



## Entwicklung eines Curriculums für einen Luftfahrtmechatroniker

### Projektergebnis 2

# Zusammenfassung der Erkenntnisse und Ergebnisse

DATUM: 23/11/22



Die auf der Website des AMTech-Projekts veröffentlichten Materialien sind als Open Educational Resources" (OER) klassifiziert und können frei (ohne Erlaubnis ihrer Urheber) heruntergeladen, verwendet, wiederverwendet, kopiert, angepasst und von den Nutzern geteilt werden, wobei die Quelle ihres Ursprungs angegeben wird.



Co-funded by  
the European Union

"Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung des Inhalts dar, der ausschließlich die Meinung der Autoren wiedergibt, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden."

## Inhaltsübersicht

1. Umfang und Ausmaß der Ergebnisse: eine Einführung in die für die Leser verfügbaren Inhalte	3
2. Präsentation der wichtigsten Ergebnisse: ein umfassender Überblick.....	3
Europäische Union .....	4
Deutschland.....	4
Italien.....	6
Lettland.....	7
Polen .....	7
Spanien .....	8
3. Abschließende Bemerkungen und der weitere Weg.....	9

## 1. Umfang und Ausmaß der Ergebnisse: eine Einführung in die für die Leser verfügbaren Inhalte

Im Januar 2022 startete das AMTech-Konsortium eine detaillierte und eingehende Untersuchung, die darauf abzielt, relevante Trends und Dynamiken in der Luftfahrtindustrie mit besonderem Schwerpunkt auf dem Drohnensektor zu erfassen.

In Anbetracht der spezifischen Zielgruppen des Projekts (und der Personen und Organisationen, die potenziell von der Veröffentlichung dieses Dokuments profitieren könnten) konzentrierten die Partner ihre Forschungsanstrengungen auf KMU, Lehrer und Ausbilder des Berufsbildungssektors und deren Bedürfnisse, insbesondere im Hinblick auf den neuen Betriebskontext: Konkret bestand unser Ziel darin, quantitative und qualitative Indikatoren in Bezug auf Lehrpläne für die Luftfahrtindustrie und deren Fokus (oder nicht) auf den neuen Drohnensektor in Europa und allen durch die Partnerschaft vertretenen Ländern (Deutschland, Italien, Lettland, Polen und Spanien) zu untersuchen; weitere Herausforderungen, Qualifikationslücken und Bedarfsanalysen aufzuzeigen; neue und/oder etablierte Möglichkeiten für die Aus- und Weiterbildung im Drohnensektor für Arbeitgeber und Arbeitnehmer zu extrapolieren.

Diese länderübergreifende Untersuchung dauerte sechs Monate und sammelte relevante Inputs und Ergebnisse sowohl aus sekundären als auch primären Quellen. Die Partner führten die Kartierungsaktivitäten von zwei verschiedenen Analysefronten aus: Einerseits untersuchten die Projektpartner zuverlässige und vertrauenswürdige Literaturquellen, die von internationalen und nationalen Institutionen veröffentlicht wurden; andererseits führten sie auch eine Umfrage mit dem spezifischen Ziel durch, aussagekräftige Erkenntnisse von den Zielgruppen aus ganz Europa zum Thema des Projekts zu sammeln.

Der Bericht ist wie folgt gegliedert:

- TEIL A - umfassende Präsentation und Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der vom Projektkonsortium durchgeführten Literaturrecherchen. Die Ergebnisse sind nach Ländern geordnet und liegen in allen Sprachen vor, die offiziell im AMTech-Projekt vertreten sind.
- TEIL B - Sammlung aller von den Partnern fertig gestellten Berichte, die den Lesern in ihrer vollständigen Form präsentiert werden (nur auf Englisch verfügbar).
- TEIL C - Tabelle, die die Ergebnisse der Umfrage zusammenfasst (nur auf Englisch verfügbar).

Die wichtigsten Ergebnisse der Analyse dienen als Grundlage für die weitere Umsetzungsphase des Projekts, die die Entwicklung, Prüfung und Feinabstimmung des im Rahmen des AMTech-Projekts zu entwickelnden Schulungsmaterials umfasst. Dank der während des gesamten Untersuchungszeitraums durchgeführten Forschungsaktivitäten waren die Projektpartner in der Lage, eine Bestandsaufnahme der Schulungsbereiche vorzunehmen, die für die Zielgruppen hinsichtlich des Schulungsbedarfs bei der Arbeit mit Drohnen wichtiger zu sein scheinen als andere. Dies ist eine Chance für mehr Effektivität und Effizienz, und die Schüler sind besser auf den Eintritt in den Arbeitsmarkt vorbereitet.

## 2. Präsentation der wichtigsten Ergebnisse: ein umfassender Überblick

In den folgenden Abschnitten haben die Leser die Möglichkeit, sich mit den wichtigsten Ergebnissen vertraut zu machen, die von den einzelnen Partnern in Bezug auf ihren geografischen Bezugskontext hervorgehoben wurden (Europa für IHF asbl; Deutschland für das Centrum für Innovation und Technologie GmbH und die DroneMasters Academy; Italien für IDP European

Consultants; Lettland für die Kuldiga Technology and Tourism School, Polen für die Nowa Sol VET school und Spanien für das IWS).

Diese Ergebnisse beziehen sich auf kritische Bedarfsanalysen und Qualifikationslücken, die von den Projektpartnern ermittelt wurden. Eine detaillierte Darstellung der qualitativen und quantitativen Trends und Dynamiken in der Luftfahrtindustrie mit besonderem Schwerpunkt auf dem Drohnensektor finden die Leser in den konsolidierten Länderberichten in TEIL B.

## Europäische Union

Es wird erwartet, dass die Branche der unbemannten Luftfahrtsysteme (wie Drohnen) ein Motor für die Beschäftigungsfähigkeit, Innovation und Entwicklung der Luft- und Raumfahrtindustrie der EU sein wird. Die industrielle Anwendung von Drohnen kommt einer Vielzahl von Sektoren zugute (Landwirtschaft, Energie, öffentliche Sicherheit, elektronischer Handel, Mobilität usw.), was erhebliche Spillover-Effekte für die auf diesen Märkten tätigen Unternehmer mit sich bringt.

Trotz der großen technologischen Fortschritte, die in den letzten zehn Jahren zu beobachten waren, sind weitere Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen erforderlich, um den Wert zu steigern, den die Drohnenindustrie für die Endnutzer schaffen kann. Die meisten potenziellen industriellen Anwendungen befinden sich noch in einem frühen Stadium der Erprobung, und die öffentliche Meinung ist in Bezug auf Datenschutz und Sicherheit noch geteilt.

Die Arbeit der Regulierungsbehörden zielt darauf ab, die gesellschaftliche Akzeptanz dieses neuen Phänomens zu erleichtern, ohne die Innovationswege der vielen neuen Unternehmen im Bereich der unbemannten Luftfahrzeuge übermäßig zu belasten. Die Wettbewerbsaussichten für die Unternehmen in der Drohnenbranche sind vielversprechend, aber andererseits besteht die Gefahr, dass es dem Sektor an Berufsprofilen mangelt, die die große technologische Effizienz dieser neuen Spitzentechnologie ermöglichen.

Die in dem Bericht durchgeführte Analyse auf europäischer Ebene zielt darauf ab, in knapper und umfassender Form den Ausbildungsbedarf zu bewerten, der die Gestaltung, die Struktur und die folgenden Lernergebnisse des Lehrplans für Mechatroniker der Luft- und Raumfahrttechnik bestimmt. Die aus der Literatur entnommenen Referenzen geben in gewisser Weise einen Hinweis darauf, wie dieser Lehrplan auf Berufsbildungsebene aussehen sollte, welche Kenntnisse und Fertigkeiten ein solches Berufsprofil erfordern könnte, usw. Die meiste Mühe wurde in die Interpretation und Entschlüsselung von Daten investiert, um einen Archetyp zu formen, der noch im Entstehen begriffen ist.

Die gesammelten Daten und Ressourcen ermöglichten die Systematisierung eines idealen Lehrplanrahmens für die Wartung von Drohnen, der dem von diesem Projekt angestrebten Berufsprofil und den Bedürfnissen von Schulungs- und Ausbildungsanbietern entsprechen könnte. Die Gliederung dieses theoretischen Rahmens für die von der IHF angebotene Aus- und Weiterbildung gliedert sich in drei Bereiche, die nach unserer Einschätzung eng mit dem menschlichen Faktor unbemannter Fahrzeuge zusammenhängen und daher für den Aufbau von Kapazitäten von strategischer Bedeutung sind: Hardware-Know-how, Software-Verständnis, Einstellung zur Multifunktionalität.

## Deutschland

Die deutsche Luft- und Raumfahrtindustrie hat in den letzten zwei Jahrzehnten einen beispiellosen Erfolg erlebt. Seit Mitte der 90er Jahre hat sich der Umsatz der Branche mehr als vervierfacht - auf über 40 Milliarden Euro im Jahr 2018. Heute gehört die Branche zu den innovativsten und leistungsstärksten Industrien des Landes.

Branchenanalysten prognostizieren, dass in den nächsten 20 Jahren zwischen 30 und 35 Tausend neue Flugzeuge in Dienst gestellt werden, um die steigende weltweite Luftverkehrsnachfrage zu befriedigen - was zu einem neuen goldenen Zeitalter der Luftfahrt führen wird. Angesichts der steigenden Nachfrage nach Flugreisen und der zunehmenden Passagierzahlen erlebt die Branche einen plötzlichen Aufschwung bei bahnbrechenden Technologien von Unternehmen, die den Markt durch innovative Dienstleistungen und Kundenerlebnisse erobern wollen. Eine der Innovationen, die die Luftfahrtindustrie vorantreibt, ist die "Elektrifizierung". Branchenexperten zufolge werden elektrische Energie- und Antriebssysteme den Weg für die fortschrittliche Luftmobilität (Advanced Air Mobility, AAM) ebnen und geräuschlose Kurz- und Senkrechtstarts und -landungen ermöglichen, während gleichzeitig die Emissionen und der Treibstoffverbrauch gesenkt werden (Rolls Royce, 2022). Neben der Elektrifizierung tragen neue Materialien und Verbundwerkstoffe sowie Änderungen an der Gesamtkonstruktion von Flugzeugen (z. B. Nachrüstung mit Winglets) dazu bei, die Treibstoffeffizienz durch geringeres Gewicht und verbesserte Aerodynamik zu steigern.

Von der intelligenten Fertigung ("INDUSTRIE 4.0") über die Revolution im Planungszyklus von Fluggesellschaften bis hin zum Beginn der Konnektivität während des Fluges - die digitale Revolution hat erhebliche Auswirkungen auf die Luft- und Raumfahrtindustrie. IT-Lösungen werden alle Aspekte der Produktion und des Betriebs von Fluggesellschaften durchdringen (einschließlich Wartung und Technik, Boden- und Flugbetrieb). Darüber hinaus führt die fortschreitende technologische Spezialisierung zur Auslagerung von Systemen - wie z. B. der Avionik-Elektronik - und der Konstruktion und Produktion von Flugzeugstrukturen.

Bei all diesen Umwälzungen in der Branche ist es offensichtlich, dass die Arbeitskräfte von morgen, die diese Systeme/Plattformen entwerfen, herstellen, betreiben, warten und instand halten, neue Qualifikationen benötigen werden. Da sich Technologie und Industriestandards so schnell weiterentwickeln, müssen die Hersteller selbst dazu beitragen, die nächste Generation von Arbeitnehmern zu formen und auszubilden. Da das Interesse an handwerklichen Berufen nach wie vor gering ist, müssen die Unternehmen der Luft- und Raumfahrtindustrie das öffentliche Interesse an der Raumfahrt nutzen und die Einschreibung in berufliche Studiengänge fördern. Das Interesse an der Luft- und Raumfahrtindustrie könnte auf andere Sektoren übergreifen, so dass die erworbenen Qualifikationen direkt in andere Sektoren übertragen werden können. Luft- und Raumfahrtunternehmen könnten dazu beitragen, den Arbeitskräftemangel zu beenden, der den Industriesektor seit mehr als einem Jahrzehnt beeinträchtigt.

Die Beteiligung der Hersteller an der beruflichen und allgemeinen Bildung hat bereits viele Formen angenommen, aber es gibt unbegrenzte Möglichkeiten, die Bildung in den verschiedenen Sektoren zu unterstützen. Der direkteste Weg ist der Aufbau von Beziehungen zu den örtlichen Handels-, Berufs- und Fachschulen, insbesondere zu solchen, die Programme anbieten, die für die Branche oder die Bedürfnisse der Hersteller relevant sind. Auch eine Beteiligung der Regierung und von Bildungseinrichtungen ist nicht auszuschließen, da ihre Beteiligung an der Bereitstellung von Ressourcen und Mitteln dem Erfolg eines solchen Programms abträglich wäre.

In Deutschland sind 10.300 Arbeitnehmer hauptsächlich bei Drohnenunternehmen beschäftigt. Die meisten Beschäftigten (80 %) sind in der Kategorie Dienstleistungsmarkt tätig. Dies bezieht sich in erster Linie auf diejenigen, die im Rahmen ihrer Beschäftigung Hard- und Software einsetzen, um Aufgaben für andere Unternehmen zu erfüllen, aber auch auf diejenigen, die in Bereichen wie Forschung und Entwicklung, Wartung und Reparatur sowie Beratung tätig sind. Beschäftigte von Unternehmen, deren Hauptgeschäft nichts mit Drohnen zu tun hat, in denen aber bestimmte Mitarbeiter mit Drohnenaufgaben betraut sind, werden ebenfalls in dieses Segment aufgenommen.

Eine der größten Herausforderungen, mit denen Deutschland derzeit konfrontiert ist, ist der Mangel an qualifizierten Arbeitskräften, die Arbeitsplätze im Zusammenhang mit Elektroflugzeugen und unbemannten Flugsystemen (UAS) wie Drohnen besetzen können. Da

diese neuartigen Plattformen auf neuen Technologien beruhen, die sich aus verschiedenen technischen Disziplinen wie Elektrotechnik, Werkstofftechnik, Elektrochemie, Informatik, Informationstechnologie, maschinelles Lernen, künstliche Intelligenz (KI) usw. ergeben, muss der Lehrplan grundlegend überarbeitet werden.

## Italien

Die italienische Branche der unbemannten Luftfahrtsysteme (UAS) ist durch zwiespältige Trends gekennzeichnet. Auf der Grundlage der jüngsten Analyse des italienischen Drohnen-Observatoriums des Polytechnikums Mailand, einem erstklassigen Forschungszentrum auf nationaler Ebene, umfasst das Hemmnis-/Treibermodell für diese Branche fünf wichtige Variablen: die Entwicklung der Gesetzgebung, die Unternehmenskultur und die internen Kompetenzen (d. h., in diesem Bericht als "menschlicher Faktor" bezeichnet), die Vernetzung und externe Zusammenarbeit mit Stakeholdern und anderen Interessengruppen, die technologische Reife sowie die Erfassung, Sammlung und Verarbeitung von Daten. Die fehlende Regulierung im Vergleich zu den Technologien, die häufigen Änderungen der normativen Aussichten und nicht zuletzt der allgemeine Mangel an Verständnis der Nachfrageseite für die konkreten Möglichkeiten und Vorteile, die diese Technologie garantieren kann, scheinen unter den Unternehmen und den Akteuren des Sektors immer wieder diskutiert zu werden.

Erwähnenswert ist auch die Tatsache, dass die Branche der unbemannten Luftfahrtsysteme größtenteils von Kleinstunternehmen bevölkert wird, die trotz ihrer sehr innovationsorientierten Kultur mit den gleichen Herausforderungen konfrontiert sind wie alle anderen Kleinunternehmen, unabhängig von ihrem Tätigkeitsbereich (d. h. Internationalisierung, Vernetzung und Zugang zu Finanzmitteln, auch durch alternative Kreditformen).

Trotz alledem weist die italienische Industrie für unbemannte Luftfahrtsysteme auch ein großes Potenzial für Innovation, Entwicklung und Beschäftigungsfähigkeit auf. Die offiziellen Statistiken des Polytechnischen Observatoriums bestätigen, dass sich der Drohnensektor sehr schnell von der COVID-Krise erholt und hohe Wettbewerbs- und Rentabilitätsmargen prognostiziert.

Im Rahmen dieses Berichts untersuchte IDP speziell die in der Gesetzgebung und in der vorhandenen Literatur vorhandenen Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für den Luft- und Raumfahrtmechatroniker, ein Berufsprofil, das auf formaler Ebene noch nicht definiert ist, das aber vor dem Hintergrund des Projekts für die Verbreitung des Sektors von entscheidender Bedeutung ist.

Im Vergleich zum Kapazitätsaufbau für Drohnenpiloten scheinen die Schulungs- und Ausbildungsressourcen für Drohnenbediener und -techniker, geschweige denn für Luft- und Raumfahrtmechatroniker, nirgendwo in der Literatur oder besser gesagt in einem zusammengestellten, institutionalisierten und strukturierten gemeinsamen Bezugsrahmen für interessierte Parteien zu finden zu sein. Dies ist vor allem auf die starke Fragmentierung der technischen/regulatorischen Anforderungen innerhalb des Sektors zurückzuführen, die von der industriellen Anwendung von Drohnen, dem spezifischen Sektor, in dem diese Anwendung gilt, und den bereichsspezifischen regulatorischen Rahmenbedingungen beeinflusst wird.

Neben einigen wenigen Koordinaten, die auf die technischen Fähigkeiten und Kenntnisse hinweisen, über die ein solches Profil verfügen sollte, sah das IDP jedoch auch ein theoretisches Modell für Lehrpläne vor, das sich auf die Einstellungen und qualitativen Merkmale konzentriert, die in diesem Beruf angewandt werden sollten und für die weitere Beschäftigungsfähigkeit von Bedeutung sind.

## Lettland

Die lettische Luft- und Raumfahrtindustrie ist ein kleiner Sektor mit großen Chancen und Exportmöglichkeiten, dessen technologische Entwicklungen in andere Tätigkeitsbereiche unseres täglichen Lebens einfließen. Insbesondere die Drohnenindustrie steht in Lettland noch am Anfang.

Die Luftfahrtindustrie in Lettland konzentriert sich hauptsächlich auf den privaten Sektor oder auf große Unternehmen, von denen das einzige AirBaltic ist. Der Sektor zeichnet sich durch sehr wenige große und mittlere Unternehmen aus, dafür aber durch eine viel größere Anzahl kleiner Unternehmen. Es gibt keine aktuellen Daten über die Drohnenindustrie als Industriezweig in Lettland. Einige Fabriken sind auf den Verteidigungsmarkt ausgerichtet, andere auf private Anhänger für sportliche Aktivitäten, einige für Ausstellungen.

Die Ausbildung in der Luftfahrtindustrie in Lettland basiert hauptsächlich auf dem Bedarf von AirBaltic und der Ausbildung von Fachkräften für das Unternehmen. AirBaltic hat einige Kooperationen mit lokalen Tierarztschulen geschlossen. In der Privatwirtschaft wird vor allem gelehrt, wie man eine Drohne steuert und in welchen Bereichen sie eingesetzt werden darf. Bis auf wenige Ausnahmen werden keine Ausbildungen in den Bereichen Elektronik, Mechanik oder Mechatronik angeboten.

Wenn wir uns direkt dem UAV-Sektor zuwenden, stellen wir fest, dass eines der Hauptprobleme für Arbeitgeber darin besteht, dass sie aufgrund des Mangels an spezifischer Ausbildung kein qualifiziertes Personal finden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Ausbildung in der Luftfahrt insgesamt gut ist, insbesondere im Bereich der beruflichen Bildung. Im speziellen Bereich der Drohnen und unbemannten Luftfahrzeuge konzentriert sich die Ausbildung jedoch hauptsächlich auf die Bedienung des Luftfahrzeugs und vernachlässigt andere grundlegende Elemente für die Ausbildung eines guten Fachmanns wie Elektronik, Informatik, Montage usw.

## Polen

Die Legitimität der Projektdurchführung wird durch die im Bericht vorgestellten Analysen des Luftverkehrsmarktes in Polen bestätigt, insbesondere des Drohnenmarktes, der durch eine hohe Wachstumsdynamik gekennzeichnet ist. Drohnen, als Werkzeug, als System sollten auf drei Ebenen betrachtet werden.

Die erste ist die Ausrüstung selbst, ihr Design, die Verwendung modernster Materialien und Energiesysteme. Und genau hier liegt die große Herausforderung beim Bau von Bildungs-, Technik- und Serviceeinrichtungen. So wie in der Luftfahrtindustrie der Prozess der Entwicklung, des Baus, der Aufrechterhaltung der Lufttüchtigkeit und schließlich der Reparatur durch internationale Luftfahrtgesetze klar geregelt ist, so muss auch im Falle von Drohnen, deren Anwesenheit im Lebensraum der Menschen immer alltäglicher werden wird, die Aufsicht über ihre Entwicklung und Wartung an gesetzliche Normen gebunden sein. Dies ist auf die Notwendigkeit zurückzuführen, hohe Sicherheitsstandards zu gewährleisten. Daher wird die Entwicklung der technischen Ausbildung in diesem Bereich als wesentlich angesehen.

Der zweite Aspekt ist die Frage des Einsatzes von IT-Lösungen und künstlicher Intelligenz. Die Idee hinter den Drohnen ist ihre Autonomie, die es ihnen ermöglicht, ihr volles Potenzial ohne die ständige Anwesenheit eines Menschen zu nutzen. BSP-Flüge sind bei Sicht und außerhalb der Sichtweite des Bedieners möglich. Insbesondere die Entwicklung von Lösungen, die es ermöglichen, Drohnen als autonome Einheiten einzusetzen, die aufeinander reagieren und das Managementsystem erlernen, stellt die größte Chance für einen breiten Einsatz von Drohnen dar. Der Einsatz von künstlicher Intelligenz (KI) für die Entwicklung dieser Systeme wird daher immer

wichtiger.

Die dritte Säule ist der Anwendungsbereich. Transport, Überwachung, Unterhaltung oder militärische Nutzung sind nur einige der Bereiche, in denen Drohnen ihren Platz finden werden. Die Entwicklung der Technologie und vor allem die Entwicklung neuer, effizienter und langlebiger Energiesysteme für Drohnen wird deren volle Anwendung ermöglichen, die heute nur schwer vorhersehbar ist.

Man könnte sagen, dass die einzige Grenze für den Einsatz von Drohnen unsere menschliche Vorstellungskraft ist. Es handelt sich nicht um ein neues Fluggerät, sondern um eine völlig neue technische Ebene mit noch schwer vorhersehbaren Anwendungen. Der Einsatz von Drohnen kann die Herangehensweise an ihre Verwendung beispielsweise in urbanen Räumen, bei breit angelegten Dienstleistungen für die Öffentlichkeit, dramatisch verändern und die Lebensqualität der Bevölkerung stark beeinflussen.

## Spanien

Die spanische Luft- und Raumfahrtindustrie ist ein Sektor mit hoher Wertschöpfung und Exportorientierung, dessen technologische Entwicklungen in andere Tätigkeitsbereiche des täglichen Lebens einfließen.

Die Luft- und Raumfahrtindustrie in Spanien konzentriert sich hauptsächlich auf Produkte von Airbus, ergänzt durch die Beteiligung an Programmen von Boeing, Embraer, Bombardier und Sikorsky, um nur einige zu nennen. Der Sektor zeichnet sich durch sehr wenige Großunternehmen, eine größere Anzahl mittlerer Unternehmen und eine weitaus größere Anzahl kleiner Unternehmen aus. In Spanien gibt es 436 Unternehmen mit EN9100-Zertifizierung, die sich auf 670 Produktionszentren verteilen. KMU machen 96 % der Unternehmen des Sektors aus, und 15 Unternehmen haben mehr als 250 Beschäftigte.

Die spanische Industrie ist derzeit in allen Tätigkeitsbereichen vertreten; der größte Teil des Luftfahrtsektors (76 %) ist im Bereich "Flugzeuge und Strukturen" tätig, 11 % im Bereich "Triebwerke" und 12 % im Bereich "Ausrüstung und Systeme". Ein wesentlicher Unterschied zu den übrigen europäischen Unternehmen besteht darin, dass die spanischen Luftfahrt- und Raumfahrtunternehmen einen ergänzenden Beitrag zum Umsatz des zivilen und des Verteidigungsmarktes leisten.

Zwischen 2014 und 2019 war die Gesamtentwicklung des nationalen Verteidigungs- und Luftfahrtsektors stets positiv, bis hin zu dem Punkt, dass er "der am schnellsten wachsende Industriesektor in Spanien" war. Die zivile Luft- und Raumfahrtindustrie war 2019 am stärksten von der Covid-19-Krise betroffen, da die Nachfrage nach neuen Flugzeugen zurückging. Die Flüge wurden für einen Großteil des Jahres 2020 ausgesetzt, was zu einem allgemeinen Rückgang der Produktionstätigkeiten führte.

Die Erholung des Sektors hängt von der Wettbewerbsfähigkeit ab, die erreicht werden soll:

- große Anstrengungen für F&E&I zu unternehmen
- Investitionen in Technologie
- durch die Beibehaltung der Kapazität, den gesamten Werdegang eines Flugzeugs abzudecken: Konzeptionsphase, Entwurf, Entwicklung, Herstellung, Montage, Zertifizierung, Verkauf und Unterstützung des Produkts nach seiner Inbetriebnahme.

Wissen, Ausbildung und Investitionen in F&E&I sind der Schlüssel zur Entwicklung der Luft- und Raumfahrtindustrie. Die kontinuierliche Ausbildung von qualifizierten Fachkräften ist für die Wettbewerbsfähigkeit der Branche unerlässlich.

Die Ausbildung in der Luftfahrtindustrie in Spanien erfolgt hauptsächlich im Rahmen der



Berufsausbildung, die in den folgenden Programmen angeboten wird:

- Ausbildungszyklus für die luftfahrttechnische Instandhaltung,
- Techniker für die Montage von Strukturen und Anlagen für Luftfahrtsysteme,
- Höherer Techniker für die luftfahrttechnische Instandhaltung von Flugzeugen mit Turbinentriebwerk,
- Höherer Techniker für die Wartung elektronischer und avionischer Luftfahrtsysteme.

Diese Studiengänge decken alle Arten von Themen ab, die mit der Luftfahrt zu tun haben, aber nicht direkt mit UAVs. An der Universität in Spanien gibt es auch Abschlüsse in Luft- und Raumfahrttechnik.

Im Bereich der Drohnen und unbemannten Flugsysteme wird die Ausbildung von privaten Akademien durchgeführt und konzentriert sich fast ausschließlich auf den Betrieb und die Navigation von Drohnen. Bis auf wenige Ausnahmen werden keine Ausbildungen in den Bereichen Elektronik, Mechanik oder Mechatronik angeboten. Wenn wir uns direkt an den UAV-Sektor wenden, stellen wir fest, dass eines der Hauptprobleme für die Arbeitgeber darin besteht, dass sie aufgrund der fehlenden spezifischen Ausbildung kein qualifiziertes Personal finden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es in Spanien insgesamt eine gute Luftfahrtausbildung gibt, insbesondere im Bereich der beruflichen Bildung. Im speziellen Bereich der Drohnen und unbemannten Luftfahrtsysteme konzentriert sich die Ausbildung jedoch hauptsächlich auf die Bedienung des Luftfahrzeugs und vernachlässigt andere grundlegende Elemente für die Ausbildung eines guten Fachmanns wie Elektronik, Informatik, Montage usw.

### 3. Abschließende Bemerkungen und der weitere Weg

Wie bereits erwähnt, ist die Standardisierung eines Curriculums für Luft- und Raumfahrtmechatroniker aufgrund der Heterogenität der vielen Anwendungsbereiche, der Divergenz zwischen den einzelnen betrachteten Segmenten und der technologiegetriebenen Anforderungen von Branche zu Branche relativ komplex.

Nach Einschätzung des Projektkonsortiums sind die verfügbaren Ressourcen noch sehr stark auf die Einstellungen, Fähigkeiten und Kenntnisse der Piloten ausgerichtet. Nichtsdestotrotz ist die Zuverlässigkeit des gesamten Systems, das das Fahrzeug, die Bodenstation und die Kommunikationsausrüstung umfasst, untrennbar mit dem Faktor Mensch verbunden, zu dem die Mechatroniker sicherlich gehören.

Belege und Erkenntnisse deuten darauf hin, dass dieser menschliche Faktor in drei Elemente und damit zusammenhängende Teilaspekte aufgeteilt werden kann:

Hardware	Software	Personal
Logistik und Handhabung von typischerweise extrem zerbrechlichen Komponenten	Software-Verwaltung	Sensorisches und erfahrungsbasiertes Know-how zur Fahrzeugleistung
Montage von elektrischen Anlagen und sichere Lagerung von Rohstoffen	Überwachung und Bewertung der Fahrzeugleistung	Multikompetenz (d. h. Kombination von Kenntnissen in Elektrotechnik, Mechanik und Softwaretechnik)
Fundierte, spezialisierte und zuverlässige Kenntnisse über fahrzeugspezifische Elemente und Besonderheiten	Schnelles Denken bei anormalen/außergewöhnlichen Bedingungen	Gründliches Verständnis der
	Datenerfassung/Datenspeicherung/Datenverwaltung (und hohe Qualität der	

Batteriewartung und Einhaltung von Lade-/Entladezyklen und Sicherheitsverfahren	Informationen)	technischen Merkmale des Fahrzeugs
Krisen-/Fehlermanagement		
Datenverwaltung des Flugverlaufs und Aufzeichnung von Trends		
Datenverwaltung der Wartungshistorie einzelner Komponenten		
Grundkenntnisse über alternative Antriebssysteme		

Auf der Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse wird als nächster Schritt der Ausbildungslehrplan für den Luft- und Raumfahrtmechatroniker entwickelt. Zusätzlich werden während der Projektlaufzeit 6 Ausbildungsmodule entwickelt, um die Themen des Lehrplans zu unterstützen. Die Themen der Ausbildungsmodule wurden als plausible Interessensschwerpunkte auf die Partner verteilt, basierend auf dem spezifischen Hintergrund, dem Know-how und der Expertise der einzelnen Organisationen.

Die Ausbildungsbereiche werden wie folgt bestätigt:

1. Wie man digitale Schulungsinhalte über eine digitale Schulungsplattform bereitstellt
2. Ressourcen für Unterricht und Ausbildung in der Berufsbildung
3. Wie man Schüler für die Online-Schulung begeistern kann
4. Theoretische Ausbildung in der Drohnenindustrie auf der Grundlage von MINT-Fächern in der Tierarztausbildung
5. Praktische Anwendung von MINT in der Berufsbildung
6. Einführung in die UAS-Technologie und ihre Zukunft