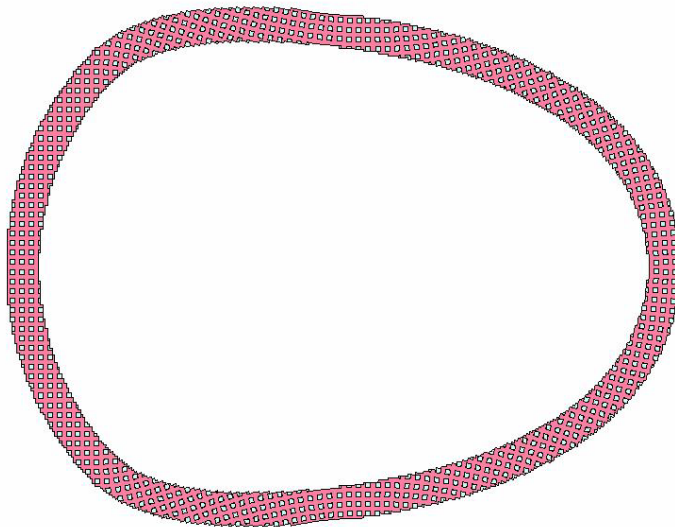


Bild 4: Kreisring, deformierte Konfiguration - vorhandene Mikrostruktur mit springenden Koeffizienten.

3.1.2 **Untersuchung der Sprengauswirkungen im Nahbereich, Entwicklung effizienter und robuster 3D-Elemente, Adaptive Berechnung, Kopplung mit Starrkörpersimulation**

DFG Schw 307/16-1, Schw 307/16-3, Schw307/16-4

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) seit 2003 bis 2009, Teilprojekt 2 innerhalb der Forschergruppe „Computergestützte Destruktion komplexer Tragwerke durch Sprengung“ in Kooperation mit Prof. Dr.-Ing. Friedhelm Stangenberg, Lehrstuhl für Stahlbeton- und Spannbetonbau, Ruhr-Universität Bochum, Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Möller, Lehrstuhl für Statik, Technische Universität Dresden, Prof. Dr.-Ing. Dietrich Hartmann (Sprecher), Lehrstuhl für Ingenieurinformatik, Ruhr-Universität Bochum

Bearbeitung: G. Michaloudis, G. Blankenhorn, S. Mattern, K. Schweizerhof

Gesamtproblemstellung der Forschergruppe:

Der gezielte Abbruch von Bauwerken am Ende ihrer Nutzungs- bzw. Lebensdauer – hier als Destruktion bezeichnet – hat in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. Dies hängt damit zusammen, dass die Anzahl der Bauwerke, die durch Schädigung oder Umwelteinflüsse unbrauchbar geworden sind oder den heutigen Anforderungen an Funktionsfähigkeit, Ästhetik oder Qualität nicht mehr genügen, ständig wächst. Ein weiter Grund liegt darin, dass die Ressourcen an Bauland begrenzt sind und somit ein Neubau – auch bei noch intakter Bebauung – oft nur durch Destruktion vorhandener Bausubstanz möglich bzw. finanzierbar wird. Diese Situation trifft insbesondere auf innerstädtische Bereiche dichter Bebauung, starkem öffentlichen Verkehr und intensivem Geschäftsbetrieb zu.

Ziele der Forschergruppe:

Der Forschungsverbund hat die Erhöhung der Zuverlässigkeit von Simulationsmodellen für das Sprengen komplexer Tragwerke zum Ziel. Hierzu wird die „Destruktion von Komplextragwerken durch Sprengung“ als mehrstufiges Problem (Multi-Level-Problem) modelliert und dieses dann durch Einsatz mehrerer moderner Methoden der Ingenieurinformatik sowie der computerorientierten Mechanik mit Hilfe der numerischen Analyse gelöst.

Projekthalte Teilprojekt 2 (Institut für Mechanik, Universität Karlsruhe (TH)):

Innerhalb des Konzeptes der Forschergruppe 500 entwickelt Teilprojekt 2 Algorithmen und Methoden, die einzelnen Aspekten der spezifischen Anforderungen an die Analyse eines Sprengabbruchs gerecht werden.

Die Untersuchungen beziehen sich einerseits auf Ermittlung der maßgebenden Phänomene, die bei einer Analyse eines Gebäudekollapses berücksichtigt werden müssen und andererseits auf die Entwicklung leistungsfähiger Algorithmen, um diese Analysen innerhalb eines moderaten Zeitrahmens durchführen zu können. Zentrale Aspekte des Projektes sind

- a) die Prognose des Einflusses der sich ausbreitenden Belastungswelle um eine Detonation auf die Schädigung der Struktur,
- b) die durch Entfernen tragender Bauteilstrukturen eingeleiteten Prozesse der Verformung der Gesamtstruktur,
- c) die Ermittlung der Orte hoher Schädigung

und, als modelltechnischer Aspekt, die Abgrenzung von Bauteilstrukturen mit flexiblem oder starrem Verhalten während des Kollapses. Die eingesetzte Finite Elemente Methode mit expliziter Zeitintegration bietet eine hohe Flexibilität bezüglich der nötigen Weiterentwicklung der Algorithmen an diese spezielle Fragestellung.

Die Forschergruppe unterteilt sich inhaltlich in folgende Teilprojekte:

Teilprojekt 2: Untersuchung der Sprengauswirkungen im Nahbereich, Verifizierung und Validierung globaler Sprengmodelle

Leiter: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof, Institut für Mechanik, Universität Karlsruhe (TH)

Teilprojekt 3: Widerstandskennlinien in kritischen Tragwerksbereichen kollabierender Stahlbetonsysteme bei Abbruchvorgängen

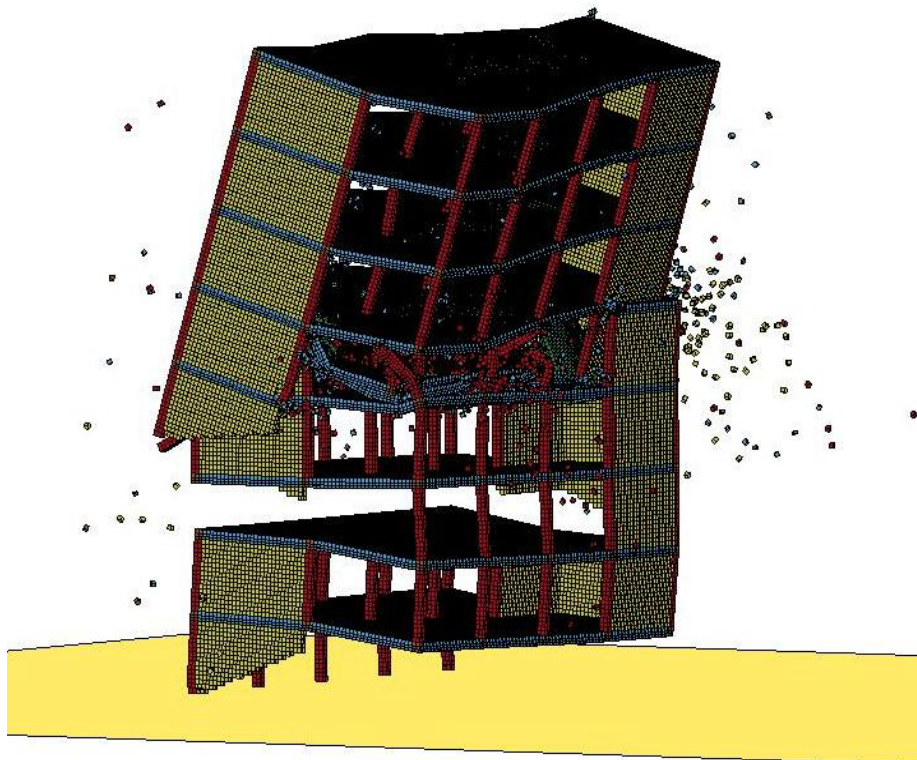
Leiter: Prof. Dr.-Ing. Friedhelm Stangenberg, Lehrstuhl für Stahlbeton- und Spannbetonbau, Ruhr-Universität Bochum

Teilprojekt 4: Numerische Simulation von Sprengvorgängen unter Berücksichtigung von Daten- und Modellunschärfe

Leiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Bernd Möller, Lehrstuhl für Statik, Technische Universität Dresden

Teilprojekt 5: Objektorientiertes Softwaresystem zur Multi-Level-Simulation und Optimierung der Sprengung von Gesamttragwerken

Leiter und Sprecher der Forschergruppe: Prof. Dr.-Ing. Dietrich Hartmann, Lehrstuhl für Ingenieurinformatik, Ruhr-Universität Bochum



3.1.3 Die Erdbebengefährdung der Hagia Sophia in Istanbul, Verifizierung und Validierung numerischer Rechenmodelle für dynamische Beanspruchungen

DFG Schw 307/23-1

*Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), 01.06.08 bis 30.11.09
Kooperatives Folgeprojekt zu Projekt WE 501/11-1/2 „Ingenieurwissenschaftliche Untersuchungen an der Hauptkuppel und den Hauptpfeilern der Hagia Sophia in Istanbul“ Prof. em. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Fritz Wenzel, Institut für Tragkonstruktionen, Fakultät für Architektur, Universität Karlsruhe (TH)
Bearbeitung: G. Blankenhorn, K. Schweizerhof*

Die Hagia Sophia in Istanbul (Abbildung 1), eines der bau- und kulturgeschichtlich wichtigsten und ingenieurmäßig bemerkenswertesten Bauwerke der letzten 1500 Jahre, war im Rahmen des Projektes „Ingenieurwissenschaftliche Untersuchungen an der Hauptkuppel und den Hauptpfeilern der Hagia Sophia in Istanbul“ (Prof. Wenzel) Gegenstand umfänglicher Forschungstätigkeiten, sowohl zum Konstruktionsgefüge als auch zum Tragverhalten. Ein optimierter Einsatz zerstörungsfreier, geophysikalischer Untersuchungsmethoden ermöglichte erstmals eine umfassende Aussage zum Bestand und inneren Zustand der tragenden Bauteile, wie sie sich über die Jahrhunderte und mehrere Teileinstürze hinweg bis zum heutigen Tag entwickelt haben. Damit ist eine entscheidend neue Ausgangslage zu einer realistischen Beurteilung des Kraftflusses im Bauwerk gegeben. Für die statisch ruhenden Lasten ist dieses im bisherigen Projektverlauf auch schon weitgehend gelungen. Für die dynamischen Lasten – hier Erdbeben – steht diese Beurteilung, abgesehen von ersten, mehr qualitativen Überlegungen, noch aus. Dafür sind für die Erstellung der numerischen Modelle weitere Untersuchungen im Bereich der Verifizierung, Validierung und Prognosequalität erforderlich.

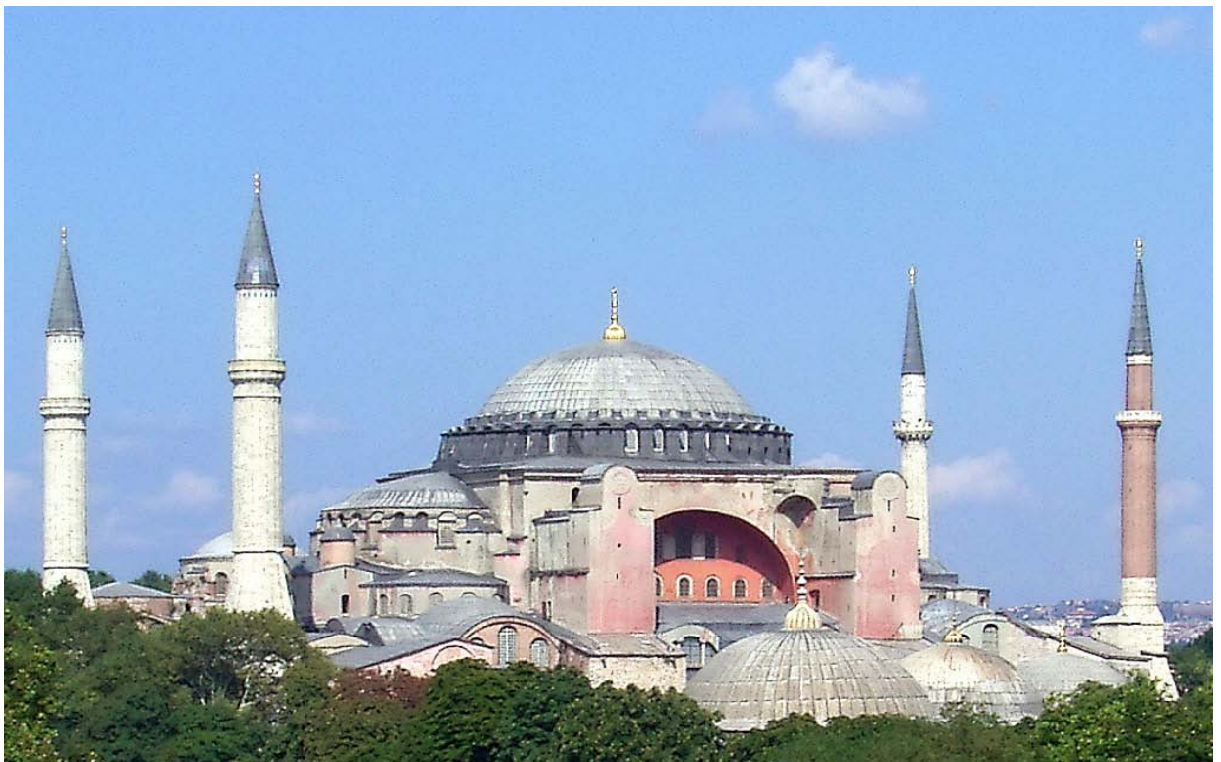


Abbildung 1: Hagia Sophia (Quelle: www.wikipedia.de / © GNU FDL)

Das aktuelle, in institutsübergreifender Zusammenarbeit mit Prof. Wenzel durchgeführte Projekt soll in eine methodisch gesicherte Gewinnung numerischer Modelle (Abbildung 2) zuerst zur schwingungstechnischen Analyse (Eigenfrequenzen) des Gebäudes führen. Die damit verbundene Forschungsarbeit zielt vor allem auf die Analyse und Steigerung der Prognosequalität. Darauf aufbauend erfolgt die Betrachtung der Standsicherheit des Gebäudes im Falle von - die Region Istanbul stark bedrohenden - Erdbeben. Die im Rahmen der bisherigen Arbeit gewonnenen Erkenntnisse zur geometrischen, strukturellen und materialspezifischen Gebäudestruktur und Bauwerksbeschaffenheit (Abbildung 3) bieten hierbei eine sehr gute Datengrundlage und ermöglichen damit eine - gegenüber bisherigen idealisierten Rechenmodellen - wesentlich wirklichkeitsnähere Einschätzung der Standsicherheit des Gebäudes.



Abbildung 2: Arbeitsmodell für die Erstellung numerischer Modelle



Abbildung 3: Detailliertes Gebäudemodell der Hagia Sophia

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden insbesondere auch zur Klärung der Frage beitragen, ob verschiedentlich von Erdbeben-Wissenschaftlern ins Gespräch gebrachte Verstärkungsmaßnahmen an der Kuppel dem Bauwerk dienlich sind, oder ob sie sich - vor dem Hintergrund des denkmalpflegerisch erwünschten Bewahrens der Integrität und Identität des Baugefüges und angesichts seiner jetzt bekannten tatsächlichen Beschaffenheit – vermeiden lassen.

3.1.4 **Entwicklung hoch effizienter Schalenelemente mit quadratischer Ansatzordnung in Schalenebene für transiente Analysen - Aufbau einer Systematik zur Programmunterstützten Entwicklung von Schalenelementen**

DFG SCHW 307/20-1

Gefördert durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Laufzeit 01.01.07 bis 30.06.10

Bearbeitung: S. Mattern, K. Schweizerhof

Problemstellung:

Die Entwicklung von Schalenelementen mit linearen Ansätzen für Geometrie und Verschiebungen – die meist genutzten Elemente in der Berechnung von Schalentragwerken, insbesondere bei Fragestellungen mit großen Verschiebungen und großen Deformationen wie Crash- und Umformsimulationen – kann auch bezüglich Effizienz als ausgereizt bezeichnet werden. Quadratische Ansätze mit Erweiterungen zur Reduktion der Membran- und Schubversteifung haben sich für implizite Analysen auch in der Erweiterung für große Deformationen gut bewährt. Die besonderen Vorteile liegen in der geringeren Empfindlichkeit gegenüber verzerrten Elementformen und in der besseren Erfassung gekrümmter Schalengeometrien. Für transiente Analysen mit expliziter Zeitintegration fehlt die Umsetzung völlig, wobei insbesondere Effizienzgesichtspunkte zu berücksichtigen sind. Nur damit werden Elemente für praktische Anwendungen interessant; dies zeigt sich im täglichen industriellen Einsatz. Das dem Projekt zugrunde liegende Arbeitsprogramm lässt sich in drei Teile gliedern:

Entwicklung eines effizienten Finiten Schalen-, bzw. Volumenschalenelementes quadratischer Ansatzordnung für explizite Analysen

In einem ersten Schritt erfolgt für die in Vorprojekten für implizite statische Fragestellungen erstellten 18-Knoten Volumenschalenelemente, später auch für ebenfalls vorliegende degenerierte Schalenelemente, eine Weiterentwicklung hinsichtlich der Nutzung innerhalb einer expliziten Zeitintegration. Die Einbeziehung erweiterter Verzerrungen zur Vermeidung von Dickenversteifung, sowie des ANS-Konzeptes für Biege- und Membranversteifungen werden – unter dem Gesichtspunkt der Effizienz – für die explizite Elementformulierung umgeformt. Die Implementierung erfolgt für den instituteigenen Finite-Element-Code FEAP-MEKA, wobei die Umsetzung hier speziell für eine explizite Zeitintegration – möglichst ohne implizite Lösungsanteile – erfolgen soll. Die Implementierung erfolgt zunächst auf konventionellem Weg, also händisch, wobei auf effiziente Umsetzung geachtet wird.

Programmgestützte FE-Entwicklung

Als zweites Ziel des Projekts ist der Aufbau einer Systematik zur programmgestützten Entwicklung von Finiten Elementen für zwei- und dreidimensionale Probleme zu nennen. Die programmtechnische Umsetzung einzelner FE-Subroutinen soll neben herkömmlichen Programmierwerkzeugen vor allem mit dem MATHEMATICA-Plugin ACEGEN durchgeführt werden. Dieser Programmaufsatz, welcher allgemein zugänglich ist, ermöglicht die Generierung von bezüglich Recheneffizienz optimiertem FORTRAN-Code aus MATHEMATICA-Funktionen. Es werden deutliche Effizienzsteigerungen gegenüber händischem Programmieren erwartet. Die so optimierten Subroutinen sollen in den bestehenden FE-Code eingefügt werden und so die

Bearbeitung von Problemen mit großen Elementzahlen ermöglichen. Ferner bietet die konsequente Nutzung solcher Werkzeuge wesentliche Erleichterungen bezüglich einer fehlerfreien Erstellung, bzw. Modifikation von Programmteilen. Damit soll der Arbeitsprozess der Entwicklung von Finiten Elementen und deren Umsetzung in FE-Programmen entscheidend beschleunigt werden und den Entwicklern erlauben, den Schwerpunkt auf methodische und ergebnisorientierte Aspekte zu richten.

Numerische Untersuchungen

Zum Abschluss des Projektes ist die numerische Untersuchung von Schalenproblemen und Großdeformationsproblemen mit den entwickelten Elementen vorgesehen. Im Vordergrund steht neben der Validierung der Entwicklungen an kleineren numerischen Beispielen die eigentliche Nutzung für Schalenträgerwerke unter dominant transienter Belastung, für die der Vorteil der besseren Geometrieapproximation der quadratischen Elemente an ausgewählten Beispielen mit Löchern und Schalenverbindungen herausgestellt werden soll. Als Großdeformationsprobleme sind in erster Linie Umformprobleme dünner Bleche sowie Schalenstrukturen unter Impaktbelastung zu nennen, bei denen die Vorteile quadratischer Elementansätze deutlich werden. Denkbar ist an dieser Stelle auch die Kopplung der expliziten Analyse mit der bereits vorhandenen impliziten Formulierung, um z.B. Rückfederberechnungen durchzuführen. Dies wird entsprechend bei der Programmierung berücksichtigt, um eine Datenübertragung von der expliziten zur impliziten Formulierung zu ermöglichen.

Stand der Arbeiten

Das bereits vorhandene 18-Knoten Volumenschalenelement wurde für die Verwendung innerhalb der expliziten Zeitintegrationsroutinen angepasst. Durch verschiedene Parameterstudien konnte gezeigt werden, dass für die Aufstellung der Elementmatrizen – insbesondere des internen Knotenlastvektors – der mit Abstand größte Anteil der Rechenzeit benötigt wird. Dies motivierte die Verwendung des beschriebenen Programmierwerkzeuges ACEGEN, insbesondere für diese Routinen.

Der automatisch generierte Code wurde mit den händisch programmierten Routinen verglichen und es konnten deutliche Effizienzsteigerungen festgestellt werden. Abbildung 1 zeigt eine Studie, in der das herkömmlich programmierte Element mit einer händisch optimierten Variante (z.B. Vermeidung von Multiplikationen mit Null), sowie dem automatisch generierten Code verglichen wird. Neben der Effizienzsteigerung zeigt sich u.a. auch, dass die Nutzung von Compileroptimierung den Vorteil händischer Optimierung auslöscht. Die Vorteile der automatischen Code-Erzeugung bei Nutzung von MATHEMATICA liegen jedoch auch in der Bedienung des Programmierwerkzeuges. Die Verwendung symbolischer Matrizenoperationen und Differentiation erlauben eine vergleichsweise intuitive Implementierung der Operationen, die z.B. zur Aufstellung der Elementmatrizen erforderlich sind.

Im Verlauf des Projektes werden weitere Elementformulierungen mit quadratischer Ansatzordnung implementiert – sowohl Volumenschalen als auch degenerierte Schalenelemente. Bei der Verwendung des Programmaufsatzes ACEGEN steht weiterhin die Effizienz und die Entwicklung einer gewissen Systematik bei der Programmierung im Vordergrund. Weitere Schwerpunkte des Projektes werden die Untersuchung verschiedener Algorithmen zur Erzeugung diagonalisierter Massenmatrizen sein, deren Verwendung im zentralen Differenzenverfahren unumgänglich ist. Der Einfluss der so generierten Massenmatrizen auf verschiedene Problemstellungen wie Wellenausbreitung oder Vibration soll an geeigneten numerischen Beispielen untersucht werden.

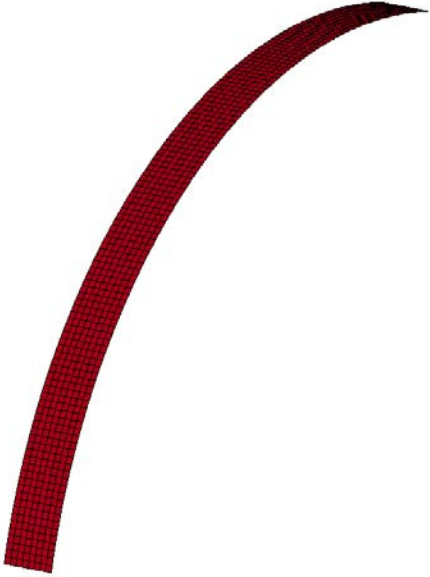
diskretisierte Geometrie	ohne Optimierung durch Compiler			
		standard	händisch optimiert	AceGen
	CPU-Zeit gesamt	12 h 49 min 11 s	6 h 10 min 55 s	10 min 19 s
	Ø CPU-Zeit/ Zeitschritt	3.43 s	1.65 s	0.046 s
	höchste Optimierungsstufe des Compilers			
		standard	händisch optimiert	AceGen
	CPU-Zeit gesamt	2 h 3 min 57 s	2 h 11 min 33 s	10 min 36 s
	Ø CPU-Zeit/ Zeitschritt	0.55 s	0.59 s	0.047 s

Abbildung 1: Effizienzsteigerung durch automatisch erzeugten Elementcode

3.1.5 Entwicklung fluidgestützter geometrisch nichtlinearer Finiten Elemente mit Hilfe einer analytischen Fluidbeschreibung

Internes Projekt

Bearbeitung: M. Haßler, K. Schweizerhof

Motivation

Fluidgestützte Membran- oder Schalenstrukturen finden heutzutage auf vielseitige Weise Anwendung:

- Automobilindustrie:
Eine Technik, welche in der Automobilindustrie zunehmend an Attraktivität gewinnt, ist das so genannte Hydroforming. Dabei wird mit Hilfe von Flüssigkeitsdruck ein Werkstück gegen eine Matrix gepresst. Durch den Fluidruck kann eine sehr viel gleichmäßigere Dickenverteilung im Werkstück erzielt werden als durch konventionelle Tiefziehprozesse.
- Bauingenieurwesen:
Im Bereich des konstruktiven Bauingenieurwesens sind fluidgestützte Schalen und Membrane unter anderem für die Bemessung von Schläuchen, Tragluflhallen oder von mit Druckluft gefüllten Balken von großer Bedeutung.
- Wasserbau:
Hier haben sich innerhalb der letzten Jahrzehnte gegenüber konventionellen Wehrverschlüssen die so genannten Schlauchwehre (nicht nur aufgrund der monetären Vorteile) etabliert. Diese bestehen aus einer dünnen, gewebeverstärkten Gummischlauchmembran, welche entweder mit Gas oder Wasser befüllt wird und so einen sehr flexiblen Wehrkörper bildet.

Kurzfassung

Ziel dieser Arbeit ist die Untersuchung fluidgestützter bzw. -belasteter Strukturen unter großen Deformationen (siehe Bild 1).

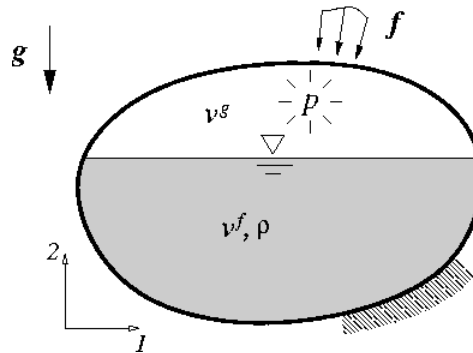


Bild 1: Dünnwandige mit Flüssigkeit und/oder Gas gefüllte elastische Schalenstruktur unter externer Last

Im Gegensatz zu konventionellen Simulationen von Fluid-Struktur-Interaktionen wird in diesem Projekt das Fluid nicht mit Finiten Elementen vernetzt sondern seine Geometrie und damit auch seine Zustandsgrößen (Volumen v , Dichte ρ , Druck p) werden über Oberflächenintegrale der umgebenden elastischen Struktur beschrieben.

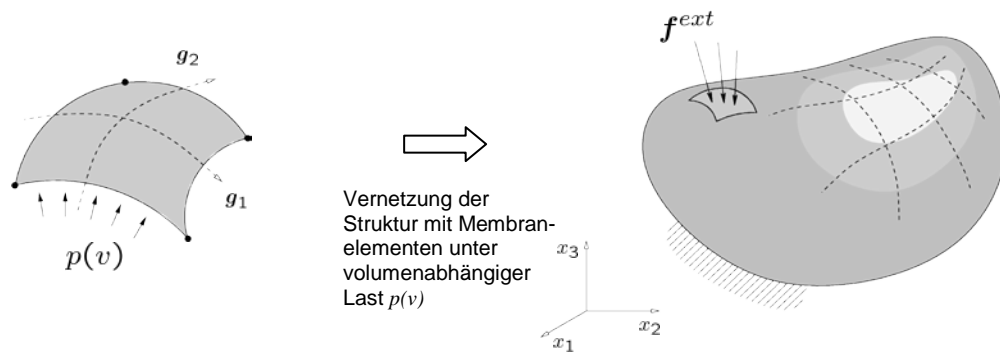


Bild 2: Substitution des Fluids durch energetisch äquivalente Belastung auf Membran

Diese analytische Darstellung des Fluids und seiner sich mit den Strukturdeformationen ändernden Zustandsgrößen umgeht die i.A. sehr zeitaufwendige Neuvernetzung des Fluidnetzes im strukturnahen Bereich. Letztere wird aufgrund der großen Deformationen und starken Netzverzerrungen gerade in diesen Bereichen erforderlich. Sie erweist sich somit als sehr effiziente Berechnungsmethode für statische Fluid-Struktur-Kopplungen.



Bild 3: FE-Modell (links) und reales Schlauchwehr (rechts)

Außerdem wurde gezeigt, dass die mit obigen Algorithmen erhaltene Endkonfiguration in einer weiterführenden Simulation als Ausgangskonfiguration genutzt werden kann, um z.B. eine akustische Untersuchung der mit Fluid belasteten Struktur durchzuführen. Bei dem letztgenannten Schritt wurde das ehemals nur analytisch in den Gleichungen enthaltene Fluid mit Finiten Volumen-Elementen diskretisiert, deren Anfangswerte für die inneren Zustandsvariablen, wie z.B. Druck oder Dichte, sich aus der vorangegangenen Rechnung ohne Vernetzung ergaben. Somit konnte eine effiziente Kombination aus quasistatischen Belastungen mit analytischer Fluidbeschreibung bei großen Deformationen einerseits und einer Finite Elementdiskretisierung des Fluids zur Untersuchung lokaler Effekte andererseits erzielt werden.

3.1.6 Development of a geometrically exact theory in computational contact mechanics in a covariant form

DFG SCHW 307/18-2

The current investigation has been funded by DFG grant (funding period: March 2005 until February 2008)

A. Konyukhov and K. Schweizerhof

General Description of contact problems in a covariant form

A unified formulation based on the description of all contact parameters in the local surface coordinate system, a, so-called, covariant description for contact problems, has been systematically developed for the solution of contact problems with arbitrary defined surfaces. The powerful apparatus of differential geometry and tensor analysis was exploited to describe contact mechanics from the local surface geometry point of view. The main advantage is a simple form which is independent of the parameterization of the surfaces necessary for successful application of the Newton iterative scheme, namely a residual vector and corresponding derivatives (consistent tangent matrix). The tangent matrix is derived in a closed covariant form and contains only geometrical parameters of contact surfaces such as normal and tangent vectors, components of the metric and curvature tensor, which - in a FE program - can be computed in separated subroutines for any surface. This makes the straightforward implementation for any kind of approximation of the surface known in practice possible (e.g. any NURB surfaces used in CAD-system). Another important achieved result is a new form of the tangent matrix consisting of several parts: the main, the rotational and the curvature parts. This allows to distinguish their influence on convergence of the global Newton iterative scheme depending on deformation cases (e.g. for large and small rotations) and on the approximation of the surfaces (e.g. only the main part is sufficient for linear surfaces).

A geometrical interpretation of the covariant derivative as a parallel transfer on the surface leads to a numerical scheme overcoming the discontinuity of convective coordinates during crossing the element boundaries. Further, adaptive integration techniques have been proposed to improve the continuous transfer of the contact stress across the contact surface (so-called "patch-test").

A unified description for the node-to-segment contact element (NTS), the segment-to-segment contact element (STS) and the segment-to-analytical surface (STAS) – the later two also known as a Mortar technique - has been obtained. The formulation of all parameters is given in covariant form and, therefore, is independent from the approximation of the contact surfaces. The robustness of the proposed approach has been proven also in combination with a family of solid-shell elements.

A systematic generalization of the contact interface law based on the Coulomb friction model into the anisotropic region in a covariant form including various known visco-elasto-plastic mechanical models has been proposed. A rate equation in the form of covariant derivatives on the tangent plane has been introduced for the regularization of contact tangent tractions. Thus, a coupled model including anisotropy for adhesion and for friction has been developed. The model is formulated via the principle of maximum dissipation in the rate form. Finally, the computational model is derived via application of the return-mapping scheme to the incremental form. As a result a frictional force is derived in closed form including both, an adhesion and a friction tensor. The linearization for the Newton scheme is obtained again as a covariant derivation in the local surface coordinate system and, therefore, all tangent matrices

possess a simple form independent of the parameterization of the contact surfaces. A classification of parts of the tangent matrix is given and their influence on convergence with regard to small and large sliding problems is considered. Small sliding problems are introduced as problems where the computation of the sticking-sliding zone is essential, while a sliding path is only of interest for large sliding problems.

Furthermore, the possibility to describe machined surfaces by means of the coupled anisotropic model has been studied numerically (cases of uniform, polar and spiral orthotropy). The model has been numerically analyzed in for various types of anisotropy: a uniform orthotropy of a plane given by the spectral decomposition, a nonuniform orthotropy of a plane inherited with the polar coordinate system and a spiral orthotropy of a cylindrical surface. The development of the sticking zone for the small displacement case, and the influence of orthotropic properties on a trajectory of the sliding block in the case of large displacements have been analyzed. As an interesting result, geometrically isotropic behavior of the block has been found: in this case combination of both, anisotropy for adhesion and anisotropy for friction leads to a trajectory which can be normally observed only for isotropic surfaces, see development of the sliding zone in Fig. 2 and 3. In addition, a direct mechanical interpretation is discussed.

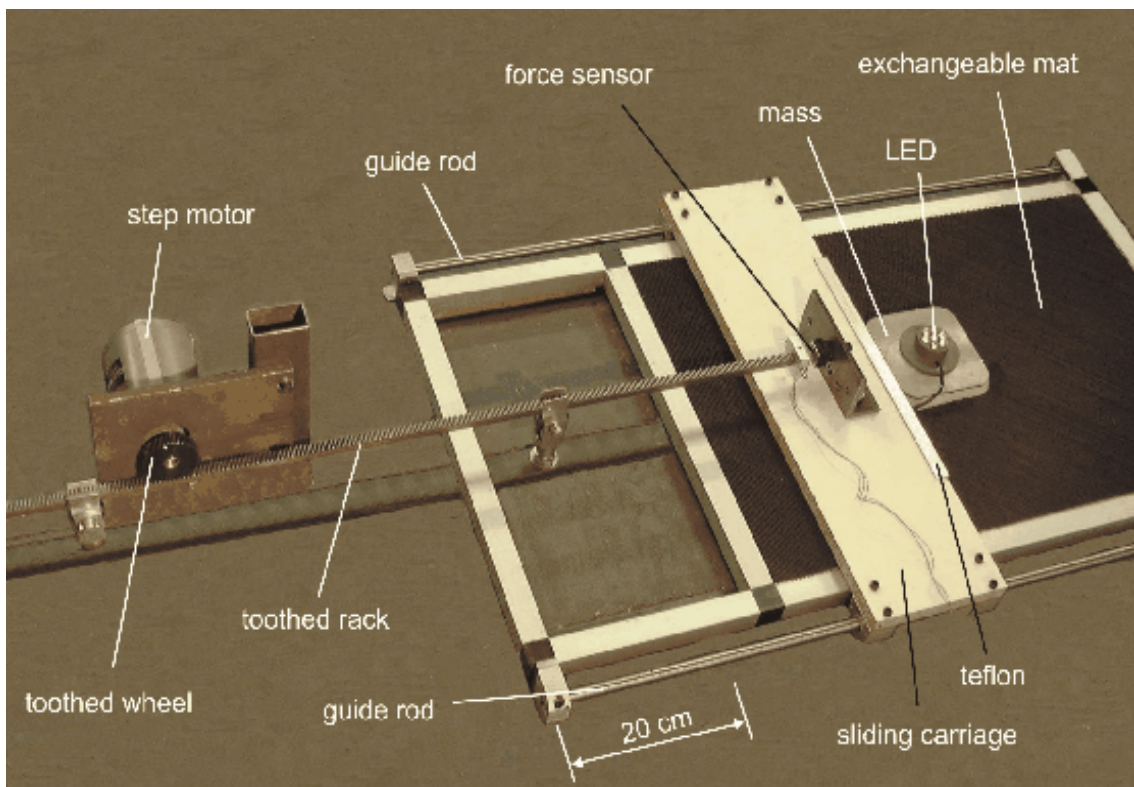


Figure 1. Experimental setup for investigation of a coupled anisotropic tangential adhesion and friction. A metal block slides on a wavy rubber profile in the direction of applied force in the case of "geometrical isotropic" behavior.

As a key for the practical application, the developed model is experimentally investigated. Thus, it was found that the coupled anisotropic model can successfully describe a set of trajectories of a block on a rubber mat with a periodical wavy profile, see Fig. 1. The covariant approach developed in the current work for contact interaction dominantly between the smooth surfaces is based on a description that all necessary parameters in a specially introduced curvilinear coordinate system are

associated with a contact surface. This allows exploiting the apparatus of differential geometry and creating an effective and robust computational algorithm.

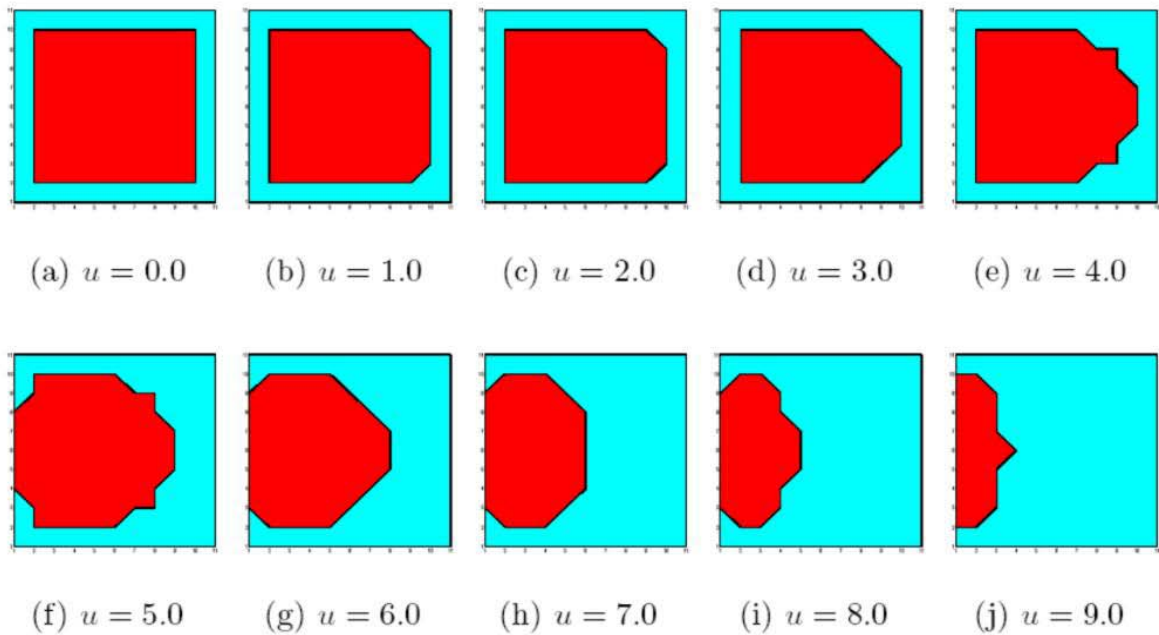


Figure 2. Development of the sticking (inner red zone) and sliding (outer zone) zones for isotropic friction

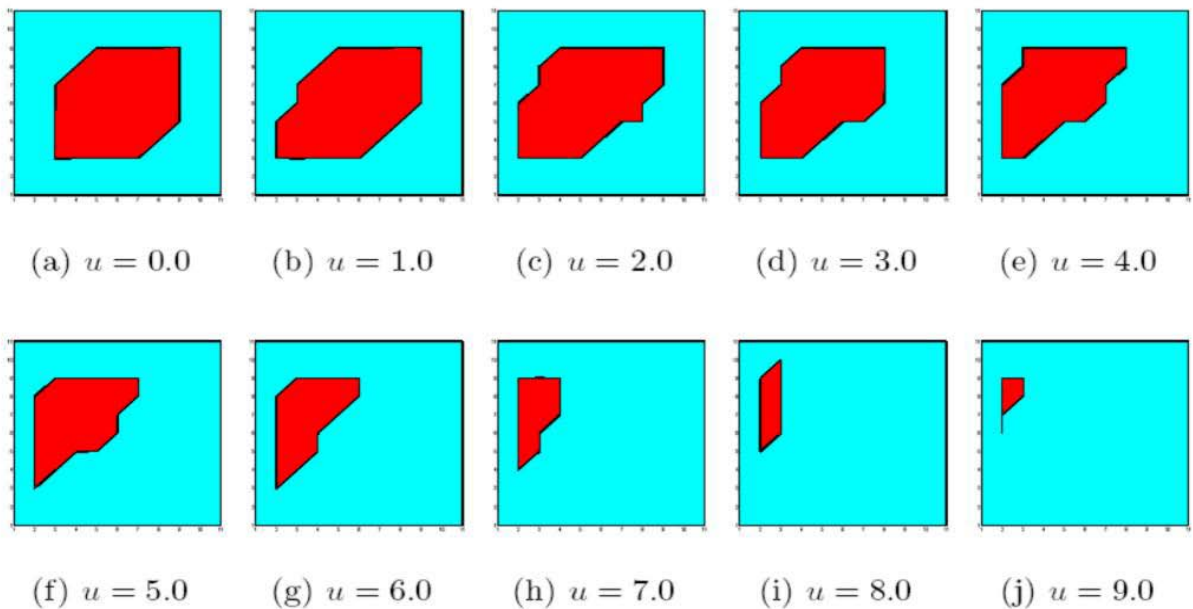


Figure 3. Development the sticking (inner red zone) and sliding (outer zone) zones for the coupled anisotropic adhesion and friction model in the case of "geometrical isotropic" behavior.

The proposed algorithms for coupling the anisotropic properties for adhesion and friction are leading to a robust computational algorithm which can be further developed in both, theoretical and experimental ways. From the theoretical point of view, multiscale techniques can be applied to derive the structure of anisotropic tensors in the macro-scale arising from the micro-structure of the contact surfaces. It is obvious that extensive experimental tests are necessary to find the correspondence of the certain interface model to the real material surfaces. By doing so, the bridge between surfaces possessing “continuum mechanics” properties and tribology could be enhanced.

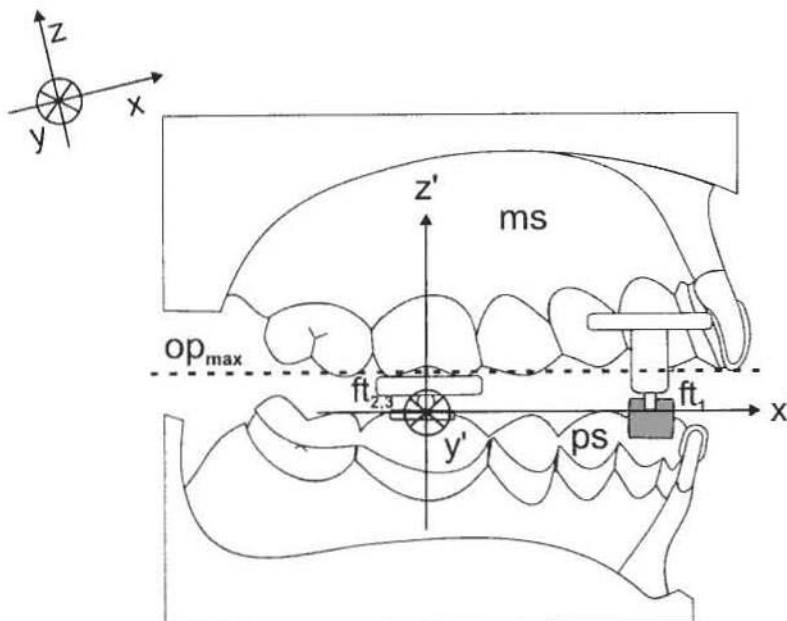
References

- Konyukhov, A., Schweizerhof, K. Covariant description of contact interfaces considering anisotropy or adhesion and friction: Part 1. Formulation and analysis of the computational model. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 196 (1-3), 103-117, 2006.
- Konyukhov, A., Schweizerhof, K. Covariant description of contact interfaces considering anisotropy or adhesion and friction: Part 2. Linearization, finite element implementation and numerical analysis of the model. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 196 (1-3), 289-303, 2006.
- Konyukhov, A., Vielsack, P., Schweizerhof, K. On coupled models of anisotropic contact surfaces and their experimental validation *Wear*, (7-8), 2008: 579-588.

3.1.7 Forschungsgruppe Biomechanik

S. Rues, J. Lenz, H.J. Schindler, K. Schweizerhof, W. Wendler

Auf der Suche nach den Ursachen für Kaumuskel- und Kiefergelenkschmerzen und sich daraus möglicherweise eröffnenden therapeutischen Interventionen wurden an einem gesunden, vollbezahnten Probandengut eine Reihe von medizinischen Experimenten und numerischen Analysen durchgeführt. Dazu wurden zunächst mit Hilfe eines selbst entwickelten intraoralen Kraftmessers (mit einem anterioren und zwei posterioren Übertragungspunkten) bei unterschiedlichen Aufgaben des Kausystems simultan die zwischen den Kiefern übertragene Kaukraft und über Oberflächen- und intramuskuläre Elektroden die in sämtlichen Kaumuskeln (Masseter, anteriorer und posteriorer Temporalis, medialer und inferiorer Pterygoideus sowie Digastricus) entwickelten EMG-Aktivitäten gemessen. Aus diesen Messergebnissen lassen sich unter gewissen Annahmen die in den einzelnen Muskeln auftretenden Kräfte und die auf die Kiefergelenke wirkenden Zwangskräfte errechnen. Dabei wurde eine Reihe von bisher unbekanntem motorischen Verhaltensmustern der Kaumuskulatur gefunden. So zeigte sich beispielsweise, dass beim Beißen mit akzentuierten Horizontalkräften in den Pterygoidien und in den Gelenken die größten Beanspruchungen auftreten. Unter allen Muskeln entwickelte der inferiore, laterale Pterygoideus die höchste Aktivierung. Optimierungsstrategien mit unterschiedlichen, physiologisch denkbaren objektiven Funktionen enthüllten, dass die in den Muskeln gespeicherte elastische Energie als Zielfunktion am besten mit den berechneten Ergebnissen übereinstimmt.



Schematische Darstellung der Lage der drei Kraft-Messwertgeber ft_{1-3} ; ms: Metallschiene, ps: Kunststoffschiene, op_{max} : (x',y') – Okklusalebene des Oberkiefers, (x,y) : Frankfurter Horizontalebene.

3.2 Publikationen (Oktober 2007 – September 2008)

G. Blankenhorn, S. Mattern, K. Schweizerhof: Controlled Building Collapse Analysis and Validation. Proceedings of the 6th LS-DYNA Forum, Frankenthal, Germany, Oct. 2007

E. Ewert, K. Schweizerhof: Adaptive Analysis of Bifurcation Points of Shell Structures. High Performance Computing in Science and Engineering 07, W.E. Nagel, D. Kröner, M. Resch (Eds.) pp. 563-569, Springer, 2007

D. Hartmann, M. Breidt, V. v. Nguyen, F. Stangenberg, S. Höhler, K. Schweizerhof, G. Blankenhorn, B. Möller, W. Graf, M. Liebscher: DFG Forschergruppe 500: Computergestützte Destruktion komplexer Tragwerke durch kontrollierte Sprengung. MIT-Methoden und Anwendungen der Informatik und Informationstechnologie, 49 (5), 320-327, 2007

S. Rues, H.J. Schindler, K. Schweizerhof, J. Lenz: Muscle and joint forces in the masticatory system. 2nd GACM Colloquium for Young Scientists on Computational Mechanics, München, Oct. 10-12, 2007. Book of Abstracts, p. 112, 2007

S. Rues, H.J. Schindler, J.C. Türp, K. Schweizerhof, J. Lenz: Muscle and joint forces in the masticatory system during clenching. Deutsche Gesellschaft für Biomedizinische Technik (DGBMT), 41th Annual Meeting, Aachen, Sept. 26-30, 2007

H.J. Schindler, S. Rues, J.C. Türp, J. Lenz: Motor behavior of the jaw muscles during clenching on an experimental occlusion. The Society of Oral Physiology, 25th Store Kro Meeting, Naantali, Finland, May 24-27, 2007, Proceedings, p22, 2007

H.J. Schindler, S. Rues, J.C. Türp, K. Schweizerhof, J. Lenz: Jaw clenching: Muscle and joint forces, optimization strategies. J. Dent. Res. 86 (9), 843-847, 2007

M. Haßler, K. Schweizerhof: Validation and Limits of Finite Inflatable Beam Elements. PAMM, Proc. Appl. Math. Mech. Vol. 8(1) 10283-10284, 2008

M. Gebhardt, F. Nestmann, K. Schweizerhof, B. Kemnitz: Grundlagen für die hydraulische und statische Bemessung von wassergefüllten Schlauchwehren. Wasserwirtschaft, 97 (3) 27-32, 2008

S. Kizio, K. Schweizerhof: Goal-Oriented Mesh Adaptation for FE-Vibration Analyses of Shell-Like Structures. PAMM, Proc. Appl. Math. Mech. Vol. 8(1) 10345-10346, 2008

J. Bitzenbauer, K. Schweizerhof: Mehrskalenergebnisse nichtlinear elastischer inhomogener Körper. PAMM, Proc. Appl. Math. Mech. Vol. 8(1) 10263-10264, 2008

A. Konyukhov, K. Schweizerhof: Geometrical Covariant Approach for Contact between Curves representing Beam and Cable Type Structures. PAMM, Proc. Appl. Math. Mech. Vol. 8(1) 10299-10300, 2008

S. Rues, J. Lenz, H.J. Schindler, J.C. Türp, K. Schweizerhof: Forces and motor control mechanisms during biting in a realistically balanced experimental occlusion. J. Archives of Oral Biology 53(12), 1119-1128, 2008

S. Rues, H.J. Schindler, J.C. Türp, K. Schweizerhof, J. Lenz: Motor behavior of the jaw muscles during different clenching levels. European Journal of Oral Sciences 116(3) 223-228, 2008

A. Konyukhov, K. Schweizerhof, P. Vielsack: On Models of Anisotropic Contact Surfaces and their Experimental Validation. *Wear*, (available online, June 2007) 264 (7-8) 579-588, 2008

D. Hartmann, M. Breidt, V. v. Nguyen, F. Stangenberg, S. Höhler, K. Schweizerhof, S. Mattern, G. Blankenhorn, B. Möller, M. Liebscher: Structural Collapse Simulation under Consideration of Uncertainty - Concept and Results. *Computer & Structures* 86(21-22) 2064-2078, 2008

B. Möller, M. Liebscher, K. Schweizerhof, S. Mattern, G. Blankenhorn: Structural Collapse under Consideration of Uncertainty - Improvement of Numerical Efficiency. *Computer & Structures* 86(19-20) 1875-1884, 2008

A. Konyukhov, K. Schweizerhof: On the Solvability of Closest Point Projection Procedures in Contact Analysis: Analysis and Solution Strategy for Arbitrary Surface Approximations. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 197(33-40) 3045-3056, 2008

A. Konyukhov, K. Schweizerhof: On Coupled Models of Anisotropic Contact Surfaces and their Experimental Validation, *Wear* 264 (7-8) 579-588, 2008

M. Haßler, K. Schweizerhof: On the Static Interaction of Fluid and Gas loaded Multi-Chamber Systems in a Large Deformation Finite Element Analysis. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering* 197, 1725-1749, 2008

H.J. Schindler, J. Lenz, J.C. Türp, K. Schweizerhof, S. Rues: Mandibular equilibrium changes: co-contractions and joint forces". *Eur. J. Oral Sci.*, in revision

3.3 **Wissenschaftliche Vorträge**

G. Blankenhorn, S. Mattern, K. Schweizerhof: Controlled Building Collapse Analysis and Validation. 6th LS-DYNA Forum, Frankenthal, Germany, Oct. 2007

S. Rues, H.J. Schindler, K. Schweizerhof, J. Lenz: Muscle and joint forces in the masticatory system. 2nd GACM Colloquium for Young Scientists on Computational Mechanics, Munich, 10-12 October 2007

K. Schweizerhof, S. Kizio: Adaptive Finite Element Analyses in Structural Dynamics of Shell-Like Structures – a Specific View on Practical Engineering Applications and Engineering Modelling. Keynote lecture. Proc. International Conference on Adaptive Modeling and Simulation, ADMOS 2007, Göteborg/Schweden eds. P. Diez, K. Runesson, October 2007

K. Schweizerhof, D. Lorenz, A. Haufe: Erweiterte Kontaktformulierung, Reibmodelle und thermische Analyse - Simulationmöglichkeiten zur Prozessauslegung des Umformens hochfester Stähle mit LS-DYNA. 29. Symposium Mathematik in Forschung und Praxis "Neue Modelle zur Simulation höchstfester Stähle", Universität Duisburg-Essen, Bad Honnef, November 2007

D. Lorenz, A. Haufe, K. Schweizerhof: Entdeckung, Simulation und Vermeidung der Faltenbildung in der Blechumformung mit LS-DYNA. 11. Workshop "Simulation in der Umformtechnik", Institut für Statik und Dynamik der Luft- und Raumfahrt-konstruktionen, Universität Stuttgart, März 2008

A. Haufe, D. Lorenz, K. Schweizerhof: Umformsimulation: Herausforderung und Strategien für genauere Prognosen bei hochfesten Stählen. Internationale Tagung "Neuere Entwicklungen in der Blechumformung", Juni 2008

A. Konyukhov, K. Schweizerhof: On a geometrically exact contact description for shells: from linear approximations for shells to high-order FEM. 6th Int. Conf.Comp.Shell Spatial Structures, IASS-IACM 2008, Ithaca 2008

M. Haßler, K. Schweizerhof: Vibration analysis of thin-walled - gas or fluid filled - structures including the effect of the inflation/filling process. 6th Int. Conf.Comp. Shell Spatial Structures, IASS-IACM 2008, Ithaca 2008

K. Schweizerhof, E. Ewert: Stability and sensitivity analysis of imperfect shells involving contact. Proc. 6th Int. Conf.Comp. Shell Spatial Structures, IASS-IACM 2008, Ithaca 2008

A. Konyukhov, K. Schweizerhof: Covariant description for contact between arbitrary curves: General approach for beams, cables and surface edges. Proc. WCCM8, Venice 2008

K. Schweizerhof, E. Ewert: Stability and sensitivity of shell-like structures considering imperfections and contact. WCCM8, Venice 2008

J. Bitzenbauer, K. Schweizerhof: Multigrid methods for inhomogeneous problems in solid mechanics. WCCM8, Venice 2008

M. Haßler, K. Schweizerhof,: Validation and Limits of Finite Inflatable Beam Elements. GAMM Annual Meeting, Bremen 2008

S. Kizio, K. Schweizerhof: Goal-Oriented Mesh Adaptation for FE-Vibration Analyses of Shell-Like Structures. GAMM Annual Meeting, Bremen 2008

J. Bitzenbauer, K. Schweizerhof: Mehrskalenberechnungen nichtlinear elastischer inhomogener Körper. GAMM Annual Meeting, Bremen 2008

A. Konyukhov, K. Schweizerhof: Geometrical Covariant Approach for Contact between Curves representing Beam and Cable Type Structures. GAMM Annual Meeting, Bremen 2008

3.4 Mitherausgeber und Gutachter wissenschaftlicher Publikationen

Prof. Dr.-Ing. K. Schweizerhof

- Engineering Structures (Editorial Board, Gutachter)
- Structural Eng. Review (Gutachter)
- Engineering Computations (Gutachter)
- Engineering Mechanics (Gutachter)
- Computers & Structures (Gutachter)
- Int. J. Solids and Structures (Gutachter)
- Int. J. Num. Meth. Eng. (Gutachter)
- Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering (Gutachter)
- Computational Mechanics (Gutachter)
- Archive of Applied Mechanics (Gutachter)
- Mechanism and Machine Theory (Gutachter)

4. Aktivitäten in Organisationen von Lehre und Forschung

4.1 Universitäre Selbstverwaltung

Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof

- Vorsitzender der Vorprüfungskommission Bauingenieurwesen
- Prodekan der Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften
- Vorsitzender des Prüfungsausschusses Regionalwissenschaft/-planung

Dipl.-Ing. Gunther Blankenhorn

- Mittelbauvertreter in der Hauptprüfungskommission

4.2 Aktive Mitarbeit bei nationalen und internationalen Organisationen

Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof

- Mitglied im erweitertem Präsidium des Allgemeinen Fakultätstag (AFT), seit 01.01.2005
- Mitglied der Ständigen Kommission des Fakultätentages Bauingenieur- und Vermessungswesen, seit 1.1.2004
- Vertreter der Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften der Universität Karlsruhe beim Fakultätentag für Bauingenieurwesen und Geodäsie (FTBG) seit 1996
- Mitglied des Lenkungsausschusses für das Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart (HLRS), seit März 2000
- Mitglied des Fachausschusses Bauingenieur- und Vermessungswesen in der Akkreditierungsagentur für Studiengänge der Ingenieurwissenschaften und der Informatik (ASIIN) e.V., bis Sommer 2008
- Mitglied des Vorstandes des ASBau (Akkreditierungsverbund für Studiengänge des Bauingenieurwesens) seit April 2002
- Mitglied des Fachausschusses Bauingenieurwesen des ASBau (Akkreditierungsverbund für Studiengänge des Bauingenieurwesens) seit April 2002
- Vertrauensdozent der Studienstiftung des Deutschen Volkes, seit 1990
- Gutachter für die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)
- Gutachter für die German Israeli Foundation (GIF)
- Gutachter für Research Grants Council Hongkong

4.3 Mitglied bei wissenschaftlichen Vereinigungen

Dipl.-Ing. Johann Bitzenbauer

- GAMM-Mitglied

Dipl.-Ing. Gunther Blankenhorn

- GAMM-Mitglied
- GACM-Mitglied

Dipl.-Ing. Eduard Ewert

- GAMM-Mitglied

Dipl.-Ing. Marc Haßler

- GAMM-Mitglied

Dipl.-Ing. Ridvan Izi

- GAMM-Mitglied

Dipl.-Ing. Stephan Kizio

- GAMM-Mitglied

Dr. Alexander Konyukhov

- GAMM-Mitglied
- GACM-Mitglied

Dipl.-Ing. Steffen Mattern

- GAMM-Mitglied

Dipl.-Ing. Ingolf Müller

- GAMM-Mitglied

Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof

- GAMM-Mitglied
- GACM-Mitglied
- VDI-Mitglied
- Mitglied im Forschungsverbund „Wissenschaftliches Rechnen in Baden-Württemberg“ (WIR)

5. Sonstige Aktivitäten und Kontakte

5.1 Seminarvorträge

Absicherung der virtuellen Prozesskette für Folgeoperationen in der Umformtechnik, Dipl.-Ing. Michael Fleischer, BMW AG, München, 21.06.2007

Zur effizienten Simulation von Mehrskalproblemen: Akustisches Verhalten von stoßbehafteten Verzahnungen, Vortrag zur Diplomarbeit, cand. mach. Christian Pfeifer, November 2007

Crashworthiness of Road Safety Barriers, Dr. Matej Vesenjaj, University of Maribor, Slovenia, 26.06.2008

Implementierung eines geometrisch nichtlinearen Interface-Elements zur Berechnung von statischen Fluid-Struktur-Kopplungen, Vortrag zur Diplomarbeit, cand. math. techn. Anne Merkle, 24.07.2008

5.2 Vorträge - sonstige

Ingenieurausbildung in der Zukunft an der TH und an der FH, Bachelor, Master und Dipl.-Ing. - Welches ist das richtige Modell? *Vortrag und Diskussion im Rahmen der Landesversammlung des VBI-Landesverbandes Baden-Württemberg*, Referenten: Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof, Universität Karlsruhe (TH) und Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Walther, Hochschule Karlsruhe, 11.04.2008

Die Erdbebengefährdung der Hagia Sophia in Istanbul – Verifizierung und Validierung numerischer Rechenmodelle für dynamische Beanspruchungen, *Projektvorstellung an der Hagia Sophia in Istanbul*, Prof. Dr.-Ing. Karl Schweizerhof, Dipl.-Ing. Gunther Blankenhorn in Zusammenarbeit mit Prof. Dr.-Ing. Fritz Wenzel und Dipl.-Ing. Christoph Duppel, 29.07.2008

5.3 Industriekooperation

- Livermore Software Technology Corp., Livermore, Kalifornien, USA
- Forschungsvereinigung Automobiltechnik (FAT)

5.4 Gastwissenschaftler

Prof. Jorge E. Crempien Laborie, Ph.D., Decano Facultad de Ingenieria, Universidad de los Andes, Las Condes, Santiago, Chile, 25. - 29.01.2008

Dr. Matej Vesenjaj, Faculty of Mechanical Engineering, University of Maribor, Slovenia, 13.05. - 14.07.2008

5.5 Austauschprogramme

5.5.1 DAAD – Projektbezogener Austausch mit Schweden/Universität Linköping

- Interface Elements for Fluid-Structure Interaction, Vortrag Marc Haßler, Oktober 2007
- Building Demolition by controlled explosives - Collapse Analysis, Vortrag Gunther Blankenhorn, Februar 2008

5.5.2 **DAAD – Projektbezogener Austausch mit Kanada/University of British Columbia, Vancouver**

- On low order “solid shell” elements for large deformation problems – merits and limits, Vortrag Karl Schweizerhof, Februar 2008
- Project conception - Verification and Validation of a computational model of Hagia Sophia, Vortrag Gunther Blankenhorn, August 2008