

# Privater Masterstudiengang Meteorologie und Geophysik



## Privater Masterstudiengang Meteorologie und Geophysik

- » Modalität: online
- » Dauer: 12 Monate
- » Qualifizierung: TECH Technologische Universität
- » Aufwand: 16 Std./Woche
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

Internetzugang: [www.techtitude.com/de/ingenieurwissenschaften/masterstudiengang/masterstudiengang-meteorologie-geophysik](http://www.techtitude.com/de/ingenieurwissenschaften/masterstudiengang/masterstudiengang-meteorologie-geophysik)

# Index

01

Präsentation

---

Seite 4

02

Ziele

---

Seite 8

03

Kompetenzen

---

Seite 14

04

Struktur und Inhalt

---

Seite 18

05

Methodik

---

Seite 34

06

Qualifizierung

---

Seite 42

# 01

# Präsentation

Werkstoffe haben in der Geschichte der Menschheit viele Fortschritte ermöglicht. Das reicht von den Steinen, die für die Jagd verwendet wurden, über die Fahrzeuge, mit denen wir uns fortbewegen, bis hin zu den digitalen Bildschirmen von heute. Das Problem des Klimawandels hat jedoch zur Suche nach alternativen Ressourcen für die Energieerzeugung oder die Herstellung nachhaltigerer Produkte geführt. In diesem Szenario sind Ingenieure mit fundierten Kenntnissen in Geophysik und Meteorologie im öffentlichen und privaten Sektor gefragt, um Lösungen zur Prävention von Naturgefahren, zur Verbesserung der Wettervorhersagetechniken oder zur Entwicklung neuer Komponenten zu finden. Aus diesem Grund hat TECH diesen 100%igen Online-Studiengang entwickelt, der Ihnen rund um die Uhr Zugang zu den fortschrittlichsten Inhalten in den Bereichen Materialphysik, *Machine Learning* oder Klimatologie bietet.



“

*Ein privater Masterstudiengang, der zu 100% online angeboten wird und es Ihnen ermöglicht, mit den wichtigsten experimentellen Techniken in der Materialphysik auf dem Laufenden zu bleiben“*

Die Wissenschaft arbeitet derzeit unermüdlich an der Suche nach nachhaltigeren natürlichen Ressourcen oder nach Techniken, die eine Verringerung des Energieverbrauchs ermöglichen, wie beispielsweise die Produktion bei niedrigen Temperaturen. All dies ist das Ergebnis eines Umdenkens, das sich aus den bestehenden Umweltproblemen ergibt, die zu einer Verknappung der Rohstoffe und zu Naturkatastrophen geführt haben, die die Menschen in ihrem täglichen Leben direkt betreffen.

In diesem Szenario ist es unerlässlich, die Prozesse der Erkundung und Gewinnung von Ressourcen wie Mineralien, Wasser oder die Erzeugung von immer „sauberer“ werdender Energie zu optimieren. Um dies zu erreichen, brauchen wir Ingenieure, die dem Umweltschutz gegenüber aufgeschlossener sind und ihr Wissen bei der Suche nach wissenschaftlich-technischen Lösungen einsetzen. Aus diesem Grund hat TECH diesen Privaten Masterstudiengang in Meteorologie und Geophysik entwickelt, um den Studenten die fortschrittlichsten und aktuellsten Informationen in diesem Bereich zu vermitteln.

Zu diesem Zweck stellt diese akademische Einrichtung den Studenten die attraktivsten multimedialen Lehrmittel zur Verfügung, die es ihnen ermöglichen, sich dynamisch in die Schlüsselkonzepte der fortgeschrittenen Thermodynamik, der Physik der Materialien, der analogen und digitalen Elektronik, der Strömungsmechanik oder der Klimatologie zu vertiefen. Ein Programm mit theoretischem und praktischem Ansatz dank der Fallstudien, die von den Fachleuten des Studiengangs zur Verfügung gestellt werden.

Darüber hinaus ermöglicht die Methode des *Relearning*, die auf der Wiederholung von Konzepten basiert, den Ingenieuren, die Inhalte dieses Studiengangs schnell zu durchlaufen, wodurch die in anderen Studiensystemen so häufig anzutreffende lange Studiendauer verkürzt wird.

Sie haben es also mit einem privaten Masterstudiengang zu tun, der den aktuellen akademischen Zeitplänen entspricht und auf den sie bequem zugreifen können, wann und wo immer sie wollen. Alles, was sie brauchen, ist ein elektronisches Gerät mit Internetanschluss, um den auf dem virtuellen Campus gehosteten Lehrplan einzusehen. Zudem können die Studenten ihr Studienpensum frei nach ihren Bedürfnissen einteilen. Dies ist eine ausgezeichnete Gelegenheit, einen Kurs zu belegen, der die berufliche Entwicklung der Studenten im Bereich der Meteorologie und Geophysik erleichtert.

Dieser **Privater Masterstudiengang in Meteorologie und Geophysik** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt. Die hervorstechendsten Merkmale sind:

- ♦ Die Entwicklung von Fallstudien, die von Experten für Physik vorgestellt werden
- ♦ Der anschauliche, schematische und äußerst praxisnahe Inhalt vermittelt alle für die berufliche Praxis unverzichtbaren wissenschaftlichen und praktischen Informationen
- ♦ Die praktischen Übungen, bei denen der Selbstbewertungsprozess zur Verbesserung des Lernens durchgeführt 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



*Diese Weiterbildung wird Ihre Karriere mit fortgeschrittenen Kenntnissen der Geophysik und den modernsten Methoden der Suche nach natürlichen Ressourcen fördern*

“

*Die multimediale Ressourcenbibliothek ermöglicht es Ihnen, analoge und digitale Elektronik zu studieren, wann immer Sie wollen, von jedem internetfähigen Gerät aus”*

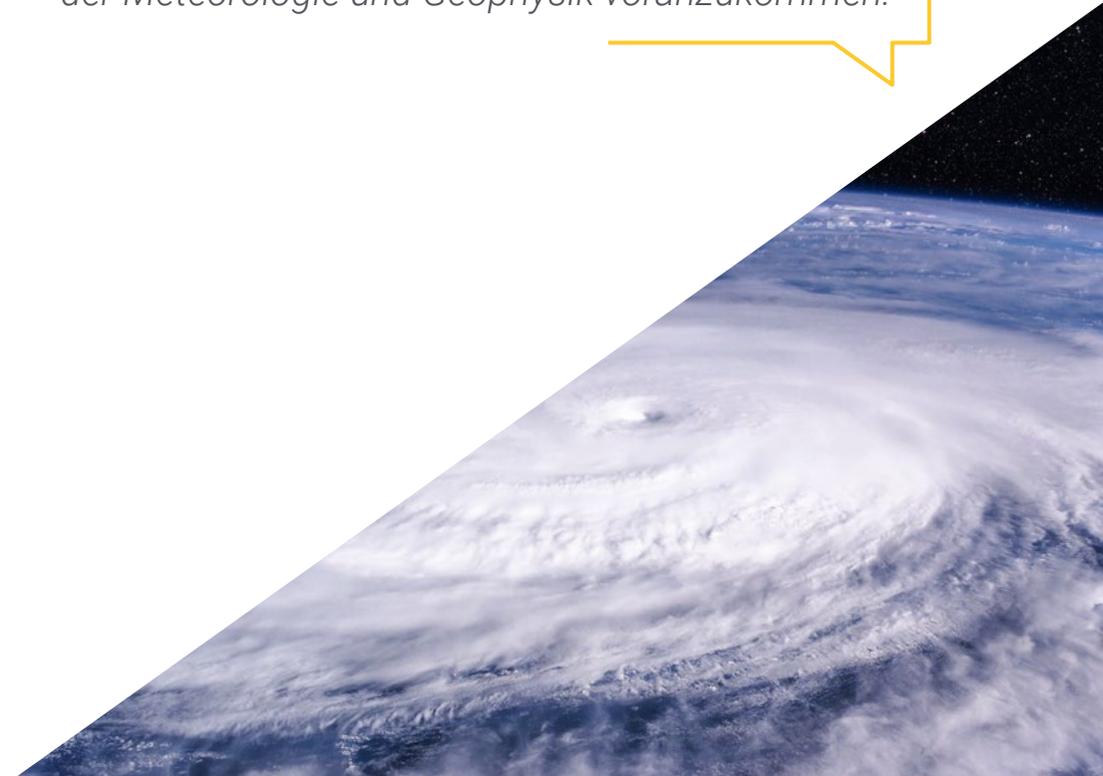
Zu den Dozenten des Programms gehören Fachleute aus der Branche, die ihre Erfahrungen in diese Fortbildung einbringen, sowie anerkannte Spezialisten von führenden Gesellschaften und renommierten Universitäten.

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.

*Dieses Programm ist auch mit den anspruchsvollsten Verpflichtungen vereinbar, da keine persönliche Anwesenheit erforderlich ist und es keine festen Unterrichtszeiten gibt. Schreiben Sie sich jetzt ein.*

*Dieser Kurs vermittelt Ihnen die Techniken und Werkzeuge, die Sie benötigen, um auf dem Gebiet der Meteorologie und Geophysik voranzukommen.*



# 02 Ziele

Dieser private Masterstudiengang wurde von Experten auf dem Gebiet der Meteorologie und Geophysik entwickelt, um den Studenten ein möglichst breites Wissen über die Thermodynamik, die Methoden der Ressourcensuche und die Bewertung und Eindämmung von Naturgefahren oder Faktoren, die den Klimawandel beeinflussen, zu vermitteln. Videozusammenfassungen zu jedem Thema, vertiefende Videos oder Fachlektüre erleichtern den Erwerb dieses Wissens.



“

*Sie werden in der Lage sein, in Ihrer beruflichen Laufbahn voranzukommen und Zugang zu Unternehmen zu erhalten, die zunehmend Ingenieure mit umfassenden Kenntnissen in der atmosphärischen Physik verlangen”*



## Allgemeine Ziele

---

- ◆ Verstehen der allgemeinen Eigenschaften des Klimasystems und der Faktoren, die Veränderungen des Klimas beeinflussen
- ◆ Verstehen der vier Prinzipien der Thermodynamik und deren Anwendung auf die Untersuchung thermodynamischer Systeme
- ◆ In der Lage sein, diese Verhaltensweisen mit Hilfe der grundlegenden Gleichungen der Strömungslehre zu erklären
- ◆ Anwenden von Prozessen der Analyse, Synthese und des kritischen Denkens





## Spezifische Ziele

---

### Modul 1. Thermodynamik

- ◆ Effektives Lösen von Problemen auf dem Gebiet der Thermodynamik
- ◆ Aneignen grundlegender Begriffe der statistischen Mechanik
- ◆ In der Lage sein, verschiedene Zusammenhänge und Umgebungen im Bereich der Physik auf der Grundlage einer soliden mathematischen Basis zu analysieren
- ◆ Verstehen und Anwenden von mathematischen und numerischen Methoden, die in der Thermodynamik häufig verwendet werden

### Modul 2. Fortgeschrittene Thermodynamik

- ◆ Vertiefen der Hauptsätze der Thermodynamik
- ◆ Verstehen der Konzepte der Kollektivität und in der Lage sein, zwischen verschiedenen Arten von Kollektiven zu unterscheiden
- ◆ Unterscheiden können, welche Kollektivität bei der Untersuchung eines bestimmten Systems am nützlichsten ist, je nach Art des thermodynamischen Systems
- ◆ Kennen der Grundbegriffe des *Ising*-Modells
- ◆ Kennenlernen des Unterschieds zwischen Bosonenstatistik und Baryonenstatistik

### Modul 3. Geophysik

- ◆ Anwenden der Prinzipien der Physik auf das Studium der Erde
- ◆ Verstehen der grundlegenden physikalischen Prozesse auf der Erde
- ◆ Verstehen der grundlegenden Techniken zur Untersuchung der physikalischen Eigenschaften, der Struktur und der Dynamik der Erde
- ◆ Erkennen von Methoden zur Ressourcensuche und zur Bewertung und Eindämmung von Naturgefahren

### Modul 4. Materialphysik

- ◆ Kennen der Beziehung zwischen Materialwissenschaft und Physik und die Anwendbarkeit dieser Wissenschaft in der heutigen Technologie
- ◆ Verstehen des Zusammenhangs zwischen der mikroskopischen Struktur (atomar, nanometrisch oder mikrometrisch) und den makroskopischen Eigenschaften von Materialien sowie deren Interpretation in physikalischen Begriffen
- ◆ Kennen der wichtigsten experimentellen Techniken und in der Lage sein, den Einsatz dieser Techniken zur Lösung eines Problems in der Materialwissenschaft zu erkennen
- ◆ Beherrschen der vielfältigen Eigenschaften von Materialien

### Modul 5. Analoge und digitale Elektronik

- ◆ Verstehen der Funktionsweise von linearen, nichtlinearen und digitalen elektronischen Schaltungen
- ◆ Kennen der verschiedenen Möglichkeiten, digitale Systeme zu spezifizieren und zu implementieren
- ◆ Identifizieren der verschiedenen elektronischen Geräte und ihrer Funktionsweise
- ◆ Beherrschen digitaler MOS-Schaltungen

### Modul 6. Fernerkundung und Bildverarbeitung

- ◆ Erwerben grundlegender Kenntnisse der medizinischen und atmosphärischen Bildverarbeitung und ihrer Anwendungen in den entsprechenden Bereichen der medizinischen bzw. atmosphärischen Physik
- ◆ Erlangen von Fähigkeiten in der Bildoptimierung, Registrierung und Fusion
- ◆ Erwerben von Grundkenntnissen über *Machine Learning* und Datenanalyse

### Modul 7. Statistische Physik

- ♦ Vertiefen in die Theorie der Kollektivitäten und in der Lage sein, sie auf die Untersuchung idealer und interagierender Systeme anzuwenden, einschließlich Phasenübergänge und kritische Phänomene
- ♦ Kennen der Theorie der stochastischen Prozesse und Anwenden dieser Theorie auf einfache Fälle
- ♦ Kennen der elementaren kinetischen Theorie der Transportprozesse und in der Lage sein, sie auf verdünnte Gase und Quantengase anzuwenden

### Modul 8. Strömungsmechanik

- ♦ Verstehen der allgemeinen Konzepte der Strömungsphysik und Lösen entsprechender Probleme
- ♦ Verstehen der grundlegenden Eigenschaften von Fluiden und ihres Verhaltens unter verschiedenen Bedingungen
- ♦ Kennen der konstitutiven Gleichungen
- ♦ Gewinnen von Sicherheit im Umgang mit den Navier-Stokes-Gleichungen

### Modul 9. Meteorologie und Klimatologie

- ♦ Verstehen der allgemeinen Merkmale und Eigenschaften der Atmosphäre aus meteorologischer Sicht
- ♦ Erwerben von Grundkenntnissen über die Strahlungseigenschaften des Systems Erde-Atmosphäre
- ♦ Erkennen der thermodynamischen Eigenschaften der Atmosphäre und ihrer häufigsten meteorologischen Entwicklungen
- ♦ Erkennen der Prozesse, die zu Wolkenbildung und Niederschlag führen, sowie der grundlegenden Kräfte, die an der Luftbewegung beteiligt sind

### Modul 10. Thermodynamik der Atmosphäre

- ♦ Erkennen von thermodynamischen Phänomenen
- ♦ Erkennen der entscheidenden Rolle des Wasserdampfs in der Atmosphäre
- ♦ In der Lage sein, die Stabilität der Atmosphäre zu charakterisieren
- ♦ Erlangen von Grundkenntnissen über die aktuelle globale Erwärmung





“

*Mit diesem privaten Masterstudiengang werden Sie auf dem neuesten Stand des Machine Learning, seiner Anwendungen und aktuellen Grenzen im Bereich der Meteorologie und Geophysik, sein”*

# 03

# Kompetenzen

TECH ist bestrebt, in allen Studiengängen die Kompetenzen der Studenten zu verbessern. Der Ingenieur erwirbt die notwendigen technischen Fähigkeiten, um die in der Fernerkundung verwendeten Computerprogramme zu beherrschen, sowie die Fähigkeit, Schlüsselkonzepte der Geophysik und der meteorologischen Physik zu analysieren und zu verstehen. All dies mit dem Ziel, dass er am Ende des Programms in der Lage ist, in seinem Arbeitsbereich erfolgreich zu sein.



“

*Dieses 100%ige Online-Programm führt Sie mit Hilfe von Multimedia-Ressourcen tiefer in die Fortschritte der atmosphärischen Wissenschaften ein”*



## Allgemeine Kompetenzen

---

- ◆ Kennen der Grundlagen und des allgemeinen Umfangs der Atmosphärenwissenschaften
- ◆ Wissen, wie man mathematische Methoden zum Verständnis und zur Analyse der Erde anwendet
- ◆ Interpretieren der aktiven Fernerkundung mit Lidar und Radar
- ◆ Verstehen der atmosphärischen Dynamik

“

*Am Ende der 12 Monate dieses privaten Masterstudiengangs werden Sie 3D- und 4D-Segmentierungs- und Verarbeitungstechniken beherrschen. Schreiben Sie sich jetzt ein”*





## Spezifische Kompetenzen

---

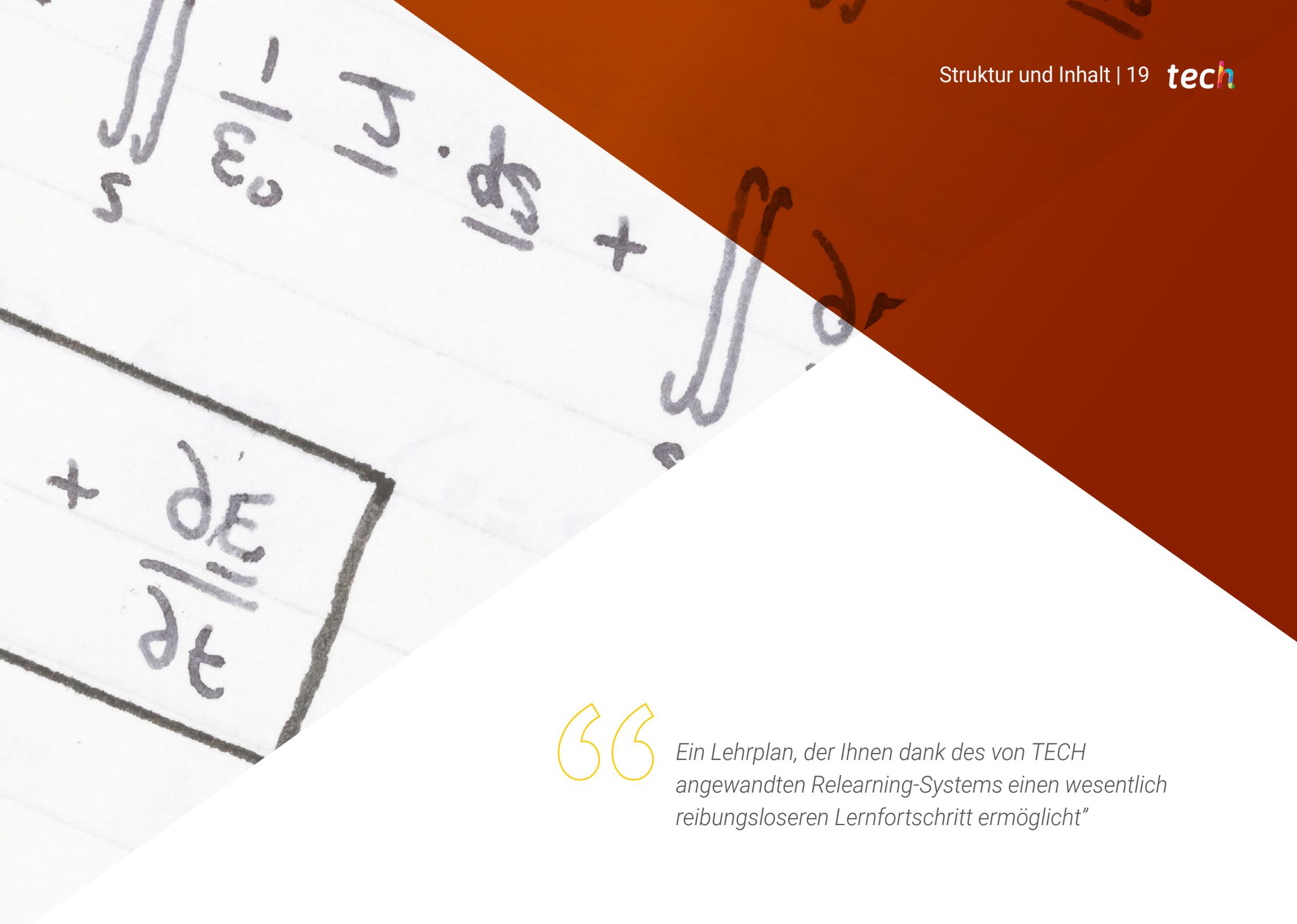
- ◆ Wissen, wie man einige Computerprogramme zur Simulation physikalischer Systeme im Bereich der Materialwissenschaften verwendet
- ◆ Beherrschen der Analyse von Stabilitäten unter Verwendung des Schrägdiagramms
- ◆ In der Lage sein, bipolare und hochentwickelte digitale Schaltungen anzuwenden
- ◆ Richtiges Anwenden von Fernerkundungssoftware mit Python

04

# Struktur und Inhalt

Der Lehrplan dieses privaten Masterstudiengangs wurde entwickelt, um Ingenieuren ein Maximum an Wissen über Meteorologie und Geophysik zu vermitteln. Zu diesem Zweck wurde der Lehrplan in 10 Module unterteilt, in denen die wichtigsten Konzepte der Thermodynamik, der statistischen Physik, der Fernerkundung und Bildverarbeitung, der Strömungsmechanik oder der Meteorologie und Klimatologie behandelt werden. All dies durch einen theoretisch-praktischen Ansatz, der es ermöglicht, sich in einer Zeit, in der der Klimawandel und die Suche nach Lösungen im Vordergrund stehen, beruflich weiterzuentwickeln.





“

Ein Lehrplan, der Ihnen dank des von TECH  
angewandten Relearning-Systems einen wesentlich  
reibungloseren Lernfortschritt ermöglicht”

## Modul 1. Thermodynamik

- 1.1. Mathematische Werkzeuge: Überblick
  - 1.1.1. Überprüfung der Logarithmus- und Exponentialfunktionen
  - 1.1.2. Wiederholung der Ableitungen
  - 1.1.3. Integrale
  - 1.1.4. Ableitung einer Funktion von mehreren Variablen
- 1.2. Kalorimetrie. Nullter Hauptsatz der Thermodynamik
  - 1.2.1. Einführung und allgemeine Konzepte
  - 1.2.2. Thermodynamische Systeme
  - 1.2.3. Nullter Hauptsatz der Thermodynamik
  - 1.2.4. Temperaturskalen. Absolute Temperatur
  - 1.2.5. Umkehrbare und unumkehrbare Prozesse
  - 1.2.6. Vorzeichenkriterien
  - 1.2.7. Spezifische Wärme
  - 1.2.8. Molare Wärme
  - 1.2.9. Phasenwechsel
  - 1.2.10. Thermodynamische Koeffizienten
- 1.3. Thermodynamische Arbeit. Erster Hauptsatz der Thermodynamik
  - 1.3.1. Wärme und thermodynamische Arbeit
  - 1.3.2. Zustandfunktionen und innere Energie
  - 1.3.3. Erster Hauptsatz der Thermodynamik
  - 1.3.4. Arbeit eines Gassystems
  - 1.3.5. Joulesches Gesetz
  - 1.3.6. Reaktionswärme und Enthalpie
- 1.4. Ideale Gase
  - 1.4.1. Ideale Gasgesetze
    - 1.4.1.1. Gesetz von Boyle-Mariotte
    - 1.4.1.2. Gay-Lussacsche Gesetze
    - 1.4.1.3. Zustandsgleichung der idealen Gase
      - 1.4.1.3.1. Dalton-Gesetz
      - 1.4.1.3.2. Mayersches Gesetz
  - 1.4.2. Kalorimetrische Gleichungen für das ideale Gas
  - 1.4.3. Adiabatische Prozesse
    - 1.4.3.1. Adiabatische Umwandlungen eines idealen Gases
      - 1.4.3.1.1. Beziehung zwischen Isothermen und Adiabaten
      - 1.4.3.1.2. Arbeit in adiabatischen Prozessen
  - 1.4.4. Polytrope Transformationen
- 1.5. Reale Gase
  - 1.5.1. Motivation
  - 1.5.2. Ideale und reale Gase
  - 1.5.3. Beschreibung von realen Gasen
  - 1.5.4. Zustandsgleichungen der Reihenentwicklung
  - 1.5.5. Van-der-Waals-Gleichung und Reihenentwicklung
  - 1.5.6. Andrews Isothermen
  - 1.5.7. Metastabile Zustände
  - 1.5.8. Van-der-Waals-Gleichung: Konsequenzen
- 1.6. Entropie
  - 1.6.1. Einführung und Ziele
  - 1.6.2. Entropie: Definition und Einheiten
  - 1.6.3. Entropie eines idealen Gases
  - 1.6.4. Entropie-Diagramm
  - 1.6.5. Clausiussche Ungleichung
  - 1.6.6. Grundlegende Gleichung der Thermodynamik
  - 1.6.7. Satz von Carathéodory
- 1.7. Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
  - 1.7.1. Zweiter Hauptsatz der Thermodynamik
  - 1.7.2. Transformationen zwischen zwei Wärmequellen
  - 1.7.3. Carnot-Kreisprozess
  - 1.7.4. Echte Wärmekraftmaschine
  - 1.7.5. Clausius-Theorem
- 1.8. Thermodynamische Funktionen. Dritter Hauptsatz der Thermodynamik
  - 1.8.1. Thermodynamische Funktionen
  - 1.8.2. Thermodynamische Gleichgewichtsbedingungen
  - 1.8.3. Maxwell-Gleichungen
  - 1.8.4. Thermodynamische Zustandsgleichung

- 1.8.5. Innere Energie eines Gases
  - 1.8.6. Adiabatische Umwandlungen in einem realen Gas
  - 1.8.7. Dritter Hauptsatz der Thermodynamik und Folgen
  - 1.9. Kinetisch-molekulare Theorie der Gase
    - 1.9.1. Hypothesen der kinetisch-molekularen Theorie
    - 1.9.2. Kinetische Theorie des Drucks eines Gases
    - 1.9.3. Adiabatische Entwicklung eines Gases
    - 1.9.4. Kinetische Theorie der Temperatur
    - 1.9.5. Mechanisches Argument für die Temperatur
    - 1.9.6. Prinzip der Energieäquipartition
    - 1.9.7. Virialsatz
  - 1.10. Einführung in die statistische Mechanik
    - 1.10.1. Einführung und Ziele
    - 1.10.2. Allgemeine Konzepte
    - 1.10.3. Entropie, Wahrscheinlichkeit und das Stefan-Boltzmann-Gesetz
    - 1.10.4. Maxwell-Boltzmann-Verteilung
    - 1.10.5. Thermodynamische Funktionen und Verteilungsfunktionen
- Modul 2. Fortgeschrittene Thermodynamik**
- 2.1. Formalismus der Thermodynamik
    - 2.1.1. Gesetze der Thermodynamik
    - 2.1.2. Die fundamentale Gleichung
    - 2.1.3. Innere Energie: Euler-Form
    - 2.1.4. Gibbs-Duhem-Gleichung
    - 2.1.5. Legendre-Transformation
    - 2.1.6. Thermodynamische Potentiale
    - 2.1.7. Maxwellsche Beziehungen für eine Flüssigkeit
    - 2.1.8. Stabilitätsbedingungen
  - 2.2. Mikroskopische Beschreibung von makroskopischen Systemen I
    - 2.2.1. Mikrozustände und Makrozustände: Einführung
    - 2.2.2. Phasenraum
    - 2.2.3. Kollektivitäten
    - 2.2.4. Mikrokanonische Gesamtheit
    - 2.2.5. Thermisches Gleichgewicht
  - 2.3. Mikroskopische Beschreibung von makroskopischen Systemen II
    - 2.3.1. Diskrete Systeme
    - 2.3.2. Statistische Entropie
    - 2.3.3. Maxwell-Boltzmann-Verteilung
    - 2.3.4. Druck
    - 2.3.5. Effusion
  - 2.4. Kanonische Kollektivität
    - 2.4.1. Partitionsfunktion
    - 2.4.2. Ideale Systeme
    - 2.4.3. Energiedegeneration
    - 2.4.4. Verhalten des einatomigen idealen Gases bei einem Potential
    - 2.4.5. Prinzip der Energieäquipartition
    - 2.4.6. Diskrete Systeme
  - 2.5. Magnetische Systeme
    - 2.5.1. Thermodynamik von magnetischen Systemen
    - 2.5.2. Klassischer Paramagnetismus
    - 2.5.3. Spin- $\frac{1}{2}$ -Paramagnetismus
    - 2.5.4. Adiabatische Entmagnetisierung
  - 2.6. Phasenübergänge
    - 2.6.1. Klassifizierung von Phasenübergängen
    - 2.6.2. Phasendiagramme
    - 2.6.3. Clapeyron-Gleichung
    - 2.6.4. Gleichgewicht zwischen Dampf und kondensierter Phase
    - 2.6.5. Der kritische Punkt
    - 2.6.6. Klassifikation der Phasenübergänge nach Ehrenfest
    - 2.6.7. Landau-Theorie
  - 2.7. Ising-Modell
    - 2.7.1. Einführung
    - 2.7.2. Eindimensionale Kette
    - 2.7.3. Eindimensionale offene Kette
    - 2.7.4. Mittelwertfeld-Approximation

- 2.8. Reale Gase
  - 2.8.1. Verständlichkeitsfaktor. Viriale Entwicklung
  - 2.8.2. Wechselwirkungspotential und konfigurative Verteilungsfunktion
  - 2.8.3. Zweiter Virialkoeffizient
  - 2.8.4. Van-der-Waals-Gleichung
  - 2.8.5. Gittergas
  - 2.8.6. Theorem der übereinstimmenden Zustände
  - 2.8.7. Joule- und Joule-Kelvin-Ausdehnungen
- 2.9. Photonengas
  - 2.9.1. Bosonen-Statistik vs. Fermionen-Statistik
  - 2.9.2. Energiedichte und Entartung von Zuständen
  - 2.9.3. Plancksche Verteilungsgesetz
  - 2.9.4. Zustandsgleichungen eines Photonengases
- 2.10. Makrokanonische Kollektivität
  - 2.10.1. Teilungsfunktion
  - 2.10.2. Diskrete Systeme
  - 2.10.3. Fluktuationen
  - 2.10.4. Ideale Systeme
  - 2.10.5. Das monoatomare Gas
  - 2.10.6. Dampf-Festkörper-Gleichgewicht

### Modul 3. Geophysik

- 3.1. Einführung
  - 3.1.1. Die Physik der Erde
  - 3.1.2. Konzept und Entwicklung der Geophysik
  - 3.1.3. Merkmale der Geophysik
  - 3.1.4. Disziplinen und Studienbereiche
  - 3.1.5. Koordinatensysteme
- 3.2. Schwerkraft und Form der Erde
  - 3.2.1. Größe und Form der Erde
  - 3.2.2. Erdrotation
  - 3.2.3. Laplace-Gleichung
  - 3.2.4. Figur der Erde
  - 3.2.5. Das Geoid und die ellipsoide Normalgravitation





- 3.3. Schwerkraftmessungen und Schwerkraftanomalien
  - 3.3.1. Anomalie der freien Luft
  - 3.3.2. Bouguer-Anomalie
  - 3.3.3. Isostasie
  - 3.3.4. Interpretation der lokalen und regionalen Anomalien
- 3.4. Geomagnetismus
  - 3.4.1. Quellen des Magnetfeldes der Erde
  - 3.4.2. Durch Dipole erzeugte Felder
  - 3.4.3. Komponenten des Magnetfeldes der Erde
  - 3.4.4. Harmonische Analyse: Trennung von internen und externen Quellfeldern
- 3.5. Das interne Magnetfeld der Erde
  - 3.5.1. Dipolfeld
  - 3.5.2. Geomagnetische Pole und geomagnetische Koordinaten
  - 3.5.3. Nicht-Dipol-Feld
  - 3.5.4. Internationales geomagnetisches Referenzfeld
  - 3.5.5. Zeitliche Veränderung des internen Feldes
  - 3.5.6. Ursprung des internen Feldes
- 3.6. Paläomagnetismus
  - 3.6.1. Magnetische Eigenschaften von Gesteinen
  - 3.6.2. Remanente Magnetisierung
  - 3.6.3. Geomagnetische virtuelle Pole
  - 3.6.4. Paläomagnetische Pole
  - 3.6.5. Scheinbare polare Driftkurven
  - 3.6.6. Paläomagnetismus und Kontinentalverschiebung
  - 3.6.7. Geomagnetische Feldumkehrungen
  - 3.6.8. Magnetische Anomalien im Meer
- 3.7. Externes Magnetfeld
  - 3.7.1. Ursprung des externen Magnetfeldes
  - 3.7.2. Struktur der Magnetosphäre
  - 3.7.3. Ionosphäre
  - 3.7.4. Schwankungen des äußeren Feldes: Tageszeitliche Schwankungen, magnetische Stürme
  - 3.7.5. Polarlichter

- 3.8. Erzeugung und Ausbreitung seismischer Wellen
  - 3.8.1. Mechanik eines elastischen Mediums: elastische Parameter der Erde
  - 3.8.2. Seismische Wellen: interne und Oberflächenwellen
  - 3.8.3. Reflexion und Brechung von internen Wellen
  - 3.8.4. Trajektorien und Laufzeiten: Dromochronen
- 3.9. Innere Struktur der Erde
  - 3.9.1. Radiale Variation der seismischen Wellengeschwindigkeit
  - 3.9.2. Referenz-Erdmodelle
  - 3.9.3. Physikalische und kompositorische Schichtung der Erde
  - 3.9.4. Dichte, Schwerkraft und Druck im Inneren der Erde
  - 3.9.5. Seismische Tomographie
- 3.10. Erdbeben
  - 3.10.1. Ort und Zeit der Entstehung
  - 3.10.2. Globale Seismizität im Verhältnis zur Plattentektonik
  - 3.10.3. Größe eines Erdbebens: Intensität, Magnitude, Energie
  - 3.10.4. Gutenberg-Richter-Gesetz

## Modul 4. Materialphysik

- 4.1. Materialwissenschaft und fester Zustand
  - 4.1.1. Studienbereich der Materialwissenschaft
  - 4.1.2. Klassifizierung von Materialien nach der Art der Bindung
  - 4.1.3. Klassifizierung von Materialien nach ihren technologischen Anwendungen
  - 4.1.4. Beziehung zwischen Struktur, Eigenschaften und Verarbeitung
- 4.2. Krystalline Strukturen
  - 4.2.1. Ordnung und Unordnung: grundlegende Konzepte
  - 4.2.2. Kristallographie: grundlegende Konzepte
  - 4.2.3. Überblick über grundlegende Kristallstrukturen: metallische und einfache ionische Strukturen
  - 4.2.4. Komplexere (ionische und kovalente) Kristallstrukturen
  - 4.2.5. Struktur der Polymere
- 4.3. Defekte in kristallinen Strukturen
  - 4.3.1. Klassifizierung von Unvollkommenheiten
  - 4.3.2. Strukturelle Unvollkommenheiten
  - 4.3.3. Punktuelle Mängel

- 4.3.4. Andere Unvollkommenheiten
- 4.3.5. Versetzungen
- 4.3.6. Grenzflächendefekte
- 4.3.7. Erweiterte Defekte
- 4.3.8. Chemische Unvollkommenheiten
- 4.3.9. Substitutionelle feste Lösungen
- 4.3.10. Interstitielle feste Lösungen
- 4.4. Phasendiagramme
  - 4.4.1. Grundlegende Konzepte
    - 4.4.1.1. Löslichkeitsgrenze und Phasengleichgewicht
    - 4.4.1.2. Interpretation und Verwendung von Phasendiagrammen: Gibbssche Phasenregel
  - 4.4.2. 1-Komponenten-Phasendiagramm
  - 4.4.3. 2-Komponenten-Phasendiagramm
    - 4.4.3.1. Gesamtlöslichkeit im festen Zustand
    - 4.4.3.2. Totale Unlöslichkeit im festen Zustand
    - 4.4.3.3. Partielle Löslichkeit im festen Zustand
  - 4.4.4. 3-Komponenten-Phasendiagramm
- 4.5. Mechanische Eigenschaften
  - 4.5.1. Elastische Verformung
  - 4.5.2. Plastische Verformung
  - 4.5.3. Mechanische Tests
  - 4.5.4. Bruch
  - 4.5.5. Ermüdung
  - 4.5.6. Fluss
- 4.6. Elektrische Eigenschaften
  - 4.6.1. Einführung
  - 4.6.2. Leitfähigkeit. Leiter
  - 4.6.3. Halbleiter
  - 4.6.4. Polymere
  - 4.6.5. Elektrische Charakterisierung
  - 4.6.6. Isolatoren
  - 4.6.7. Leiter-Isolator-Übergang
  - 4.6.8. Dielektrika

- 4.6.9. Dielektrische Phänomene
- 4.6.10. Dielektrische Charakterisierung
- 4.6.11. Materialien von technologischem Interesse
- 4.7. Magnetische Eigenschaften
  - 4.7.1. Ursprung des Magnetismus
  - 4.7.2. Materialien mit magnetischem Dipolmoment
  - 4.7.3. Arten von Magnetismus
  - 4.7.4. Lokales Feld
  - 4.7.5. Diamagnetismus
  - 4.7.6. Paramagnetismus
  - 4.7.7. Ferromagnetismus
  - 4.7.8. Antiferromagnetismus
  - 4.7.9. Ferrimagnetismus
- 4.8. Magnetische Eigenschaften II
  - 4.8.1. Domains
  - 4.8.2. Hysterese
  - 4.8.3. Magnetostriktion
  - 4.8.4. Materialien von technologischem Interesse: magnetisch weiche und harte Materialien
  - 4.8.5. Charakterisierung von magnetischen Materialien
- 4.9. Thermische Eigenschaften
  - 4.9.1. Einführung
  - 4.9.2. Wärmekapazität
  - 4.9.3. Wärmeleitfähigkeit
  - 4.9.4. Ausdehnung und Kontraktion
  - 4.9.5. Thermoelektrische Phänomene
  - 4.9.6. Magnetokalorischer Effekt
  - 4.9.7. Charakterisierung der thermischen Eigenschaften
- 4.10. Optische Eigenschaften: Licht und Materie
  - 4.10.1. Absorption und Reemission
  - 4.10.2. Lichtquellen
  - 4.10.3. Energieumwandlung
  - 4.10.4. Optische Charakterisierung
  - 4.10.5. Mikroskopie-Techniken
  - 4.10.6. Nanostrukturen

**Modul 5. Analoge und digitale Elektronik**

- 5.1. Schaltungsanalyse
  - 5.1.1. Beschränkungen für die Elemente
  - 5.1.2. Beschränkungen für Verbindungen
  - 5.1.3. Kombinierte Beschränkungen
  - 5.1.4. Äquivalente Schaltungen
  - 5.1.5. Spannungs- und Stromteilung
  - 5.1.6. Stromkreisverkleinerung
- 5.2. Analoge Systeme
  - 5.2.1. Kirchoffsche Gesetze
  - 5.2.2. Thévenin-Theorem
  - 5.2.3. Norton-Theorem
  - 5.2.4. Einführung in die Halbleiterphysik
- 5.3. Bauelemente und charakteristische Gleichungen
  - 5.3.1. Diode
  - 5.3.2. Bipolare Transistoren (BJTs) und MOSFETs
  - 5.3.3. Pspice-Modell
  - 5.3.4. Charakteristische Kurven
  - 5.3.5. Regionen der Operation
- 5.4. Verstärker
  - 5.4.1. Betrieb des Verstärkers
  - 5.4.2. Äquivalente Verstärkerschaltungen
  - 5.4.3. Rückkopplung
  - 5.4.4. Analyse im Frequenzbereich
- 5.5. Verstärkungsstufen
  - 5.5.1. BJT- und MOSFET-Verstärkerfunktion
  - 5.5.2. Polarisierung
  - 5.5.3. Äquivalentes Kleinsignalmodell
  - 5.5.4. Einstufige Verstärker
  - 5.5.5. Frequenzgang
  - 5.5.6. Kaskadierende Verstärkerstufen
  - 5.5.7. Differentiales Drehmoment
  - 5.5.8. Stromspiegel und Anwendung als aktive Lasten

- 5.6. Operationsverstärker und Anwendungen
  - 5.6.1. Idealer Operationsverstärker
  - 5.6.2. Abweichungen von der Idealität
  - 5.6.3. Sinusförmige Oszillatoren
  - 5.6.4. Komparatoren und Relaxationsoszillatoren
- 5.7. Logische Funktionen und kombinatorische Schaltungen
  - 5.7.1. Informationsdarstellung in der digitalen Elektronik
  - 5.7.2. Boolesche Algebra
  - 5.7.3. Vereinfachung von logischen Funktionen
  - 5.7.4. Zweistufige kombinatorische Strukturen
  - 5.7.5. Kombinatorische Funktionsmodule
- 5.8. Sequentielle Systeme
  - 5.8.1. Konzept des sequentiellen Systems
  - 5.8.2. *Latches, Flip-Flops* und Register
  - 5.8.3. Zustandstabellen und Zustandsdiagramme: Moore's und Mealy's Modelle
  - 5.8.4. Implementierung von synchronen sequentiellen Systemen
  - 5.8.5. Allgemeine Struktur eines Computers
- 5.9. Digitale MOS-Schaltungen
  - 5.9.1. Wechselrichter
  - 5.9.2. Statische und dynamische Parameter
  - 5.9.3. Kombinatorische MOS-Schaltungen
    - 5.9.3.1. Stufentransistor-Logik
    - 5.9.3.2. Implementierung von *Latches und Flip-Flops*
- 5.10. Bipolare und fortgeschrittene Technologie-Digitalschaltungen
  - 5.10.1. BJT-Schalter. BTJ-Digitalschaltungen
  - 5.10.2. Transistor-Transistor-TTL-Logikschaltungen
  - 5.10.3. Charakteristische Kurven eines Standard-TTL
  - 5.10.4. Emittergekoppelte Logikschaltungen ECL
  - 5.10.5. Digitale Schaltungen mit BiCMOS

## Modul 6. Fernerkundung und Bildverarbeitung

- 6.1. Einführung in die Bildverarbeitung
  - 6.1.1. Motivation
  - 6.1.2. Digitale medizinische und atmosphärische Bildgebung
  - 6.1.3. Modalitäten der medizinischen und atmosphärischen Bildgebung
  - 6.1.4. Qualitätsparameter
  - 6.1.5. Speicherung und Anzeige
  - 6.1.6. Verarbeitungsplattformen
  - 6.1.7. Bildverarbeitungsanwendungen
- 6.2. Bildoptimierung, -registrierung und -fusion
  - 6.2.1. Einführung und Ziele
  - 6.2.2. Intensitätstransformationen
  - 6.2.3. Rauschkorrektur
  - 6.2.4. Filter im räumlichen Bereich
  - 6.2.5. Filter im Frequenzbereich
  - 6.2.6. Einführung und Ziele
  - 6.2.7. Geometrische Transformationen
  - 6.2.8. Anmeldung
  - 6.2.9. Multimodale Fusion
  - 6.2.10. Anwendungen der multimodalen Verschmelzung
- 6.3. 3D- und 4D-Segmentierung und Verarbeitungstechniken
  - 6.3.1. Einführung und Ziele
  - 6.3.2. Segmentierungstechniken
  - 6.3.3. Morphologische Operationen
  - 6.3.4. Einführung und Ziele
  - 6.3.5. Morphologische und funktionelle Bildgebung
  - 6.3.6. 3D-Analyse
  - 6.3.7. 4D-Analyse
- 6.4. Merkmalsextraktion
  - 6.4.1. Einführung und Ziele
  - 6.4.2. Textur-Analyse
  - 6.4.3. Morphometrische Analyse
  - 6.4.4. Statistik und Klassifizierung
  - 6.4.5. Präsentation der Ergebnisse

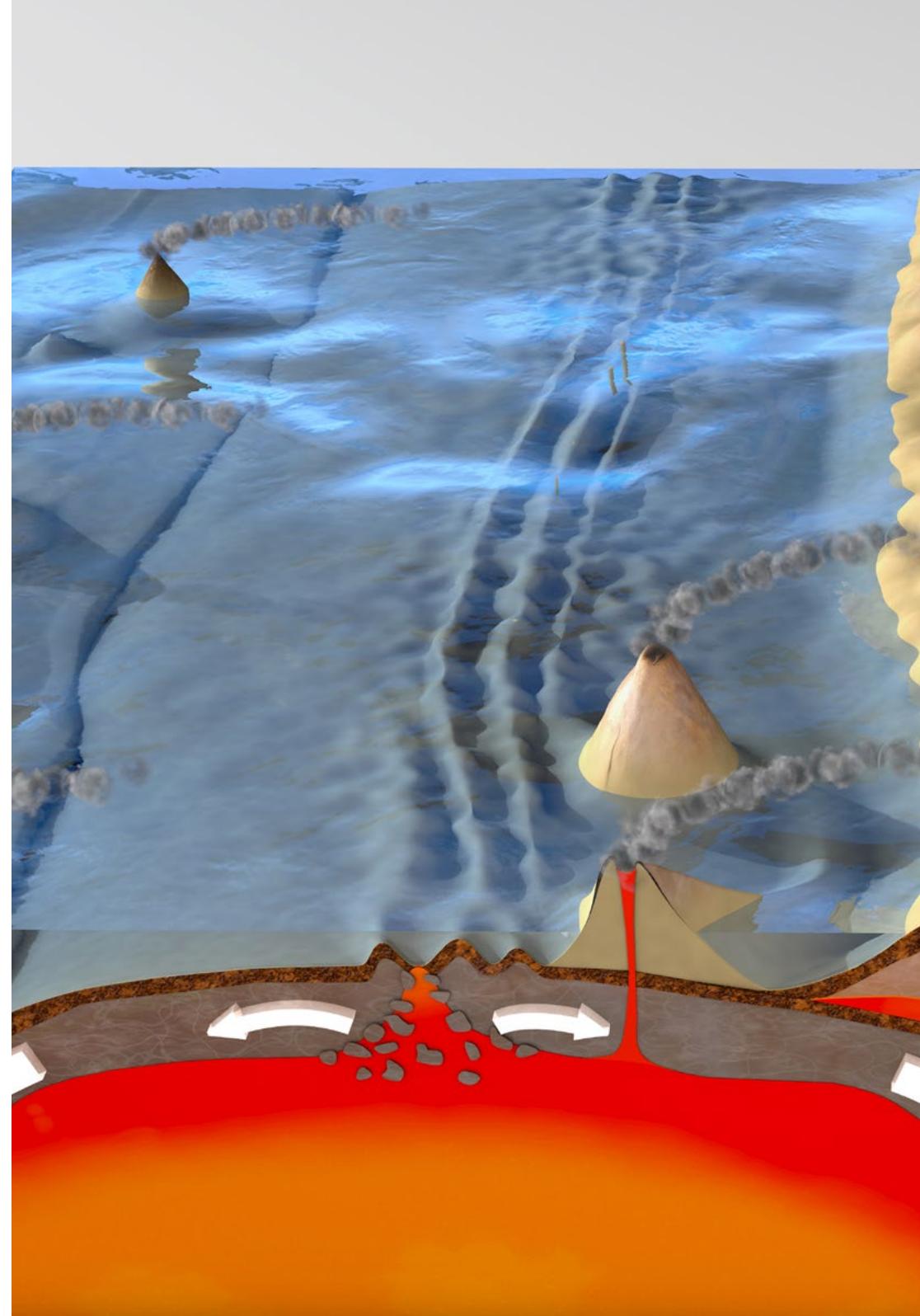
- 6.5. *Machine Learning*
  - 6.5.1. Einführung und Ziele
  - 6.5.2. *Big Data*
  - 6.5.3. *Deep Learning*
  - 6.5.4. Software-Tools
  - 6.5.5. Anwendungen
  - 6.5.6. Beschränkungen
- 6.6. Einführung in die Fernerkundung
  - 6.6.1. Einführung und Ziele
  - 6.6.2. Definition der Fernerkundung
  - 6.6.3. Austausch von Partikeln in der Fernerkundung
  - 6.6.4. Aktive und passive Fernerkundung
  - 6.6.5. Fernerkundungssoftware mit Python
- 6.7. Passive Photonen-Fernerkundung
  - 6.7.1. Einführung und Ziele
  - 6.7.2. Licht
  - 6.7.3. Wechselwirkung von Licht und Materie
  - 6.7.4. Schwarze Körper
  - 6.7.5. Andere Effekte
  - 6.7.6. Punktwolken-Diagramm
- 6.8. Passive Fernerkundung im ultravioletten, sichtbaren, infraroten, Mikrowellen- und Funkbereich
  - 6.8.1. Einführung und Ziele
  - 6.8.2. Passive Fernerkundung: Photonendetektoren
  - 6.8.3. Sichtbare Beobachtung mit Teleskopen
  - 6.8.4. Typen von Teleskopen
  - 6.8.5. Montagen
  - 6.8.6. Optik
  - 6.8.7. Ultraviolett
  - 6.8.8. Infrarot
  - 6.8.9. Mikrowellen und Radiowellen
  - 6.8.10. netCDF4-Dateien

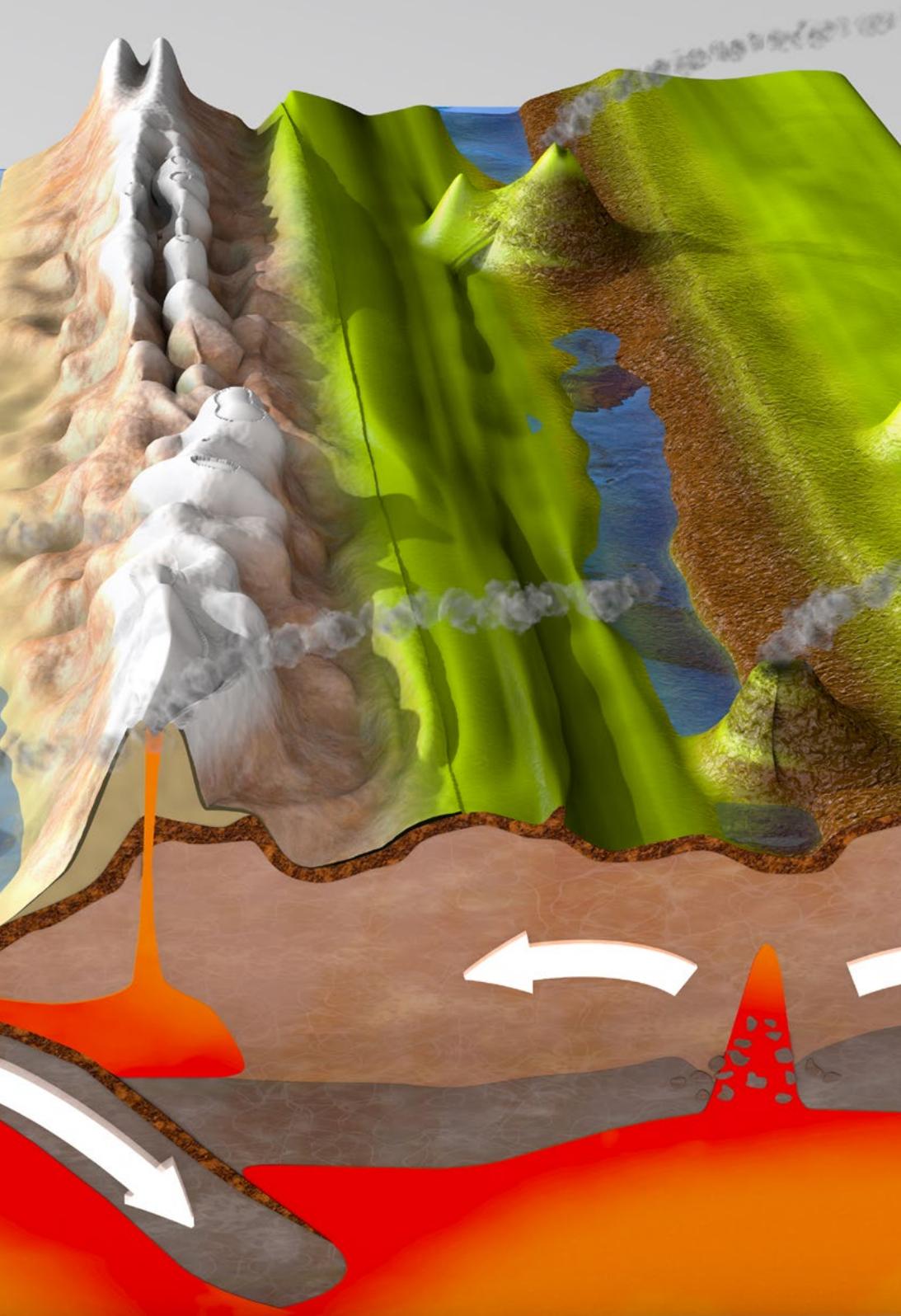
- 6.9. Aktive Fernerkundung mit Lidar und Radar
  - 6.9.1. Einführung und Ziele
  - 6.9.2. Aktive Fernerkundung
  - 6.9.3. Atmosphärisches Radar
  - 6.9.4. Wetter-Radar
  - 6.9.5. Vergleich von Lidar mit Radar
  - 6.9.6. HDF4-Dateien
- 6.10. Passive Fernerkundung von Gamma- und Röntgenstrahlen
  - 6.10.1. Einführung und Ziele
  - 6.10.2. Einführung in die Röntgenbeobachtung
  - 6.10.3. Gammastrahlenbeobachtung
  - 6.10.4. Software für die Fernerkundung

## Modul 7. Statistische Physik

- 7.1. Stochastische Prozesse
  - 7.1.1. Einführung
  - 7.1.2. Brownsche Bewegung
  - 7.1.3. Zufallsbewegung
  - 7.1.4. Langevin-Gleichung
  - 7.1.5. Fokker-Planck-Gleichung
  - 7.1.6. Brownsche Motoren
- 7.2. Überblick über die statistische Mechanik
  - 7.2.1. Kollektivitäten und Postulate
  - 7.2.2. Mikrokanonische Kollektivität
  - 7.2.3. Kanonische Kollektivität
  - 7.2.4. Diskrete und kontinuierliche Energiespektren
  - 7.2.5. Klassische und Quantengrenzen. Thermische Wellenlänge
  - 7.2.6. Maxwell-Boltzmann-Statistik
  - 7.2.7. Energie-Äquipartitions-Theorem
- 7.3. Ideales Gas aus zweiatomigen Molekülen
  - 7.3.1. Das Problem der spezifischen Wärme in Gasen
  - 7.3.2. Innere Freiheitsgrade
  - 7.3.3. Beitrag der einzelnen Freiheitsgrade zur Wärmekapazität
  - 7.3.4. Polyatomare Moleküle

- 7.4. Magnetische Systeme
  - 7.4.1.  $\frac{1}{2}$  Spin-Systeme
  - 7.4.2. Quanten-Paramagnetismus
  - 7.4.3. Klassischer Paramagnetismus
  - 7.4.4. Superparamagnetismus
- 7.5. Biologische Systeme
  - 7.5.1. Biophysik
  - 7.5.2. DNA-Denaturierung
  - 7.5.3. Biologische Membranen
  - 7.5.4. Myoglobin-Sättigungskurve. Langmuir-Isotherme
- 7.6. Wechselwirkende Systeme
  - 7.6.1. Feststoffe, Flüssigkeiten, Gase
  - 7.6.2. Magnetische Systeme. Ferro-paramagnetischer Übergang
  - 7.6.3. Weiss-Bezirke
  - 7.6.4. Landau-Modell
  - 7.6.5. Ising-Modell
  - 7.6.6. Kritische Punkte und Universalität
  - 7.6.7. Monte-Carlo-Methode. Metropolis-Algorithmus
- 7.7. Ideales Quantengas
  - 7.7.1. Unterscheidbare und ununterscheidbare Teilchen
  - 7.7.2. Mikrozustände in der statistischen Quantenmechanik
  - 7.7.3. Berechnung der makrokanonischen Verteilungsfunktion in einem idealen Gas
  - 7.7.4. Quantenstatistik: Bose-Einstein- und Fermi-Dirac-Statistik
  - 7.7.5. Ideale Bosonen- und Fermionengase
- 7.8. Ideales Bosonengas
  - 7.8.1. Photonen. Strahlung des Schwarzen Körpers
  - 7.8.2. Phononen. Wärmekapazität von Kristallgittern
  - 7.8.3. Bose-Einstein-Kondensation
  - 7.8.4. Thermodynamische Eigenschaften des Bose-Einstein-Gases
  - 7.8.5. Kritische Temperatur und Dichte





- 7.9. Ideales Gas für Fermionen
  - 7.9.1. Fermi-Dirac-Statistik
  - 7.9.2. Wärmekapazität der Elektronen
  - 7.9.3. Druck der Fermionen-Entartung
  - 7.9.4. Fermi-Funktion und Temperatur
- 7.10. Elementare kinetische Theorie der Gase
  - 7.10.1. Verdünntes Gas im Gleichgewichtszustand
  - 7.10.2. Transportkoeffizienten
  - 7.10.3. Kristallgitter und Wärmeleitfähigkeit der Elektronen
  - 7.10.4. Gasförmige Systeme, die aus bewegten Molekülen bestehen

## Modul 8. Strömungsmechanik

- 8.1. Einführung in die Fluidphysik
  - 8.1.1. Schlupffreie Bedingung
  - 8.1.2. Klassifizierung von Strömungen
  - 8.1.3. Kontrollsystem und Kontrollvolumen
  - 8.1.4. Eigenschaften von Flüssigkeiten
    - 8.1.4.1. Dichte
    - 8.1.4.2. Spezifische Schwerkraft
    - 8.1.4.3. Dampfdruck
    - 8.1.4.4. Kavitation
    - 8.1.4.5. Spezifische Wärme
    - 8.1.4.6. Komprimierbarkeit
    - 8.1.4.7. Schallgeschwindigkeit
    - 8.1.4.8. Viskosität
    - 8.1.4.9. Oberflächenspannung
- 8.2. Statik und Kinematik von Flüssigkeiten
  - 8.2.1. Druck
  - 8.2.2. Druckmessgeräte
  - 8.2.3. Hydrostatische Kräfte auf untergetauchten Oberflächen
  - 8.2.4. Auftrieb, Stabilität und Bewegung von starren Festkörpern
  - 8.2.5. Lagrangesche und Eulersche Beschreibungen
  - 8.2.6. Strömungsmuster
  - 8.2.7. Kinematische Tensoren

- 8.2.8. Wirbelstärke
- 8.2.9. Rotationalität
- 8.2.10. Reynolds-Transport-Theorem
- 8.3. Bernoulli und Energiegleichungen
  - 8.3.1. Erhaltung der Masse
  - 8.3.2. Mechanische Energie und Effizienz
  - 8.3.3. Bernoulli-Gleichung
  - 8.3.4. Allgemeine Energiegleichung
  - 8.3.5. Analyse der stationären Strömungsenergie
- 8.4. Analyse von Flüssigkeiten
  - 8.4.1. Gleichungen für die Erhaltung des linearen Impulses
  - 8.4.2. Gleichungen zur Erhaltung des Drehimpulses
  - 8.4.3. Homogenität der Dimensionen
  - 8.4.4. Methode der Wiederholung von Variablen
  - 8.4.5. Buckingham's Pi-Theorem
- 8.5. Strömung in Rohren
  - 8.5.1. Laminare und turbulente Strömung
  - 8.5.2. Einlassbereich
  - 8.5.3. Geringe Verluste
  - 8.5.4. Netzwerke
- 8.6. Differentialanalyse und Navier-Stokes-Gleichungen
  - 8.6.1. Erhaltung der Masse
  - 8.6.2. Stromfunktion
  - 8.6.3. Cauchy-Gleichung
  - 8.6.4. Navier-Stokes-Gleichung
  - 8.6.5. Dimensionslose Navier-Stokes-Bewegungsgleichungen
  - 8.6.6. Stokes-Strömung
  - 8.6.7. Unelastische Strömung
  - 8.6.8. Irrotierende Strömung
  - 8.6.9. Grenzschichttheorie. Clausius-Gleichung
- 8.7. Externe Strömung
  - 8.7.1. Widerstand und Auftrieb
  - 8.7.2. Reibung und Druck
  - 8.7.3. Koeffizienten
  - 8.7.4. Zylinder und Kugeln
  - 8.7.5. Aerodynamische Profile
- 8.8. Komprimierbare Strömung
  - 8.8.1. Eigenschaften bei Stagnation
  - 8.8.2. Eindimensionale isentrope Strömung
  - 8.8.3. Düsen
  - 8.8.4. Stoßwellen
  - 8.8.5. Expansionswellen
  - 8.8.6. Rayleigh-Fluss
  - 8.8.7. Fanno-Strömung
- 8.9. Strömung im offenen Kanal
  - 8.9.1. Klassifizierung
  - 8.9.2. Froude-Zahl
  - 8.9.3. Wellengeschwindigkeit
  - 8.9.4. Gleichmäßige Strömung
  - 8.9.5. Allmählich variierende Strömung
  - 8.9.6. Schnell variierende Strömung
  - 8.9.7. Hydraulischer Sprung
- 8.10. Nichtnewtonsche Flüssigkeiten
  - 8.10.1. Standard-Strömungen
  - 8.10.2. Materielle Funktionen
  - 8.10.3. Experimente
  - 8.10.4. Verallgemeinertes Newtonsches Flüssigkeitsmodell
  - 8.10.5. Verallgemeinertes lineares viskoelastisches Flüssigkeitsmodell
  - 8.10.6. Erweiterte konstitutive Gleichungen und Geometrie

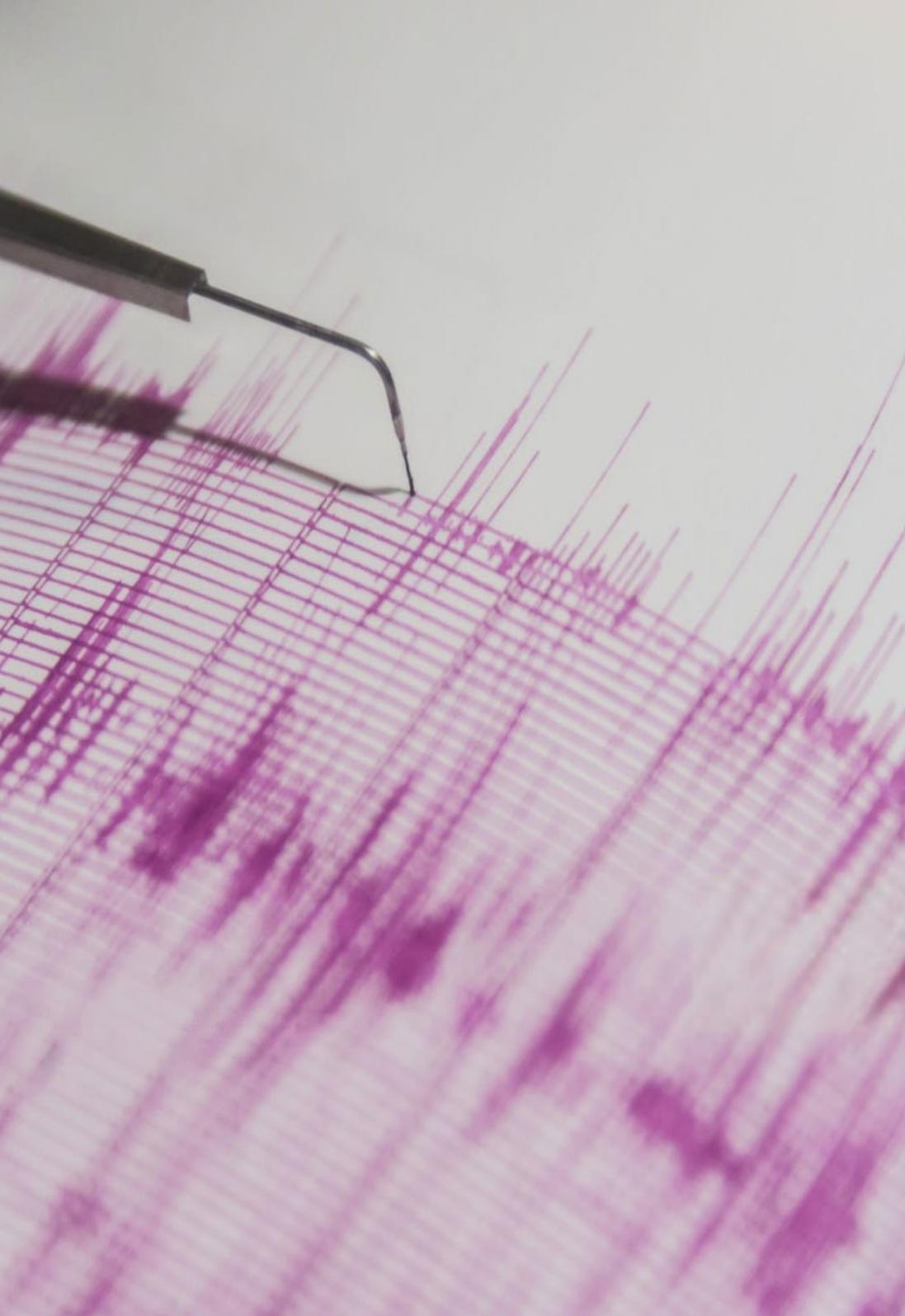
## Modul 9. Meteorologie und Klimatologie

- 9.1. Allgemeine Struktur der Atmosphäre
  - 9.1.1. Wetter und Klima
  - 9.1.2. Allgemeine Merkmale der Erdatmosphäre
  - 9.1.3. Atmosphärische Zusammensetzung
  - 9.1.4. Horizontale und vertikale Struktur der Atmosphäre
  - 9.1.5. Atmosphärische Variablen
  - 9.1.6. Beobachtungssysteme
  - 9.1.7. Meteorologische Skalen
  - 9.1.8. Gleichung des Zustands
  - 9.1.9. Hydrostatische Gleichung
- 9.2. Atmosphärische Bewegung
  - 9.2.1. Luftmassen
  - 9.2.2. Außertropische Wirbelstürme und Fronten
  - 9.2.3. Mesoskalige und mikroskalige Phänomene
  - 9.2.4. Grundlagen der atmosphärischen Dynamik
  - 9.2.5. Luftbewegung: Scheinkräfte und reale Kräfte
  - 9.2.6. Gleichungen der horizontalen Bewegung
  - 9.2.7. Geostrophischer Wind, Reibungskraft und Gradientenwind
  - 9.2.8. Allgemeine atmosphärische Zirkulation
- 9.3. Strahlungsenergieaustausch in der Atmosphäre
  - 9.3.1. Solare und terrestrische Strahlung
  - 9.3.2. Absorption, Emission und Reflexion von Strahlung
  - 9.3.3. Austausch von Radioaktivität zwischen Erde und Atmosphäre
  - 9.3.4. Treibhauseffekt
  - 9.3.5. Strahlungsbilanz an der Spitze der Atmosphäre
  - 9.3.6. Strahlungsantrieb für das Klima
    - 9.3.6.1. Natürliche und anthropogene Klimaerwärmung
    - 9.3.6.2. Empfindlichkeit des Klimas
- 9.4. Thermodynamik der Atmosphäre
  - 9.4.1. Adiabatische Prozesse: Temperaturpotential
  - 9.4.2. Stabilität und Instabilität der trockenen Luft
  - 9.4.3. Sättigung und Kondensation von Wasserdampf in der Atmosphäre
  - 9.4.4. Aufsteigen feuchter Luft: gesättigte adiabatische und pseudo-adiabatische Entwicklung
  - 9.4.5. Kondensationsniveaus
  - 9.4.6. Stabilität und Instabilität der feuchten Luft
- 9.5. Wolken- und Niederschlagsphysik
  - 9.5.1. Allgemeine Prozesse der Fortbildung von Wolken
  - 9.5.2. Morphologie und Klassifizierung von Wolken
  - 9.5.3. Wolkenmikrophysik: Kondensationskerne und Eiskerne
  - 9.5.4. Niederschlagsprozesse: Regen-, Schnee- und Hagelbildung
  - 9.5.5. Künstliche Veränderung von Wolken und Niederschlag
- 9.6. Atmosphärische Dynamik
  - 9.6.1. Trägheitskräfte und Nichtträgheitskräfte
  - 9.6.2. Corioliskraft
  - 9.6.3. Gleichung der Bewegung
  - 9.6.4. Horizontales Druckfeld
  - 9.6.5. Druckabbau auf Meereshöhe
  - 9.6.6. Horizontales Druckgefälle
  - 9.6.7. Druck-Dichte
  - 9.6.8. Isohypsen
  - 9.6.9. Gleichung der Bewegung im Eigenkoordinatensystem
  - 9.6.10. Horizontale reibungsfreie Strömung: Geostrophischer Wind, Gradientenwind
  - 9.6.11. Wirkung der Reibung
  - 9.6.12. Höhenwind
  - 9.6.13. Lokale und kleinräumige Windregime
  - 9.6.14. Druck- und Windmessungen

- 9.7. Synoptische Meteorologie
  - 9.7.1. Barische Systeme
  - 9.7.2. Antizyklone
  - 9.7.3. Luftmassen
  - 9.7.4. Frontalflächen
  - 9.7.5. Warmfronten
  - 9.7.6. Kaltfront
  - 9.7.7. Frontale Tiefdruckgebiete. Okklusion. Okkludierte Front
- 9.8. Allgemeine Zirkulation
  - 9.8.1. Allgemeine Merkmale der allgemeinen Zirkulation
  - 9.8.2. Beobachtungen an der Oberfläche und über dem Boden
  - 9.8.3. Einzelliges Modell
  - 9.8.4. Dreizelliges Modell
  - 9.8.5. Strahlenströme
  - 9.8.6. Meeresströmungen
  - 9.8.7. Ekman-Transport
  - 9.8.8. Globale Verteilung des Niederschlags
  - 9.8.9. Telekonnektionen. El Niño-Südliche Oszillation. Nordatlantische Oszillation
- 9.9. Klimasystem
  - 9.9.1. Klimatische Klassifizierungen
    - 9.9.1.1. Klimatische Klassifizierungen
    - 9.9.1.2. Köppen-Klassifizierung
    - 9.9.1.3. Komponenten des Klimasystems
    - 9.9.1.4. Kopplungsmechanismen
    - 9.9.1.5. Hydrologischer Kreislauf
    - 9.9.1.6. Kohlenstoffkreislauf
    - 9.9.1.7. Reaktionszeiten
    - 9.9.1.8. Rückkopplung
    - 9.9.1.9. Klimamodelle
- 9.10. Klimawandel
  - 9.10.1. Konzept des Klimawandels
  - 9.10.2. Datenerhebung. Paläoklimatische Techniken
  - 9.10.3. Beweise für den Klimawandel. Paläoklima
  - 9.10.4. Aktuelle globale Erwärmung
  - 9.10.5. Modell der Energiebilanz
  - 9.10.6. Strahlungstrieb
  - 9.10.7. Kausale Mechanismen des Klimawandels
  - 9.10.8. Allgemeine Zirkulationsmodelle und Projektionen

## Modul 10. Thermodynamik der Atmosphäre

- 10.1. Einführung
  - 10.1.1. Thermodynamik des idealen Gases
  - 10.1.2. Gesetze zur Erhaltung der Energie
  - 10.1.3. Gesetze der Thermodynamik
  - 10.1.4. Druck, Temperatur und Höhe
  - 10.1.5. Maxwell-Boltzmann-Verteilung der Geschwindigkeiten
- 10.2. Die Atmosphäre
  - 10.2.1. Die Physik der Atmosphäre
  - 10.2.2. Zusammensetzung der Luft
  - 10.2.3. Ursprung der Erdatmosphäre
  - 10.2.4. Atmosphärische Massenverteilung und Temperatur
- 10.3. Grundlagen der atmosphärischen Thermodynamik
  - 10.3.1. Zustandsgleichung der Luft
  - 10.3.2. Feuchte-Indizes
  - 10.3.3. Hydrostatische Gleichung: meteorologische Anwendungen
  - 10.3.4. Adiabatische und diabatische Prozesse
  - 10.3.5. Entropie in der Meteorologie
- 10.4. Thermodynamische Diagramme
  - 10.4.1. Relevante thermodynamische Diagramme
  - 10.4.2. Eigenschaften von thermodynamischen Diagrammen
  - 10.4.3. Emagramme
  - 10.4.4. Schräges Diagramm: Anwendungen
- 10.5. Studium des Wassers und seiner Umwandlungen
  - 10.5.1. Thermodynamische Eigenschaften von Wasser
  - 10.5.2. Phasenumwandlung im Gleichgewicht
  - 10.5.3. Clausius-Clapeyron-Gleichung
  - 10.5.4. Annäherungen und Konsequenzen der Clausius-Clausius-Clapeyron-Gleichung
- 10.6. Kondensation von Wasserdampf in der Atmosphäre
  - 10.6.1. Phasenübergänge von Wasser
  - 10.6.2. Thermodynamische Gleichungen für gesättigte Luft
  - 10.6.3. Gleichgewicht von Wasserdampf mit Wassertröpfchen: Kelvin- und Köhler-Kurven
  - 10.6.4. Atmosphärische Prozesse, die zur Kondensation von Wasserdampf führen

- 
- 10.7. Atmosphärische Kondensation durch isobare Prozesse
    - 10.7.1. Bildung von Tau und Frost
    - 10.7.2. Bildung von Strahlungs- und Advektionsnebel
    - 10.7.3. Isoenthalpische Prozesse
    - 10.7.4. Äquivalenttemperatur und feuchte Thermometertertemperatur
    - 10.7.5. Isoenthalpische Mischungen von Luftmassen
    - 10.7.6. Mischungsnebel
  - 10.8. Atmosphärische Kondensation durch adiabatischen Aufstieg
    - 10.8.1. Sättigung der Luft durch adiabatischen Aufstieg
    - 10.8.2. Reversible adiabatische Sättigungsprozesse
    - 10.8.3. Pseudo-adiabatische Prozesse
    - 10.8.4. Äquivalente Pseudopotentiale und feuchte Thermometertemperaturen
    - 10.8.5. Föhn-Effekt
  - 10.9. Atmosphärische Stabilität
    - 10.9.1. Stabilitätskriterien in ungesättigter Luft
    - 10.9.2. Stabilitätskriterien in gesättigter Luft
    - 10.9.3. Bedingte Instabilität
    - 10.9.4. Konvektive Instabilität
    - 10.9.5. Analyse der Stabilitäten mit Hilfe des schrägen Diagramms
  - 10.10. Thermodynamische Diagramme
    - 10.10.1. Bedingungen für äquivalente Flächenumwandlungen
    - 10.10.2. Beispiele für thermodynamische Diagramme
    - 10.10.3. Grafische Darstellung von thermodynamischen Variablen in einem  $T\text{-ln}(p)$ -Diagramm
    - 10.10.4. Verwendung von thermodynamischen Diagrammen in der Meteorologie



*Eine akademische Option, die es ermöglicht, sich mit den physikalischen Eigenschaften von Werkstoffen und ihren vielfältigen Anwendungen zu befassen*

# 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 von den besten Fakultäten der Welt am häufigsten verwendete Lernsystem. 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 Programms werden die Studenten mit mehreren realen Fällen konfrontiert. Sie müssen ihr gesamtes Wissen integrieren, recherchieren, argumentieren und ihre Ideen und Entscheidungen verteidigen.

## Relearning Methodology

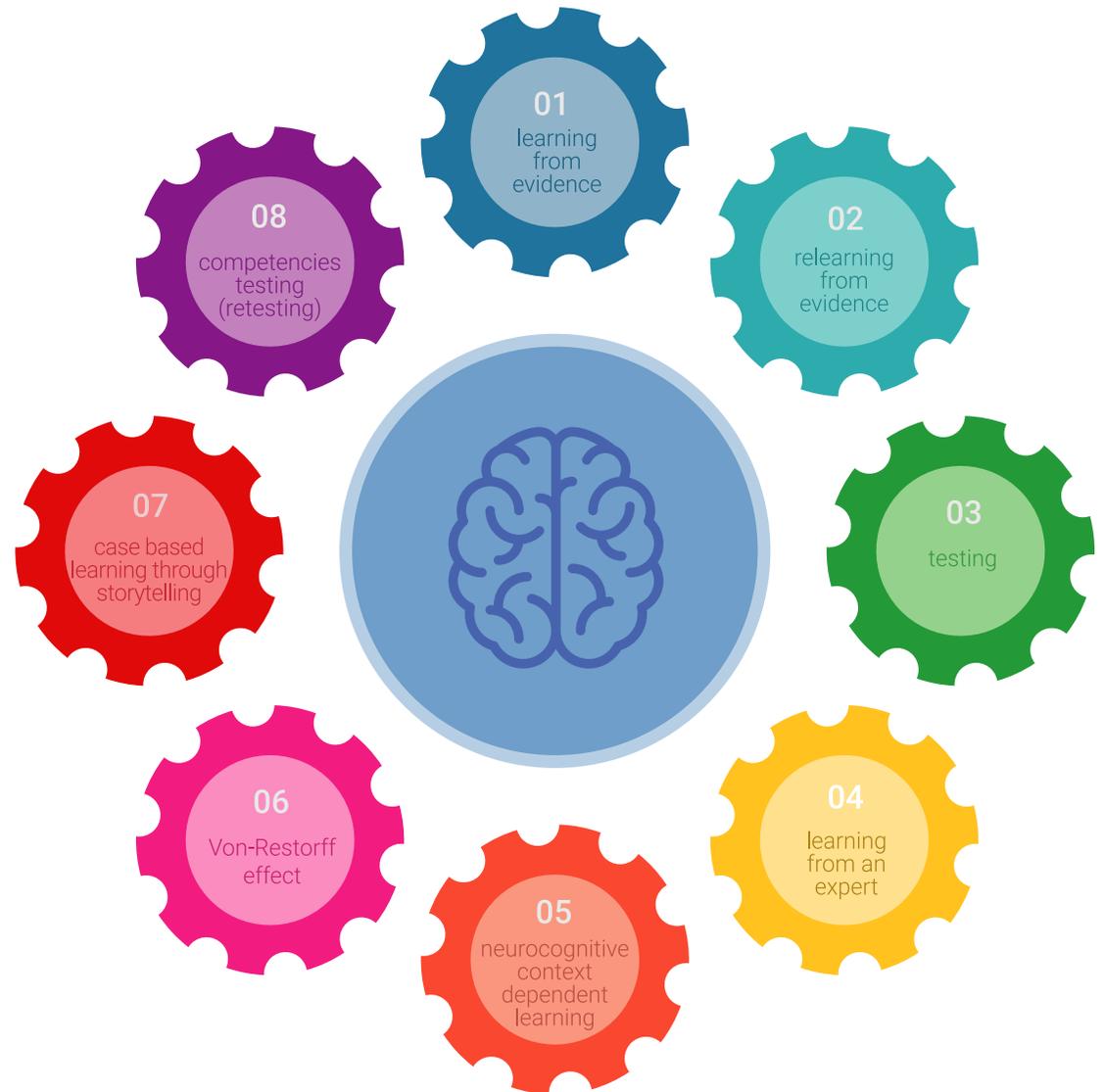
TECH kombiniert die Methodik der Fallstudien effektiv mit einem 100%igen Online-Lernsystem, das auf Wiederholung basiert und in jeder Lektion 8 verschiedene didaktische Elemente kombiniert.

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.



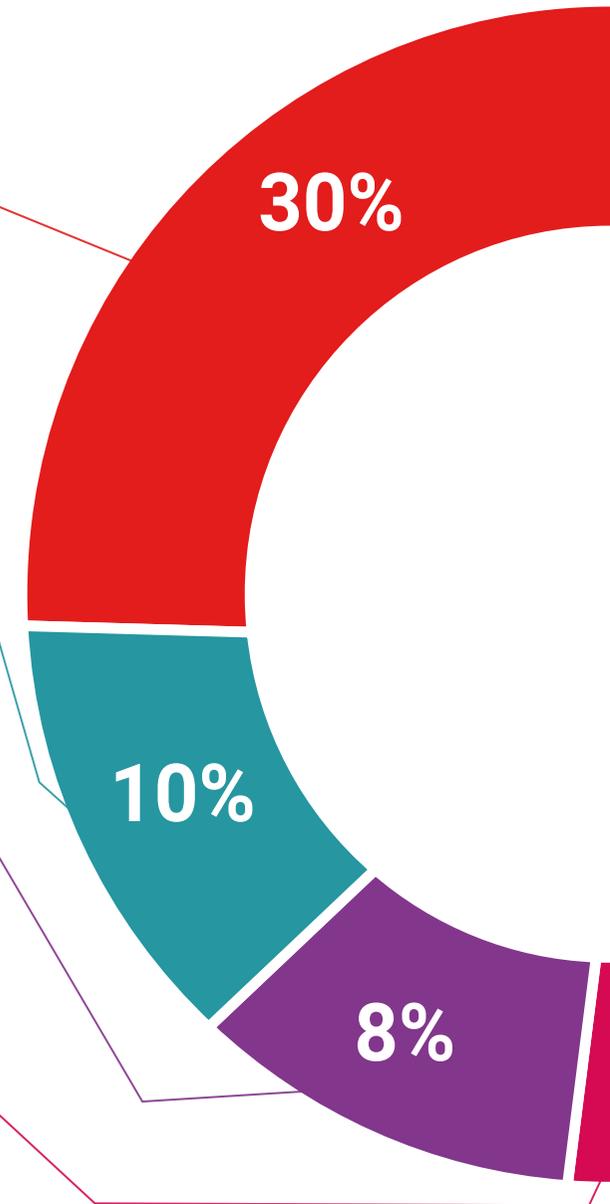
#### Übungen für Fertigkeiten und Kompetenzen

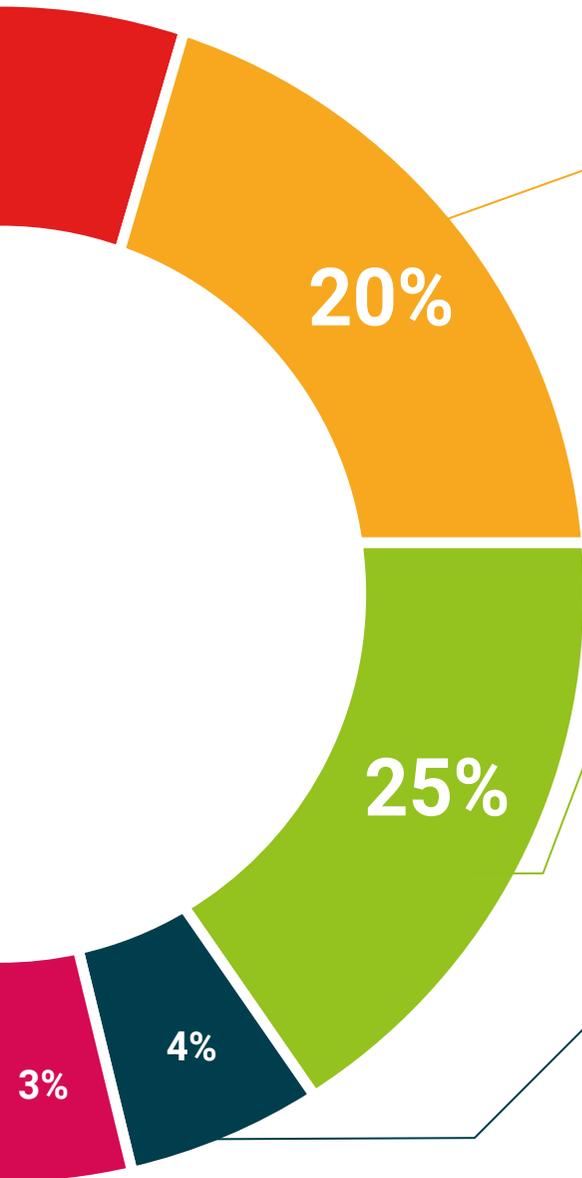
Sie werden Aktivitäten durchführen, um spezifische Kompetenzen und Fertigkeiten in jedem Fachbereich zu entwickeln. Übungen und Aktivitäten zum Erwerb und zur Entwicklung der Fähigkeiten und Fertigkeiten, die ein Spezialist im Rahmen der Globalisierung, in der wir leben, entwickeln muss.



#### 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 Privater Masterstudiengang in Meteorologie und Geophysik 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"*

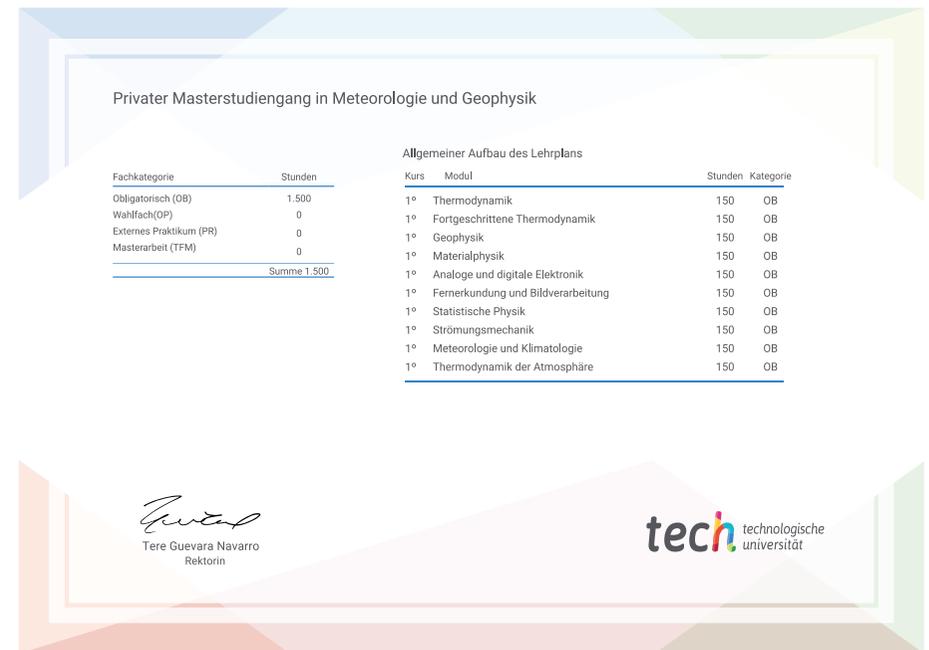
Dieser **Privater Masterstudiengang in Meteorologie und Geophysik** enthält das vollständigste und aktuellste Programm auf dem Markt.

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: **Privater Masterstudiengang in Meteorologie und Geophysik**

Anzahl der offiziellen Arbeitsstunden: **1.500 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 innovation  
wissen gegenwart qualität  
online-Ausbildung  
entwicklung institutionen  
virtuelles Klassenzimmer

**tech** technologische  
universität

## Privater Masterstudiengang Meteorologie und Geophysik

- » Modalität: online
- » Dauer: 12 Monate
- » Qualifizierung: TECH Technologische Universität
- » Aufwand: 16 Std./Woche
- » Zeitplan: in Ihrem eigenen Tempo
- » Prüfungen: online

# Privater Masterstudiengang Meteorologie und Geophysik

