



Ausbildung zum Deep Learning Engineer

Berufsbegleitender Zertifikatslehrgang in Kooperation mit Enable AI



bitkom
akademie

Ausbildung zum Deep Learning Engineer

Zertifikatslehrgang für die Analyse von Daten mithilfe tiefer neuronaler Netze mit Keras

Deep Learning Algorithmen finden bereits in unterschiedlichen Wirtschaftsbereichen und im Alltag Anwendung, zum Beispiel im Bereich autonomes Fahren, Sprach- und Texterkennung, Optische Fehlererkennung sowie Online-Produkttempfehlungen. Sie sind aktuell die bedeutendste und **stärkste Algorithmusklasse im Bereich Machine Learning**.

Es sind bereits zahlreiche Frameworks zur Umsetzung und **Arbeit mit Neuronalen Netzen** auf dem Markt verfügbar, mit denen Anwendern die Analyse von Daten mittels Deep Learning erleichtert werden kann. **Keras (TensorFlow)** ist aktuell das beliebteste Framework in der europäischen Industrie, da es sich durch seine Einfachheit und Mächtigkeit auszeichnet. Die dahinterstehende Open Source Community entwickelt das Framework stetig weiter und ermöglicht somit immer größere Möglichkeiten der **Nutzbarkeit**.

In diesem Zertifikatslehrgang erhalten die Teilnehmenden eine **umfassende Einführung in praktische Anwendung von Deep Learning** im Bereich Bild-, Text- und Zeitreihendaten. Der Lehrgang orientiert sich dabei auf die Schwerpunkte **Datenaufbereitung, Überwachung vom Training und dem finalen Deployment** (Einsatz/ Übertragung). Er ist sehr praktisch orientiert, so dass die Teilnehmenden während des Lehrgangs selbst programmieren und Deep Learning Algorithmen trainieren. Am Ende des Lehrgangs sind die Teilnehmenden in der Lage, **selbstständig Deep Learning Anwendungen auf Daten Ihres Unternehmens zu trainieren** und zu testen, um somit neue **Wertschöpfungspotentiale** zu generieren.

Inhalt des Zertifikatslehrgangs

Der **berufsbegleitende Zertifikatslehrgang** setzt sich aus vier Modulen (8 Schulungstagen) zusammen und wird durch Selbstlernphasen (ca. 4-6h) ergänzt, bei denen die Teilnehmenden mit praktischen Übungen zwischen jedem Modul arbeiten.

Die Teilnehmenden lernen modulübergreifend häufig verwendete **Neuronale Netzwerkstrukturen** in der **Theorie** kennen (u.a. Multi Layer Perceptron (MLP), Convolutional Neural Network (CNN), Recurrent Neural Network (RNN), Long Short Term Memory (LSTM), Gated Recurrent Unit (GRU)) und setzen diese **hands-on** mit Keras (Tensorflow) in Python auf einer eigenen state of the art GPU (Graphics Processing Unit) in der Cloud um.

In verschiedenen **Anwendungsszenarien** (z.B. Objektdetektion mit Bounding Boxes, Semantische Segmentierung, Bild-Klassifizierung, Text Sentiment Analysis, Predictive Maintenance) mit verschiedenen Datensätzen werden Teilnehmende unterschiedliche Neuronale Netze umsetzen, trainieren und deren Leistungsfähigkeit kennenlernen. Dabei werden typische Fragestellungen und praktische Handlungsempfehlungen diskutiert (u.a. Regularisierung während des Trainings, Dropout, Keras Callbacks, Data Augmentation, Fine Tuning).

Im **Deployment** lernen die Teilnehmenden schließlich, wie Sie Ihre Ergebnisse KollegInnen aus IT-fernen Fachbereichen mittels einer Web App zur Verfügung stellen können. Das ist ein unmittelbarer Mehrwert des Lehrgangs, denn der **Wissenstransfer ins eigene Unternehmen und unternehmensbezogene Prozesse und Projekte** sind ein zentraler Schwerpunkt.

Vertiefung & Reflexion

Zwischen den Modulen werden **Aufgaben zur Bearbeitung** gestellt. Hierbei können die Teilnehmenden das Erlernte direkt vertiefen und selbstständig auch auf ihre eigenen Fragestellungen übertragen. Zur Unterstützung besteht zwischen jedem Modul die Möglichkeit, in einer **90-minütigen Q&A Session** offene Fragen mit den Dozenten zu diskutieren. Dabei besteht über den gesamten Lehrgang hinweg auch die Möglichkeit, direkt mit den Dozenten im Austausch zu stehen.

Module des Zertifikatslehrgangs

- **Deep Learning: Einführung, Grundlagen & Vertiefung** (Essentials von Deep Learning und Keras, Datenaufbereitung, Architekturen (MLP, CNN), Training von Netzwerken)
- **Deep Learning mit Bilddaten** (Klassifizierung, Object Detection, Semantische Segmentierung, Training bei wenigen Daten, Unsicherheitsbestimmung, Semi-Supervised Learning)
- **Deep Learning mit Sequenzdaten: Text und Zeitreihen** (Vorbereitung der Daten und bekannte Architekturen (RNN; LSTM). Grundlagen vom Natural Language Processing (NLP))
- **Deployment und Strategien zur Anwendung im Unternehmenskontext** (Web Applikation streamlit zum Deployment, exemplarische Anwendungen im Deep Learning, Handlungsempfehlung für den unmittelbaren Einsatz im Unternehmen)

Mehrwert des Zertifikatslehrgangs

- Der Lehrgang bietet einen optimalen **Mix aus Theorie und Praxis**. Durch die gesammelten Erfahrungen mit Keras sind Teilnehmende anschließend in der Lage, **selbstständig Deep Learning-Anwendungen zu trainieren**.
- Teilnehmenden wird aufgezeigt, wie sie **potenzielle Anwendungsfälle** Im Unternehmenskontext **detektieren** und als Projekte initiieren.
- **Jeder Teilnehmende erhält eine eigens eingerichtete state of the art NVIDIA GPU in der Cloud** und lernt so unmittelbar, was beim Trainieren auf einer GPU beachtet werden muss. Zwischen allen Modulen sind 100h an GPU Übungszeit inklusive.
- Die Dozenten stehen den Teilnehmenden auch zwischen den Modulen bei konkreten Fragestellungen zur Verfügung (**Q&A Sessions**).
- Die Teilnehmenden lernen von **Top-Referenten aus Wirtschaft und Forschung** mit langjähriger Berufserfahrung im Bereich KI und Data Analytics

Zielgruppe des Zertifikatslehrgangs

Der berufsbegleitende Zertifikatslehrgang zum Deep Learning Engineer richtet sich an Teilnehmende, welche einen kompakten und praxisorientierten Einstieg in die konkrete Anwendung von Deep Learning Algorithmen erhalten möchten. Zur Zielgruppe gehören u.a. angehende **Data Scientists, Data Engineers, Data Analysts, Business Intelligence Analysts, angehende Machine Learning (ML) Engineers, DL/ML Entwicklungsingenieure, Medizintechniker, Informatiker, Softwareentwickler im autonomen Fahren, Applied DL/ML Engineer, (Perception/DL) Research Engineers**. Teilnehmende sind nach dem Lehrgang in der Lage, eigenständig Deep Learning Algorithmen auf Projekte und Business Cases zu übertragen.

Voraussetzung zur Teilnahme: Bitte beachten Sie, dass dieser Lehrgang kein Anfängerkurs ist. Es steht das konkrete Programmieren und Umsetzen von Deep Learning Anwendungen im Vordergrund. Hierbei werden auch (mathematische) Grundlagen erklärt. Für den Lehrgang benötigen Teilnehmer erste Erfahrung in Python bzw. die Beherrschung einer anderen Programmiersprache. Notwendig sind neben den Programmierkenntnissen grundlegende Vorkenntnisse im Bereich der Statistik, Begriffsdefinitionen wie bspw. Mittelwert, Median, Standardabweichung, Normalverteilung) und Kenntnisse grundlegender mathematischer Symbole und Begriffe (Summenzeichen, Integral, Funktion, Ableitung, Menge der natürlichen und reellen Zahlen, Vektor, Matrix). Das Grundverständnis von Matrizen und Vektoren und deren Berechnung wird bei einigen Kapiteln vorausgesetzt.

Bitkom-Personenzertifikat

Voraussetzung für den Erhalt des Zertifikats ist die erfolgreiche Bearbeitung unterschiedlicher Aufgaben zwischen den Modulen. Die Aufgaben werden im Rahmen der Q&A Sessions ausführlich ausgewertet und diskutiert.

Modul 1

Deep Learning: Einführung, Grundlagen & Vertiefung

Essentials von Deep Learning und Keras: Datenaufbereitung, Architekturen (MLP, CNN), Training eines Netzwerks

Inhalt

In Modul 1 werden die Grundlagen von Deep Learning und dem Framework Keras erläutert. Grundlagen der Datenaufbereitung werden vertieft, bevor das Multi-Layer-Perceptron (MLP) Schritt für Schritt erklärt wird, um eine Basis für alle späteren Netzwerkarchitekturen zu haben. In diesem Zusammenhang werden wichtige Grundbegriffe erklärt und in Übungsaufgaben die Umsetzung gefestigt. Die Inhalte umfassen die Struktur eines MLP, die Schritte beim Trainieren eines Neuronales Netzes und das für Bilddaten wichtige Convolutional Neural Network (CNN) mit einer Faltungsschicht (Convolutional Layer). Überdies wird die Klassifikation von Bildern mit einem CNN umgesetzt und die Überwachung des Trainings und Speichern von Zwischenergebnissen mit Keras Callbacks und Mlflow besprochen.

Modul 1 _ Agenda

Tag 1
Begrüßung und Einführung in den Zertifikatslehrgang <ul style="list-style-type: none">• Vorstellung und Erwartung der Teilnehmenden
Intro Machine Learning und Künstliche Intelligenz <ul style="list-style-type: none">• Entstehung und Kontext von Deep Learning• Machine Learning, Künstliche Intelligenz und Deep Learning als Königsdisziplin• Anwendungsbeispiele von Deep Learning Algorithmen
Data Preprocessing <ul style="list-style-type: none">• Overfitting im Machine Learning• Train-Validation-Test Split• Normalisierung von Daten• Dummy Enkodierung / One-Hot encoding
Multi-Layer-Perceptron (MLP) <ul style="list-style-type: none">• Perceptron, Gewichte, Bias• Aktivierungsfunktionen (Non-linearities)• Softmax für Fragestellungen mit Klassifizierung

Tag 1

Training eines Netzwerks

- Loss-Funktionen
- Gewichts-Initialisierung
- Update von Gewichten (Backpropagation)
- Epoche und Batch-Size

Ende Tag 1

Tag 2

Begrüßung

- Rückblick auf Tag 1

Convolutional Neural Network (CNN)

- Eine Faltung (Convolution)
- Filter im convolutional layer
- Stride und Padding
- Bias im CNN
- Max-Pooling
- Was sieht ein CNN auf den unterschiedlichen Ebenen?

Callbacks mit Keras

- Callbacks in Keras umsetzen
- Speichern von Modelgewichten
- Early Stopping zur frühzeitigen Beendigung des Trainings
- MLflow zur Verwaltung von Experimenten und Beobachtung des Trainings
- Vorstellung bekannter Netzwerkarchitekturen

Image classification

- Softmax-Layer
- Cross-Entropy Loss
- Data-Generator in Keras
- AlexNet und VGG-16 (CNN-Architekturen)
- Drop-Out und L2 Regularisierung
- Laden eines fertig trainierten Modells

Ende Tag 2

Modul 2

Deep Learning mit Bilddaten

Klassifizierung, Object Detection, Semantische Segmentierung, Training bei wenigen Daten, Unsicherheitsbestimmung, Semi-Supervised Learning

Inhalt

Modul 2 fokussiert sich auf die Verarbeitung von Bilddaten mit Deep Learning. Neben der Einführung in wichtige Grundlagen von numpy zur Behandlung von Bildern wird die Multi-Label Klassifizierung erörtert und vorgestellt. Es wird zudem die Object Detection mit Bounding Boxes behandelt, um Objekte auf Bildern mithilfe von rechteckigen Bounding Boxes zu erkennen und zu klassifizieren. Danach wird die semantische Segmentierung anschaulich erläutert, welche beispielsweise im autonomen Fahren Anwendung findet.

An Tag 2 liegt der Fokus auf dem Training von neuronalen Netzen mit wenigen / unzureichenden Daten, was in der Realität oft der Fall ist. Es wird die Daten-Augmentierung, d.h. die künstliche Vergrößerung des Datensatzes durch Verzerrung der bisherigen Trainingsdaten sowie das Fine-Tuning / Transfer Learning, d.h. das Verwenden von neuronalen Netzen, die auf anderen Datensätzen vortrainiert wurden, vorgestellt. Zudem wird ein Schwerpunkt das Thema Uncertainty Estimation sein, um eine bessere Einschätzung der Klassifizierungswahrscheinlichkeit zu erhalten.

Modul 2 wird durch Semi-Supervised Learning, einer Lernmethode, in der neben gelabelten Daten auch ungelabelte Daten verwendet werden, abgeschlossen.

Modul 2 – Agenda

Tag 3
Begrüßung <ul style="list-style-type: none">• Rückblick auf Modul 1 und Einführung in Modul 2
Einführung in numpy zur Arbeit mit Bilddaten <ul style="list-style-type: none">• Ein numpy Array und dessen Attribute• Arrays erstellen und mit Daten befüllen (bzw. mit Zufallszahlen)• Mathematische Operationen mit Numpy
Multi-Label Klassifizierung <ul style="list-style-type: none">• Multi-Hot Encoding• Sigmoid Aktivierungsfunktion• Binary Cross-Entropy
Objekt-Detektion mit Bounding Boxes <ul style="list-style-type: none">• Mean-Squared-Error und Cross-Entropy Loss

Tag 3

- Trainingsgüte: intersection over union (IoU)

Semantische Segmentierung

- Cross-Entropy Loss und mean IoU
- U-Net (bekannte Netzwerkarchitektur für Segmentierung)
- Up-Convolution

Ende Tag 3

Tag 4

Begrüßung

- Rückblick auf Tag 3

Training bei wenig Daten und Fine-Tuning

- Data Augmentation zur Erweiterung des Datensatzes im Training
- Code von vortrainierten Netzwerk-Architekturen verwenden
- Fine-Tuning: Netzwerke für seine Aufgabe adaptieren

Uncertainty Estimation

- Arten von Uncertainty (Aleatoric, Epistemic)
- Überblick von Methoden zur Bestimmung der Uncertainty
- Berechnung von Netzwerkunsicherheit mit Ensembles und MC Dropout

Semi-Supervised Learning

- Überblick über Arten des Semi-Supervised Learnings
- Implementierung eines Semi-Supervised Algorithmus für Bildklassifizierung

Ende Tag 4

Modul 3

Deep Learning mit Sequenzdaten: Text und Zeitreihen

Vorbereitung der Daten und bekannte Architekturen (RNN; LSTM). Grundlagen vom Natural Language Processing (NLP)

Inhalt

In Modul 3 werden die Grundlagen von Deep Learning-Sequenzmodellen vermittelt. Modelle wie Rekurrente Neuronale Netze (RNNs) und ihre Erweiterungen spielen eine wichtige Rolle u.a. in der Verarbeitung natürlicher Sprache, dem Natural Language Processing (NLP). Viele industrielle und wissenschaftliche Daten müssen als Zeitreihendaten im Deep Learning Kontext speziell gehandhabt werden. Den Rahmen des Moduls bietet die Sprachverarbeitung. Hierbei wird die Vorverarbeitung von Textdaten für Deep Learning Modelle beleuchtet und anhand einer Sentimentanalyse die Textklassifikation vorgestellt. Zum Abschluss werden die komplexen Sequence-to-sequence-Modelle anhand einer Übersetzungsanwendung praktisch umgesetzt. Für die Bearbeitung von Zeitreihen werden in diesem Modul außerdem die grundlegenden Besonderheiten erläutert, die für die Deep Learning Modelle beachtet werden müssen.

Ein weiter Themenschwerpunkt ist die Recurrent Neural Network (RNN) Architektur. Es wird aufgezeigt, wie ein RNN aufgebaut ist und wie dieses Schritt für Schritt in Keras umgesetzt werden kann. Zudem wird ein Einblick in die Erweiterungen, das LSTM (Long Short Term Memory) und die GRU (Gated Recurrent Unit) gegeben. In der Praxis kommt oft eine Mischung aus traditionellen und modernen Verfahren zum Einsatz. Hierbei werden auch die leistungsstarken Algorithmen, wie Facebook Prophet und Amazon's DeepAR Algorithmus behandelt und analysiert.

Modul 3 – Agenda

Tag 5
Begrüßung <ul style="list-style-type: none">Rückblick auf Modul 2 und Einführung in Modul 3
Vorverarbeitung und Klassifizierung von Textdaten (NLP) <ul style="list-style-type: none">Text-Vectorization (vom Text über den Token zur Zahl)Word Embeddings (GloVe, Word2Vec)Code-Beispiel: Klassifizierung von Film-Bewertungen (Sentimentanalyse)
Grundlagen von Sequenzdaten <ul style="list-style-type: none">Sequenzdaten und die klassische Modellierung: ARIMA und exponential smoothingAnwendungen und Visualisierungen von SequenzdatenCode-Beispiel: Vergleich von Vorhersagen
Klassifizierung, Clustering, Anomalieerkennung: Umsetzung im Machine Learning Context <ul style="list-style-type: none">Rollendes Fenster vs. unsortierte/unstrukturierte Daten: Feature Extraktion für Zeitreihen und KontextfeaturesTraditionelles Machine Learning (Bsp: Random Forest) vs Deep Learning (MLP)Code-Beispiel: Raumbelugungserkennung
Ende Tag 5

Tag 6

Begrüßung

- Rückblick auf Tag 5

Recurrent Neural Network (RNN)

- Struktur und Typen eines RNNs
- Vanishing gradient Problem und die RNN-Erweiterungen: LSTM und GRU
- Code-Beispiel: Anwendung von RNN auf Sequenzdaten

Praxis von Zeitreihenmodellierung: Die Mischung macht's

- Additives Regressionsmodell mit Facebook's Prophet
- Auto-Regressives RNN: Amazon's DeepAR
- Code-Beispiel: Predictive Maintenance

Sequence-to-sequence (NLP Beispiel)

- Encoder-Decoder Modelle
- Einblick in Attention-Modelle, Transformers und BERT
- Code-Beispiel: Maschinelles Übersetzen Deutsch-Englisch

Ende Tag 6

Modul 4

Deep Learning Web App & Strategien zur Anwendung im Unternehmenskontext

Web Applikation streamlit für Deployment, exemplarische Anwendungen im Deep Learning, Handlungsempfehlung für den unmittelbaren Einsatz im Unternehmen

Inhalt

Modul 4 fokussiert sich an Tag 1 auf das Deployment der trainierten Algorithmen mit der Web App streamlit. Hierbei werden, basierend auf bereits trainierten Modellen des Lehrgangs, diese in eine streamlit Applikation eingebunden. Das Framework streamlit eignet sich zur leichten und schnellen Erstellung von Web Applikationen. Ziel ist es, die Funktionalitäten kennen zu lernen, um eine eigene Webapp erstellen zu können, so dass auch unerfahrene Benutzer Zugang zu den trainierten Netzen und dessen Output haben. Hierbei werden insbesondere die Möglichkeiten der Datenvisualisierung behandelt.

Am zweiten Tag wird ein Ausblick auf weitere Anwendungsmöglichkeiten im Deep Learning gegeben. Es wird ein spezieller Case des Unsupervised Learning behandelt. Dabei werden mit den Algorithmen UMAP und HDBSCAN ungelabelte Bilder geclustert, um exemplarisch die automatische Sortierung von Bildern zu veranschaulichen. Zudem werden weitere open source Deep Learning Anwendungen mit Code vorgestellt, welche bei Bedarf für die eigene Nutzung übernommen werden können.

Der Lehrgang schließt mit einer umfassenden Q&A-Session ab, um offene Fragen und Problemstellungen zu diskutieren. Zudem wird ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen gegeben.

Modul 4 – Agenda

Tag 7

Begrüßung

- Rückblick auf Modul 3 und Einführung in Modul 4

Webapps mit streamlit

- Einführung in Streamlit
- Überblick über Widgets und Funktionalitäten
- Buttons zur interaktiven Eingabe erzeugen

Datenvisualisierung mit streamlit

- Einlesen von Daten
- Visuelle Darstellung von Daten
- Überblick von verschiedenen Plots für ein interaktives Dashboard

Tag 7

- Bildverarbeitung (Filter, Rotation, Cropping)

Trainieren neuronaler Netze on the fly

- Interaktives Ändern von Parametern im Training und Visualisierung der Effekte
- Anwendung: Nutzung trainierter Netze für die Klassifizierung von Bildern
- Grenzen von streamlit

Ende Tag 7

Tag 8

Begrüßung

- Rückblick auf Tag 7

Unsupervised Learning

- Erläuterung von UMAP und HDBSCAN
- Anwendung auf das Clustern von ungelabelten Bildern

Deep Learning Anwendungen mit verschiedenen Datentypen

- Bekannte Beispiele mit open source code
- Umsetzung und einführende Erklärung zum selbstständigen Weiterlernen

Klärung offener Fragen und Feedback

- Rückblick auf den Zertifikatslehrgang
- Feedback der Teilnehmenden und der Trainer

Ende Tag 8

Ihre Referenten

Die Referierenden sind geordnet nach der Reihenfolge ihrer Module.

Jan Köhler
Enable AI
Founder, Data Scientist, Deep Learning Scientist

Jan Köhler ist Gründer von EnableAI und ist dort als Dozent und Berater im Bereich Künstlicher Intelligenz (Machine Learning, Deep Learning, Data Science) tätig. Er arbeitet seit über 9 Jahren an den neuesten Technologien in Machine Learning und Deep Learning in der zentralen Forschung der Robert Bosch GmbH, zuletzt im Bosch Center for Artificial Intelligence in Stuttgart. Wissenschaftlich hat er bei vielfachen Veröffentlichungen in internationalen Top-Konferenzen mitgewirkt und hat zu über 30 Patentanmeldungen, meist als Hauptfinder, beigetragen. Jan Köhler hat einen Master in Statistik und ein Diplom im Bereich Wirtschaftsingenieurwesen.

Dr. Rolf Köhler
Robert Bosch GmbH
Deep Learning Engineer

Nach dem Studium der Mathematik und der BWL promovierte Rolf Köhler im Cyber Valley am Max-Planck Institut in Tübingen. Sein Forschungsschwerpunkte waren im Bereich Machine Learning und Bildverarbeitung. Seit 2015 arbeitet er in der Industrie im Bereich Deep Learning und implementiert state-of-the-art Algorithmen für aktuelle industrielle Anwendungsfälle, darunter Autonomes Fahren und visuelle Fehlerinspektion. Aus Erweiterungen und eigenen Ideen sind mehrere Patentanmeldungen entstanden. Seit 7 Jahren verwendet er die Programmiersprache Python für die Bildanalyse, objektorientiertem Programmieren und Deep Learning.

Dr. Sina Huber
Hmetrica
Data Consultant

Dr. Sina Huber absolvierte ihr Mathematikstudium mit Schwerpunkt in der Stochastik / mathematischen Statistik an der TU München mit Aufenthalten in China und Singapur, mit Abschluss im Bereich Machine Learning. In ihrer Promotions- und Post-Doc-Zeit im Bereich Learning Sciences an der TUM mit Forschungsaufenthalt in Stanford (USA) brachte sie neben der Forschung viel Elan für die Lehre – von statistischen Grundlagen bis hin zu modernen Verfahren aus der aktuellen Forschung – auf und beriet in der Anwendung dieser statistischen Verfahren. Seit 2020 ist sie selbstständige Data Science Beraterin.

Prof. Dr. Matthias Huber
TH Deggendorf
Professor für Energiesysteme und Intelligente Infrastruktur

Nach seinem Doppelstudium Maschinenbau (TUM) und Volkswirtschaftslehre (LMU) mit Auslandsaufenthalten in Japan und Chile promovierte er im Bereich Erneuerbare und Nachhaltige Energiesysteme in der Forschungsk Kooperation der TU München und NTU Singapore. Nach Stationen in der Unternehmensberatung (BCG) und als Post-Doc an der Stanford University (USA) und dem ifo Institut (München), wechselte er in die Konzernforschung von Siemens und gründete schließlich sein eigenes Unternehmen im Bereich Data und AI im Energiesektor. Seit 2020 ist er Professor für Energiesysteme und Intelligente Infrastruktur an der TH Deggendorf.

Dr. Waldemar Smirnov
Robert Bosch GmbH
Machine Learning Specialist

Nach dem Studium der Physik an der RWTH Universität Aachen, Manchester und Freiburg, promovierte er am Fraunhofer Institut für Festkörper Physik in Freiburg. Ein wichtiges Thema war Datenextraktion aus Bildern. Seit 2012 arbeitet er in der Industrie und entwickelt Deep Learning Algorithmen für industrielle Anwendungsgebiete, insbesondere zur Fehlerdetektion und Automatisierung der optischen Inspektion. Dafür nutzt er das Zusammenspiel von Python, HTML und JavaScript, um komplexe Algorithmen einem fachfremden Publikum zur Verfügung zu stellen.

Format

Online-Kurs via Zoom

Termine

Die aktuellen Termine entnehmen Sie bitte der Website der Bitkom Akademie.

Preise

5.900 €* Regulär (zzgl. MwSt.)

5.400 €* für Bitkom-Mitglieder (zzgl. MwSt.)

Zertifizierung (optional, inklusive)

*Die angegebenen Preise sind in Netto-Beträgen ausgewiesen.

Kontaktieren Sie uns – wir beraten Sie gern.

Bitkom Akademie | Albrechtstraße 10 | 10117 Berlin

T 030 27576-540 | info@bitkom-akademie.de

Weitere Seminare finden Sie unter www.bitkom-akademie.de