

# Salzburg Smart Factory Bootcamp

S. Kranzer<sup>1</sup>, O. Saßnick<sup>1</sup>, D. Hofer<sup>1</sup>, S. Hoher<sup>1</sup>, M. Schirl<sup>1</sup>, D. Prill<sup>1</sup>

## Zusammenfassung

Wissen über Digitalisierung, Automatisierung und über „smarte“ Technologien sind Schlüssel für einen stabilen und nachhaltigen Erfolg von Klein- und Mittelunternehmen in der Region Salzburg. Die Fachhochschule Salzburg beantragte aus diesem Grund die Initiative Salzburg Smart Factory Bootcamp. Moderne und mobile Industrierobotik, kommunikative Software-Architekturen und OT-Sicherheit bilden die Basis für die Umsetzung aktueller Smart-Factory-Technologien und deren Potentiale in Unternehmen. Ziel des Bootcamps ist die gezielte Weiterqualifizierung mit modernsten Smart-Factory-Technologien von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der beteiligten Unternehmen. Zusätzlich kann langfristig, auch über die beantragte Projektlaufzeit hinaus, die Zusammenarbeit zwischen Hochschule und Salzburger Unternehmen etabliert und weitergeführt werden.

## Stichwörter

Bootcamp, Smart Factory, KMU, Industrie 4.0, Weiterbildungsangebot

## 1 Einleitung

Digitalisierung verändert die Welt. In nahezu allen Lebensbereichen unterstützen smarte Maschinen bzw. intelligente Systeme den Menschen und sorgen für mehr Effizienz. Diese Entwicklung ergibt aber immer mehr Anforderungen an die Ausbildung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, sowohl in der Produktion selbst als auch in der Anwendung moderner Produkte.

## 2 Digital Pro Bootcamps der FFG

In Österreich sind, wie im Rest von Europa, eine hohe Anzahl der Unternehmen dem Bereich der Klein- und Mittelunternehmen zuzuordnen. Es ist im Interesse dieser Firmen wettbewerbsfähig zu bleiben, wobei die digitale Transformation als Werkzeug gesehen wird, mit dem eine langfristige Effizienzsteigerung für bestehende Prozesse und neue Innovationen erzielt werden können. Über Weiterbildungsmaßnahmen kann gezielt Wissen zur digitalen Transformation vermittelt werden. Die bestehenden Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bekommen von außen Impulse und übernehmen im Unternehmen neue Verantwortung. Diese Form von Weiterqualifizierung fördert die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH (FFG) in Form der Ausschreibung der Digital Pro Bootcamps.

Möglich ist die Förderung für ein Konsortium, bestehend aus mindestens einer Hochschule und mindestens fünf Unternehmen als Partner. Der Fokus liegt auf kleineren und mittleren Unternehmen (KMU), mindestens drei der Partner müssen den KMU-Status haben. Die Rolle der Hochschule ist der Wissenstransfer, während die Firmenpartner ausgewählte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für den Zeitraum zur Verfügung stellen. Der Zeitraum der Schulung entspricht 150 h Schulungszeit und ist auf maximal drei Monate beschränkt. Es existiert ein Rahmenprogramm mit Veranstaltungen und Übungen zu bestimmten Themenbereichen der Digitalisierung. Darüber hinaus ergänzt ein Praxisprojekt,

---

<sup>1</sup> Fachhochschule Salzburg, Informationstechnik & System-Management

das die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eines jeden Unternehmens eng mit der Unternehmensführung abstimmen, das Angebot des Bootcamps. Ziel ist es, die Erkenntnisse aus dem Rahmenprogramm direkt in die Praxis zu übertragen und so in den Unternehmen frühzeitig die Möglichkeit zur Umsetzung und Erprobung der Inhalte zu geben.

## 3 Übersicht zum Salzburg Smart Factory Bootcamp

Die Fachhochschule Salzburg engagiert sich bereits seit vielen Jahren neben der Lehre und Forschung auch im Rahmen des Transfers von Wissen in die Wirtschaft. Ziel ist es, mit dem Smart Factory Bootcamp Salzburger KMUs die Möglichkeit zu eröffnen, bereits bestehende Fachkräfte hinsichtlich unterschiedlicher Themen zur Digitalisierung, bspw. am Weg der klassischen Produktion zur Smart Factory, weiterzubilden. Das durchgeführte Smart Factory Bootcamp unterscheidet sich signifikant von bestehenden Angeboten. Bisherige erfolgreiche Angebote, etwa aus Qualifizierungsnetzwerken oder von anderen Bildungsanbietern, wandten sich an eine breite Masse von Teilnehmerinnen und Teilnehmern mit verschiedensten Bedürfnissen. Das Smart Factory Bootcamp hingegen stellt ein maßgeschneidertes Rahmenprogramm dar, das alle notwendigen Smart Factory Themen in einem einzigen Bildungsangebot konzentriert. Sowohl Ablauf, Zusammenstellung und Charakter des Bootcamps wurden in der Form zuvor noch nicht angeboten.

Die konkreten Ziele des Bootcamps sind (1) die Steigerung des Bewusstseins bzgl. Anwendbarkeit und Möglichkeiten von Smart-Factory-Technologien unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern, (2) Aufbau und Vertiefung von Wissen in den oben genannten Bereichen sowie Etablierung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren in den Unternehmen, (3) die Intensivierung des Wissenstransfers zwischen der Hochschule und den Unternehmen, in beide Richtungen gleichermaßen, (4) die Unterstützung von Unternehmen im systematischen Aufbau und der Höherqualifizierung des vorhandenen Personals und (5) Entwicklung von Angeboten zur Weiterqualifizierung von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern im Bereich Smart Factories und Smart Production.

### 3.1 Partner und Praxisprojekte

Am Bootcamp haben folgende österreichische Unternehmen teilgenommen: Die Ing. Punzenberger COPA-DATA GmbH, ein Softwarehersteller (Simulation und Visualisierung einer Multi-Roboter Fertigungsstraße Robotik), die Lichtgenossenschaft Neukirchen eGen, ein Energielieferant (Automatisierung der Spülwasserzufuhr für ein Wasserkraftwerk), die Nutropia Pharma GmbH, ein Hersteller von Nahrungsergänzungsmitteln (Automatisierte Erfassung und Auswertung von Parametern der Produktionsumgebung), SIGMATEK GmbH & Co KG, ein Hersteller von Automatisierungslösungen (Schulungskonzept für einen Mehrachs-Linearroboter - Robotik), StM waterjet GmbH, ein Hersteller von Wasser-schneideanlagen (Kundenportal und Wartungsplanung für Wasserstrahlschneidmaschinen) und die SW Automatisierung GmbH & Co KG, ein Schaltschrankbauer und Hersteller von Drahtkonfektioniermaschine (IoT-Konzept für eine Drahtkonfektioniermaschine). Es handelte sich zum Zeitpunkt der Antragstellung um ein Großunternehmen, vier mittlere Unternehmen sowie ein kleines Unternehmen.

## 4 Rahmenprogramm

Der folgende Abschnitt gibt eine Übersicht zum entwickelten Rahmenprogramm für das Smart Factory Bootcamp, erläutert dieses, die Themenauswahl und die Zuordnung nach dem Digcomp 2.2 AT Modell.

### 4.1 Auswahl der Themen

Die im Bootcamp angebotenen Bereiche, Datenstrategien, Data-Science, Robotik und OT-Security ergeben sich einerseits aus den Kompetenzen an der Hochschule und in der Forschungsgruppe der Autoren

und andererseits aus einer Analyse der Transfergesellschaft des Landes Salzburg. Es wurden gezielt Unternehmen angesprochen und bezüglich aktueller Herausforderungen in den von der Hochschule abgedeckten Themenfeldern befragt. Digitalisierung wird gerade in produzierenden Unternehmen immer wichtiger, speziell KMU können aber oft nicht alle Bereiche des Internet der Dinge oder der Industrie 4.0 intern abdecken. Eine Weiterqualifizierung von Personal und Zusammenarbeit sind der Schlüssel zur Weiterentwicklung. Da die Erfassung und der Umgang mit Daten, der Einsatz von Automatisierungstechnik und Robotik, sowie die Sicherheit (Security) von Produktion und Produkt im Fokus der Weiterentwicklung der beteiligten Unternehmen steht, ergaben sich die im nächsten Abschnitt erläuterten Inhalte für das Bootcamp.

## 4.2 Zuordnung nach dem Digcomp-Modell

Das Digcomp 2.2 AT Modell [10] hat zum Ziel, individuelle Kompetenzen sowie Inhalte von Bildungsangeboten im Bereich Digitalisierung mit einem einheitlichen System zu beschreiben. Für das Smart Factory Bootcamp sind die Kompetenzbereiche und Kompetenzstufen in Abbildung 1 zusammengefasst. In der Grafik werden die Inhalte des Smart Factory Bootcamp zunächst allgemein den Themen Robotik, Data-Science, Security, Design-Thinking & Business-Strategie sowie Ethik zugeordnet.

Bildlich gesprochen, bilden die in Abbildung 1 dargestellten fünf Bereiche einzelne Säulen, mit dem Ziel gemeinsam das begleitende Praxisprojekt zu tragen. Feiner detailliert können die Bereiche weiter in einzelne Kurse untergliedert werden, die jeweils aufeinander aufbauen und entsprechend auch in unterschiedlichen Abschnitten des Bootcamps stattfinden. Zuunterst stehen notwendige Grundlagen, auf die mit vertiefenden, stärker anwendungsbezogenen Veranstaltungen aufgebaut werden. Die Themenschwerpunkte Grundlagen zu Industrie 4.0 sowie Datenstrategie und Datenkonzept sind den Bereichen Security und Data-Science zugeordnet, da sie Grundlagenwissen sowohl für die OT-Security (netzwerk-technische Aspekte) als auch Data Science (Verständnis zu Datenquellen) vermitteln.

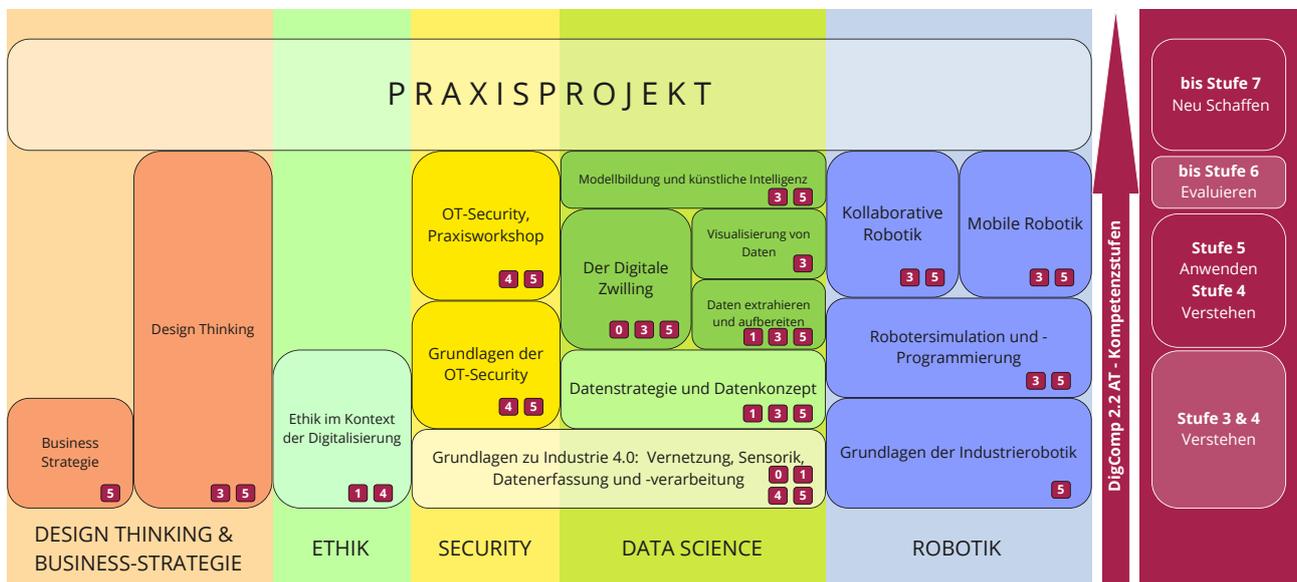


Bild 1: Inhalte angeordnet nach Digcomp 2.2 AT

In Abbildung 1 sind nebenstehend zu den einzelnen Veranstaltungen passend die Kompetenzstufen nach Digcomp 2.2 AT eingezeichnet. Für die Grundlagen steht zunächst das Verstehen im Vordergrund. Soweit möglich, werden Stufe 3 und 4 jedoch auch durch Stufe 5, dem Anwenden, ergänzt, um den Lernprozess weiter zu unterstützen. Für die weiter fortgeschrittenen vertiefenden Veranstaltungsinhalte kommt Stufe 6 hinzu: Es gilt unterschiedliche Lösungswege zu erfassen, zu vergleichen und abschließend zu bewerten. Für das Praxisprojekt folgt Stufe 7: mithilfe des erlangten Wissens werden neue Wege und Lösungen erarbeitet, oder auch bestehende Teillösungen identifiziert, verknüpft und

ergänzt. Die entsprechenden Kompetenzbereiche sind für jeden der Kurse in Abbildung 1 mit einer Ziffer vermerkt. Besonders häufig scheint der Kompetenzbereich 5 - Problemlösen und Weiterlernen - auf. Grund hierfür ist, dass allgemein für die Kursinhalte das anwendungsbezogene Lösen technischer Probleme im Vordergrund steht. Für Ethik und die Digitalisierung sowie OT-Security ist weiters der Kompetenzbereich 4 – Sicherheit relevant. Während jedoch bei der OT-Security der Fokus auf der Kompetenz 4.1 Geräte schützen liegt, betrachtet die Ethik den Schutz von personenbezogenen Daten, der Umwelt und der individuellen Gesundheit (Kompetenzbereiche 4.2, 4.3 und 4.5). Einen weiteren Schwerpunkt bildet der Kompetenzbereich 3 - Kreation digitaler Inhalte, insbesondere bei den Themen Robotik und Data-Science. Dabei rückt besonders Kompetenz 3.4 - Programmieren und Abläufe automatisieren in den Mittelpunkt. In der Robotik werden mithilfe des Programmierens Abläufe automatisiert. Im Bereich Data-Science werden Auswertungen programmiert, einfachen Datenanalysen erstellt und weiterführend die Konzepte zur Erstellung eigener komplexer Vorhersagemodelle vermittelt.

### 4.3 Übersicht zu den Inhalten

In den folgenden Abschnitten werden die im Bootcamp vermittelten und in den Projekten begleiteten Inhalte erläutert.

#### 4.3.1 Grundlagen zu Industrie 4.0

Zu Beginn der Workshopserie war es notwendig Verständnis zu grundlegenden Begriffen zu erreichen und beispielhafte Anwendungen von Methoden und Technologien zu vermitteln. Ziel war es den Buzzword-Dschungel aufzulichten und unter den Teilnehmerinnen und Teilnehmern ein gemeinsames Begriffe-System zu schaffen. Im Bereich Smart Factory Technologien standen in der Einführungsphase industrielle Protokolle und Architekturen im Mittelpunkt. Es wurden die Grundlagen für die Vernetzung von Anlagen und für die Erfassung von Daten aus Sensoren und die grundlegenden Möglichkeiten, die sich durch die Auswertung von Daten ergeben, besprochen. Zusätzlich wurden die Einschränkungen des aktuellen Standes der Technik erörtert.

#### 4.3.2 Datenkonzept und Datenstrategie

Eine gute Strategie bildet die Grundlage nahezu aller erfolgreicher Unternehmungen. Auch in der Beschäftigung mit Technologie und Digitalisierung ist ein strategisches Vorgehen von Vorteil. Im Rahmen der Beiträge zu Datenkonzept und Datenstrategie wurde gemeinsam mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern über diese Notwendigkeit diskutiert. In einem Workshop und mehreren weiteren Feedbackterminen wurde für die einzelnen Praxisprojekte sowohl Datenkonzept als auch Datenstrategie erarbeitet. Gemeinsam wurden neue Geschäftsfelder, die sich potentiell daraus ergeben, definiert und diskutiert. Gemeinsam mit externen Experten aus der Industrie wurden die resultierenden Datenstrategien nochmals evaluiert und verfeinert.

#### 4.3.3 Design-Thinking und Business-Strategie

Das primäre Ziel der Design-Thinking Einheiten war das Hinterfragen des von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern eingebrachten Exposés. Das didaktische Konzept wurde mit der „Triarchic Theory of Intelligence“ von Sternberg erarbeitet [1]. Es wurden dahingehend folgende Bereiche in den Fokus gesetzt: das Erlernen von neuen Konzepten und das Generieren von kreativen und innovativen Ideen sowie deren Exekution. Als zusätzliche Komponente wurde die Sokratische Methode eingebunden. Diese sollte vor allem Teilnehmerinnen und Teilnehmer dazu motivieren Fragen zu stellen, Feedback zu geben und durch Reflexion deren erarbeitete Konzepte inkrementell zu verbessern [2].

Gewählte Aktivitäten wurden aus den Büchern von Strategyzer [5] [6] und den Gebrüdern Kelley [3] entnommen. Dies inkludiert das Erarbeiten des Value Proposition & Business Model Canvas, Hypothesenerstellung und die Präsentationsform des Elevator Pitch. Eine spezielle Position nehmen die Stokes ein. Diese können als eine Art Aktivierungsübung betrachtet werden, die eine Übergangsfunktion haben. Das Ziel der Stokes war es, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer in einen speziellen Mindset zu bringen, der für die darauffolgenden Aktivitäten wichtig ist.

#### 4.3.4 Data-Science

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurden an die Herausforderungen und Besonderheiten beim Arbeiten mit größeren Datensätzen herangeführt. Mit Hilfe einfacher deskriptiver Statistik und Visualisierungen, welche direkt an das Vorwissen der Teilnehmer anknüpfen, wurden verschiedene Datensätze unter Anleitung mit Eigenleistung analysiert. Die gewählte Herangehensweise an die Aufgabenstellungen folgt dabei dem CRISP-DM Modell [7]. Gemeinsam mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Workshops wurde also mit der Phase des Business Understandings begonnen, im Anschluss wurde die Phase des Data Understandings gemeinsam erarbeitet. Dabei wurden auf die besonderen Herausforderungen dieser Phase, das Sammeln, Beschreiben und Verstehen großer Datenmengen, das Feststellen der Datenqualität und das Evaluieren der gesetzten Projektziele auf Basis der vorhandenen Daten, eingegangen. Spezielles Augenmerk wurde auch auf das Visualisieren der Daten gelegt, um den Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Wichtigkeit der Datenanalyse anhand adäquater Darstellungen zu vermitteln. Im nächsten Schritt wurde vorgezeigt, welche Herausforderungen im Rahmen der Data Preparation zu meistern sind. Hierbei wurden mathematische Verfahren vorgestellt, die zur Formatierung, Bereinigung und Skalierung der Daten verwendet werden können. Darüber hinaus erarbeiteten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer unter Anleitung eigene Ideen zur Auswahl beschreibender Merkmale der Daten, gestützt durch statistische Methoden wie die Kreuzkorrelation. Bei der Erstellung eigener Modelle konzentrierten sich die Vortragenden auf Modelle aus dem Bereich des überwachten Lernens. Zuerst legte eine Theorieeinheit zu den Konzepten des statistischen Modellierens, des Trainierens solcher Modelle sowie der Evaluierung dieser, den Grundstein für die nachfolgenden Praxis-einheiten. In denen entwickelten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre eigenen Modelle. Hierbei handelte es sich um einfache neuronale Netze, unter Anleitung von den Vortragenden.

#### 4.3.5 Ethik im Kontext der Digitalisierung

Einen weiteren wichtigen Aspekt bei der Beschäftigung mit Technologie und Digitalisierung stellen ethische Fragestellungen, die durch oder mit dem Einsatz von Maschinen und Software bedingt sind, dar. Im Bootcamp wurden daher auch Themen wie Maschinenethik und Interaktion von Menschen und Maschinen diskutiert. Standen zwar die technischen Inhalte klar im Vordergrund wurden dennoch ethische Fragen in einem Workshop und im Rahmen der Projekte besprochen.

#### 4.3.6 Robotik

Der Themenschwerpunkt Robotik wurde im Bootcamp in die Teile Industrie-Robotik und mobile Robotik geteilt.

##### **Industrie-Robotik**

In diesen Workshops wurden die Grundlagen der Industrierobotik und der Simulationstechnik (digitaler Zwilling in der Produktentwicklung) vermittelt. Dabei wurden die gängigen Roboterkinematiken der klassische Industrieroboter besprochen. Dazu wurden die notwendigen Begrifflichkeiten der Teleoperatoren, der Einlegegeräte und der Industrieroboter gemeinsam erarbeitet. Darauf aufbauend wurden die gängigen Roboterkinematiken anhand (geometrischer und normgerechter) Skizzen erläutert, kategorisiert und es wurden Vor- und Nachteile erörtert. Danach wurde die Beschreibung der

Roboterstellung vermittelt. Zunächst wurden dazu die gängigen Konzepte der Eulerwinkel, Rotationsachse und -Winkel und Quaternionen eingeführt und auf die homogene Transformation erweitert. Zuletzt wurde die DH-Konvention für Industrieroboter für serielle Roboterkinematiken erklärt. Im Robotiklabor wurden die vermittelten Konzepte in reale Anwendung gebracht und in Simulationen wurden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern ermöglicht eigene Robotikanwendungen zu entwickeln und zu testen. Praxisprojekten mit Robotikanteil wurden über die gesamte Dauer des Bootcamps begleitet.

### **Mobile kollaborative Robotik**

In den Beiträgen zur mobilen Robotik wurde ein Fokus auf „Triarchic Theory of Intelligence“ von Sternberg gesetzt [1]. Gewählte Aktivitäten inkludieren das Erlernen des Robot Operating System [8], sowie theoretische Konzepte von Human Robot Interaktion mit einem Fokus auf Mobile Manipulatoren. Die unterschiedlichen Themen wurden als finale Aufgabe, in einer Posterkonferenz für innovative Roboterapplikationen vereint. Das Robot Operating System (ROS2) wurde als erster Meilenstein definiert, um den Teilnehmerinnen und Teilnehmern eine herstellerunabhängige Erfahrung, im Bereich der Roboterprogrammierung zu gewähren. Der zweite Meilenstein fokussierte sich auf das Erlernen von Themen der Mobilen Manipulatoren. ROS (Robot Operating System) bzw. Tools und open source Implementierung von verschiedenen Robotern und Algorithmen wurden als unterstützende Maßnahmen verwendet. Besprochene Themengebiete inkludieren das Erstellen von Karten, Lokalisierung, Pfadplanung und SLAM. Der finale Themenkomplex - Human Robot Interaction - wurde inkludiert, um der Wichtigkeit von Mensch-Maschinen Kommunikation Raum zu bieten. Vor allem mobile Roboter/Manipulatoren im Kontext der Industrie müssen in der Lage sein, Befehle entgegenzunehmen, sowie auch Informationen an Benutzerinnen und Benutzer weitergeben zu können [4]. Zuletzt sollten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer pro Projekt den System Usability Scale (SUS) [9] Fragebogen ausfüllen. Die grundlegende Idee war, dass sowohl verbales Feedback (qualitativ) in Form von Fragen und Kommentaren gegeben wird, sowie auch quantitatives, in Form eines standardisierten Fragebogens.

### **4.3.7 OT-Security**

Die Sicherheit von Industrieanlagen und von IoT-Geräten sowie die Sicherheit (Security) von deren Betriebe ergeben neue Herausforderungen. Aus abgeschlossenen Netzen wurden durch das Internet der Dinge und die Industrie 4.0 hochvernetzte IP-Netze mit Kommunikation zu vielen Beteiligten. Nicht nur Betreiber, sondern auch Betreuer und Hersteller sowie Kundinnen und Kunden interagieren mit den Geräten und Anlagen. Security muss dabei „by Design“ mitgedacht werden oder später mühsam sichergestellt werden. Darum war es den Autoren besonders wichtig im Zuge des Bootcamp Bewusstsein für diese Herausforderung und Anforderung zu schaffen. Für die Praxisprojekte wurde daher eine Risikoanalyse durchgeführt. Dabei wurden folgende Fragen beantwortet: (1) Was soll geschützt werden? (2) Wogegen soll es geschützt werden? Ziel dieser Analyse ist es, die wichtigsten Gefahren zu erkennen und zu bewerten, wobei die Risikoanalyse spezifisch für ein Unternehmen, eine Produktionsumgebung, ein System, eine Anlage oder eine Maschine durchgeführt werden soll. Da dazu auch ein Verständnis für potenzielle Angriffsvektoren, die einen unkontrollierten Fernzugriff ermöglichen, gehört, wurden aktuelle Angriffsszenarien simuliert und analysiert. Im Bootcamp wurden auch aktuelle Standards und Praxisbeispiele dargelegt. Für die Praxisprojekte wurden Sicherheitskonzepte definiert. Im Anschluss wurden in einem Workshop zum Thema OT-Security im Unternehmen auch Themen präsentiert, die über das einzelne Projekt hinaus notwendig sind, um Sicherheit zu gewährleisten. So sollten, neben den technischen Maßnahmen, Unternehmen Security-Richtlinien und -Prozesse erarbeiten und umsetzen. In diesem Zusammenhang müssen notwendige Rollen, Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten definiert werden. Zudem sollten Unternehmen regelmäßig Übungen zur Reaktion auf Vorfälle durchführen, um die organisatorische Effektivität zu testen.

### 4.3.8 Praxisprojekt

Die Herangehensweise an die Praxisprojekte wurde an üblichen Ablauf für wissenschaftliche Arbeiten angelehnt. Zunächst bestand das Ziel, eine verkürzte Form eines Exposés zu formulieren. Dafür wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bereits mit einer Vorlage versorgt, die beinhaltete vorrangig Fragestellungen, die darauf abzielen, durch deren Beantwortung Anforderungen, Rahmen, Abhängigkeiten sowie Nicht-Ziele frühzeitig zu identifizieren. Ein weiterer Bestandteil des Exposés bildete ein Zeitplan, mit dem eine grobe Abschätzung zur Realisierung des Umfangs erfolgen sollte. Im weiteren Ablauf wurden die Praxisprojekte wiederholt gezielt in Form von Austauschrunden in das Rahmenprogramm mit integriert. Dabei stellte jeder Partner in 5-10 Minuten den Projektfortschritt anhand von Fragen vor: (1) „Was wurde letzte Woche erreicht?“, (2) „Was war gut? Was nicht?“ und (3) „Sollten wir etwas ändern?“, sowie (4) „Was möchten wir diese Woche machen?“.

## 5 Befragung und Methode

Ziel der Befragung war es, zu ergründen, wie effektiv das Bootcamp im Hinblick auf die Stärkung der Kompetenzen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer in Bezug auf die gewählten Themenschwerpunkte war und um zu eruieren welche Verbesserungspotentiale bestehen. Als Methodik wurden zwei zeitlich versetzte Umfragen gewählt. Die Erste kurz nach Beginn der Durchführungsphase und die Zweite nach Abschluss des Bootcamps. Die Fragestellungen bieten Antwortmöglichkeiten für jeden einzelnen Themenschwerpunkt des Bootcamps, sodass nicht lediglich über die Qualität des Bootcamps insgesamt eine Aussage getroffen werden kann, sondern gezielt betrachtet werden kann, welche der einzelnen Schwerpunkte von den Teilnehmerinnen und Teilnehmer als besonders wertvoll empfunden wurden. Die Befragung wurde in vier Teile untergliedert: (1) Wissenstransfer, (2) Anwendbarkeit, (3) Praxisprojekt und (4) Organisation des Bootcamps. In der ersten Umfrage wurden nur Fragen bezüglich des Wissenstransfers gestellt. Im Folgenden werden die einzelnen Teile kurz vorgestellt: Im ersten Teil wird der Wissenstransfer betrachtet, indem die Umfrageergebnisse vor und nach dem Bootcamp verglichen werden. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sollen dabei jeweils ihr Kompetenzlevel für die sieben gewählten Schwerpunkte des Bootcamps zuordnen. Die Skala orientiert sich dabei an dem Kompetenzstufenmodell aus [10], jedoch reduziert auf 5 Stufen: „1 - Kein Vorwissen, keine Erfahrung vorhanden“, „2 - Grundlagenwissen vorhanden“, „3 - Eigenständiges Anwenden möglich“, „4 - Viel Erfahrung, das Lösen komplexer Aufgaben möglich“, sowie „5 - Vertieftes Fachwissen vorhanden, auch das Lösen neuartiger Aufgaben ist möglich“.

Im zweiten Teil wurde die Anwendbarkeit der erworbenen Kompetenzen im beruflichen Umfeld betrachtet. Unterschieden wird zwischen der Anwendbarkeit zum aktuellen Zeitpunkt und der zu erwartenden Änderung in den nächsten 5 Jahren. Außerdem wird betrachtet, zu welchem Themenschwerpunkt sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer vorzugsweise zukünftig weiterbilden möchten.

Der dritte Teil ist auf das Praxisprojekt der Teilnehmerinnen und Teilnehmer fokussiert. Besonderes Interesse liegt hierbei auf den Herausforderungen bzw. Schwierigkeiten, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer bei der Durchführung des Praxisprojektes hatten. Für eine erneute Durchführung des Bootcamps sollen die hierdurch gewonnenen Erkenntnisse genutzt werden, um eine bessere Unterstützung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sicherzustellen. Hierzu konnte die folgende Liste von Aufgabenstellungen / Herausforderungen, jeweils auf einer Skala von 1 - vernachlässigbar, bis 5 - sehr stark herausfordernd, bewertet werden. Diese Liste entstand aus den Rückmeldungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer während der Austauschrunden zu den Praxisprojekten: (1) Zeitliche Integration in den Berufsalltag, (2) Definieren der Projektziele, (3) Abschätzen eines Zeitplans, (4) Fehlende technische Ausstattung, (5) Koordination der Aufgaben im Team, (6) Transfer der Bootcamp-Inhalte in das Praxisprojekt, (7) Eigenständiges Erarbeiten von projektbezogenem Fachwissen und (8) Inhaltlicher Gesamtumfang des Projekts.

Der vierte und abschließende Teil betrifft die Organisation und die zeitliche Durchführung des Bootcamps. Hierbei geht es z.B. um die Aufteilung der Veranstaltungen zwischen Online und vor Ort an der Fachhochschule, oder auch wie die zeitliche Organisation des Rahmenprogramms empfunden wurde.

Für letzteres wurden den Teilnehmerinnen und Teilnehmern unterschiedliche Formate zur Auswahl gestellt, von denen sie jenes wählen sollten, mit dem sie den bestmöglichen Lernerfolg für sich sehen würden: (1) 4 Wochen Gesamtlänge, Komprimiertes Format, jede Woche 5 ganze Tage, (2) 2 Monate Gesamtlänge, jede Woche zwei ganze Tage, (3) 4 Monate Gesamtlänge, jede Woche ein ganzer Tag, (4) 4 Monate Gesamtlänge, jede Woche zwei halbe Tage und (5) Eigener Vorschlag.

Abschließend haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Möglichkeit zusätzliche Themen zu vermerken, die sie im Smart Factory Bootcamp vermisst haben, oder können allgemein weitere Anmerkungen hinterlassen.

## 6 Ergebnisse

Am Bootcamp haben zwölf Personen teilgenommen, zehn der Personen haben die Evaluation durchgeführt. Die Ergebnisse haben deshalb keine allgemeingültige Aussagekraft, sondern stellen die Wahrnehmung ausgewählter Teilnehmerinnen und Teilnehmer dar. Die Ergebnisse können dennoch wertvolle Anhaltspunkte für die Umsetzung zukünftiger Projekte bieten und werden deshalb im Folgenden in verkürzter Form vorgestellt. Die Antworten wurden anhand von 5-stufigen Beurteilungsskalen erfasst.

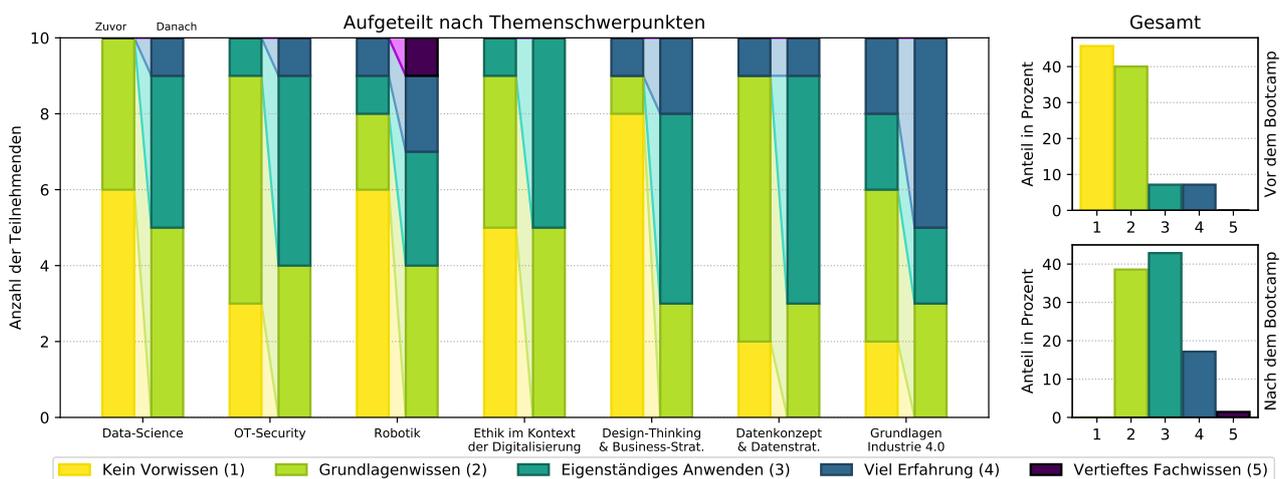


Bild 2: Kompetenzlevel vor und nach Abschluss des Bootcamps, gesamt und nach Themenschwerpunkten

### Wissenstransfer

Bei den Themenschwerpunkten Design-Thinking & Business-Strategie, gefolgt von Data-Science und Robotik sind zu Beginn des Bootcamps bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern am wenigsten Kompetenzen vorhanden. In den Bereichen Grundlagen Industrie 4.0, Datenkonzept & Datenstrategie und OT-Security geben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an, das meiste Vorwissen zu haben. Gesamtheitlich betrachtet, über alle Themenschwerpunkte hinweg, werden die zwei niedrigsten Kompetenz-Level „kein Vorwissen“ (46 %) und „Grundlagenwissen vorhanden“ (40 %) am häufigsten gewählt. Höhere Kompetenzlevel werden selten gewählt (14 %). Nach Abschluss des Bootcamps wird in folgenden Bereichen das Kompetenzlevel nachwievor als gering eingeschätzt: Ethik im Kontext der Digitalisierung, Data-Science und OT-Security. Bei dem Modul Ethik im Kontext der Digitalisierung kann ein Zusammenhang zu der geringen Stundenanzahl hergestellt werden. Bei dem Modul Data-Science hingegen liegt eine Herausforderung darin, dass eine Programmiersprache erforderlich ist, womit eine zusätzliche Hürde beim Einstieg gegeben ist. Die drei höchsten durchschnittlichen Kompetenzlevel ergeben sich in den Bereichen Design-Thinking & Business-Strategie, Datenkonzept & Datenstrategie sowie Grundlagen Industrie 4.0. Im Vergleich zur Einschätzung vor Beginn des Bootcamps werden durchwegs höhere Kompetenzlevel ausgewählt: 39 % Grundlagenwissen, 43 %

eigenständige Anwendung. Der größte Zuwachs zeigt sich bei den drei Themenschwerpunkten Design-Thinking & Business-Strategie, Robotik und Data-Science (Abbildung 2).

**Anwendbarkeit**

In der Befragung wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer gebeten die Relevanz der erworbenen Kompetenzen für den aktuellen Berufsalltag zu bewerten (Abbildung 3). Die höchste Bewertung erhält OT-Security, gefolgt von Datenkonzept & Datenstrategie, daran anschließend Grundlagen der Industrie 4.0. Für die Bewertung der Themenschwerpunkte hinsichtlich der Relevanz in der eigenen beruflichen Tätigkeit in den nächsten fünf Jahren, wird besonders bei dem Thema OT-Security eine starke Zunahme erwartet. Ebenso wird eine starke Zunahme an Relevanz für Data-Science angenommen, auch wenn es aktuell für die meisten Teilnehmerinnen und Teilnehmer noch keine hohe Relevanz hat (durchschnittliche Bewertung als „etwas relevant“). Allgemein wird für alle Themenschwerpunkte von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern eine steigende Relevanz im eigenen Beruf innerhalb der nächsten 5 Jahre erwartet. Als mögliches Interesse für eine zukünftige Weiterbildung wird Data-Science an erster Stelle am häufigsten genannt, gefolgt von OT-Security.

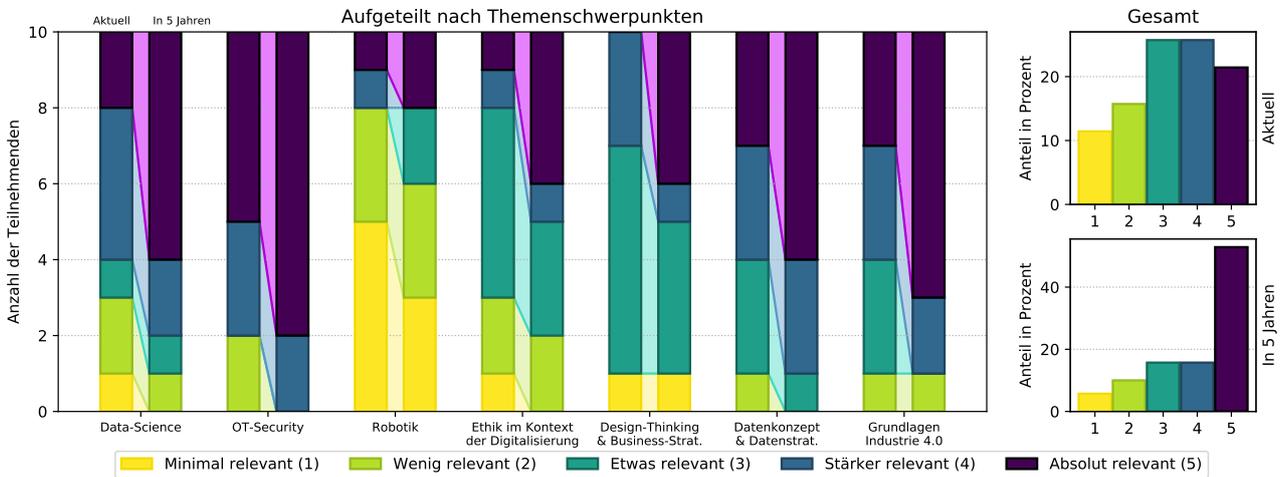


Bild 3: Themenschwerpunkte, bewertet nach Relevanz - aktuell sowie in fünf Jahren

**Praxisprojekt**

Die Herausforderung das Projekt zeitlich in den Berufsalltag zu integrieren, wurde von vier der zehn Teilnehmerinnen und Teilnehmern als „sehr stark herausfordernd“ angegeben. Die restlichen Teilnehmerinnen und Teilnehmer gaben eine starke oder mittlere Herausforderung an. Dazu passend wurde der Umfang des Praxisprojekts als die zweitgrößte, sowie das Definieren der Projektziele als die drittgrößte Herausforderung angesehen. In dieses Gesamtbild fügt sich auch der Wunsch der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, das Praxisprojekt über eine längere Zeitspanne verteilt realisiert haben zu können. Hierbei wurde vier Mal eine Laufzeit von 6 Monaten angegeben (auswählbarer Maximalwert), drei Mal 4 Monate, sowie zwei Mal 5 Monate.

**Organisation und zeitliches Format**

Die Aufteilung der Veranstaltungen in Online- und Präsenzangebote wurde von 50 % der Teilnehmerinnen und Teilnehmer als „gut ausgeglichen“ bewertet, 20 % hätten mehr Online-, 30 % mehr Präsenzangebote bevorzugt. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer konnten weiters ihr bevorzugtes zeitliches Format auswählen. Es ergab sich ein gemischtes Bild. Vier der Teilnehmerinnen und Teilnehmer sprachen sich für das diesjährige Format aus mit einer Länge von zwei Monaten aus. Weitere zwei Teilnehmerinnen und Teilnehmer wünschten sich eine komprimierte Version über drei Wochen hinweg jeden Tag mit ganztägigen Lerneinheiten. Die restlichen vier Teilnehmerinnen und Teilnehmer sprachen sich für eine entzerrte Variante über vier Monate aus, mit wöchentlich einem Bootcamp-Tag.

Ergänzend lässt sich noch anmerken, dass Formate mit ganztägigen Lerneinheiten den Vorzug gegenüber halbtägigen Lerneinheiten erhalten haben. Als möglicher Grund ist der zusätzliche Mehraufwand für die häufigere An- sowie Abreise denkbar.

Das Format der Austauschrunden wurde von neun der zehn Teilnehmerinnen und Teilnehmer als sinnvoll erachtet, um den eigenen Projektstand im Blick zu bewahren und auch rundherum von den anderen Praxisprojekten zu erfahren.

## 7 Ausblick und Danksagung

Das Smart Factory Bootcamp Salzburg wurde von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) als SmartFactoryCamp [11] unter der Projektnummer 887090 gefördert. Die Autoren bedanken sich für die gute Unterstützung durch den Fördergeber. Des Weiteren gilt der ITG Salzburg Dank für die Akquise der Unternehmen und für die Unterstützung in der Beantragung. Nicht zuletzt gilt der Dank der Autoren auch allen beteiligten Firmen und insbesondere den Teilnehmerinnen und Teilnehmern des Bootcamps.

Im Anschluss an das Bootcamp wurden auch einige weitere Schritte definiert und mit den Unternehmen und den beteiligten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern abgestimmt. In den nächsten Monaten erfolgt eine Vertiefung von Wissen in den oben genannten Bereichen sowie Etablierung von Multiplikatorinnen und Multiplikatoren in den Unternehmen. Dazu plant die Hochschule ein dementsprechendes Programm mit einem Angebot von Workshops und Trainings vor Ort bei den Firmen. Des Weiteren plant die Hochschule die Intensivierung des Wissenstransfers zwischen der Hochschule und den Unternehmen, in beide Richtungen gleichermaßen. Dies soll durch eine Steigerung der Anzahl der Partner für Folgevorhaben, durch die Akquise von Folgeprojekten aufbauend auf die Praxisprojekte, sowie durch gezielten Transfer von Fragestellungen in die Lehre an der Hochschule, realisiert werden. Geplant ist auch die Unterstützung von weiteren Unternehmen im systematischen Aufbau und der Höherqualifizierung des vorhandenen Personals. Angebote werden aus dem Bootcamp und dem Feedback aus den Workshops und Ergebnisse aus den Praxisprojekten realisiert. Nicht zuletzt werden Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem Bootcamp auch in die Lehre an der Hochschule integriert. Das begleitende Praxisprojekt soll sowohl in den Bachelorstudien als auch in den Masterstudiengängen in die Praxisausbildung integriert werden.

## 8 Literatur

- [1] Sternberg, R. J. (1997). A Triarchic View of Giftedness: Theory and Practice. In Coleangelo; Davis (eds.). Handbook of Gifted Education. pp.43–53.
- [2] Hugh H. Benson: Socratic Method. In: Donald R. Morrison (Hrsg.): The Cambridge Companion to Socrates, Cambridge 2011, S. 179–200, hier: 184.
- [3] Kelley, T., & Kelley, D. (2015). Creative Confidence. London, UK: William Collins.
- [4] Müller, R., Franke, J., Henrich, D., Kuhlenkötter, B., Raatz, A., & Verl, A. (2019). Handbuch Mensch-Roboter-Kollaboration. München, Germany: Carl Hanser Verlag.
- [5] Strategyzer. (2010). Business Model Generation. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [6] Strategyzer. (2014). Value Proposition Design. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- [7] Shearer, C. (2000). The CRISP-DM model: the new blueprint for data mining. Journal of data warehousing, 5(4), 13-22.
- [8] Stanford Artificial Intelligence Laboratory et al. (2018). Robotic Operating System. Retrieved from <https://www.ros.org>
- [9] Brooke, John. (1995). SUS: A quick and dirty usability scale. Usability Eval. Ind., 189.
- [10] Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort, Digitale Kompetenz und Arbeitsmarkt, [https://www.bmdw.gv.at/Themen/Digitalisierung/Gesellschaft/Digitale-Kompetenz\\_Arbeitsmarkt.html](https://www.bmdw.gv.at/Themen/Digitalisierung/Gesellschaft/Digitale-Kompetenz_Arbeitsmarkt.html)
- [11] Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH, FFG Projektdatenbank, Bootcamp Smart Factory Salzburg, <https://projekte.ffg.at/projekt/4127690>