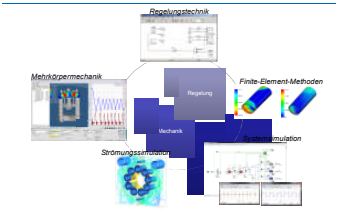
Simulation im fluidtechnisch mechatronischen Umfeld



RWTH AACHEN UNIVERSITY IFAS Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Murrenhoff
25.05.2011

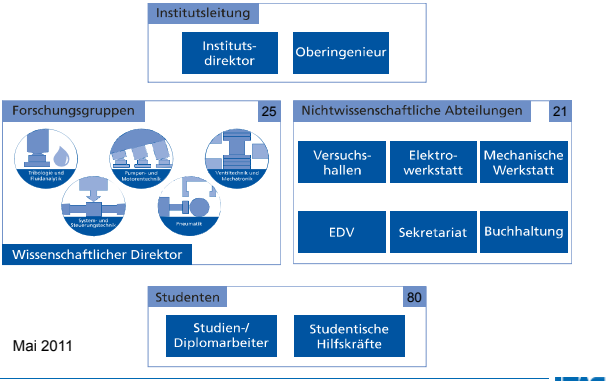
Gliederung

- Einleitung
- Gebündelte Fluidtechnikkompetenz
- Geschichtliche Entwicklung
- Aktuelle Simulationsanwendungen
- Zusammenfassung

Ziele des IFAS

- Innovative Forschung und Entwicklung sowie Lehre in der Fluidtechnik
- Qualifikation von jungen Ingenieuren für die Industrie im Rahmen einer Promotion
- Einbindung von motivierten Studenten durch Studien- und Diplomarbeiten
- Ausbildung von Industriemechanikern, Industrie-elektronikern und Fachinformatikern

Personalstruktur



Mai 2011

Referenzen

Gliederung

- Einleitung
- Gebündelte Fluidtechnikkompetenz
- Geschichtliche Entwicklung
- Aktuelle Simulationsanwendungen
- Zusammenfassung

Gebündelte Kompetenz in der Fluidtechnik

Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen — RWTH AACHEN UNIVERSITY

- Qualifizierung des Ingenieurnachwuchses
- Grundlagen- und angewandte Forschung
- Aufbau fluidtechnischer Prototypen
- Entwicklung von Steuer-/Regelungsstrategien
- Entwicklung und Betrieb von fluidtechnischen Komponenten- und Systemprüfständen
- Innovative Modellierungsansätze

FLUIDON Gesellschaft für Fluidtechnik mbH

- Engineeringdienstleister Fluidtechnik
- kontinuierlich gewachsenes Fachwissen
- Transfer von Forschungsergebnissen
- Fluidtechnische Simulationssoftware DSH*plus*
- Programmierung von Steuerungen/SPS-Systemen

Gliederung

- Einleitung
- Gebündelte Fluidtechnikkompetenz
- Geschichtliche Entwicklung
- Aktuelle Simulationsanwendungen
- Zusammenfassung

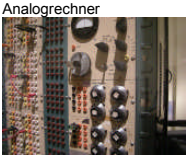
Geschichtliche Entwicklung der Simulation in der Fluidtechnik

1970 — 1980 — 1990 — 2000 — 2010

vor 1970 – Einsatz von Analogrechnern

- Programmierung per Steckfeld und Potentiometern (elektr. Analogie)
- Analogrechner ist echtzeitfähig
- enormer Aufwand bei geringer Flexibilität
  - → Klemmbretter
  - → erste Programmierung mit Lochkarten

Analogrechner



Quelle: Museum of History and Industry (MOHAI), Seattle, Washington.

Berechnung von Stromlinien

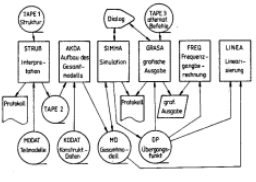
Quelle: www.analogmuseum.org

Geschichtliche Entwicklung der Simulation in der Fluidtechnik

1970 — 1980 — 1990 — 2000 — 2010

1973 – Anfänge der digitalen Systemsimulation

- Kommandozeilenbasiert
- Programmiersprache Fortran
- Dissertationen:
  - R. Schulz (1979)
  - W. Hoffmann (1981)
  - P. Anders (1986)
  - …



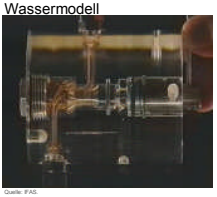
Geschichtliche Entwicklung der Simulation in der Fluidtechnik

1970 — 1980 — 1990 — 2000 — 2010

1992 - Erste Strömungssimulationen

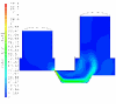
- bis dato Wassermodelle und Umrechnung nach Ähnlichkeitsprinzip
- Strömungskraftberechnung
- Durchflussoptimierung

Wassermodell



Quelle: IFAS

Strömungssimulation



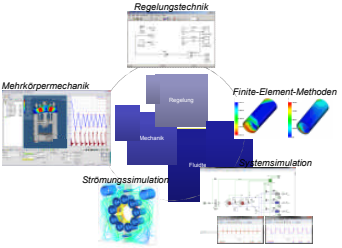
Quelle: IFAS

Geschichtliche Entwicklung der Simulation in der Fluidtechnik

1970 — 1980 — 1990 — 2000 — 2010

seit 2000 – umfangreiche Simulationslandschaft

- Domänenspezifische Spezialprogramme
- Kopplung von Simulationswerkzeugen
- Hardware- / Software-in-the-Loop
- Unterstützung des gesamten Entwicklungsprozesses von der Konzeptphase bis zur Inbetriebnahme
- Beliebige Detaillierungsstufen vom Komponentenmodell bis zum Gesamtsystem

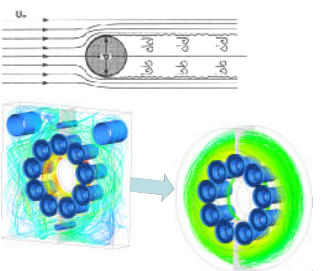


Gliederung

- Einleitung
- Gebündelte Fluidtechnikkompetenz
- Geschichtliche Entwicklung
- Aktuelle Simulationsanwendungen
- Zusammenfassung

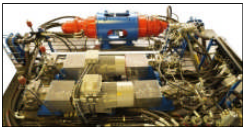
Effizienzsteigerung von Axialkolbenpumpen im Teillastbereich

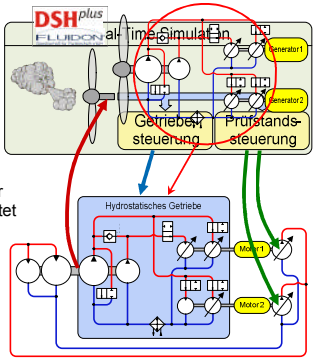
- Numerische und experimentelle Untersuchung der Verlustgrößen
- Fokus auf Plansch- und Kompressionsverlusten
- Geringere Strömungsverluste durch zylindrisches Gehäuse
- Minimierung des Totvolumens in der Kolbenkammer durch optimierte Schwenkwiegenlagerung



Regenerative Energien - Windenergiekonverter

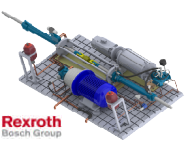
- Optimierung des Getriebes in DSH*plus* Simulationen
- Ergebnis: Optimierte Verschaltung mit 2 Pumpen, 4 Motoren und 2 Generatoren
- Vermessung des Getriebes am Prüfstand
- Abbildung der Turbine in einer Echtzeitsimulation
- Getriebe und Getriebesteuerung kann unter realen Windverhältnissen dynamisch getestet werden



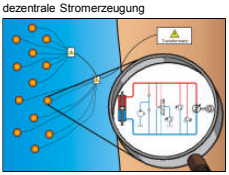


Regenerative Energien - Wellenkraftwerke

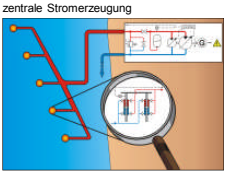
- Untersuchung hydrostatischer Triebstränge für Wellenenergiekonverter (WEK)
- Betrachtung von dezentraler und zentraler Stromerzeugung hinsichtlich
  - Absorptionsgrade
  - Getriebewirkungsgrade
  - Dynamisches Verhalten der WEK
- Notwendig: Umgebung für gekoppelte Simulationen
- Prüfstandsuntersuchungen zur Validierung der Simulationen (dezentrale WEK)



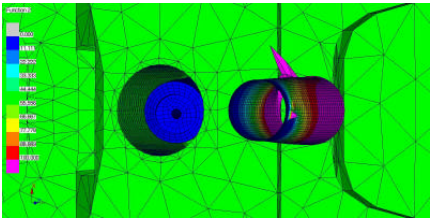
dezentrale Stromerzeugung



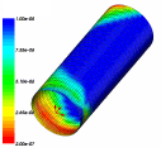
zentrale Stromerzeugung



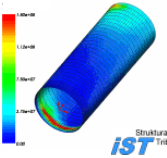
Elastohydrodynamische Simulation von Schmierspalten mit FIRST



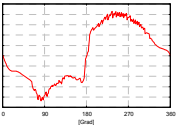
Spalthöhenverteilung / [m]



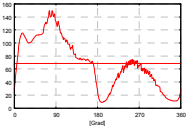
Druckverteilung / [Pa]



Reibkraft / [N]



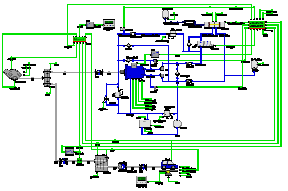
Energie Dissipation / [W]

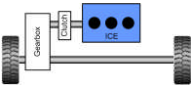


Strukturanalyse Tribologie

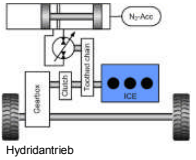
Hydridantrieb – Hydraulisches Hybrid System

- Machbarkeitsstudie und Auslegung eines hydraulischen Hybridsystems





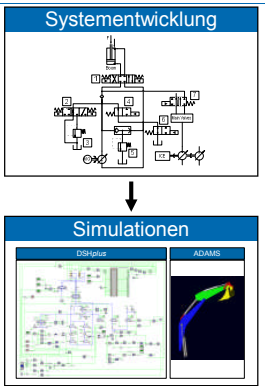
Ausgangsantriebsstrang



Hydridantrieb

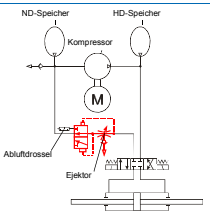
Energierückgewinnung

- Ziel: Reduzierung von Kraftstoff-verbrauch und CO_2 Emissionen
  - Regeneration der potentiellen Energie
  - Systematische Untersuchung von Systemstrukturen und Entwicklung von Methoden

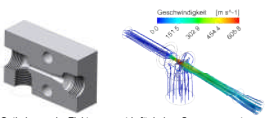


Wirkungsgradsteigerung durch Abluftnutzung in der Pneumatik

- Ziel: Verringerung der Kompressionsarbeit durch den Betrieb im quasi-geschlossenen Kreis durch Abluftejektoren
- Implementierung eines Ejektormodells in DSH*plus*
- Entwicklung und Konstruktion der Ejektorbaugruppe, Modellgestützt durch DSH*plus*
- Optimierung in verschiedenen schaltpneumatischen Systemen in DSH*plus*
  - *Energieeffizienz*
  - *Systemverhalten*
- Validierung am Prüfstand



System zur Abluftnutzung mittels Abluftejektor



Optimierung der Ejektorgeometrie für hohen Saugmassenstrom bei hohem Gegendruck

Gliederung

- Einleitung
- Gebündelte Fluidtechnikkompetenz
- Geschichtliche Entwicklung
- Aktuelle Simulationsanwendungen
- Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Wandlung des Simulationseinsatzes vom aufwändigen Exoten zum Alltagswerkzeug
- Vielfältige domänenspezifische Simulationswerkzeuge
- Nutzung disziplinübergreifender Programmstärken durch SiL-/HiL-Kopplungen und Berechnungen im Softwareverbund
- Unterstützung des gesamten Entwicklungsprozesses – von ersten Machbarkeitsstudien bis hin zu virtuellen Inbetriebnahmen

→ Unverzichtbares Werkzeug für effiziente und effektive Forschungs- und Entwicklungsaufgaben

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit.

Fragen & Anregungen?

RWTH AACHEN UNIVERSITY IFAS Institut für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen

Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. Murrenhoff
25.05.2011