

# Universitätsexperte

## Modellierung von Flüssigkeiten





**tech** technologische  
universität

## Universitätsexperte Modellierung von Flüssigkeiten

- » Modalität: online
- » Dauer: 6 Monate
- » Qualifizierung: TECH Technologische Universität
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

Internetzugang: [www.techtute.com/de/informatik/spezialisierung/spezialisierung-modellierung-flussigkeiten](http://www.techtute.com/de/informatik/spezialisierung/spezialisierung-modellierung-flussigkeiten)

# Index

01

Präsentation

---

Seite 4

02

Ziele

---

Seite 8

03

Kursleitung

---

Seite 14

04

Struktur und Inhalt

---

Seite 18

05

Methodik

---

Seite 24

06

Qualifizierung

---

Seite 32

# 01 Präsentation

Um Kosten zu senken oder Zeit und Aufwand für andere, komplexere Methoden zu sparen, verwenden viele Unternehmen die Modellierung von Flüssigkeiten zur Durchführung von Studien im Bereich der Turbulenz. Infolgedessen steigt die Nachfrage nach Fachleuten, die in der Lage sind, diese Technik optimal zu nutzen, und die über spezielle Kenntnisse verfügen. Aus diesem Grund hat TECH ein Programm entwickelt, das den Studenten die notwendigen Fähigkeiten und Kenntnisse in Bereichen wie RANS-Methoden, kompressible Fluide, Ozeansimulation oder Strahlungswärmeübertragung vermittelt. All dies in einem 100%igen Online-Modus, der den Studenten völlige Organisationsfreiheit bietet und den Zugang zu den Inhalten von jedem internetfähigen Gerät aus ermöglicht.





“

*Schreiben Sie sich jetzt ein und werden Sie in nur 6 Monaten zum Experten für die Modellierung von Flüssigkeiten”*



Turbulenzen lassen sich nicht berechnen, sondern nur modellieren. Dies ist einer der grundlegenden Aspekte ihrer Erforschung, was die Forschung auf diesem Gebiet sehr komplex und kostspielig macht und den Einsatz der größten Computer über lange Zeiträume für Ergebnisse erfordert, die nicht sehr nützlich sind. Diese Ressourcen sind für die meisten Nutzer oder Unternehmen unerschwinglich. Deshalb ist die Modellierung von Flüssigkeiten so wichtig, da sie sehr effizient ist und viele Vorteile bietet, die diese Probleme vermeiden.

Aus diesem Grund gibt es eine wachsende Nachfrage nach Spezialisten auf diesem Gebiet. TECH hat daher beschlossen, einen Universitätsexperten in Modellierung von Flüssigkeiten einzurichten, um den Studenten neue Fähigkeiten und bessere Kompetenzen zu vermitteln, die ihnen eine erfolgreiche berufliche Zukunft in diesem Bereich ermöglichen. Im gesamten Lehrplan werden Themen wie Energiekaskaden, Wandturbulenz, Eulersche Gleichungen und konvektive Wärmeübertragung ausführlich behandelt.

Und das alles in einem bequemen 100%igen Online-Modus, der es den Studenten ermöglicht, ihr Studium mit anderen beruflichen und persönlichen Aufgaben zu verbinden, ohne reisen zu müssen. Außerdem mit den umfassendsten Multimedia-Inhalten, den aktuellsten Informationen und den innovativsten Lehrmitteln.

Dieser **Universitätsexperte in Modellierung von Flüssigkeiten** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt. Die hervorstechendsten Merkmale sind:

- ◆ Die Entwicklung von Fallstudien, die von Experten für Modellierung von Flüssigkeiten präsentiert werden
- ◆ Der anschauliche, schematische und äußerst praxisnahe Inhalt vermittelt alle für die berufliche Praxis unverzichtbaren wissenschaftlichen und praktischen Informationen
- ◆ Praktische Übungen, bei denen der Selbstbewertungsprozess zur Verbesserung des Lernens genutzt werden kann
- ◆ Sein besonderer Schwerpunkt liegt auf innovativen Methoden
- ◆ Theoretische Vorträge, Fragen an den Experten, Diskussionsforen zu kontroversen Themen und individuelle Reflexionsarbeit
- ◆ Die Verfügbarkeit des Zugangs zu Inhalten von jedem festen oder tragbaren Gerät mit Internetanschluss



*Erwerben Sie neue Fähigkeiten in der Strömungsmodellierung und zeichnen Sie sich in einem der vielversprechendsten Bereiche der Informatik aus“*

“

*Greifen Sie auf alle Inhalte von Fortgeschrittenes CFD Modellieren zu, ohne Zeitbeschränkung und von jedem Gerät mit Internetanschluss aus”*

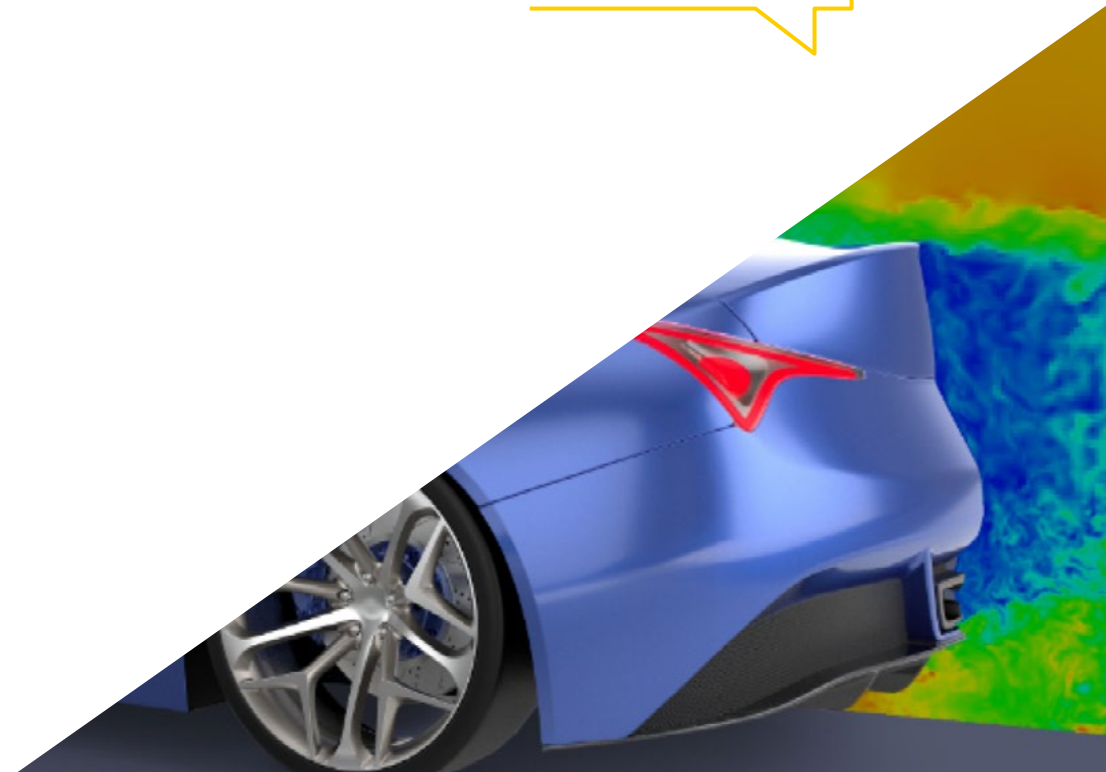
Zu den Dozenten des Programms gehören Fachleute aus der Branche, die ihre Erfahrungen aus ihrer Arbeit in diese Weiterbildung einbringen, sowie anerkannte Spezialisten aus führenden Unternehmen und renommierten Universitäten.

Die multimedialen Inhalte, die mit der neuesten Bildungstechnologie entwickelt wurden, werden der Fachkraft ein situierendes und kontextbezogenes Lernen ermöglichen, d. h. eine simulierte Umgebung, die eine immersive Fortbildung bietet, die auf die Ausführung von realen Situationen ausgerichtet ist.

Das Konzept dieses Programms konzentriert sich auf problemorientiertes Lernen, bei dem die Fachkraft versuchen muss, die verschiedenen Situationen aus der beruflichen Praxis zu lösen, die während des gesamten Studiengangs gestellt werden. Zu diesem Zweck wird sie von einem innovativen interaktiven Videosystem unterstützt, das von renommierten Experten entwickelt wurde.

*Vertiefen Sie Ihr Wissen über Wasserfilme mit Hilfe des umfassendsten theoretischen und praktischen Materials.*

*Erwerben Sie neue Fähigkeiten im Bereich der konvektiven Wärmeübertragung oder der bidirektionalen Co-Simulation.*



# 02 Ziele

Das Ziel dieses Universitätsexperten in Modellierung von Flüssigkeiten ist es, neues Wissen zu vermitteln und die Studenten mit besseren Fähigkeiten auszustatten. Dann können sie einer erfolgreichen beruflichen Zukunft in diesem Bereich entgegensehen, mit der vollen Befähigung, jede Arbeit oder Unannehmlichkeit zu bewältigen, die sich ergeben kann. All dies durch die aktuellsten und praktischsten Inhalte des akademischen Marktes.





“

*Erhalten Sie dank TECH einen Job in einem der vielversprechendsten Bereiche des Ingenieurwesens”*

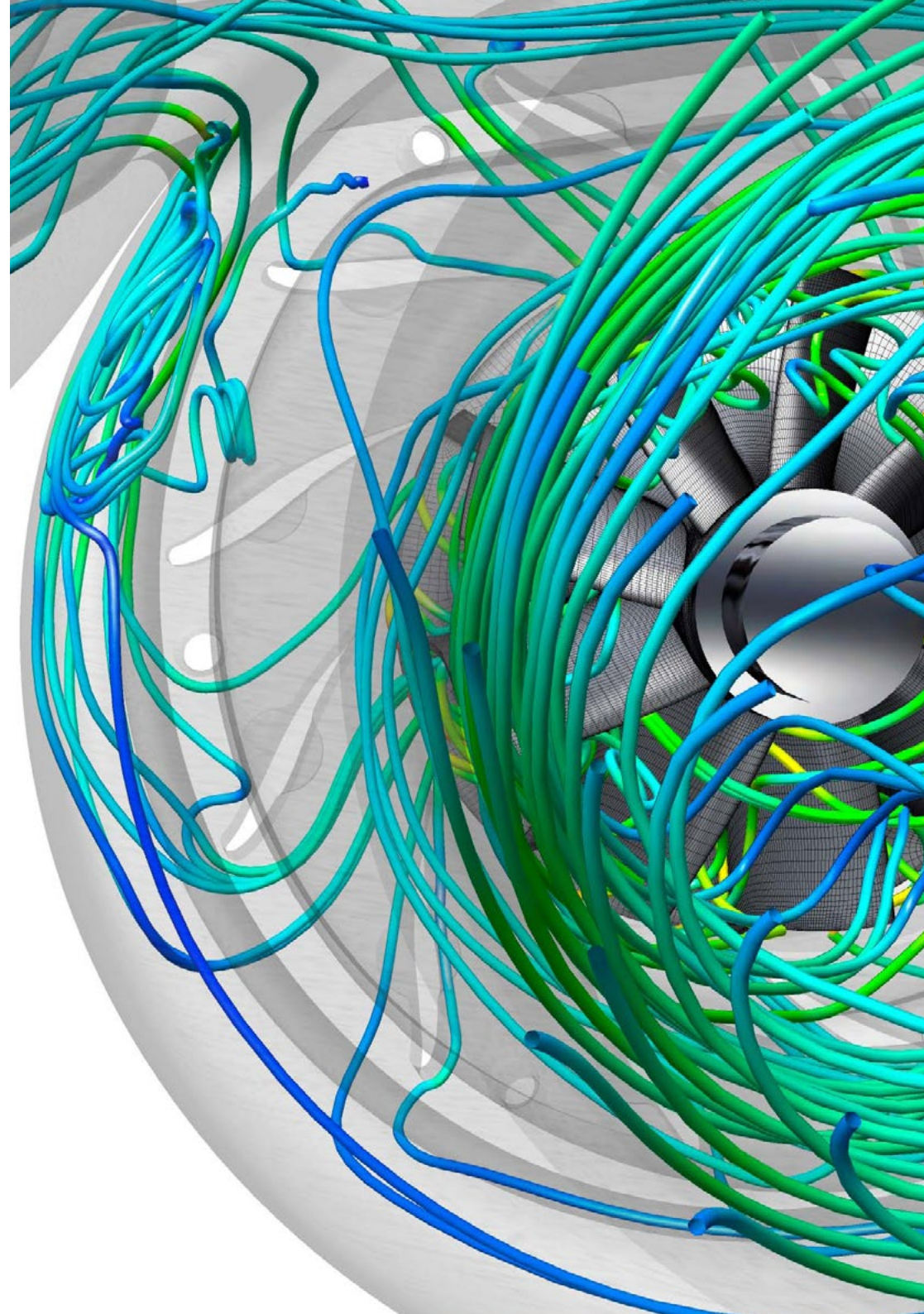


## Allgemeine Ziele

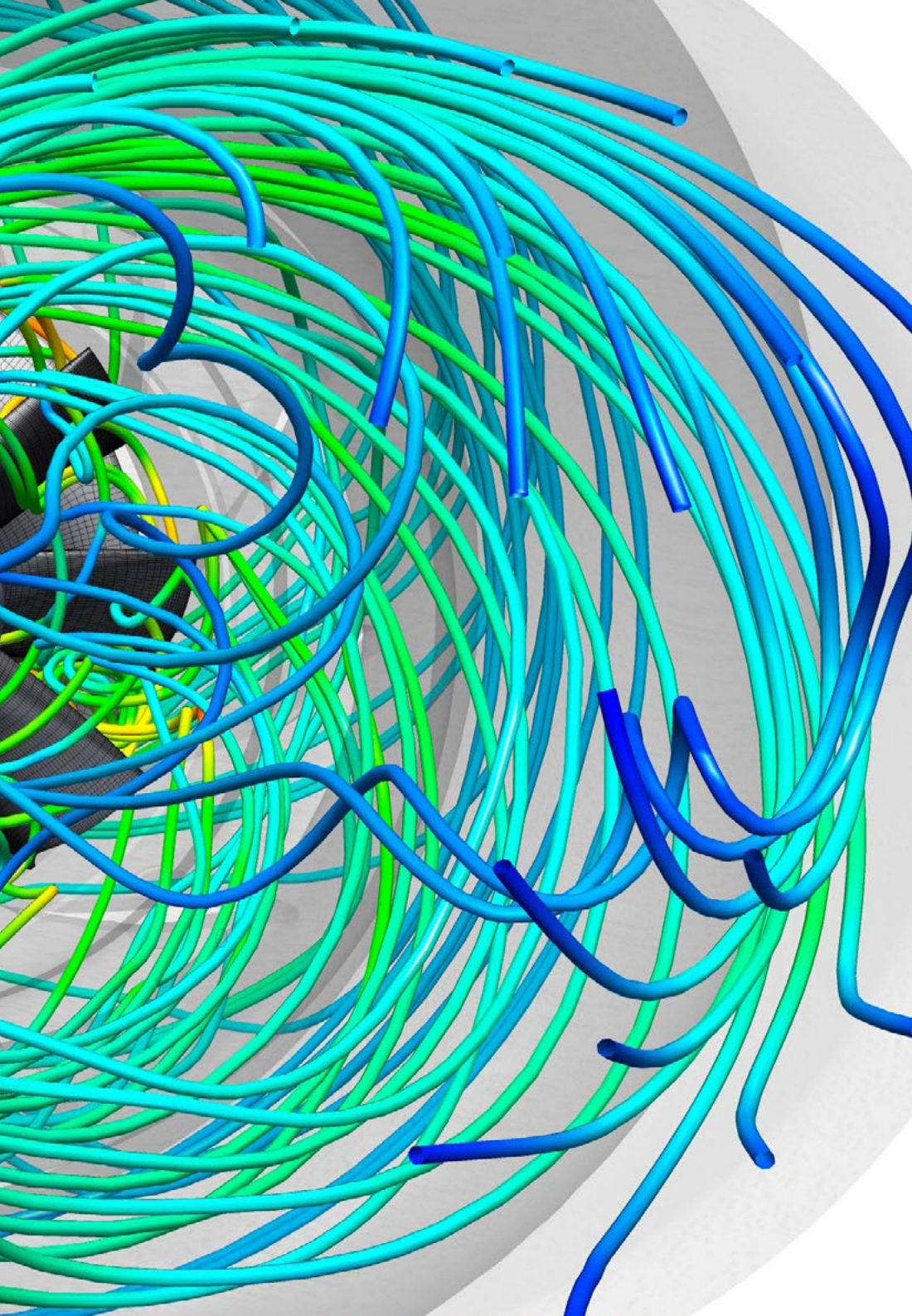
- ◆ Festlegen der Grundlagen für das Studium der Turbulenz
- ◆ Entwickeln der statistischen Konzepte von CFD
- ◆ Bestimmen der wichtigsten Berechnungstechniken in der Turbulenzforschung
- ◆ Erarbeiten von Spezialwissen in der Finite-Volumen-Verfahren
- ◆ Erwerben von Spezialwissen in strömungsmechanischen Berechnungstechniken
- ◆ Untersuchen der Wandelemente und der verschiedenen Regionen einer turbulenten Wandströmung
- ◆ Bestimmen der Eigenschaften von kompressiblen Strömungen
- ◆ Untersuchen der multiplen Modelle und Multiphasenmethoden
- ◆ Entwickeln von Fachwissen über multiple Modelle und Methoden in der Multiphysik und thermischen Analyse
- ◆ Interpretieren der Ergebnisse durch korrektes Nachbearbeiten



*Nutzen Sie die einmalige Gelegenheit, Ihr Wissen im Bereich der Modellierung von Flüssigkeiten zu erweitern und sich eine vielversprechende Zukunft in diesem Bereich zu sichern"*







## Spezifische Ziele

---

### Modul 1. Modellierung von Turbulenzen in Fluiden

- ◆ Anwenden des Konzepts der Größenordnungen
- ◆ Einführen des Schließungsproblems der Navier-Stokes-Gleichungen
- ◆ Untersuchen der Energiehaushaltsgleichungen
- ◆ Entwickeln des Konzepts der turbulenten Viskosität
- ◆ Erklären der verschiedenen Arten von RANS und LES
- ◆ Einführen der Regionen turbulenter Strömung
- ◆ Modellieren der Energiegleichung

### Modul 2. Kompressible Flüssigkeiten

- ◆ Entwickeln der Hauptunterschiede zwischen kompressibler und inkompressibler Strömung
- ◆ Untersuchen von typischen Beispielen für das Auftreten von kompressiblen Flüssigkeiten
- ◆ Identifizieren der Besonderheiten beim Lösen hyperbolischer Differentialgleichungen
- ◆ Festlegen der grundlegenden Methodik zur Lösung des Riemannschen Problems
- ◆ Zusammenstellen verschiedener Lösungsstrategien
- ◆ Analysieren der Vor- und Nachteile der verschiedenen Methoden
- ◆ Vorstellen der Anwendbarkeit dieser Methoden auf die Euler-/Navier-Stokes-Gleichungen anhand von klassischen Beispielen

### Modul 3. Mehrphasenströmung

- ◆ Unterscheiden, welche Art von Mehrphasenströmung zu simulieren ist: kontinuierliche Phasen, wie die Simulation eines Schiffes auf See, eines kontinuierlichen Mediums; diskrete Phasen, wie die Simulation spezifischer Tröpfchenbahnen; oder die Verwendung statistischer Populationen, wenn die Anzahl der Partikel, Tröpfchen oder Blasen zu groß ist, um simuliert zu werden
- ◆ Ermitteln des Unterschieds zwischen Lagrangeschen, Eulerschen und gemischten Methoden
- ◆ Bestimmen, welche Werkzeuge sich am besten für die zu simulierende Strömung eignen
- ◆ Modellieren der Auswirkungen von Oberflächenspannung und Phasenveränderungen wie Verdampfung, Kondensation oder Kabitation
- ◆ Entwickeln von Randbedingungen für die Wellensimulation, Kennenlernen der verschiedenen Wellenmodelle und Anwenden des so genannten numerischen Strandes, einer Region der Domäne, die sich am Ausfluss befindet und deren Ziel es ist, die Reflexion von Wellen zu vermeiden

### Modul 4. Fortgeschrittene CFD-Modelle

- ◆ Unterscheiden, welche Art von physikalischen Interaktionen zu simulieren sind: Fluid-Struktur, wie ein Flügel, der aerodynamischen Kräften ausgesetzt ist, Fluid gekoppelt mit Starrkörperdynamik, wie die Simulation der Bewegung einer im Meer schwimmenden Boje, oder Thermo-Fluid, wie die Simulation der Temperaturverteilung in einem Festkörper, der Luftströmungen ausgesetzt ist
- ◆ Unterscheiden der gängigsten Datenaustauschschemata zwischen verschiedenen Simulationssoftwares und wann das eine oder das andere am besten angewendet werden kann oder sollte
- ◆ Untersuchen verschiedener Wärmeübertragungsmodelle und wie sie sich auf eine Flüssigkeit auswirken können
- ◆ Modellieren von Konvektion, Strahlung und Diffusionsphänomenen aus der Sicht eines Fluids, Modellieren der Schallerzeugung durch ein Fluid, Modellieren von Simulationen mit Advektions-Diffusions-Termen zur Simulation von kontinuierlichen oder partikulären Medien und Modellieren von reaktiven Strömungen



*Nutzen Sie die Gelegenheit, sich über die neuesten Fortschritte auf diesem Gebiet zu informieren und diese in Ihrer täglichen Praxis anzuwenden"*



# 03

## Kursleitung

Das Hauptziel der TECH ist es, eine hochwertige Weiterbildung anzubieten. Aus diesem Grund stützt sie sich bei der Entwicklung ihrer Lehrpläne und Qualifikationen stets auf die besten Experten in diesem Bereich. Für dieses Programm hat TECH herausragende Fachleute mit umfangreicher Erfahrung ausgewählt, die ihr Fachwissen in den Lehrplan eingebracht haben, um sicherzustellen, dass das Lehrmaterial so vollständig und aktuell wie möglich ist.



“

*Erzielen Sie Erfolg mit den besten Experten auf dem Gebiet der Modellierung von Flüssigkeiten”*

## Leitung



### Dr. García Galache, José Pedro

- ♦ Entwicklungsingenieur für XFlow bei Dassault Systèmes
- ♦ Promotion in Luftfahrttechnik an der Polytechnischen Universität von Valencia
- ♦ Hochschulabschluss in Luftfahrttechnik an der Polytechnischen Universität von Valencia
- ♦ Masterstudiengang in Strömungsmechanikforschung am Von Kármán-Institut für Strömungsmechanik
- ♦ Short Training Programme am Von-Kármán-Institut für Strömungsmechanik

## Professoren

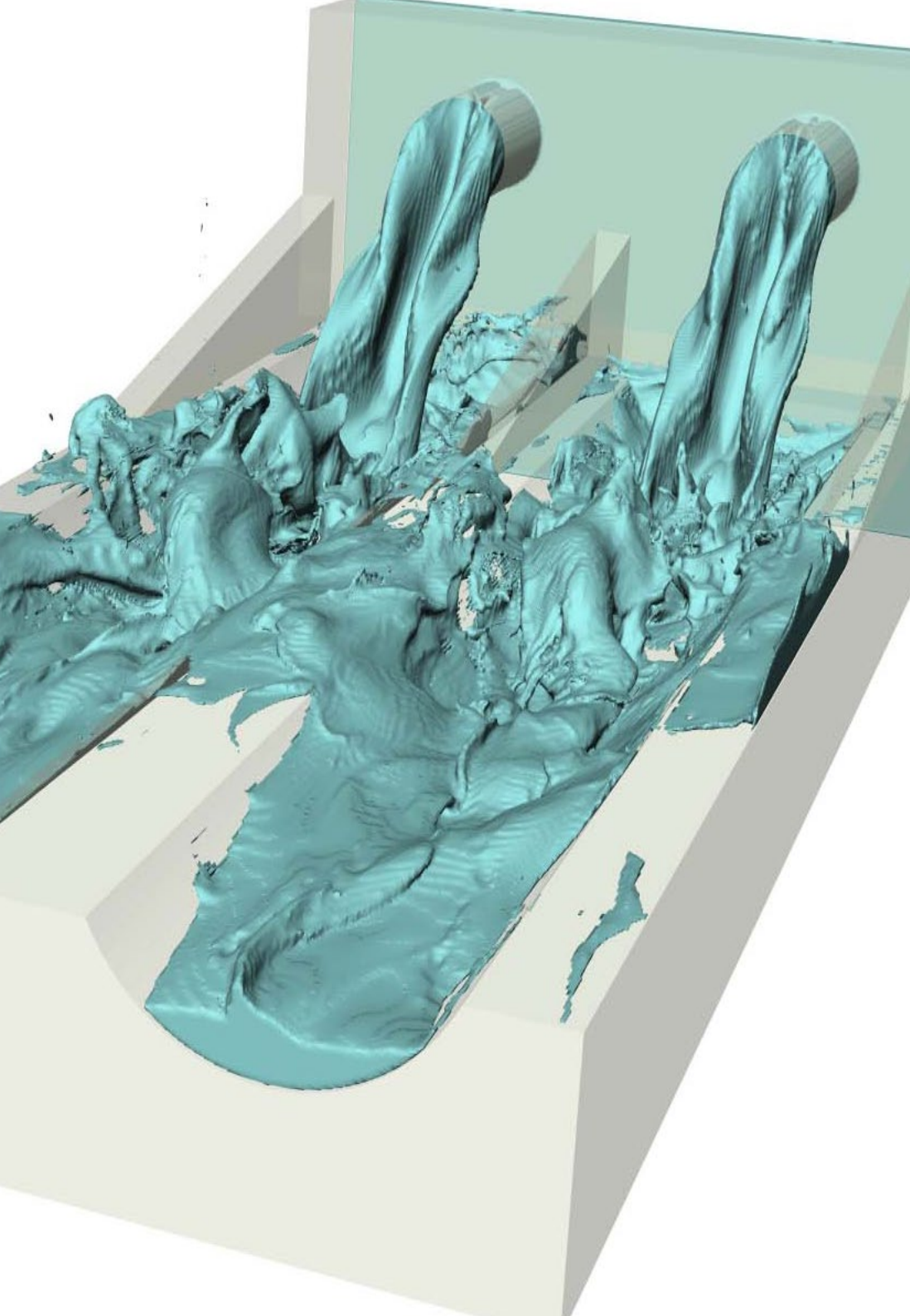
### Dr. Espinoza Vásquez, Daniel

- ♦ Beratender Luftfahrtingenieur bei Alten SAU
- ♦ Freiberuflicher Berater für CFD und Programmierung
- ♦ CFD-Spezialist bei Particle Analytics Ltd.
- ♦ Research Assistant an der Universität von Strathclyde
- ♦ Teaching Assistant in Strömungsmechanik, Universität von Strathclyde
- ♦ Promotion in Luftfahrttechnik an der Universität von Strathclyde
- ♦ Masterstudiengang in numerischer Strömungsmechanik an der Cranfield University
- ♦ Hochschulabschluss in Luftfahrttechnik an der Polytechnischen Universität von Madrid

### Hr. Mata Bueso, Enrique

- ♦ Leitender Ingenieur für thermische Klimatisierung und Aerodynamik bei Siemens Gamesa
- ♦ Anwendungsingenieur und CFD-Manager für Forschung und Entwicklung bei Dassault Systèmes
- ♦ Ingenieur für thermische Konditionierung und Aerodynamik bei Gamesa-Altran
- ♦ Ingenieur für Ermüdung und Schadenstoleranz bei Airbus-Atos
- ♦ CFD-Ingenieur für Forschung und Entwicklung bei UPM
- ♦ Technischer Luftfahrtingenieur mit Spezialisierung auf Luftfahrzeuge von der UPM
- ♦ Masterstudiengang in Luft- und Raumfahrttechnik am Königlichen Institut für Technologie in Stockholm





“

*Eine einzigartige, wichtige und entscheidende Fortbildungserfahrung, die Ihre berufliche Entwicklung fördert“*

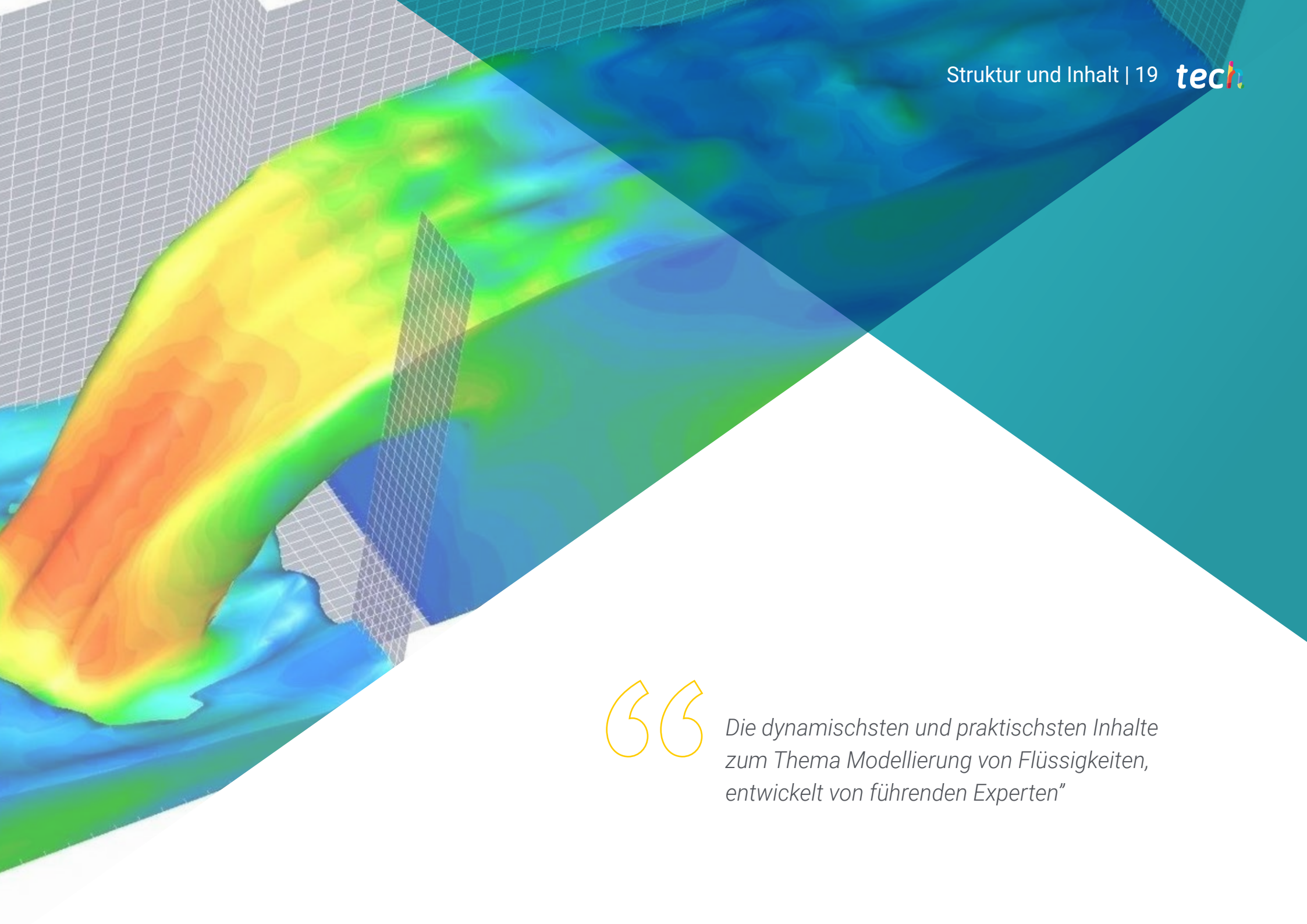
# 04

## Struktur und Inhalt

Inhalt und Struktur dieses Universitätsexperten in Modellierung von Flüssigkeiten wurden von den führenden Fachleuten des Teams der Experten von TECH auf diesem Gebiet entwickelt. Das Ergebnis ist ein Lehrmaterial von höchster Qualität, das auf ihrer Erfahrung, den zuverlässigsten Quellen und der effektivsten Lehrmethode, dem *Relearning* basiert, in der TECH eine Vorreiterrolle einnimmt.







“

*Die dynamischsten und praktischsten Inhalte zum Thema Modellierung von Flüssigkeiten, entwickelt von führenden Experten”*

## Modul 1. Modellierung von Turbulenzen in Fluiden

- 1.1. Turbulenzen. Die wichtigsten Merkmale
  - 1.1.1. Dissipation und Diffusivität
  - 1.1.2. Charakteristische Skalen. Größenordnungen
  - 1.1.3. Reynoldszahlen
- 1.2. Definitionen der Turbulenz. Von Reynolds bis zum heutigen Tag
  - 1.2.1. Das Reynolds-Problem. Die Grenzschicht
  - 1.2.2. Meteorologie, Richardson und Smagorinsky
  - 1.2.3. Das Chaos-Problem
- 1.3. Die Energiekaskade
  - 1.3.1. Die kleinsten Skalen der Turbulenz
  - 1.3.2. Die Kolmogorow-Hypothesen
  - 1.3.3. Der Kaskadenexponent
- 1.4. Das Schließungsproblem erneut aufgegriffen
  - 1.4.1. 10 Unbekannte und 4 Gleichungen
  - 1.4.2. Die Gleichung der turbulenten kinetischen Energie
  - 1.4.3. Der Turbulenzzyklus
- 1.5. Turbulente Viskosität
  - 1.5.1. Historischer Hintergrund und Parallelen
  - 1.5.2. Einleitendes Problem: Strahlen
  - 1.5.3. Turbulente Viskosität in CFD-Problemen
- 1.6. RANS-Methoden
  - 1.6.1. Die Hypothese der turbulenten Viskosität
  - 1.6.2. Die RANS-Gleichungen
  - 1.6.3. RANS-Methoden. Beispiele für die Verwendung
- 1.7. Die Entwicklung von LES
  - 1.7.1. Historischer Hintergrund
  - 1.7.2. Spektrale Filter
  - 1.7.3. Räumliche Filter. Das Problem an der Wand

- 1.8. Wandturbulenzen I
  - 1.8.1. Charakteristische Skalen
  - 1.8.2. Die Impulsgleichungen
  - 1.8.3. Die Regionen einer turbulenten Wandströmung
- 1.9. Wandturbulenzen II
  - 1.9.1. Grenzschichten
  - 1.9.2. Dimensionslose Zahlen einer Grenzschicht
  - 1.9.3. Die Blasius-Lösung
- 1.10. Die Energiegleichung
  - 1.10.1. Passive Skalare
  - 1.10.2. Aktive Skalare. Die Bousinesq-Approximation
  - 1.10.3. Fanno und Rayleigh Strömungen

## Modul 2. Kompressible Flüssigkeiten

- 2.1. Kompressible Flüssigkeiten
  - 2.1.1. Kompressible und inkompressible Flüssigkeiten. Unterschiede
  - 2.1.2. Zustandsgleichung
  - 2.1.3. Differentialgleichungen für kompressible Flüssigkeiten
- 2.2. Praktische Beispiele für das kompressible Regime
  - 2.2.1. Stoßwellen
  - 2.2.2. Prandtl-Meyer-Expansion
  - 2.2.3. Düsen
- 2.3. Riemann-Problem
  - 2.3.1. Das Riemannsches Problem
  - 2.3.2. Lösung des Riemannschen Problems durch Eigenschaften
  - 2.3.3. Nichtlineare Systeme: Stoßwellen. Rankine-Hugoniot-Bedingung
  - 2.3.4. Nichtlineare Systeme: Wellen und Expansionsfächer. Entropie-Bedingung
  - 2.3.5. Riemannsches Invarianten
- 2.4. Euler-Gleichungen
  - 2.4.1. Invarianten der Euler-Gleichungen
  - 2.4.2. Konservative vs. primitive Variablen
  - 2.4.3. Lösungsstrategien

- 2.5. Lösungen für das Riemann-Problem
  - 2.5.1. Exakte Lösung
  - 2.5.2. Konservative numerische Methoden
  - 2.5.3. Godunovs Methode
  - 2.5.4. Flussvektor-Splitting
- 2.6. Näherungsweise Riemann-Löser
  - 2.6.1. HLLC
  - 2.6.2. Roe
  - 2.6.3. AUSM
- 2.7. Methoden höherer Ordnung
  - 2.7.1. Probleme von Methoden höherer Ordnung
  - 2.7.2. Begrenzer und TVD-Methoden
  - 2.7.3. Praktische Beispiele
- 2.8. Zusätzliche Aspekte des Riemannschen Problems
  - 2.8.1. Nichthomogene Gleichungen
  - 2.8.2. Dimensionales Splitting
  - 2.8.3. Anwendungen auf die Navier-Stokes-Gleichungen
- 2.9. Regionen mit hohen Gradienten und Diskontinuitäten
  - 2.9.1. Bedeutung der Vernetzung
  - 2.9.2. Automatische Netzanpassung (AMR)
  - 2.9.3. *Shock Fitting* Methoden
- 2.10. Anwendungen für kompressible Strömungen
  - 2.10.1. Sod's Problem
  - 2.10.2. Überschall-Keil
  - 2.10.3. Konvergent-divergente Düse

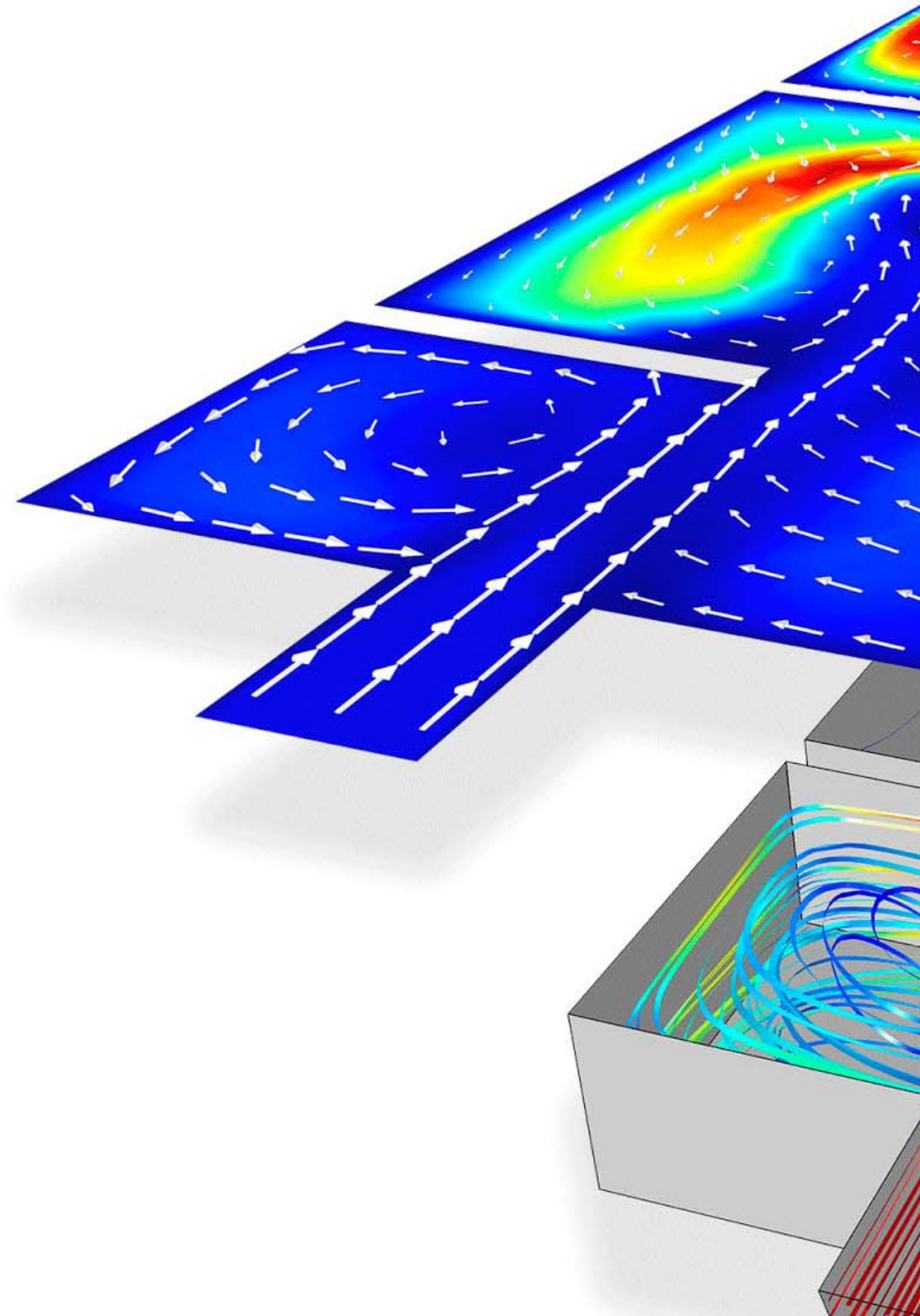
### Modul 3. Mehrphasenströmung

- 3.1. Strömungsregime
  - 3.1.1. Kontinuierliche Phase
  - 3.1.2. Diskrete Phase
  - 3.1.3. Populationen in der diskreten Phase
- 3.2. Kontinuierliche Phasen
  - 3.2.1. Eigenschaften der Flüssigkeits-Gas-Grenzfläche
  - 3.2.2. Jede Phase eine Domäne
    - 2.2.1. Unabhängige Auflösung der Phasen
    - 3.2.3. Gekoppelte Lösung
  - 2.3.1. Fluidanteil als beschreibender Phasenskalar
  - 3.2.4. Rekonstruktion der Flüssigkeits-Gas-Grenzfläche
- 3.3. Simulation des Meeres
  - 3.3.1. Wellenregime. Wellenhöhe vs. Tiefe
  - 3.3.2. Einlass-Randbedingung. Wellen-Simulation
  - 3.3.3. Nichtreflektierende ausgehende Randbedingung. Der numerische Strand
  - 3.3.4. Seitliche Randbedingungen. Seitlicher Wind und Drift
- 3.4. Oberflächenspannung
  - 3.4.1. Physikalisches Phänomen der Oberflächenspannung
  - 3.4.2. Modellierung
  - 3.4.3. Interaktion mit Oberflächen. Winkel der Benetzung
- 3.5. Phasenwechsel
  - 3.5.1. Quellen- und Senkenbegriffe im Zusammenhang mit Phasenwechsel
  - 3.5.2. Modelle für Verdunstung
  - 3.5.3. Modelle für Kondensation und Niederschlag. Nukleation von Tröpfchen
  - 3.5.4. Kavitation
- 3.6. Diskrete Phase: Partikel, Tröpfchen und Blasen
  - 3.6.1. Die Resistive Kraft
  - 3.6.2. Die Auftriebskraft
  - 3.6.3. Trägheit
  - 3.6.4. Brownsche Bewegung und Turbulenzeffekte
  - 3.6.5. Andere Kräfte

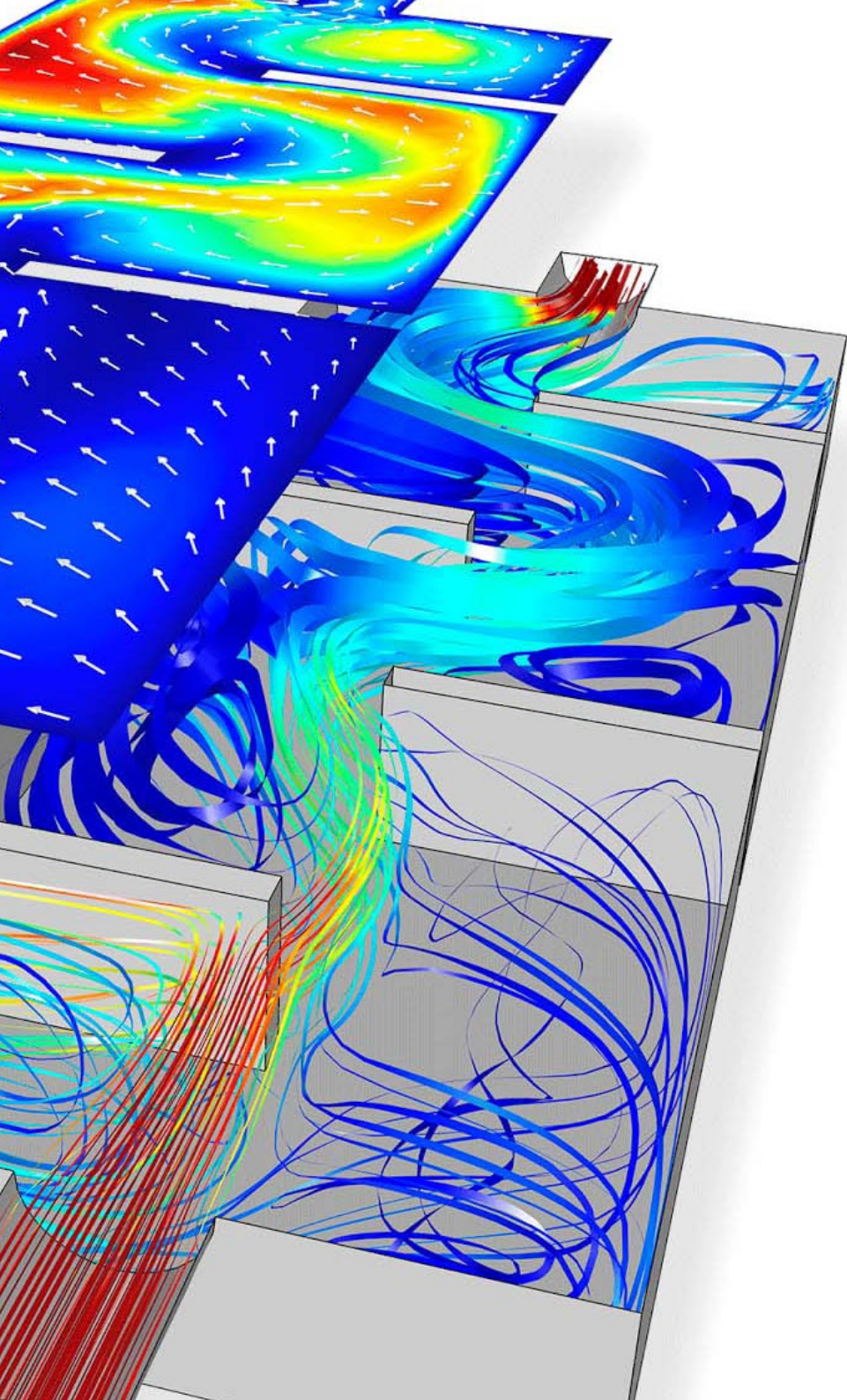
- 3.7. Interaktion mit der umgebenden Flüssigkeit
  - 3.7.1. Erzeugung aus der kontinuierlichen Phase
  - 3.7.2. Aerodynamischer Widerstand
  - 3.7.3. Wechselwirkung mit anderen Entitäten, Koaleszenz und Aufbrechen
  - 3.7.4. Randbedingungen
- 3.8. Statistische Beschreibung von Partikelpopulationen. Pakete
  - 3.8.1. Populations-Transport
  - 3.8.2. Populationsbezogene Randbedingungen
  - 3.8.3. Wechselwirkungen zwischen Populationen
  - 3.8.4. Ausdehnung der diskreten Phase auf Populationen
- 3.9. Wasserfilm
  - 3.9.1. Hypothese des Wasserfilms
  - 3.9.2. Gleichungen und Modellierung
  - 3.9.3. Quellterm aus Partikeln
- 3.10. Beispiel für eine Anwendung mit OpenFOAM
  - 3.10.1. Beschreibung eines industriellen Problems
  - 3.10.2. Einrichtung und Simulation
  - 3.10.3. Visualisierung und Interpretation der Ergebnisse

#### Modul 4. Fortgeschrittene CFD-Modelle

- 4.1. Multiphysik
  - 4.1.1. Multiphysik-Simulationen
  - 4.1.2. Arten von Systemen
  - 4.1.3. Beispiele für die Anwendung
- 4.2. Unidirektionale Kosimulation
  - 4.2.1. Unidirektionale Kosimulation. Fortgeschrittene Aspekte
  - 4.2.2. Schemata für den Informationsaustausch
  - 4.2.3. Anwendungen
- 4.3. Bidirektionale Kosimulation
  - 4.3.1. Bidirektionale Kosimulation. Fortgeschrittene Aspekte
  - 4.3.2. Schemata für den Informationsaustausch
  - 4.3.3. Anwendungen







- 4.4. Konvektionswärmeübertragung
  - 4.4.1. Konvektionswärmeübertragung. Fortgeschrittene Aspekte
  - 4.4.2. Gleichungen zur konvektiven Wärmeübertragung
  - 4.4.3. Methoden zum Lösen konvektiver Probleme
- 4.5. Wärmeübertragung durch Konduktion
  - 4.5.1. Wärmeübertragung durch Konduktion. Fortgeschrittene Aspekte
  - 4.5.2. Gleichungen zur Wärmeübertragung durch Konduktion
  - 4.5.3. Methoden zur Lösung von Konduktionsproblemen
- 4.6. Strahlungswärmeübertragung
  - 4.6.1. Strahlungswärmeübertragung. Fortgeschrittene Aspekte
  - 4.6.2. Gleichungen der Strahlungswärmeübertragung
  - 4.6.3. Methoden zur Lösung von Strahlungsproblemen
- 4.7. Festkörper-Fluid-Wärme-Kopplung
  - 4.7.1. Festkörper-Fluid-Wärme-Kopplung
  - 4.7.2. Thermische Fest-Flüssig-Kopplung
  - 4.7.3. CFD und FEM
- 4.8. Aeroakustik
  - 4.8.1. Computergestützte Aeroakustik
  - 4.8.2. Akustische Analogien
  - 4.8.3. Auflösungsmethoden
- 4.9. Advektions-Diffusions-Probleme
  - 4.9.1. Advektions-Diffusions-Probleme
  - 4.9.2. Skalare Felder
  - 4.9.3. Partikel-Methoden
- 4.10. Kopplungsmodelle mit reaktiver Strömung
  - 4.10.1. Kopplungsmodelle mit reaktiver Strömung. Anwendungen
  - 4.10.2. System von Differentialgleichungen. Lösen der chemischen Reaktion
  - 4.10.3. CHEMKINS
  - 4.10.4. Verbrennung: Flamme, Funken, Wobee
  - 4.10.5. Reaktive Strömungen im nicht-stationären Bereich: Quasistationäre Systemhypothese
  - 4.10.6. Reaktive Ströme in turbulenten Strömungen
  - 4.10.7. Katalysatoren



# 05 Methodik

Dieses Fortbildungsprogramm bietet eine andere Art des Lernens. Unsere Methodik wird durch eine zyklische Lernmethode entwickelt: **das Relearning**. Dieses Lehrsystem wird z. B. an den renommiertesten medizinischen Fakultäten der Welt angewandt und wird von wichtigen Publikationen wie dem **New England Journal of Medicine** als eines der effektivsten angesehen.



“

*Entdecken Sie Relearning, ein System, das das herkömmliche lineare Lernen hinter sich lässt und Sie durch zyklische Lehrsysteme führt: eine Art des Lernens, die sich als äußerst effektiv erwiesen hat, insbesondere in Fächern, die Auswendiglernen erfordern"*

## Fallstudie zur Kontextualisierung aller Inhalte

Unser Programm bietet eine revolutionäre Methode zur Entwicklung von Fähigkeiten und Kenntnissen. Unser Ziel ist es, Kompetenzen in einem sich wandelnden, wettbewerbsorientierten und sehr anspruchsvollen Umfeld zu stärken.

“

*Mit TECH werden Sie eine Art des Lernens erleben, die an den Grundlagen der traditionellen Universitäten auf der ganzen Welt rüttelt*”



*Sie werden Zugang zu einem Lernsystem haben, das auf Wiederholung basiert, mit natürlichem und progressivem Unterricht während des gesamten Lehrplans.*





*Der Student wird durch gemeinschaftliche Aktivitäten und reale Fälle lernen, wie man komplexe Situationen in realen Geschäftsumgebungen löst.*

## Eine innovative und andersartige Lernmethode

Dieses TECH-Programm ist ein von Grund auf neu entwickeltes, intensives Lehrprogramm, das die anspruchsvollsten Herausforderungen und Entscheidungen in diesem Bereich sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene vorsieht. Dank dieser Methodik wird das persönliche und berufliche Wachstum gefördert und ein entscheidender Schritt in Richtung Erfolg gemacht. Die Fallmethode, die Technik, die diesem Inhalt zugrunde liegt, gewährleistet, dass die aktuellste wirtschaftliche, soziale und berufliche Realität berücksichtigt wird.

**“** *Unser Programm bereitet Sie darauf vor, sich neuen Herausforderungen in einem unsicheren Umfeld zu stellen und in Ihrer Karriere erfolgreich zu sein“*

Die Fallmethode ist das am weitesten verbreitete Lernsystem an den besten Informatikschulen der Welt, seit es sie gibt. Die Fallmethode wurde 1912 entwickelt, damit Jurastudenten das Recht nicht nur auf der Grundlage theoretischer Inhalte erlernen. Sie bestand darin, ihnen reale komplexe Situationen zu präsentieren, damit sie fundierte Entscheidungen treffen und Werturteile darüber fällen konnten, wie diese zu lösen sind. Sie wurde 1924 als Standardlehrmethode in Harvard etabliert.

Was sollte eine Fachkraft in einer bestimmten Situation tun? Mit dieser Frage konfrontieren wir Sie in der Fallmethode, einer handlungsorientierten Lernmethode.

Während des gesamten Kurses werden die Studenten mit mehreren realen Fällen konfrontiert. Sie müssen ihr gesamtes Wissen integrieren, recherchieren, argumentieren und ihre Ideen und Entscheidungen verteidigen.



## Relearning Methodology

TECH kombiniert die Methodik der Fallstudien effektiv mit einem 100%igen Online-Lernsystem, das auf Wiederholung basiert und in jeder Lektion verschiedene didaktische Elemente kombiniert.

Wir ergänzen die Fallstudie mit der besten 100%igen Online-Lehrmethode: Relearning.

*Im Jahr 2019 erzielten wir die besten  
Lernergebnisse aller spanischsprachigen  
Online-Universitäten der Welt.*

Bei TECH lernen Sie mit einer hochmodernen Methodik, die darauf ausgerichtet ist, die Führungskräfte der Zukunft zu spezialisieren. Diese Methode, die an der Spitze der weltweiten Pädagogik steht, wird Relearning genannt.

Unsere Universität ist die einzige in der spanischsprachigen Welt, die für die Anwendung dieser erfolgreichen Methode zugelassen ist. Im Jahr 2019 ist es uns gelungen, die Gesamtzufriedenheit unserer Studenten (Qualität der Lehre, Qualität der Materialien, Kursstruktur, Ziele...) in Bezug auf die Indikatoren der besten spanischsprachigen Online-Universität zu verbessern.



In unserem Programm ist das Lernen kein linearer Prozess, sondern erfolgt in einer Spirale (lernen, verlernen, vergessen und neu lernen). Daher wird jedes dieser Elemente konzentrisch kombiniert. Mit dieser Methode wurden mehr als 650.000 Hochschulabsolventen mit beispiellosem Erfolg in so unterschiedlichen Bereichen wie Biochemie, Genetik, Chirurgie, internationales Recht, Managementfähigkeiten, Sportwissenschaft, Philosophie, Recht, Ingenieurwesen, Journalismus, Geschichte, Finanzmärkte und -instrumente fortgebildet. Dies alles in einem sehr anspruchsvollen Umfeld mit einer Studentenschaft mit hohem sozioökonomischem Profil und einem Durchschnittsalter von 43,5 Jahren.

*Das Relearning ermöglicht es Ihnen, mit weniger Aufwand und mehr Leistung zu lernen, sich mehr auf Ihre Spezialisierung einzulassen, einen kritischen Geist zu entwickeln, Argumente zu verteidigen und Meinungen zu kontrastieren: eine direkte Gleichung zum Erfolg.*

Nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen der Neurowissenschaften wissen wir nicht nur, wie wir Informationen, Ideen, Bilder und Erinnerungen organisieren, sondern auch, dass der Ort und der Kontext, in dem wir etwas gelernt haben, von grundlegender Bedeutung dafür sind, dass wir uns daran erinnern und es im Hippocampus speichern können, um es in unserem Langzeitgedächtnis zu behalten.

Auf diese Weise sind die verschiedenen Elemente unseres Programms im Rahmen des so genannten Neurocognitive Context-Dependent E-Learning mit dem Kontext verbunden, in dem der Teilnehmer seine berufliche Praxis entwickelt.



Dieses Programm bietet die besten Lehrmaterialien, die sorgfältig für Fachleute aufbereitet sind:



#### Studienmaterial

Alle didaktischen Inhalte werden von den Fachleuten, die den Kurs unterrichten werden, speziell für den Kurs erstellt, so dass die didaktische Entwicklung wirklich spezifisch und konkret ist.

Diese Inhalte werden dann auf das audiovisuelle Format angewendet, um die Online-Arbeitsmethode von TECH zu schaffen. All dies mit den neuesten Techniken, die in jedem einzelnen der Materialien, die dem Studenten zur Verfügung gestellt werden, qualitativ hochwertige Elemente bieten.



#### Meisterklassen

Die Nützlichkeit der Expertenbeobachtung ist wissenschaftlich belegt.

Das sogenannte Learning from an Expert festigt das Wissen und das Gedächtnis und schafft Vertrauen für zukünftige schwierige Entscheidungen.



#### Übungen für Fertigkeiten und Kompetenzen

Sie werden Aktivitäten durchführen, um spezifische Kompetenzen und Fertigkeiten in jedem Fachbereich zu entwickeln. Übungen und Aktivitäten zum Erwerb und zur Entwicklung der Fähigkeiten und Fertigkeiten, die ein Spezialist im Rahmen der Globalisierung, in der wir leben, entwickeln muss.



#### Weitere Lektüren

Aktuelle Artikel, Konsensdokumente und internationale Leitfäden, u. a. In der virtuellen Bibliothek von TECH hat der Student Zugang zu allem, was er für seine Fortbildung benötigt.







#### Case Studies

Sie werden eine Auswahl der besten Fallstudien vervollständigen, die speziell für diese Qualifizierung ausgewählt wurden. Die Fälle werden von den besten Spezialisten der internationalen Szene präsentiert, analysiert und betreut.



#### Interaktive Zusammenfassungen

Das TECH-Team präsentiert die Inhalte auf attraktive und dynamische Weise in multimedialen Pillen, die Audios, Videos, Bilder, Diagramme und konzeptionelle Karten enthalten, um das Wissen zu vertiefen.

Dieses einzigartige Bildungssystem für die Präsentation multimedialer Inhalte wurde von Microsoft als "Europäische Erfolgsgeschichte" ausgezeichnet.



#### Testing & Retesting

Die Kenntnisse des Studenten werden während des gesamten Programms regelmäßig durch Bewertungs- und Selbsteinschätzungsaktivitäten und -übungen beurteilt und neu bewertet, so dass der Student überprüfen kann, wie er seine Ziele erreicht.



06

# Qualifizierung

Der Universitätsexperte in Modellierung von Flüssigkeiten garantiert neben der präzisesten und aktuellsten Fortbildung auch den Zugang zu einem von der TECH Technologischen Universität ausgestellten Diplom.



“

*Schließen Sie dieses Programm erfolgreich ab  
und erhalten Sie Ihren Universitätsabschluss  
ohne lästige Reisen oder Formalitäten"*



Dieser **Universitätsexperte in Modellierung von Flüssigkeiten** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt.

Sobald der Student die Prüfungen bestanden hat, erhält er/sie per Post\* mit Empfangsbestätigung das entsprechende Diplom, ausgestellt von der **TECH Technologischen Universität**.

Das von **TECH Technologische Universität** ausgestellte Diplom drückt die erworbene Qualifikation aus und entspricht den Anforderungen, die in der Regel von Stellenbörsen, Auswahlprüfungen und Berufsbildungsausschüssen verlangt werden.

Titel: **Universitätsexperte in Modellierung von Flüssigkeiten**

Anzahl der offiziellen Arbeitsstunden: **450 Std.**



\*Haager Apostille. Für den Fall, dass der Student die Haager Apostille für sein Papierdiplom beantragt, wird TECH EDUCATION die notwendigen Vorkehrungen treffen, um diese gegen eine zusätzliche Gebühr zu beschaffen.

zukunft

gesundheit vertrauen menschen  
erziehung information tutoren  
garantie akkreditierung unterricht  
institutionen technologie lernen  
gemeinschaft verpflichtung  
persönliche betreuung innovationen  
wissen gegenwart qualität  
online-Ausbildung  
entwicklung institutionen  
virtuelles Klassenzimmer sprachien

**tech** technologische  
universität

Universitätsexperte

Modellierung von Flüssigkeiten

- » Modalität: online
- » Dauer: 6 Monate
- » Qualifizierung: TECH Technische Universität
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

# Universitätsexperte

## Modellierung von Flüssigkeiten

