

# Universitätsexperte Quantenwissenschaften



## Universitätsexperte Quantenwissenschaften

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

Internetzugang: [www.techtitute.com/de/ingenieurwissenschaften/spezialisierung/spezialisierung-quantenwissenschaften](http://www.techtitute.com/de/ingenieurwissenschaften/spezialisierung/spezialisierung-quantenwissenschaften)

# Index

01

Präsentation

---

Seite 4

02

Ziele

---

Seite 8

03

Kursleitung

---

Seite 12

04

Struktur und Inhalt

---

Seite 16

05

Methodik

---

Seite 22

06

Qualifizierung

---

Seite 30

# 01

# Präsentation

Das Quantencomputing stellt eine revolutionäre technologische Zukunft dar. Es ermöglicht schnellere Berechnungen, eine effizientere Lösung komplexer Probleme oder eine sicherere Übertragung von Informationen. Ein Bereich, der noch erforscht wird, aber unzählige Vorteile für Sektoren wie Bauwesen, Medizin, Informatik und Verkehr bietet. Ein vielversprechendes Szenario, das sowohl für Physiker als auch für Ingenieure eine Herausforderung darstellt. Vor diesem Hintergrund hat TECH einen Studiengang entwickelt, der die Studenten mit der Theorie der Quantenfelder und der aktuellen Entwicklung der Quanteninformation vertraut macht. All dies in einem 100%igen Online-Format und mit innovativen Multimedia-Inhalten, die bequem und zu jeder Tageszeit von jedem Computer mit Internetanschluss aus zugänglich sind.



“

*Ein Universitätsabschluss für Personen, die ihre beruflichen Verpflichtungen mit einer qualitativ hochwertigen Weiterbildung verbinden möchten”*

Die Entwicklung der Quantenwissenschaften wird die Menschheit in praktisch allen produktiven Bereichen voranbringen. Es wird bereits an der Entwicklung von Quantencomputern gearbeitet, mit denen Informationen schneller und sicherer übertragen werden können. Das Potenzial des Quantencomputings geht jedoch weit darüber hinaus. Seine Anwendungen finden sich im Verkehrsmanagement, in der Entwicklung von Batterien mit höherer Energiedichte oder in der Herstellung von Werkstoffen mit einem besseren Verhältnis zwischen Festigkeit und Gewicht.

Die Ingenieure stehen hier vor einer Herausforderung und einer Reihe von Möglichkeiten für Innovation und Fortschritt in der heutigen Industrie 4.0: ein günstiges Szenario für den Fortschritt in einem boomenden Bereich, in dem die Unternehmen immer mehr hochqualifiziertes Personal benötigen. Aus diesem Grund bietet TECH den Studenten diesen Universitätsexperten in Quantenwissenschaften an, der ihnen in nur 6 Monaten die notwendigen Kenntnisse vermittelt, um in ihrer beruflichen Laufbahn voranzukommen.

Ein Programm, das ausschließlich online gelehrt wird und es den Studenten ermöglicht, die wichtigsten mathematischen Methoden zu erlernen, um später leichter in die Quantenfeldtheorie und die Quantenberechnung einzusteigen. Darüber hinaus werden multimediale Lehrmittel die Inhalte dynamischer gestalten und den Wissenserwerb erleichtern.

Den Ingenieuren steht damit eine akademische Qualifikation auf höchstem Niveau zur Verfügung, auf die sie jederzeit und überall problemlos zugreifen können. Sie benötigen lediglich einen Computer, einen Tablet-Computer oder ein Mobiltelefon mit Internetzugang, um jederzeit auf das auf der virtuellen Plattform bereitgestellte Lernprogramm zugreifen zu können. Darüber hinaus ermöglicht die *Relearning*-Methode einen schnelleren Lernfortschritt und verkürzt die Studiendauer.

Dieser **Universitätsexperte in Quantenwissenschaften** 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 Zugriffs auf die Inhalte von jedem festen oder tragbaren Gerät mit Internetanschluss



*Mit diesem Universitätsexperten in Quantenwissenschaften haben Sie eine ausgezeichnete Möglichkeit, Ihre Karriere voranzutreiben. Schreiben Sie sich jetzt ein*

“

*Schreiben Sie sich jetzt für ein  
Universitätsprogramm ein, auf  
das Sie ganz einfach von Ihrem  
internetfähigen Computer oder  
Tablet aus zugreifen können”*

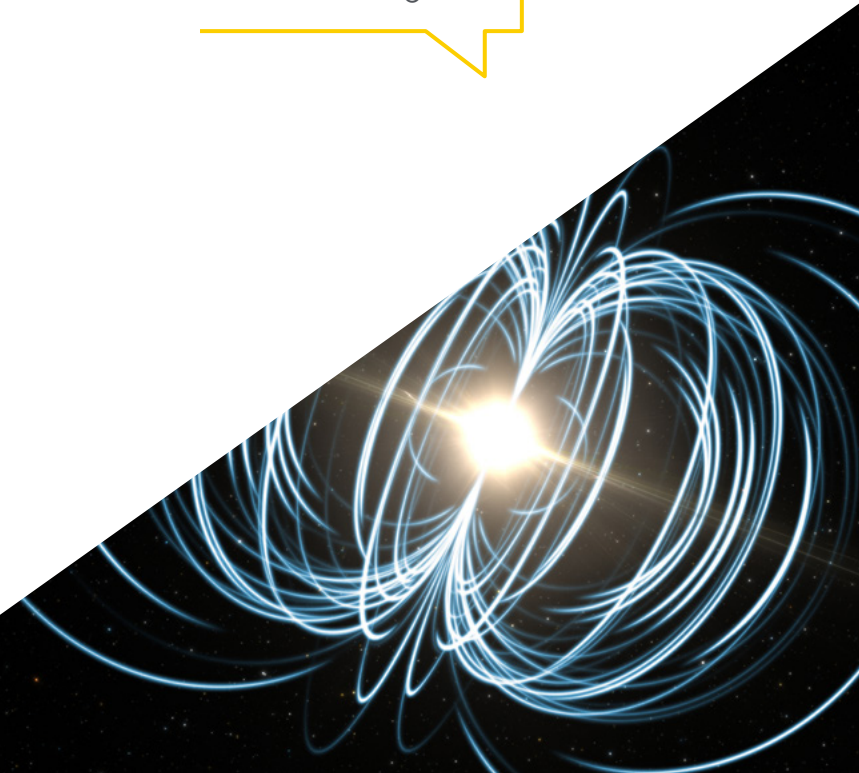
*Videozusammenfassungen, ausführliche  
Videos oder essentielle Lektüre ermöglichen  
es Ihnen, die Theorien von Klein-Gordon und  
Dirac zu vertiefen.*

*Greifen Sie jederzeit auf die wichtigsten  
Informationen über die Quantentheorie  
der Licht-Materie-Wechselwirkung zu.*

Zu den Lehrkräften des Programms gehören Fachleute aus der Branche, die ihre Erfahrungen in diese Fortbildung einbringen, sowie anerkannte Spezialisten aus führenden Unternehmen und angesehenen 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 Studiengangs konzentriert sich auf problemorientiertes Lernen, bei dem die Fachkraft versuchen muss, die verschiedenen Situationen aus der beruflichen Praxis zu lösen, die ihr im Laufe des Studiengangs gestellt werden. Zu diesem Zweck wird sie von einem innovativen interaktiven Videosystem unterstützt, das von renommierten Experten entwickelt wurde.



# 02 Ziele

Studenten, die diese akademische Option wählen, erhalten die umfassendsten Informationen über die Quantenwissenschaften. Zu diesem Zweck steht ihnen ein von Experten auf diesem Gebiet ausgearbeiteter Lehrplan zur Verfügung, der sie in die Lage versetzt, die wichtigsten Probleme der Quantisierung zu lösen oder die gängigsten Anwendungen der Quanteninformation zu fördern. Und das alles auf flexible Weise, denn sie können das Studienpensum ganz nach ihren Bedürfnissen aufteilen.





“

*Ein Programm, das es Ihnen ermöglicht,  
das Potenzial der Quantensimulation in  
den Ingenieurwissenschaften zu erkennen”*



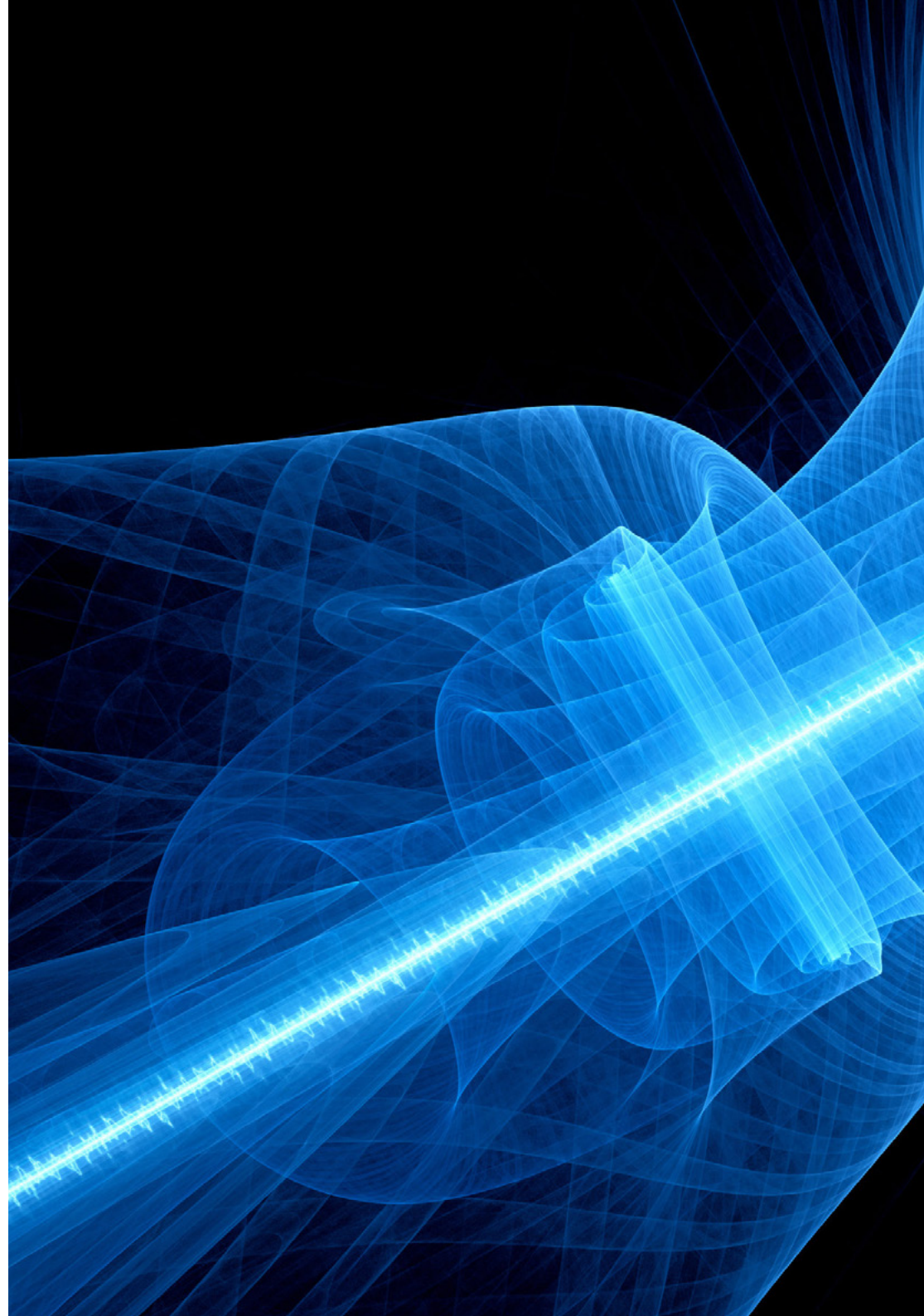
## Allgemeine Ziele

---

- ◆ Erwerben grundlegender Konzepte der Astrophysik
- ◆ Erwerben grundlegender Kenntnisse über Feynman-Diagramme, wie sie gezeichnet werden und ihre Nützlichkeit
- ◆ Erlernen und Anwenden von Näherungsmethoden zur Untersuchung von Quantensystemen
- ◆ Beherrschen der Klein-Gordon-Gleichung, der Dirac-Gleichung und des elektromagnetischen Feldes



*Dieser zu 100% online absolvierte Studiengang vermittelt Ihnen die Kenntnisse, die Sie benötigen, um in Unternehmen, die Quantencomputer entwickeln, Karriere zu machen"*





## Spezifische Ziele

---

### Modul 1. Mathematische Methoden

- ◆ Aneignen grundlegender Begriffe von metrischen und Hilberträumen
- ◆ Erwerben von Kenntnissen über die Eigenschaften linearer Operatoren und des Sturm-Liouville-Problems
- ◆ Kennen der Gruppentheorie, der Gruppendarstellung, der Tensorrechnung und ihrer Anwendungen in der Physik

### Modul 2. Quantenfeldtheorie

- ◆ Erwerben grundlegender Begriffe der Quantenfeldtheorie
- ◆ Kennen der Hauptprobleme der Quantisierung einiger Felder und Wissen, wie man sie löst
- ◆ Wissen, wie man Amplituden von Wechselwirkungen zwischen Teilchen aus Feynman-Diagrammen berechnet
- ◆ Kennen der CPT-Symmetrien, der häufigsten Symmetrieverletzungen und des CPT-Symmetrie-Erhaltungssatzes

### Modul 3. Quanteninformation und Quantencomputing

- ◆ Aneignen grundlegender Begriffe der klassischen und der Quanteninformation
- ◆ Identifizieren der gebräuchlichsten Algorithmen zur Quantenverschlüsselung von Information
- ◆ Erwerben grundlegender Kenntnisse über semiklassische und Quantentheorien der Licht-Materie-Wechselwirkung
- ◆ Kennenlernen der gängigsten Implementierungen von Quanteninformation

# 03

# Kursleitung

Dieses akademische Programm verfügt über den spezialisiertesten Lehrkörper auf dem aktuellen Bildungsmarkt. Es handelt sich um Spezialisten, die von TECH ausgewählt wurden, um den gesamten Studiengang zu entwickeln. Auf diese Weise haben sie auf der Grundlage ihrer eigenen Erfahrung und der neuesten Erkenntnisse die aktuellsten Inhalte entworfen, die eine Qualitätsgarantie für ein so relevantes Thema bieten.



“

*TECH bietet Ihnen den spezialisiertesten  
Lehrkörper in diesem Fachgebiet. Schreiben  
Sie sich jetzt ein und genießen Sie die  
Qualität, die Sie verdienen”*

## Internationaler Gastdirektor

Dr. Philipp Kammerlander ist ein erfahrener Experte auf dem Gebiet der Quantenphysik, der in der internationalen akademischen Gemeinschaft hoch angesehen ist. Seit seinem Eintritt in das Quantenzentrum in Zürich als Public Program Officer hat er eine entscheidende Rolle bei der Schaffung von Kooperationsnetzwerken zwischen Institutionen gespielt, die sich mit Quantenwissenschaft und -technologie befassen. Auf der Grundlage seiner bewährten Ergebnisse hat er die Rolle des Geschäftsführers der Einrichtung selbst übernommen.

Im Rahmen dieser beruflichen Tätigkeit war der Experte an der Koordinierung verschiedener Aktivitäten wie Workshops und Konferenzen beteiligt, arbeitete mit verschiedenen Abteilungen der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETH) zusammen und war maßgeblich an der Beschaffung von Mitteln und der Schaffung nachhaltigerer interner Strukturen beteiligt, um die rasche Entwicklung der Funktionen des von ihm vertretenen Zentrums zu unterstützen. Er war auch maßgeblich an der Mittelbeschaffung und der Schaffung nachhaltigerer interner Strukturen beteiligt, die die rasche Entwicklung der Funktionen des von ihm vertretenen Zentrums unterstützen.

Darüber hinaus beschäftigt er sich mit innovativen Konzepten wie der Quanteninformationstheorie und der Informationsverarbeitung. Zu diesen Themen hat er Lehrpläne entworfen und deren Entwicklung vor mehr als 200 Studenten geleitet. Dank seiner hervorragenden Leistungen in diesen Bereichen hat er für sein Engagement und seine Lehrfähigkeiten bemerkenswerte Auszeichnungen wie den Golden Owl Award und den VMP Assistant Award erhalten.

Neben seiner Arbeit am Quantenzentrum und der ETH Zürich verfügt der Forscher über umfangreiche Erfahrungen in der Technologiebranche. Er hat als freiberuflicher Software-Ingenieur gearbeitet und Business-Analytics-Anwendungen auf Basis des ACTUS-Standards für intelligente Verträge entwickelt und getestet. Er war auch als Berater bei der abaQon AG tätig. Sein vielseitiger Hintergrund und seine bedeutenden Erfolge in der Wissenschaft und Industrie unterstreichen seine Vielseitigkeit und sein Engagement für Innovation und Bildung im Bereich der Quantenwissenschaften.



## Dr. Kammerlander, Philipp

---

- Geschäftsführender Direktor des Quantenzentrums in Zürich, Schweiz
- Professor an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich, Schweiz
- Öffentlicher Programmmanager zwischen verschiedenen Schweizer Institutionen
- Freiberuflicher Softwareentwickler bei Ariadne Business Analytics AG
- Berater der abaQon AG
- Promotion in theoretischer Physik und Quanteninformationstheorie an der ETH Zürich
- Masterstudiengang in Physik an der ETH Zürich

“

*Dank TECH können Sie mit den besten Fachleuten der Welt lernen”*

# 04

## Struktur und Inhalt

Der Lehrplan dieses Studiengangs wurde mit dem Ziel entwickelt, Ingenieuren die fortschrittlichsten und umfassendsten Kenntnisse der Quantenwissenschaften zu vermitteln. Aus diesem Grund hat das spezialisierte Dozententeam, das diesen Studiengang unterrichtet, einen Lehrplan mit drei Modulen entwickelt, der den Studenten eine solide und grundlegende Qualifikation in diesem Bereich ermöglicht. Nach einer Einführung in die mathematischen Methoden tauchen die Studenten in die Quantenfeldtheorie und die Quanteninformation und -berechnung ein. Die Videozusammenfassungen zu jedem Thema, die detaillierten Videos und die Fallstudien ermöglichen es den Studenten, in diesem Online-Programm viel dynamischer voranzukommen.





“

*Dank der Fallstudien, die von Experten auf dem Gebiet der Quantenphysik erstellt wurden, erhalten Sie einen tieferen Einblick in die Quantenwissenschaften”*

## Modul 1. Mathematische Methoden

- 1.1. Prähilbertraum
  - 1.1.1. Vektorielle Räume
  - 1.1.2. Positives hermitesches Skalarprodukt
  - 1.1.3. Modulus eines Vektors
  - 1.1.4. Schwarzsche Ungleichung
  - 1.1.5. Minkowski-Ungleichung
  - 1.1.6. Orthogonalität
  - 1.1.7. Dirac-Notation
- 1.2. Topologie der metrischen Räume
  - 1.2.1. Definition des Abstands
  - 1.2.2. Definition des metrischen Raums
  - 1.2.3. Elemente der Topologie des metrischen Raums
  - 1.2.4. Konvergente Sequenzen
  - 1.2.5. Cauchy-Folgen
  - 1.2.6. Vollständiger metrischer Raum
- 1.3. Hilberträume
  - 1.3.1. Hilbertraum: Definition
  - 1.3.2. Herbartsche Basis
  - 1.3.3. Schrödinger vs. Heisenberg. Lebesgue-Integral
  - 1.3.4. Kontinuierliche Formen eines Hilbertraums
  - 1.3.5. Änderung der Basismatrix
- 1.4. Lineare Operationen
  - 1.4.1. Lineare Operatoren: grundlegende Konzepte
  - 1.4.2. Inverser Operator
  - 1.4.3. Adjungierter Operator
  - 1.4.4. Selbst-adjungierter oder beobachtbarer Operator
  - 1.4.5. Positiv definitiver Operator
  - 1.4.6. Unitärer Operator und Basiswechsel
  - 1.4.7. Antiunitärer Operator
  - 1.4.8. Projektor
- 1.5. Sturm-Liouville-Problem
  - 1.5.1. Eigenwert-Theoreme
  - 1.5.2. Eigenvektor-Theoreme
  - 1.5.3. Sturm-Liouville-Problem
  - 1.5.4. Wichtige Theoreme für das Sturm-Liouville-Problem
- 1.6. Einführung in die Gruppentheorie
  - 1.6.1. Definition und Eigenschaften von Gruppen
  - 1.6.2. Symmetrien
  - 1.6.3. Untersuchung der Gruppen  $SO(3)$ ,  $SU(2)$  und  $SU(N)$
  - 1.6.4. Lie-Algebra
  - 1.6.5. Gruppen und Quantenphysik
- 1.7. Einführung in Darstellung
  - 1.7.1. Definitionen
  - 1.7.2. Grundlegende Darstellung
  - 1.7.3. Ergänzende Darstellung
  - 1.7.4. Einheitliche Darstellung
  - 1.7.5. Produkt von Darstellungen
  - 1.7.6. Young-Diagramme
  - 1.7.7. Ökubo-Theorem
  - 1.7.8. Anwendungen in der Teilchenphysik
- 1.8. Einführung in Tensoren
  - 1.8.1. Definition des kovarianten und kontravarianten Tensors
  - 1.8.2. Kronecker-Delta
  - 1.8.3. Levi-Civita-Tensor
  - 1.8.4. Untersuchung von  $SO(N)$  und  $SO(3)$
  - 1.8.5. Untersuchung von  $SU(N)$
  - 1.8.6. Beziehung zwischen Tensor und Darstellungen
- 1.9. Gruppentheorie angewandt auf die Physik
  - 1.9.1. Gruppe der Translationen
  - 1.9.2. Lorentz-Gruppe
  - 1.9.3. Diskrete Gruppen
  - 1.9.4. Kontinuierliche Gruppen

- 1.10. Darstellungen und Teilchenphysik
  - 1.10.1. Darstellungen von  $SU(N)$ -Gruppen
  - 1.10.2. Fundamentale Darstellungen
  - 1.10.3. Multiplikation von Darstellungen
  - 1.10.4. Ökubo-Theorem und *Eightfold Ways*

## Modul 2. Quantenfeldtheorie

- 2.1. Klassische Feldtheorie
  - 2.1.1. Notation und Konventionen
  - 2.1.2. Lagrange-Formalismus
  - 2.1.3. Euler-Lagrange-Gleichungen
  - 2.1.4. Symmetrien und Erhaltungssätze
- 2.2. Klein-Gordon-Feld
  - 2.2.1. Klein-Gordon-Gleichung
  - 2.2.2. Quantisierung des Klein-Gordon-Feldes
  - 2.2.3. Lorentz-Invarianz des Klein-Gordon-Feldes
  - 2.2.4. Vakuum, Vakuumzustände und Fock-Zustände
  - 2.2.5. Vakuumenergie
  - 2.2.6. Normale Ordnung: Konvention
  - 2.2.7. Energie und Impuls von Zuständen
  - 2.2.8. Untersuchung der Kausalität
  - 2.2.9. Klein-Gordon-Propagator
- 2.3. Dirac-Feld
  - 2.3.1. Dirac-Gleichung
  - 2.3.2. Dirac-Matrizen und ihre Eigenschaften
  - 2.3.3. Darstellungen von Dirac-Matrizen
  - 2.3.4. Dirac-Lagrangesche
  - 2.3.5. Lösung der Dirac-Gleichung: ebene Wellen
  - 2.3.6. Schalter und Anti-Schalter
  - 2.3.7. Quantisierung des Dirac-Feldes
  - 2.3.8. Fockraum
  - 2.3.9. Dirac-Propagator
- 2.4. Elektromagnetisches Feld
  - 2.4.1. Klassische elektromagnetische Feldtheorie
  - 2.4.2. Quantisierung des elektromagnetischen Feldes und ihre Probleme
  - 2.4.3. Fockraum
  - 2.4.4. Gupta-Bleuler-Formalismus
  - 2.4.5. Photonen-Propagator
- 2.5. S-Matrix Formalismus
  - 2.5.1. Lagrangian und Wechselwirkungs-Hamiltonoperator
  - 2.5.2. S-Matrix: Definition und Eigenschaften
  - 2.5.3. Dyson-Reihe
  - 2.5.4. Wick-Theorem
  - 2.5.5. Dirac-Darstellung
- 2.6. Feynman-Diagramme im Positionsraum
  - 2.6.1. Wie zeichnet man Feynman-Diagramme? Normen, Hilfsmittel
  - 2.6.2. Erste Ordnung
  - 2.6.3. Zweite Ordnung
  - 2.6.4. Zwei-Teilchen-Dispersionsprozesse
- 2.7. Feynman-Regeln
  - 2.7.1. Normalisierung von Zuständen im Fockraum
  - 2.7.2. Feynman-Amplitude
  - 2.7.3. Feynman-Regeln für QED
  - 2.7.4. Eichtoleranz in Amplituden
  - 2.7.5. Beispiele
- 2.8. Querschnitt und Zerfallsraten
  - 2.8.1. Definition des Querschnitts
  - 2.8.2. Definition der Zerfallsraten
  - 2.8.3. Beispiele mit zwei Körpern im Endzustand
  - 2.8.4. Nichtpolarisierter Querschnitt
  - 2.8.5. Summe über Fermionenpolarisation
  - 2.8.6. Summe über die Photonenpolarisation
  - 2.8.7. Beispiele

- 2.9. Untersuchung von Myonen und anderen geladenen Teilchen
  - 2.9.1. Myonen
  - 2.9.2. Geladene Teilchen
  - 2.9.3. Geladene Skalarpartikel
  - 2.9.4. Feynman-Regeln für die skalare quantenelektrodynamische Theorie
- 2.10. Symmetrien
  - 2.10.1. Parität
  - 2.10.2. Ladungskonjugation
  - 2.10.3. Umkehrung der Zeit
  - 2.10.4. Verletzung einiger Symmetrien
  - 2.10.5. CPT-Symmetrie

### Modul 3. Quanteninformation und Quantencomputing

- 3.1. Einführung: Mathematik und Quanten
  - 3.1.1. Komplexe Vektorräume
  - 3.1.2. Lineare Operatoren
  - 3.1.3. Skalarprodukt und Hilberträume
  - 3.1.4. Diagonalisierung
  - 3.1.5. Tensorprodukt
  - 3.1.6. Operator-Funktionen
  - 3.1.7. Wichtige Theoreme über Operatoren
  - 3.1.8. Postulate der überarbeiteten Quantenmechanik
- 3.2. Statistische Zustände und Stichproben
  - 3.2.1. Das Qubit
  - 3.2.2. Die Dichtematrix
  - 3.2.3. Zweiteilige Systeme
  - 3.2.4. Die Schmidt-Zerlegung
  - 3.2.5. Statistische Interpretation von Mischzuständen
- 3.3. Messungen und zeitliche Entwicklung
  - 3.3.1. Von-Neumann-Maße
  - 3.3.2. Verallgemeinerte Maße
  - 3.3.3. Neumark-Theorem
  - 3.3.4. Quantenkanäle



- 3.4. Verschränkung und ihre Anwendungen
  - 3.4.1. EPR-Zustände
  - 3.4.2. Dichte Kodierung
  - 3.4.3. Teleportation von Zuständen
  - 3.4.4. Dichtematrix und ihre Darstellungen
- 3.5. Klassische und Quanteninformation
  - 3.5.1. Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung
  - 3.5.2. Information
  - 3.5.3. Shannon-Entropie und gegenseitige Information
  - 3.5.4. Kommunikation
    - 3.5.4.1. Der symmetrische binäre Kanal
    - 3.5.4.2. Kapazität eines Kanals
  - 3.5.5. Shannon-Theorem
  - 3.5.6. Unterschied zwischen klassischer und Quanteninformation
  - 3.5.7. Von-Neumann-Entropie
  - 3.5.8. Schumacher-Theorem
  - 3.5.9. Holevo-Information
  - 3.5.10. Zugängliche Informationen und Holevo-Schranke
- 3.6. Quantencomputing
  - 3.6.1. Turing-Maschinen
  - 3.6.2. Schaltkreise und Komplexitätsklassifizierung
  - 3.6.3. Der Quantencomputer
  - 3.6.4. Quantenlogische Gatter
  - 3.6.5. Deutsch-Josza- und Simon-Algorithmen
  - 3.6.6. Unstrukturierte Suche: Grover's Algorithmus
  - 3.6.7. RSA-Verschlüsselungsmethode
  - 3.6.8. Faktorisierung: Shor's Algorithmus
- 3.7. Semiklassische Theorie der Licht-Materie-Wechselwirkung
  - 3.7.1. Das 2-Niveau-Atom
  - 3.7.2. AC Stark Spaltung
  - 3.7.3. Rabi-Oszillationen
  - 3.7.4. Die dipolare Kraft des Lichts
- 3.8. Quantentheorie der Licht-Materie-Wechselwirkung
  - 3.8.1. Quantenelektromagnetische Feldzustände
  - 3.8.2. Das Jaynes-Cummings-Modell
  - 3.8.3. Das Dekohärenzproblem
  - 3.8.4. Weisskopf-Wigner-Behandlung der spontanen Emission
- 3.9. Quantenkommunikation
  - 3.9.1. Quantenkryptographie: Protokolle BB84 und Ekert91
  - 3.9.2. Bellsche Ungleichungen
  - 3.9.3. Erzeugung von Einzelphotonen
  - 3.9.4. Ausbreitung eines einzelnen Photons
  - 3.9.5. Einzelphotonen-Detektion
- 3.10. Quantencomputer und Simulation
  - 3.10.1. Neutrale Atome in Dipol-Fallen
  - 3.10.2. Quantenelektrodynamik in Hohlräumen
  - 3.10.3. Paul-Ionenkäfig
  - 3.10.4. Supraleitende Qubits



*Ein 100%iges Online-Programm, das Sie mit Hilfe von Multimedia-Ressourcen in die neuesten Entwicklungen der Quantenkryptographie einführt*

# 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 Universitätsexperte in Quantenwissenschaften 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 Quantenwissenschaften** 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 Quantenwissenschaften**

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 innovation  
wissen gegenwart qualität  
online-Ausbildung  
entwicklung institutionen  
virtuelles Klassenzimmer

**tech** technologische  
universität

**Universitätsexperte**  
Quantenwissenschaften

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

# Universitätsexperte Quantenwissenschaften

