

AI in Österreich

Eine Annäherung auf Basis wirtschaftsstatistischer Analysen

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung	5
2 Hintergrund und Zielsetzung	11
3 AI: Definition und Einsatzgebiete.....	12
4 Methoden	16
5 AI-Unternehmen in Österreich.....	18
5.1 AI-Unternehmen in Sekundärstatistiken	18
5.2 AI-Unternehmen nach Wirtschaftssektoren	22
5.3 Matching	33
5.4 Anwendungsgebiete und Technologien	37
5.5 Start-ups und Geschäftsmodelle für AI-Innovation.....	42
5.6 Barrieren und Hemmnisse	45
5.7 Wertschöpfungs- und andere Effekte von AI	47
6 AI-Forschungseinrichtungen in Österreich	53
6.1 Organisationen.....	53
6.2 Kompetenzen und Themen	54
6.3 Forschungsförderung des Bundes.....	56
7 AI im öffentlichen Sektor	67
8 Internationale AI-Strategien.....	69
8.1 Überblick	69
8.2 Anwendungsgebiete.....	75
8.3 Handlungsfelder der Strategien.....	76
9 Schlussfolgerungen	77

10 ANHANG.....	81
Tabellenverzeichnis.....	95
Abbildungsverzeichnis	96
Literaturverzeichnis	97
Abkürzungen	99
Impressum	100

Studienautoren

Dr.tech. Dr. phil. *Erich Prem* ist Chefstrategie und Geschäftsführer von eutema. Er arbeitet als Berater im strategischen Forschungs- und Innovationsmanagement. Er ist häufiger Koordinator internationaler Forschungsprojekte und Evaluators von F&E-Projekten und – Programmen. Erich Prem war Gastforscher am Artificial Intelligence Lab des MIT in den USA. Er ist diplomierter Wirtschaftstechniker, absolvierte das Doktoratsstudium der technischen Wissenschaften an der Universität Wien und erhielt das Doktorat für Philosophie von der Universität Wien für seine Arbeiten im Bereich der Wissenschaftstheorie. Erich Prem arbeitet wissenschaftlich in den Bereichen der Artificial Intelligence, Forschungspolitik, Innovationsforschung und Wissenschaftstheorie.

Sascha Ruhland, M.A. ist Politikwissenschaftler und seit 2008 Projektleiter der KMU Forschung Austria. Sascha Ruhlands Arbeitsschwerpunkte liegen im Management und in der Durchführung von Studien und Analysen im FTI-politischen Umfeld so genannter key enabling technologies sowie der Evaluierung von Forschungsförderungsprogrammen und den entsprechenden Akteuren im regionalen, nationalen und internationalen Umfeld.

1 Zusammenfassung

Zielsetzung

Die vorliegende Studie analysiert das Wirtschafts- und Technologiefeld Artificial Intelligence (AI, „künstliche Intelligenz“, KI). Ziel dieser Studie war es daher, Zahlen, Daten, Fakten zu AI in Österreich auf der Basis existierender Informationen strukturiert zu erheben und zu analysieren. Neben einer Analyse verschiedener Sekundärstatistiken (u.a. aus der IKT-Landkarte, den Förderungsdaten von FFG und Horizon 2020, der IKT-Erhebung der Statistik Austria, der Leistung- und Strukturhebung der Statistik Austria sowie Arbeitsmarktdaten) wurden Interviews mit Expert_innen durchgeführt. Zusätzlich wurde zur Analyse der AI-Strategien anderer Länder eine entsprechende Web-/Desk-Recherche vorgenommen sowie weitere relevante Literatur (insbesondere aktuelle Studien zu Markt- und Veränderungspotenzial von AI in verschiedenen Wirtschaftsbereichen) untersucht. Die Studie wurde im Auftrag des BMVIT im Zeitraum Oktober 2018 bis Mai 2019 im Zusammenhang mit der österreichischen AI-Strategie „Artificial Intelligence Mission Austria 2030“ (AIM AT 2030) erstellt.

Definition und Teilgebiete der AI

Angelehnt an eine Definition der Europäischen Kommission versteht man unter dem Begriff *AI künstliche Systeme, die intelligentes Verhalten zeigen*. Diese Systeme analysieren ihre Umwelt und handeln mit einem gewissen Grad an Autonomie, um bestimmte Ziele zu erreichen. Es spielt dabei keine Rolle, ob es sich um reine Softwaresysteme handelt, die in virtuellen Umgebungen Aktionen setzen, oder um Hardware wie zum Beispiel Roboter. Eine mögliche grobe Kategorisierung kann anhand von Technologie- und Anwendungsbereichen, die als pragmatische Gruppierung verstanden werden, wie folgt aussehen:

- Wissensbasierte Systeme (die vor allem mit sprachlich konnotierten Symbolen und mit logischen und Datenbank-Methoden arbeiten)
- Lernende Systeme (insbesondere numerische und statistische Verfahren wie sie bei neuronalen Netzen zum Einsatz kommen)
- Robotik (ggf. eingeschränkt auf autonome und smarte Robotersysteme im Gegensatz zu klassischer Industrierobotik) und autonomes Fahren
- Mustererkennung, Bildverarbeitung und Videoanalyse (bzw. bildverstehende Verfahren)

- Sprachverarbeitende Systeme (sowohl Generierung als auch Analyse von Text und gesprochener Sprache)

AI in österreichischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen

Auf Basis der verfügbaren Sekundärstatistiken lassen sich ca. 600+ Unternehmen in Österreich identifizieren, die im Themenkomplex AI aktiv sind. Nur ein sehr kleiner Anteil der österreichischen Unternehmen insgesamt ist (nachvollziehbar und auf Basis verfügbarer Datenquellen nachweisbar) aktiv im Bereich AI. Der Anteil liegt dabei selbst in besonders als Anwendungsgebiet relevanten Sektoren wie dem Maschinenbau teilweise im Promillebereich.

Die meisten „AI-Unternehmen“ (d.h. ca. ein Drittel) in Österreich sind Software-Entwickler bzw. -Anwender (eigener) Lösungen und Anbieter entsprechender Datenverarbeitungen (von Business Intelligence bis Analyse bildgebender Verfahren aus dem medizinischen Bereich) oft in Kombination mit Beratungsleistungen. Deutlich relevant sind weiterhin (spezialisierte) Unternehmens- und Marktberater, die eigene Software entwickeln und zur Analyse von Unternehmensdaten, Börsenkursen usw. nutzen. Diese stellen etwa ein Viertel aller identifizierten AI-Unternehmen. Teilweise lässt sich auf Basis der Analyse der Kundenprofile dieser Unternehmen eine Spezialisierung auf österreichische Stärkefelder wie etwa Fahrzeug- und Maschinenbau erkennen.

Von Relevanz für die österreichische AI-Szene sind zudem Unternehmen aus Wirtschaftsbereichen F&E (4 %), Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (4 %), Telekommunikation (2 %), Herstellung (Maschinenbau, Anlagenbau, Fahrzeugbau, elektrische Ausrüstung, Datenverarbeitungsgeräte, pharmazeutische Erzeugnisse, Sensoren usw.). Letztere stellen insgesamt etwa 28 % der identifizierten Unternehmen mit Aktivitäten im Bereich AI, wovon die größten Anteile auf die Bereiche der Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten (ca. 7 % aller AI-Unternehmen) und Maschinenbau (4 %) entfallen.

Die höchste Dichte von AI-Unternehmen (d.h. prozentualer Anteil an allen Unternehmen des jeweiligen Wirtschaftsbereichs) findet sich in im Bereich der Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse (20 %), der Mineralölverarbeitung (20 %), Versicherungen (8 %) und Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (4 %).

AI ist Teil des Leistungs- und Kompetenzspektrums einer Reihe von Forschungsinstituten, die nicht immer ausschließlich informatischen Fächern zugeordnet sind. In der Vergangenheit haben nur einige wenige Institute in Österreich explizit AI-Lösungen entwickelt. Heute

erwähnen zahlreiche Organisationen AI-Kompetenzen und listen AI-Projekte z.B. auf ihren Webseiten auf. Die Institute, die sich in Österreich mit AI-Forschung beschäftigen, decken das Technologiespektrum gut ab. Besonders deutlich treten die Aktivitäten im Bereich des maschinellen Lernens hervor, aber auch symbolische Methoden (Wissensrepräsentation), Robotik und autonome Systeme sind gut vertreten. AI-Forschung wird fast österreichweit betrieben, wobei starke Schwerpunkte in Wien und Graz, aber auch in Linz (und Hagenberg) sowie in Klagenfurt liegen. Weitere regionale Aktivitäten bestehen in Innsbruck, St. Pölten und Klosterneuburg, sowie in Salzburg.

Start-ups und innovative Geschäftsmodelle

Start-ups spielen im Bereich der AI-Innovationen eine wichtige Rolle. Sie werden als Technologieführer und Träger der Kompetenz in AI-Technologie geschätzt. Sie verfügen häufig über spezifisches Wissen und bieten maßgeschneiderte Lösungen an. Sie sind flexibel und helfen bei der Lokalisierung von Produkten und Dienstleistungen im regionalen oder lokalen Kontext.

Derzeit stehen häufig Qualitätsverbesserungen und Optimierungen als Motivation für den Einsatz von KI im Vordergrund. Im Bereich echter Geschäftsmodellinnovation durch KI wird jedoch erwartet, dass Preisplanung und dynamische Preise ein wichtiger Aspekt von AI-Anwendungen werden können. Auch AI-as-a-Service ist bereits als konkreter Fall aufgetaucht und es gibt einen Trend in einigen Bereichen in Richtung hin zur Lizenzierung pro Anwendungsfall oder nach Volumen. Es scheint auch einen Trend zu geben, die Entwicklung von Lösungen auf die Kunden zu verlagern.

Rund um AI-Anwendungen und AI-Entwicklungen gibt es einen großen Bereich von Beratungstätigkeiten. Dies führt in einigen Fällen zum Verschwimmen der Grenze zwischen Consulting- und AI-Entwicklungsunternehmen.

Barrieren und Herausforderungen

Das zentrale Hemmnis für den Einsatz von AI stellt derzeit der Mangel an Personal dar, und zwar sowohl an AI-Generalist_innen als auch AI-Spezialist_innen in Themen wie beispielsweise neuronalen Netzwerken und Software-Ingenieur_innen in der AI. Ein weiteres Hindernis sind die Kosten für die Schaffung des erforderlichen Know-hows und für die Umsetzung von Innovationen. Entwicklungszeiten sind oft länger als erwartet, da viele AI-Techniken mehrere Entwicklungszyklen erfordern. Ein weiteres Problem ist der vorherrschende Hype um das Thema AI, der zu falschen Erwartungshaltungen und damit auch zu Enttäuschungen führt.

Es besteht noch ein gewisses Ausmaß an Kritik und Zurückhaltung gegenüber AI-Lösungen. KMU, die versuchen AI anzuwenden, sind aufgrund mangelnder Erfahrung, Personal, aber auch wegen der oft schwer erklärbaren Ergebnisse lernender AI-Systeme noch zögerlich. Darüber hinaus sind gerade KMU von der Problematik betroffen, dass ihnen möglicherweise Daten in für die Lernverfahren notwendiger Qualität und Quantität fehlen.

Internationale Strategien

In den letzten zwei Jahren haben Australien, China, Dänemark, Deutschland, die Europäische Kommission, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Italien, Japan, Kanada, Kenia, Malaisen, Mexiko, Neuseeland, nordbaltische Staaten, Polen, Russland, Singapur, Südkorea, Schweden, Taiwan, Tunesien, VAE und USA ihre Strategien erarbeitet, um die Anwendungen der AI zu voranzutreiben. Die Strategien unterscheiden sich zum überwiegenden Teil stark voneinander und legen den Fokus wie erwähnt auf verschiedene Aspekte von AI, aber auch auf unterschiedliche Anwendungssektoren.

Die Strategien stellen zumeist auf bestimmte Akteure im AI-Innovationssystem ab. Dies sind vor allem die breite Bevölkerung, Berufstätige, Forscher_innen und Wissenschaftler_innen, Unternehmen und die Administration. Die Strategien streben häufig eine Verbesserung der Ressourcen ab, wie z.B. im Bereich der Daten- und Rechnerinfrastruktur, verbesserte Aus- und Weiterbildung, leichter zugängliche Finanzmittel sowie verbesserte AI-Informationen.

Gemeinsame Themen fast aller Strategien sind die Verbesserungen der Personalressourcen, die engere Kooperation Industrie und Wissenschaft, ein verbesserter Zugang zu Daten (z.B. durch Open Data etc.) und die Rolle des Staates in Pilotanwendungen und Regulierung. Nur einige wenige Strategien betonen Aspekte wie die europäische und internationale Zusammenarbeit, die Rolle von AI in der Entwicklungszusammenarbeit, oder kreative und künstlerische Anwendungen von AI-Technologien.

Schlussfolgerungen

Die bekannten Schwerpunkte der österreichischen Industrie in den Bereichen Maschinen- und Fahrzeugbau bzw. allgemeiner die Herstellung von Metallerzeugnissen spiegeln sich bereits heute als wichtige Anwendungsgebiete der AI in Österreich wieder. Diese Sektoren stehen seit Jahrzehnten im internationalen Wettbewerb und haben daher zum guten Teil stark auf die Digitalisierung gesetzt.

Im Dienstleistungsbereich sind es natürlich die **AI-Entwicklungs- und Beratungsunternehmen mit AI-Schwerpunkten, die zu den Vorreitern gehören**. Auf Anwenderseite sind vor allem die **Versicherungs- und Finanzdienstleister als aktive und insgesamt große Sektoren** zu nennen.

Die anderen großen **Sektoren wie der Handel, Grundstücks- und Wohnungswesen und Bau lassen sich auf Basis der hier untersuchten Daten noch nicht als besonders aktiv im AI-Bereich identifizieren** – ggf. mit Ausnahme von Big Data Analysen. **Hier besteht also noch viel Potenzial** – schon allein aufgrund der Größe der Sektoren. Insgesamt kleinere Sektoren der Energie- und Wasserversorgung, Unternehmensführung und -beratung, Tourismus, Verkehr und Logistik scheinen bereits als AI-Anwender bzw. Entwickler in den Daten auf.

Die Daten zeigen eine **breite Palette von AI-Anwendungen** auf. Sie reichen vom Einsatz von Werkzeugen im Bereich natürlicher Sprache (sowohl in der Generierung als auch in der Analyse) über Assistenzsysteme zu Systemen für die Entscheidungsvorbereitung, Wissensmanagement und Prognose. Daneben spielen auch Robotersysteme, sowie die Entwicklung von autonomen Fahrzeugen eine große Rolle. In der Industrie bestehen neben robotischen Anwendungen, Fabrik- und Gebäudeautomatisierung und intelligenter Datenanalyse vor allem Anwendungen im Bereich des Qualitätsmanagements und der vorausschauenden Wartung.

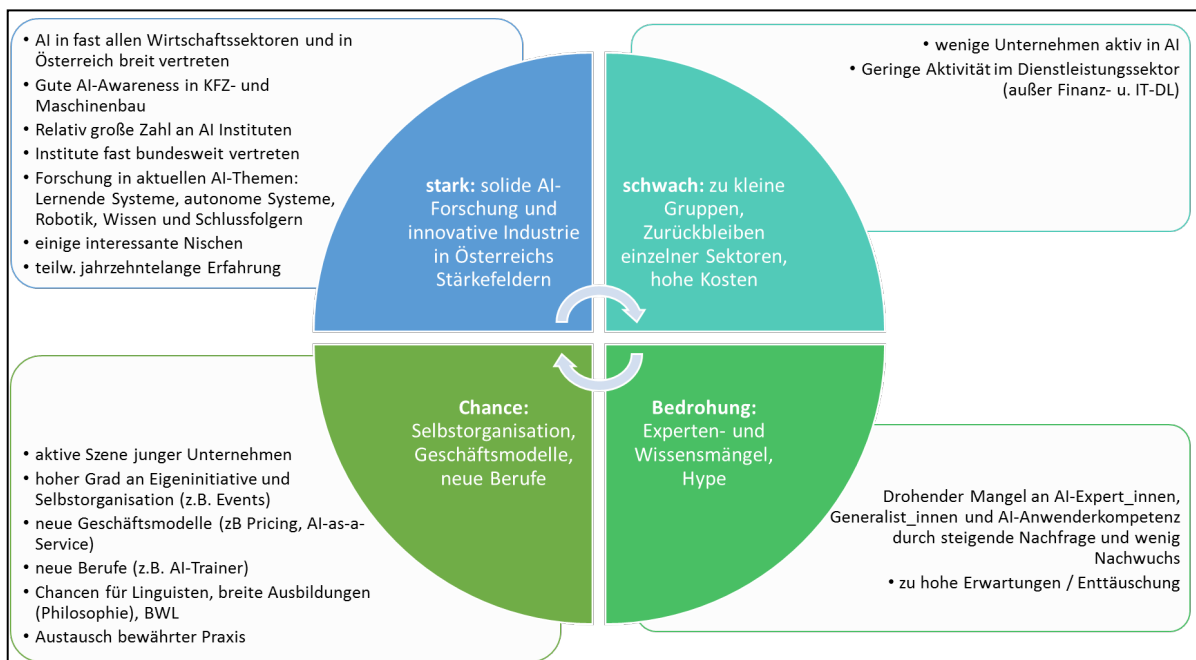
Die **Trennung von AI-Entwicklungs- und AI-Beratungsunternehmen ist nicht immer einfach**. Die Daten legen auch nahe, dass **kleine Unternehmen und vor allem Start-ups eine wichtige Rolle im Innovationssystem AI spielen**. Sie sind oft in der Lage, flexibler auf die Anforderungen von Betrieben zu reagieren und stellen spezialisiertes Wissen in Nischen zur Verfügung. Dieses Wissen wird auch von zahlreichen Instituten und Forschungseinrichtungen getragen, die im Bereich AI-Forschung und -Entwicklung aktiv sind. **Österreichs Institute verfügen über hohe Kompetenz in den wesentlichen AI-Teilfeldern**. Besonders ausgeprägt sind Projekte **im Bereich des maschinellen Lernens, symbolischer Verfahren, sowie in Robotik und autonomen Systemen**. Die relativ große Zahl von aktiven Gruppen und Themen legt aber nahe, dass **nur wenige Institute über eine kritische Größe in einem Thema verfügen**. Bloß anekdotische Evidenz aus den Interviews gibt es für einen geringen Grad an innerösterreichischer Vernetzung und Kooperation in der AI-Forschung.

Zu den größten Herausforderungen gehört – wie insgesamt im Bereich der Informationstechnologie – der Zugang zu kompetentem Personal. Der Mangel an AI-Wissen betrifft dabei alle Ausbildungsniveaus. Sogar Informatiker_innen mit Hochschulabschluss verfügen nicht notwendigerweise über ausreichende AI-Kenntnisse. Diese mangelnden Kenntnisse sind ein wichtiges potenzielles Hemmnis für eine umfassende AI-Nutzung in Österreich.

Eine SWOT-Analyse ergibt damit folgendes Bild:

- Österreich verfügt über eine solide AI-Forschung und eine innovative Industrie, die bereits im Bereich AI aktiv ist wie z.B. dem KFZ- und Maschinenbau. Viele Forschungseinrichtungen beschäftigen sich mit AI. Diese sind über fast ganz Österreich verteilt.
- Einzelne Sektoren der österreichischen Wirtschaft sind bisher kaum aktiv geworden (z.B. der Dienstleistungssektor) und es gibt nur wenige dezidierte AI-Anbieter. Die meisten Forschungsgruppen in Österreich sind sehr klein.
- Es gibt eine aktive AI-Szene innovativer Unternehmen und einen hohen Grad an Selbstorganisation (Plattformen, Events). Es gibt auch ein hohes Bewusstsein für neue Geschäftsmodelle, zum Beispiel für adaptive Preisbildung oder für *AI-as-a-Service*.
- Die hauptsächliche Bedrohung geht von einem Mangel an AI-Expertise aus. Dies betrifft auch Informatiker_innen und die Kompetenz von AI-Anwender_innen.

Übersicht: Stärken, Schwächen, Chancen und Herausforderungen für AI in Österreich



Quelle: eutema 2019

2 Hintergrund und Zielsetzung

Artificial Intelligence (AI) ist ein seit Jahrzehnten aktiver Forschungsbereich der Informatik, dessen Bedeutung in den letzten wenigen Jahren dramatisch zugenommen hat. AI-Komponenten finden sich heute nicht nur in teilautonomen Fahrzeugen und Produktionsanlagen, sie sind als sprachverstehende Systeme in vielen Haushalten vorhanden und haben längst Einzug in Wissenschaft und Forschung gehalten, z.B. in der Analyse komplexer Daten. AI-Systeme sind dabei nicht nur in hochpreisigen Industrieanlagen zu einem wichtigen Qualitäts- und Wettbewerbsfaktor geworden, sie sind zunehmend auch in der Unterhaltungsindustrie oder im Servicebereich vertreten. Der öffentliche Diskurs über Artificial Intelligence berührt neben den technischen, wissenschaftlichen und ökonomischen Aspekten zunehmend auch soziale Fragen, z.B. im Bereich der Auswirkungen auf Arbeit und menschliches Selbstverständnis sowie ethische Grundfragen.

Die vorliegende Studie wurde vom Bundesministerium Verkehr, Innovation und Technologie beauftragt. Hintergrund war das Fehlen von Erhebungen für Österreich, die das Wirtschafts- und Technologiefeld Artificial Intelligence (AI) im Einzelnen beschreiben und notwendig sind für die Darstellung der tatsächlichen Leistungsfähigkeit und Wirkung auf Wertschöpfung und Arbeitsplätze in Österreich. Ziel dieser Studie war es daher, Zahlen, Daten, Fakten zu AI in Österreich auf der Basis existierender Informationen strukturiert zu erheben und zu analysieren. Darin inbegriffen war die Identifikation und Analyse von AI-Akteuren in Wissenschaft, Wirtschaft, Industrie und im öffentlichen Sektor inklusive ihrer internationalen Vernetzung, die Untersuchung der Rolle, Bedeutung und des Einsatzes von AI in verschiedenen Sektoren und Branchen sowie die Identifikation von Schwerpunkten der österreichischen AI und AI-FTI Aktivitäten, d.h. Bestimmung nationaler Stärkefelder in Forschung und Wirtschaft.

Besonderes Augenmerk legt die vorliegende Studie auf die Feststellung ökonomischer Größen für Österreich:

- Anzahl der Beschäftigten, Umsätze, Bruttowertschöpfung, Exportumsätze
- Beitrag der AI zum BIP
- Anteil forschungsaktiver Unternehmen und Zahlen zu Ausgaben und Beschäftigten in F&E
- Chancen und Barrieren für KMU und Start-ups im Bereich AI

3 AI: Definition und Einsatzgebiete

Angelehnt an die Definition der Europäischen Kommission, versteht man unter Artificial Intelligence¹ (AI, KI) künstliche Systeme, die intelligentes Verhalten zeigen. Diese Systeme analysieren ihre Umwelt und handeln mit einem gewissen Grad an Autonomie um bestimmte Ziele zu erreichen. Es spielt dabei keine Rolle, ob es sich um reine Softwaresysteme handelt, die in virtuellen Umgebungen Aktionen setzen oder um Hardware wie zum Beispiel Roboter. Häufig sind AI-Systeme integrierter Bestandteil anderer technischer Systeme, z.B. in Fahrzeugen. Wichtige Beispiele für heutige AI-Systeme sind sprachverstehende Systeme (Sprachassistenten), Systeme zur Bildanalyse (Bildverstehen), Suchmaschinen, autonome Roboter und Fahrzeuge. AI-Systeme funktionieren oft auf der Basis von Regelwissen, das Expert_innen erstellen oder welches das AI-System aus Daten erlernt.

Da bereits die Definition von AI erhebliche Probleme bereitet, gilt dies natürlich auch für die Klassifikationen von Anwendungen, Unternehmen und Projekten in diesem Bereich. Wie bei allen informatischen Feldern besteht eine Dualität von Anwendungen und Technologien, d.h. AI meint sowohl die Technologie, aber eben auch ein breit gefächertes Feld unterschiedlicher Anwendungen. Weiters ist eine scharfe Trennung zwischen vielen Kategorien schon deswegen nicht möglich, weil für viele historische Disziplinen der AI heute Methoden zum Einsatz kommen, die aus anderen Feldern stammen. So sind z.B. sowohl in der Robotik als auch in der Spracherkennung häufig lernende Systeme im Einsatz. Ebenso verwenden heute viele Roboter bildverstehende Systeme. Ähnliches gilt für den Bereich Bild- und Videoverstehen. Dennoch erscheint es sinnvoll, Robotik als wichtiges Teilgebiet der AI zu verstehen, weil hier üblicherweise andere Probleme und Methoden angesprochen werden als z.B. im Bereich wissensbasierter Systeme. Aber sogar im Bereich symbolischer Wissensrepräsentation und deduktiver (logischer) Systeme kommen immer wieder auch lernende Verfahren zum Einsatz.

Es lassen sich dennoch einige wichtige grundsätzliche Wesensunterschiede angeben:

- Die Unterscheidung zwischen symbolischen Verfahren (Wissen in symbolischer Form in Datenbanken, Deduktionssysteme, Wissensrepräsentation) und vorwiegend numerischen Verfahren (neuronalen Netze, Gradientenoptimierung) erscheint vor dem Hintergrund der grundsätzlichen Unterschiede zwischen diskreten Algebren und kontinuierlichen Räumen der Analysis gerechtfertigt.

¹ Artificial Intelligence (AI) und künstliche Intelligenz (KI) gleichbedeutend verwendet.

- Die Unterschiede zwischen reinen Software-Systemen und physischer Hardware, wie sie vor allem in der Robotik zum Einsatz kommt, sind ebenfalls grundsätzlicher Natur und wurden in der Informatik ausführlich diskutiert. Allerdings macht die Einführung einer Klassifikation „Software“ wohl keinen Sinn. Vor allem die Unterscheidung von autonomen Robotersystemen (im Gegensatz zu klassischen Industrierobotern) hat eine gewisse Tradition in der AI.
- Historisch sind jedenfalls die beiden Bereiche Sprache und Wahrnehmung wichtige Teilgebiete der Artificial Intelligence. Sie finden sich heute im großen Feld der natürlichsprachigen Systeme (natural language processing, NLP) und im Bereich der Mustererkennung, Bild- und Videoverarbeitung, bzw. Bild- und Videoverstehen wieder.

Eine mögliche grobe Kategorisierung kann daher anhand von Technologie- und Anwendungsbereichen wie folgt aussehen:

- Wissensbasierte Systeme (die vor allem mit sprachlich konnotierten Symbolen und mit logischen und Datenbank-Methoden arbeiten)
- Lernende Systeme (insbesondere numerische und statistische Verfahren wie sie bei neuronalen Netzen zum Einsatz kommen)
- Robotik (ggf. eingeschränkt auf autonome und smarte Robotersysteme im Gegensatz zu klassischer Industrierobotik) und autonomes Fahren
- Mustererkennung, Bildverarbeitung und Videoanalyse (bzw. bildverstehende Verfahren)
- Sprachverarbeitende Systeme (sowohl Generierung als auch Analyse von Text und gesprochener Sprache)

Diese Kategorien sollten als pragmatische Gruppierung verstanden werden, die allerdings häufig auch in von Projektverantwortlichen selbst vergebenen Schlagworten auftauchen. Auch die Analyse der FFG-Daten und Interviews lässt diese kleinere Anzahl wichtiger Kategorien als nützlich, wenn auch nicht gänzlich vollständig erscheinen. Weitere mögliche Kategorien, die nach Bedarf berücksichtigt werden können sind:

- Autonome Softwaresysteme, intelligente Agenten (sie stellen eine Zwischenposition zwischen sprachbasierten, wissensbasierten und ggf. robotischen Verfahren dar.)
- Intelligente Datenanalyse und Visualisierung
- Kognitive Systeme (z.B. Simulationen tierischer oder menschlicher Kognition)
- Planungssysteme (diese können häufig den wissensbasierten Systemen zugerechnet werden)
- Semantische Systeme (die auch oft den wissensbasierten Systemen oder den sprachverarbeitenden Systemen zurechenbar sind)

Disziplinen der Artificial Intelligence

- Symbolische AI, Expertensysteme, regelbasierte Systeme, logische Verfahren
- Maschinelles Lernen
- Subsymbolische AI, neuronale Netze, Konnektionismus, tiefes Lernen, rekurrente Netze
- Autonome Systeme, körperbasierte Intelligenz, Robotik, situative Intelligenz
- Kognitionswissenschaften, kognitive Simulation
- Intelligente Agenten, sprachverstehende Systeme, Sprachassistenten
- Suche, Optimierung, Planung, Schlussfolgern, Reasoning
- Mustererkennung, Bildverstehen inklusive Videoverstehen

Derzeit gibt es keine allgemein anerkannte Definition der künstlichen Intelligenz. Für die vorliegende Studie wurden auf Basis der oben angeführten Elemente Stichworte zur Identifikation entsprechender Aktivitäten entwickelt. Diese reichten vom maschinellen Lernen über Wissensrepräsentation, autonome Roboter, Tiefenlernen, Mustererkennung usw.

Tabelle 1 Stichworte zur Identifikation von AI

Englisch	Deutsch
Artificial Intelligence	Künstliche Intelligenz
Machine Learning	Maschinelles Lernen
(Artificial) neural network, neural net	(Künstliches) neurales Netz, neuronales Netz
Expert system	Expertensystem
Knowledge representation	Wissensrepräsentation
Natural language processing	Sprachverarbeitung, natürlichsprachige Systeme
Computer vision, Image understanding	Computervision, Bildverstehen
Autonomous robots, autonomous system	Autonome Roboter, autonome Systeme
Problem solving	Problemlösen
(Automatic) Reasoning	Automatisches Schlussfolgern
Knowledge engineering	Wissenstechnik, Wissensverarbeitung
Automatic planning	Automatisches Planen

Englisch	Deutsch
Autonomous driving	Autonomes Fahren
Supervised learning	Überwachtes Lernen
Evolutionary computation	Evolutionäres Rechnen
Unsupervised learning	Unbeaufsichtigtes Lernen
Reinforcement learning	Verstärkendes Lernen
Deep learning	Tiefes Lernen
Machine translation	Maschinelle Übersetzung
Natural language interface	Natürlichsprachiges Interface
Machine perception	Maschinelle Wahrnehmung
Pattern recognition	Mustererkennung
Speech recognition	Sprachverstehen
Object recognition	Objekterkennung
Facial recognition	Gesichtserkennung
Motion planning, motion control	Bewegungsplanung, Bewegungssteuerung
Affective computing	<i>Affective Computing</i>
Virtual assistant	Virtueller Assistent
Embodied AI	Körperbasierte AI
Symbolic AI	Symbolbasierte AI
Sub-symbolic AI	Subsymbolische AI
Agent-based AI, intelligent agent	Agentenbasierte AI, intelligente Agenten
Fuzzy systems	Fuzzy-Systeme
Cognitive architecture	Kognitive Architektur
Connectionism	Konnektionismus

Quelle: eutema 2018

4 Methoden

Die vorliegende Studie basiert auf einem Mix verschiedener, quantitativer und qualitativer Methoden. Dabei stand die Analyse verfügbarer Sekundärstatistiken im Vordergrund. Dies geschah zum einen, da eine Primärerhebung aufgrund der verfügbaren Ressourcen nicht möglich war und zum anderen da der Rückgriff auf – vor allem amtliche – Sekundärstatistiken diverse verzerrende Effekte usw. verhindert. Die Herausforderung bestand dabei in der Identifikation sinnvoll nutzbarer Datenquellen und in der Notwendigkeit, existierende Sekundärstatistiken als wesentliche Informationsquelle der zugrundeliegenden Fragestellungen intelligent zu kombinieren. Insbesondere die fehlende Möglichkeit, AI direkt als Wirtschaftssektor zu definieren, stellte eine wesentliche Schwierigkeit für die angebotene Analyse dar. Künstliche Intelligenz / Artificial Intelligence (AI) ist derzeit nur wenig über Sekundärstatistiken erfasst und damit die Frage nach der Anzahl von in diesem Bereich aktiven Organisationen auch in Österreich nur eingeschränkt zu beantworten. Dies hängt zum einen mit der grundsätzlichen Schwierigkeit einer dafür sinnvollen Definition zusammen bzw. der Tatsache, dass AI letztlich in verschiedensten Anwendungsfeldern, Technologie- und Wirtschaftsbereichen angewandt werden kann. Dennoch gibt es eine Reihe von verfügbaren Datenquellen, die eine Annäherung ermöglichen. Die dafür letztlich genutzten Datenquellen umfassen die folgenden:

- IKT-Landkarte
- Projekt- und Monitoringdaten geförderter F&E-Projekte (FFG und Europäische Kommission/CORDIS)
- Europäische Erhebung über den IKT-Einsatz in Unternehmen (Statistik Austria)
- Arbeitsmarktdaten (jobfeed)
- AI-Landscape (enliteAI)
- Leistungs- und Strukturhebung (Statistik Austria)

Zusätzlich wurde zur Analyse der AI-Strategien anderer Länder eine entsprechende Web-/Desk-Recherche vorgenommen sowie weitere relevante Literatur (insbesondere aktuelle Studien zu Markt- und Veränderungspotenzial von AI in verschiedenen Wirtschaftsbereichen) untersucht. Auch die in der vorliegenden Studie verwendete Definition von AI entstammt einer Analyse von Literatur und Dokumenten.

Die vorliegende Studie basierte außerdem auf leitfadengestützten Interviews mit 17 österreichischen Expert_innen von Herstellern oder Anwendern von AI-Technologien für innovative Produkte und Dienstleistungen. Es wurden 9 Vertreter_innen von Firmen sowie 7

Vertreter_innen von Forschungsinstituten befragt, ein Vertreter der Bundesverwaltung und ein Vertreter eines Fachverbands². Ziel der Interviews war es, das Verständnis des aktuellen Standes der Technologie im Bereich AI und ihrer Anwendung für Innovationen in österreichischen Unternehmen zu verbessern. Unternehmen wurden anhand verschiedener Quellen identifiziert, z. B. aus Forschungsdatenbanken, Präsentationen von Branchengruppierungen und von Unternehmen, die Beschäftigungsmöglichkeiten im Bereich künstliche Intelligenz anbieten. In den meisten Fällen waren die befragten Personen CEOs, CTOs oder Abteilungsleiter_innen der Unternehmen. Die gestellten Fragen betrafen Unternehmensmerkmale, Tätigkeitsbereiche der Firmen, Kernkompetenzen, innovative AI-Anwendungen, Motivation für die Verwendung von AI, verwendeten Technologien, die Rolle von Start-ups im Bereich AI, Geschäftsmodelle, Hauptkunden, Barrieren und Hindernisse.

² Ein Vertreter in Doppelfunktion.

5 AI-Unternehmen in Österreich

Im Folgenden werden für die Abschätzung der Bedeutung von AI für österreichische Unternehmen die genutzten Datenquellen bezüglich ihrer jeweiligen Aussagekraft diskutiert sowie die entsprechend enthaltenen Informationen zu österreichischen Unternehmen mit AI-Aktivitäten analysiert. Grundsätzlich wird dabei zwischen Daten zu F&E-Aktivitäten (Daten zu geförderten Projekten in FFG Förderungsprogrammen, dem Europäischen Forschungsrahmenprogramm Horizon 2020 sowie Auswertungen der IKT-Landkarte, d. h. Daten zu Publikationen aus Wissenschaft und Wirtschaft mit IKT-Bezug), Arbeitsmarkt (offene Stellen) und der offiziellen Unternehmensstatistik (Leistungs- und Strukturhebung und Erhebung zur IKT-Nutzung in Unternehmen durch Statistik Austria) unterschieden.

Eine für die vorliegende Analyse zentrale Information über Unternehmen mit AI-Aktivitäten war die Zuordnung zu Abschnitten und Sektoren der offiziellen Wirtschaftsstatistik (Ö-NACE). In den Sekundärdaten der Statistik Austria ist diese Information bereits enthalten, allerdings aufgrund von Geheimhaltungsbestimmungen u. ä. teilweise zusammengefasst. Wo diese Informationen nicht verfügbar waren, erfolgte eine Zuordnung der Unternehmen auf der Basis der Prüfung der entsprechenden Angaben auf den Webseiten der Unternehmen zu Unternehmenszweck, Produkt- und Dienstleistungsportfolio etc. Diese Vorgehensweise ermöglichte die Einordnung aller als in AI aktiven identifizierten Unternehmen, hatte aber gewisse Unschärfen zur Folge, etwa im Fall geänderter oder sehr breit aufgestellter Geschäftsmodelle oder für die ohnehin schwierige Aufteilung bzw. Gewichtung zwischen verschiedenen unternehmerischen Tätigkeitsfeldern, z.B. Software-Entwicklung und Angebot damit möglicher Dienstleistungsangebote im Unterschied zu Beratungsdienstleistungen unter Nutzung einer selbstentwickelten Software.

5.1 AI-Unternehmen in Sekundärstatistiken

Das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) hat 2016 eine Forschungslandkarte für den Bereich digitaler Technologien (die so genannte **IKT-Landkarte**) veröffentlicht. Darin werden Daten über begutachtete (peer-reviewed) Publikationen aus diesem Bereich – mit zumindest einer Autorin/ einem Autor mit Bezug zu einer österreichischen Organisation – aufgenommen. Die in Österreich vorhandenen Forschungskompetenzen im Bereich der digitalen Technologien wird damit aus der Publikations-Perspektive heraus relativ systematisch erfasst. Derzeit enthält die Datenbank ca. 11.000 Datensätze des (ersten) Erhebungszeitraumes 2010 bis 2016, was ca. 12.000

individuellen Forscher_innen und ca. 600 Institutionen in über 900 Subeinheiten (Institute, Forschungsgruppen, unterschiedliche Standorte) entspricht. Für die vorliegende Studie bildete diese Datenbasis insofern eine Herausforderung, als damit zwar Publikationen, aber nicht zugrundeliegende F&E-Projekte³ erfasst werden. Darüber hinaus publizieren Unternehmen naturgemäß deutlich weniger bzw. selektiver (nicht zuletzt, um Wettbewerbsvorteile durch eine Veröffentlichung nicht zu gefährden) als Forscher_innen an Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Die Daten können nicht zuletzt daher eine Vielzahl an potenziellen Verzerrungen beinhalten.

Mittels der IKT-Landkarte ist es möglich, spezifische Analysen durchzuführen und über selbstdefinierte Suchstrategien (Suchbegriffe, Einschränkungen nach Organisationstypen usw.) Informationen darüber zu erhalten, welche österreichischen Organisationen (Unternehmen, Universitäten, Fachhochschulen, außeruniversitäre Einrichtungen) in den verschiedenen Bereichen der digitalen Technologien (in Publikationen veröffentlichte) Forschung betreiben. Einschlägige österreichische Trends und Stärkefelder können so analysiert und dargestellt werden. Auf Basis einer entsprechenden Auswertung unter Zuhilfenahme der oben aufgeführten Stichwortliste wurden folgende Daten zu den publizierten F&E Aktivitäten in Österreich erhoben.

Tabelle 2 Auswertung IKT-Landkarte

Stichwort	Anzahl Publikationen	Anzahl eindeutig identifizierter Unternehmen
Sub-symbolic AI	1	1
Connectionism	1	1
Embodied AI	2	2
Symbolic AI	10	7
Artificial Intelligence	17	11
Speech recognition	28	12
Facial recognition	27	12
Autonomous driving	14	13
Pattern recognition	36	18

³ Vgl. Lampert (2018), Einblicke in die Kollaboration der österreichischen Wissenschaft und Wirtschaft. Ergebnisse einer bibliometrischen Studie, *fteval Journal* 45, 9-14.

Stichwort	Anzahl Publikationen	Anzahl eindeutig identifizierter Unternehmen
Agent-based AI, intelligent agent	22	18
Evolutionary computation	36	21
Affective computing	32	22
Virtual assistant	34	22
Machine translation	56	28
Object recognition	54	28
Machine perception	62	30
Supervised learning	98	32
Reinforcement learning	97	32
Deep learning	97	32
Unsupervised learning	103	33
Problem solving	67	40
(Automatic) Reasoning	52	40
Machine Learning	124	45
Cognitive architecture	82	45
Automatic planning	69	50
(Artificial) neural network, neural net	103	54
Natural language interface	121	55
Computer vision, Image understanding	103	56
Knowledge representation	127	59
Natural language processing	120	67
Knowledge engineering	166	71
Motion planning, motion control	171	74
Fuzzy systems	276	100
Autonomous robots, autonomous system	301	117

Quelle: IKT-Landkarte, eigene Auswertung 2018

Aufgrund der möglichen Verwendung von mehreren Stichworten in einer Publikation waren diese Daten entsprechend zu reduzieren, um eine realistische Abschätzung der tatsächlichen Anzahl der im AI-Bereich publizierenden Unternehmen zu erhalten. Darüber hinaus wurden die Ergebnisse hinsichtlich Aktualität sowie unterschiedlicher Schreibweisen von Unternehmensnamen etc. überprüft und bereinigt. Insgesamt finden sich in dieser Datenbank 227 eindeutig identifizierbare und aktuell aktive österreichische Unternehmen.

Die Daten zeigen Schwerpunkte in den Bereichen maschinelles Lernen, Wissensrepräsentation, sowie in der Robotik und bei autonomen Systemen. Natürliche Sprache und bildverstehende Systeme sind ebenfalls gut repräsentiert. Insgesamt decken die Arbeiten damit einen großen Teil des gesamten Gebiets der AI ab. Lücken lassen sich am ehesten für Hardware-nahe Themen identifizieren.

Eine weitere Informationsquelle über die österreichischen Unternehmen mit F&E-Aktivitäten im Bereich AI stellen die **Monitoringdaten öffentlich finanzierter Forschungsförderungsprogramme** dar. Darunter fallen vor allem die nationalen Angebote der Forschungsförderungsgesellschaft FFG als Umsetzer der Förderprogramme des Bundes sowie des europäischen Forschungsrahmenprogramms (derzeit Horizon 2020). Während die Daten für letzteres öffentlich⁴ zugänglich sind, wurden die benötigten Daten für die Förderungsprogramme der FFG durch den Auftraggeber der vorliegenden Studie zur Verfügung gestellt. Dabei wurde eine Auswahl der als am meisten relevanten Programme vorgenommen (AAL, benefit und IKT der Zukunft). Vor allem IKT der Zukunft stellt das zentrale wirtschaftsnahe IKT-Förderprogramm in Österreich dar und dessen Portfolio im Bereich AI-Technologien (im Gegensatz zu ihrer bloßen Anwendung) stand demzufolge im Mittelpunkt der Analysen. Die Identifikation von Projekten mit AI-Bezug wurde durch die FFG selbst vorgenommen, d.h. es wurde nicht exakt die gleiche Suchstrategie (d.h. Anwendung der oben erwähnten Stichwortliste) angewendet⁵. Darüber hinaus ist die Vollständigkeit der Abdeckung potenziell relevanter Förderungsprogramme bzw. Projekte unter Umständen nicht gegeben, da laut Auskunft über den Mitteleinsatz bzw. Förderungszusagen mit AI-Bezug nahezu zwei Drittel nicht in den thematischen IKT-Programmen der FFG, sondern zu einem signifikanten Anteil von den Struktur- und Basisprogrammen sowie anderen thematischen Programmen und anderen Förderungsagenturen abgewickelt werden.

Die Analyse der zur Verfügung gestellten FFG-Förderungs-/Monitoringdaten basierte demzufolge auf einer Auswahl von 36 F&E-Projekten (fünf aus dem Förderungsprogramm AAL, zwei aus benefit und 28 aus IKT der Zukunft sowie zwei Sondierungsprojekte). In den

⁴ <https://cordis.europa.eu/projects/en>

⁵ De facto jedoch eine Teilmenge der o.a. Stichwortliste.

Daten ließen sich 88 Organisationen als Förderungsnehmer, davon 42 österreichische Unternehmen identifizieren.

Zusätzlich zu den Förderdaten der FFG wurden auch die offiziellen Angaben zu erfolgreich beantragten Projekten im Forschungsrahmenprogramm der EU Horizon 2020 analysiert, d.h. mittels der oben diskutierten Stichwortliste wurden Projekte mit österreichischer Beteiligung identifiziert und die darin aktiven Unternehmen extrahiert. Insgesamt ist auf Basis der verfügbaren Informationen davon auszugehen, dass nicht mehr als 25 Unternehmen aus Österreich dort aktiv waren bzw. vertreten sind.

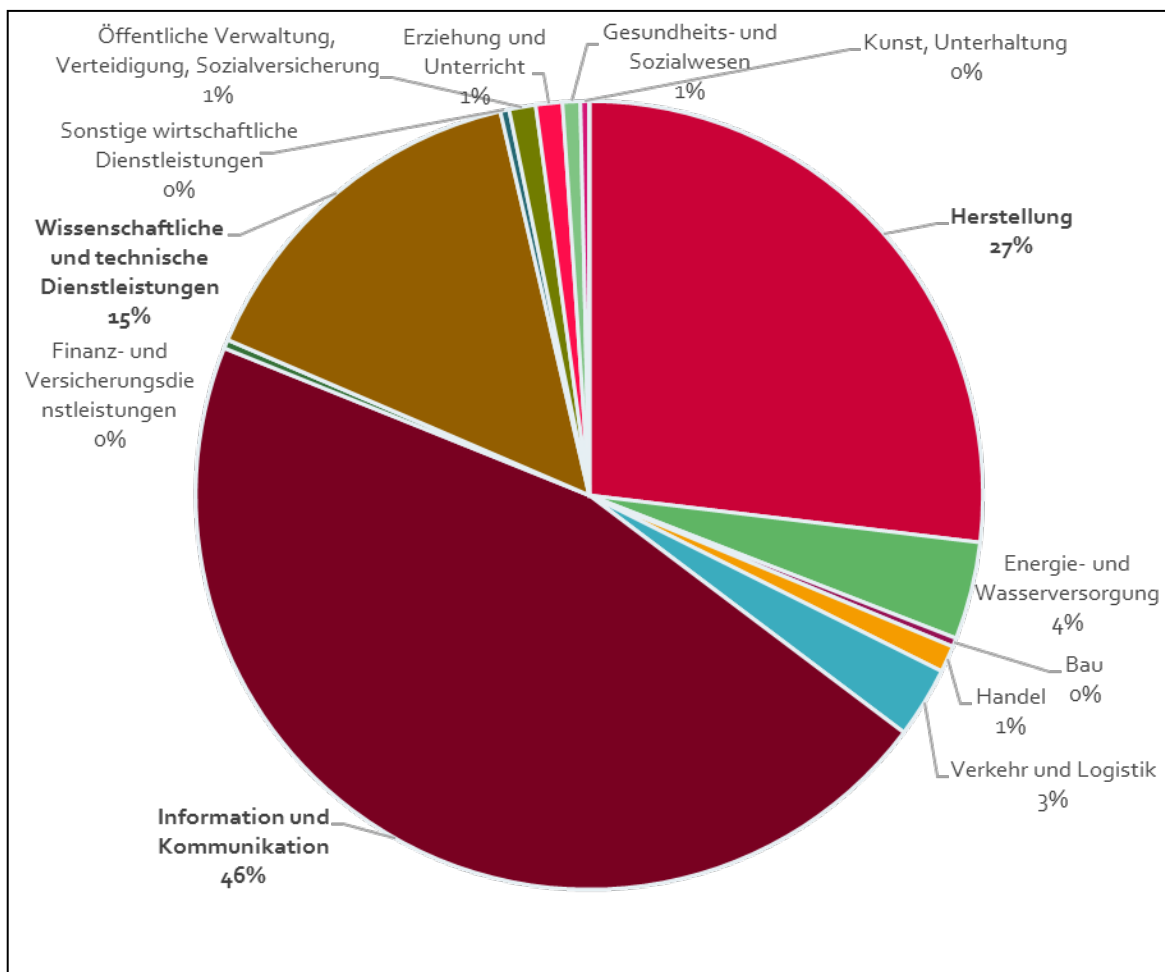
5.2 AI-Unternehmen nach Wirtschaftssektoren

Insgesamt, d.h. nach Berücksichtigung der in den verschiedenen Datenquellen mit Bezug zu Forschungsaktivitäten doppelt oder mehrfach eingetragenen Unternehmen, sind von den 294 Eintragungen 275 eindeutig. Damit wird auch ein wesentliches Kennzeichen der verschiedenen Datenbanken deutlich: es gibt kaum Überlappungen, d.h. bis auf einige wenige Akteure (in aller Regel Großunternehmen) sind kaum Organisationen in der IKT-Landkarte gelistet, die von FFG und Horizon 2020 geförderte F&E-Projekte durchgeführt haben. Zum einen könnte das daran liegen, dass ein Teil entsprechender Entwicklungsaktivitäten bereits soweit in der Anwendungsphase ist, dass sie nicht mehr förderfähig sind oder daran, dass entsprechende Aktivitäten bereits zu marktrelevant sind, und durch die in öffentlich finanzierten Unterstützungsprogrammen oftmals geltenden Kooperationszwänge potenzielle Wettbewerbsvorteile gefährdet sein könnten. Es gilt auch insofern eine weitere Einschränkung, da die Daten der IKT-Landkarte nur Publikationen bis 2016 beinhalten. Für diese Publikationen, sowie für Ko-Publikationen mit Unternehmen im thematischen Umfeld von AI insgesamt, ist nicht klar, wie sich diese zeitlich zu Forschungsaktivitäten verhalten, d.h. ob sie Ergebnis solcher Aktivitäten sind und somit die darin diskutierten Forschungsergebnisse auf bereits abgeschlossene Projekte verweisen. Es ist daher anzunehmen, dass die Anzahl von Unternehmen mit AI-Forschung und auch die Schnittmenge zwischen Förderungsnehmern und Unternehmen mit Ko-Publikationen inzwischen deutlich größer ist.

Trotz dieser Herausforderungen lassen sich Erkenntnisse zu Verteilung entsprechender Aktivitäten bzw. Akteure auf die unterschiedlichen Sektoren der österreichischen Volkswirtschaft ablesen (siehe folgende Abbildung). Dementsprechend ist der überwiegende Anteil dem Bereich der Information und Kommunikation und insbesondere der Programmierung zuzuordnen. Darüber hinaus wird auch deutlich, dass Unternehmen aus dem Bereich der Herstellung einen signifikanten Beitrag zu AI in Österreich leisten, was

angesichts der Anwendungsmöglichkeiten nicht überrascht. Unter diesen Unternehmen sind insbesondere Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (inklusive Sensoren), Maschinenbau und Hersteller von elektrischen Ausrüstungen vertreten. Einen weiteren sektoralen Schwerpunkt bilden Unternehmen aus dem Bereich der wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (Unternehmensberatung, Ingenieur- und Planungsbüros sowie F&E-Dienstleister). Zusammen machen diese beinahe 90 % aller erfassten Unternehmen aus.

Abbildung 1 Verteilung von Unternehmen mit F&E Aktivitäten im Bereich AI auf Wirtschaftssektoren (Ö-NACE)



Stand: Oktober 2018

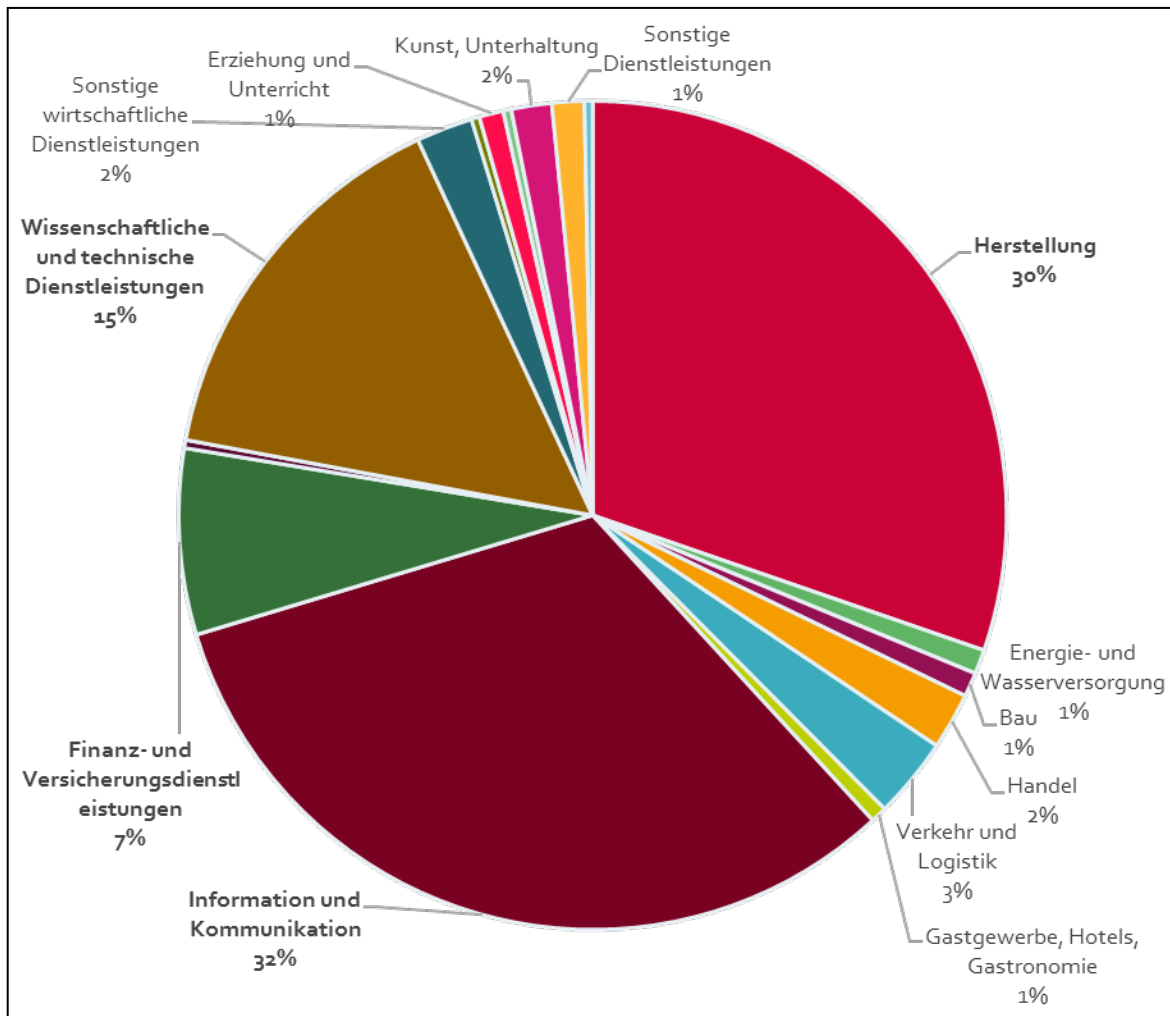
n = 275

Quelle: IKT-Landkarte, FFG Förderdaten, H2020 Datenbank, eigene Auswertungen

Als weitere Dimension bzw. potenziell relevante Informationsquelle über im Bereich AI aktive Unternehmen wurden auch entsprechende Daten zu den mit der Stichwortliste

übereinstimmenden **offenen Stellenausschreibungen** in Österreich definiert. Obgleich darin nicht unterschieden wird, inwieweit es sich um entwicklungs- oder anwendungsbezogene Stellen handelt, sind die dadurch erfassbaren Unternehmen relevant für die Beantwortung der Frage, wie viele Unternehmen in welchen Wirtschaftsbereichen sich in Österreich derzeit mit AI beschäftigen. Als Datenquelle wurden die durch jobfeed.com erfassten Online-Stellenausschreibungen bzw. das entsprechend angebotene Analysewerkzeug gewählt. Da die Daten darin für Österreich erst seit 2017 erfasst werden, wurde von einer systematischen Langzeitanalyse abgesehen, sondern eine blitzlichtartige Bestandsaufnahme im Oktober 2018 zu den zu diesem Zeitpunkt aktuellen (d.h. offenen) Stellenausschreibungen vorgenommen. Um die eigentlich ausschreibenden Unternehmen zu identifizieren, wurden Stellenausschreibungen von Personaldienstleistern von der Analyse ausgenommen. Insgesamt konnten auf dieser Basis 321 eindeutige Unternehmen mit entsprechenden Stellenausschreibungen identifiziert werden. Diese verteilen sich wie folgt auf die Wirtschaftssektoren der Ö-NACE Klassifikation (siehe folgende Abbildung).

Abbildung 2 Verteilung von Unternehmen mit offenen Stellen mit AI-Bezug auf Wirtschaftssektoren (Ö-NACE)



Stand: Oktober 2018

n = 321

Quelle: jobfeed.com, eigene Auswertung

Der größte Anteil entsprechender Unternehmen ist auch diesen Daten zufolge im Bereich der Information und Kommunikation und besonders in den IKT-Dienstleistungen aktiv. Ihr Hauptaufgabengebiet ist zumeist die Entwicklung (Programmierung) von Software zur Auswertung von verfügbaren Daten aus den Bereichen Business Intelligence und Marktentwicklung. Die meisten dieser Unternehmen bieten in diesem Zusammenhang auch entsprechende Beratungsleistungen an, wobei nicht immer klar ist, inwieweit die Beratung notwendig ist, um die Software vermarkten zu können oder die Softwareentwicklung aus den Möglichkeiten eines ohnehin bestehenden Beratungsportfolios heraus passiert. Ein zweiter sektoraler Schwerpunkt lässt sich wiederum im Bereich der Herstellung (vor allem Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten etc. und im Unterschied zu den oben diskutierten

Forschungsaktivitäten Hersteller pharmazeutischer Erzeugnisse und Hersteller von Metallerzeugnissen) erkennen sowie ein dritter in den wissenschaftlichen/technischen Dienstleistungen (mit stärkerem Fokus auf Unternehmensberatungsunternehmen im Vergleich zu forschungsrelevanten Daten). Aufgrund der durch Stellenausschreibungen im Unterschied zu forschungsbezogenen Aktivitäten stärker erreichbaren Anwendungsseite von AI sind diese drei Bereiche allerdings nicht ganz so dominant, d.h. sie stellen etwa drei Viertel (statt 90 %) aller identifizierbaren Unternehmen. Deutlich relevant ist AI demzufolge auch für Unternehmen der Finanz- und Versicherungsdienstleistungen (7 % der identifizierten Unternehmen).

Die europaweit regelmäßig durchgeführte **Erhebung des IKT-Einsatzes in Unternehmen** ist 2017 erstmalig über die Erfassung von Indikatoren wie Breitbandzugang, Nutzung von E-Commerce usw. hinaus in Richtung der für Digitalisierung und zumindest teilweise auch AI relevanten Technologien erweitert wurden. Darin wurde die Verwendung von 3D-Druck, der Einsatz von Robotern und die Relevanz von Big Data Analysen erhoben. Ersteres spielt für AI keine Rolle, es gibt allerdings Schnittstellen von AI zum Einsatz von Robotern und Big Data. Daher wurden die Daten zu den beiden letztgenannten Themen auch in die vorliegenden Analysen miteinbezogen.

Tabelle 3 Unternehmen mit Nutzung von Robotern 2018

		Anzahl Unternehmen	Anteil von Unternehmen in % mit Einsatz von Industrierobotern	Anteil von Unternehmen in % mit Einsatz von Servicerobotern
Insgesamt		41.034	4,2	1,7
Produzierender Bereich ³⁾		13.118	10,8	1,8
Dienstleistungen ⁴⁾		27.916	1,2	1,6
IKT-Sektor ⁵⁾		1.475	2,4	2,8
10-33	Herstellung von Waren	6.704	20,0	3,0
35-39	Energieversorgung; Wasserversorgung; Abwasser- und Abfallentsorgung und Beseitigung von Umweltverschmutzungen	460	3,0	0,9

		Anzahl Unternehmen	Anteil von Unternehmen in % mit Einsatz von Industrierobotern	Anteil von Unternehmen in % mit Einsatz von Servicerobotern
41-43	Bau	5.955	0,9	0,6
45-47	Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	9.556	2,3	3,0
49-53	Verkehr und Lagerei	2.779	0,1	0,3
55, 56	Beherbergung und Gastronomie	6.795	-	-
58-63	Information und Kommunikation	1.449	0,4	2,7
68-74	Grundstücks- und Wohnungswesen; Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	4.691	2,1	1,8
77-82, 95.1	Erbringung von sonstigen wirtschaftlichen Dienstleistungen; Reparatur von Datenverarbeitungs- und Telekommunikationsgeräten	2.645	0,1	1,3

Quelle: STATISTIK AUSTRIA, Europäische Erhebung über den IKT-Einsatz in Unternehmen 2018

Für das Thema AI ist die Frage nach dem Einsatz von Industrierobotern insofern eine Herausforderung, da die verwendete Definition⁶ es nicht ermöglicht, Industrieroboter, wie sie teilweise seit Jahrzehnten eingesetzt werden, von mithilfe von AI operierenden zu unterscheiden. Daher wurden für die vorliegende Analyse nur die Daten zum Einsatz von Servicerobotern⁷ genutzt. Deutlich wird hierbei, dass der Einsatz von solchen Robotern vor allem im Handel, dem Bereich der Herstellung sowie in Unternehmen aus dem IKT-Sektor zu

⁶ Ein Industrieroboter ist eine automatisierte, programmierbare Maschine, die zur Handhabung, Montage oder Bearbeitung von Objekten im industriellen Umfeld eingesetzt wird. Auszuschließen sind Softwareroboter (Computerprogramme) und 3D-Drucker.

⁷ Ein Serviceroboter ist eine Maschine, die bis zu einem gewissen Grad eigenständig ist. In einer komplexen und dynamischen Umgebung kann ein Serviceroboter mit Personen, Objekten oder anderen Geräten interagieren. Auszuschließen ist die Nutzung in industriellen Automatisierungsapplikationen. Auszuschließen sind weiters Softwareroboter (Computerprogramme) und 3D-Drucker.

finden ist. Es ist darüber hinaus aber vor allem zentral, dass der Anteil entsprechender Unternehmen dennoch sehr niedrig ist, d.h. nicht mehr als 3 % aller Unternehmen in diesen Bereichen setzen Serviceroboter ein, was auch deutlich weniger sind als Unternehmen mit Industrierobotern.

Zusätzlich wurde in der letzten Erhebung zur IKT-Nutzung in Unternehmen auch die Relevanz von Big Data erfasst, d.h. die Frage, welche Unternehmen Big Data Analysen überhaupt durchführen, welche Datenquellen dabei genutzt werden und ob die Unternehmen die Analysen selbst, also mit eigenen Beschäftigten durchführen. Für die Analyse der AI-Aktivitäten in Österreich sind von unmittelbarer Relevanz die Daten zur generellen Durchführung von Big Data Analysen sowie inwieweit Unternehmen diese selbst durchführen (siehe folgende Tabelle). Insgesamt, und damit analog zu den oben diskutierten Daten zum Robotereinsatz, sind die Anteile entsprechend aktiver Unternehmen eher gering. Big Data Analysen sind am weitesten verbreitet im zusammengefassten Bereich der Mineralölverarbeitung, Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse, chemischen Industrie etc. und im Bereich Verkehr und Lagerei (d.h. im Wesentlichen Logistik).

Tabelle 4 Unternehmen mit Big Data Analysen, Unternehmen mit min. 10 Beschäftigten, in %

	Anteil von Unternehmen, die Big Data analysieren in %, gesamt	Anteil von Unternehmen, die Big Data analysieren in %, durch eigene Beschäftigte
Insgesamt	6	4
Herstellung von Nahrungs-/Futtermittel, Getränke- und Tabaksverarbeitung, Textilien, Leder, Holz- und Papiergewerbe, Druckerzeugnisse, Vervielfältigung von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	4	3
Herstellung von Waren	7	5
Mineralölverarbeitung, Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen, Gummi- und	10	5

	Anteil von Unternehmen, die Big Data analysieren in %, gesamt	Anteil von Unternehmen, die Big Data analysieren in %, durch eigene Beschäftigte
Kunststoffwaren, Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erde		
Metallerzeugung und -bearbeitung, Herstellung von Metallerzeugnissen	5	5
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen & optischen Erzeugnissen, elektrischen Ausrüstungen; Maschinenbau, sonstiger Fahrzeugbau; Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Spielwaren; Reparatur/Installation von Maschinen & Ausrüstungen	9	7
Energie- und Wasserversorgung	:	11
Baugewerbe	2	1
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (10 Beschäftigte oder mehr)	4	2
Verkehr und Lagerei (10 Beschäftigte oder mehr)	14	9
Beherbergung (10 Beschäftigte oder mehr)	8	3
Information und Kommunikation	:	:
Grundstücks- und Wohnungswesen	4	4
Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen	6	6

	Anteil von Unternehmen, die Big Data analysieren in %, gesamt	Anteil von Unternehmen, die Big Data analysieren in %, durch eigene Beschäftigte
Vermietung von beweglichen Sachen; Vermittlung/Überlassung von Arbeitskräften, Reisebüros, Wach- & Sicherheitsdienste sowie Detekteien, Gebäudebetreuung, Garten- & Landschaftsbau, Erbringung von wirtsch. Dienstleistungen	5	1
IKT Sektor	:	:
Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeugen) (10 Beschäftigte oder mehr)	5	1

Quelle: Eurostat, Europäische Erhebung über den IKT-Einsatz in Unternehmen 2018

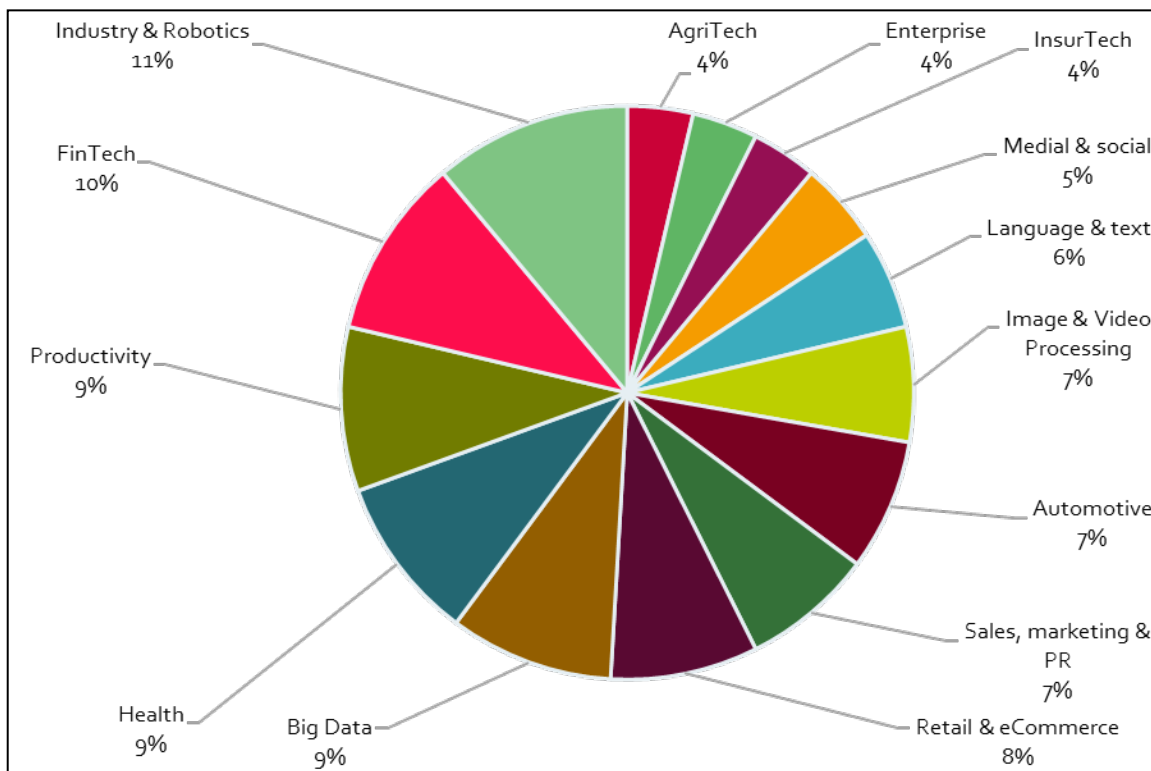
Soweit aus diesen beiden Themenkomplexen eine Zusammenfassung möglich ist, lässt sich ablesen, dass vor allem Unternehmen aus den Bereichen Herstellung, Information und Kommunikation, Handel, Verkehr und Lagerei sowie im weitesten Sinne aus eher wissensintensiven Dienstleistungssektoren hier aktiv sind.

Aufgrund der mangelnden Erfassung von AI in verfügbaren Sekundärstatistiken wird die Analyse nationaler und internationaler AI-Unternehmen vielfach durch privatwirtschaftliche Anbieter, in aller Regel Unternehmensberater etc., dominiert. Auch für Österreich existiert eine solche Analyse in Form einer so genannten **AI-Landscape**⁸, d.h. einer systematisierenden Aufstellung relevanter Akteure (Unternehmen und Forschungseinrichtungen) inklusive einer Zuordnung zu verschiedenen Bereichen der Volkswirtschaft (allerdings nicht kompatibel zur Ö-NACE) (siehe folgende Abbildung). Dabei ist die Zuordnung zum Teil auf die zentralen Kunden entsprechender AI-Lösungen ausgerichtet und nicht der Unternehmen selbst. Damit entsteht einerseits eine gewisse Unschärfe bezüglich der Zuordnung, allerdings enthalten die Daten eben zusätzlich Informationen zu den Branchen mit hoher Nachfrage.

⁸ <https://www.enlite.ai/works/ailandscapeaustria>, abgerufen am 28.01.2019

Die österreichische AI-Landscape wurde ursprünglich im Oktober 2017 von enliteAI als geschaffen. Die aktuelle Version v2.0 enthält 90 neue (seit 2017) Unternehmen und anderen Organisationen mit insgesamt 163 Einträgen. Diese (wie auch andere internationale) AI Landscape legt einen Schwerpunkt auf die Erfassung der Start-ups im Bereich. Zusätzlich deckte die Analyse jene Unternehmen ab, die lokale AI-Kompetenz internationaler IT-Konzerne wie Microsoft, Google, IBM Watson und SAP, sofern sie aktive Akteure des heimischen Ökosystems sind, widerspiegeln. Dazu kommen Organisationen, die AI-bezogene Aktivitäten des öffentlichen Sektors abbilden sowie spezialisierte Medien und Organisationen, die weitere Aktivitäten in ganz Österreich präsentieren – von Treffen und Initiativen bis hin zu KI Austria – der Österreichischen Gesellschaft für Künstliche Intelligenz.

Abbildung 3 AI-Landscape Österreich: Verteilung der Unternehmen auf Branchen

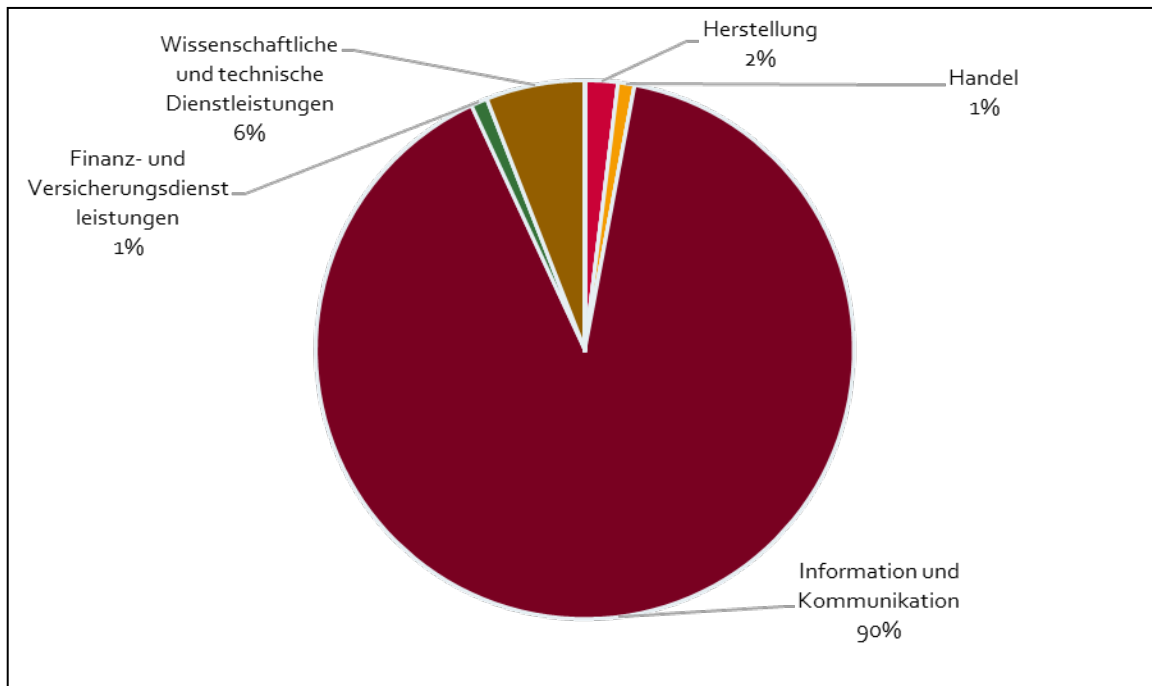


n = 106

Quelle: enliteAI 2018, eigene Darstellung

Ordnet man die 106 Unternehmen aus der AI-Landscape den Wirtschaftsbereichen der amtlichen Statistik zu, ergibt sich folgendes Bild.

Abbildung 4 AI-Landscape Österreich: Verteilung der Unternehmen auf Wirtschaftssektoren (Ö-NACE)



n = 106

Quelle: enliteAI 2018

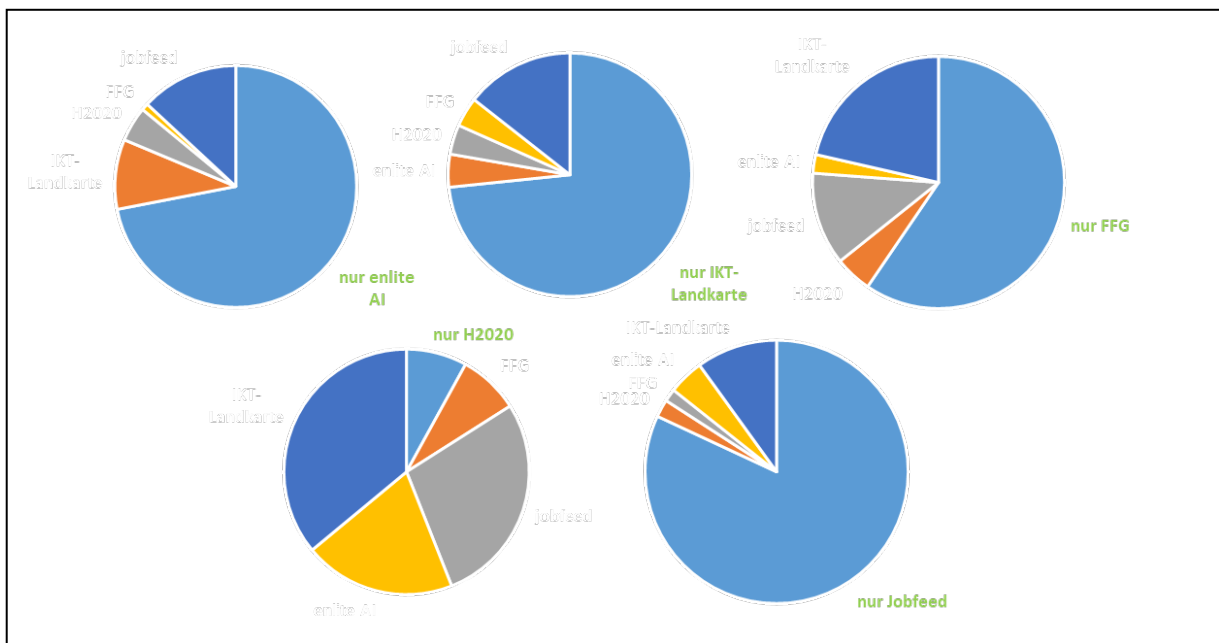
Danach wird die heimische Unternehmenslandschaft in AI deutlich von Unternehmen des Bereichs Information und Kommunikation dominiert, wobei es sich hierbei um einen der zentralen Verzerrungseffekte aufgrund der bewusst gewählten Start-up-Perspektive handelt. Daneben scheinen vor allem Unternehmen der wissenschaftlichen/technischen Dienstleistungen auf sowie mit einigem Abstand Unternehmen aus dem Bereich der Warenherstellung, des Handels und der Finanz-/Versicherungsdienstleistungen.

In diesem Zusammenhang kann auf Analysen von enliteAI verwiesen werden, die zusätzliche Erkenntnisse zur österreichischen AI-Landschaft anbieten: demnach hat die Startup-Aktivität massiv zugenommen, sowohl in der Breite als auch in der Tiefe. Immer mehr Unternehmen entwerfen und trainieren ihre proprietären AI-Modelle und übernehmen nicht mehr nur vorgefertigte Lösungen großer Anbieter. Es gibt eine steigende Nachfrage nach Investoren und ein langsam wachsendes Angebot. enliteAI geht davon aus, dass die Zahl der Neugründungen 2019 noch weiter steigen wird, insbesondere wenn die staatlichen Programme auf die Geschäftsbedürfnisse abgestimmt sind.

5.3 Matching

Für ein Matching der Ergebnisse aus den Analysen der verschiedenen Datenquellen ergaben sich zwei zentrale Herausforderungen. Zunächst hat die Identifikation von Unternehmen gezeigt, dass es kaum Unternehmen gibt, die in allen Daten aufscheinen (siehe folgende Abbildung), was zumindest teilweise mit Datenqualität, unterschiedlichen erfassten Zeiträumen etc. in Zusammenhang steht. Dennoch ist anzunehmen, dass dieser Umstand durchaus reale Strukturen abbildet, z.B. das Forschung und Entwicklung in anderen Sektoren stattfindet als deren Anwendung oder die größten Nachfrager nach Arbeitskräften in sehr viel mehr Anwendung als Entwicklung betreiben.

Abbildung 5 Unternehmen in den verschiedenen Datenquellen



Anm.: hellblau ist der jeweilige Anteil von Unternehmen dargestellt, die nur in der jeweiligen Datenquelle enthalten sind

Quelle: KMU Forschung Austria

Eine zweite, dahinterliegende Herausforderung ist die stark unterschiedliche Bedeutung der verschiedenen Teildisziplinen bzw. Teilaspekte von AI in verschiedenen Datenquellen. So ist etwa die Verarbeitung gesprochener, natürlicher Sprache eines der am häufigsten auffindbaren Stichwörter, spielt aber in Horizon 2020 Projekten mit österreichischer Beteiligung keine Rolle.

Zusammengefasst konnten dennoch mindestens 600 Unternehmen identifiziert werden, die zumindest einer der Datenquellen zufolge aktiv im Themenkomplex AI sind. Wie bereits erwähnt, konnten diese zwar Sektoren der österreichischen Volkswirtschaft zugeordnet werden, allerdings ist eine solche Zuordnung nur bedingt hilfreich zur Erfassung des Status quo. Die meisten „AI-Unternehmen“ in Österreich sind Software-Entwickler bzw. -Anwender (eigener) Lösungen und Anbieter entsprechender Datenverarbeitungen (von Business Intelligence bis Analyse bildgebender Verfahren aus dem medizinischen Bereich) oft in Kombination mit Beratungsleistungen. Teilweise wird hier auch eine Spezialisierung auf österreichische Stärkefelder wie etwa Fahrzeug- und Maschinenbau sichtbar. Ebenfalls über alle Datenquellen hinweg deutlich relevant sind (spezialisierte) Unternehmens- und Marktberater, die eigene Software entwickeln und zur Analyse von Unternehmensdaten, Börsenkursen usw. nutzen.

Von Relevanz für die österreichische AI-Szene sind zudem Unternehmen aus dem Bereich F&E, der Finanz- und Versicherungsdienstleistungen, Telekommunikation, Herstellung (Maschinenbau, Anlagenbau, Fahrzeugbau, elektrische Ausrüstung, Sensoren usw.)

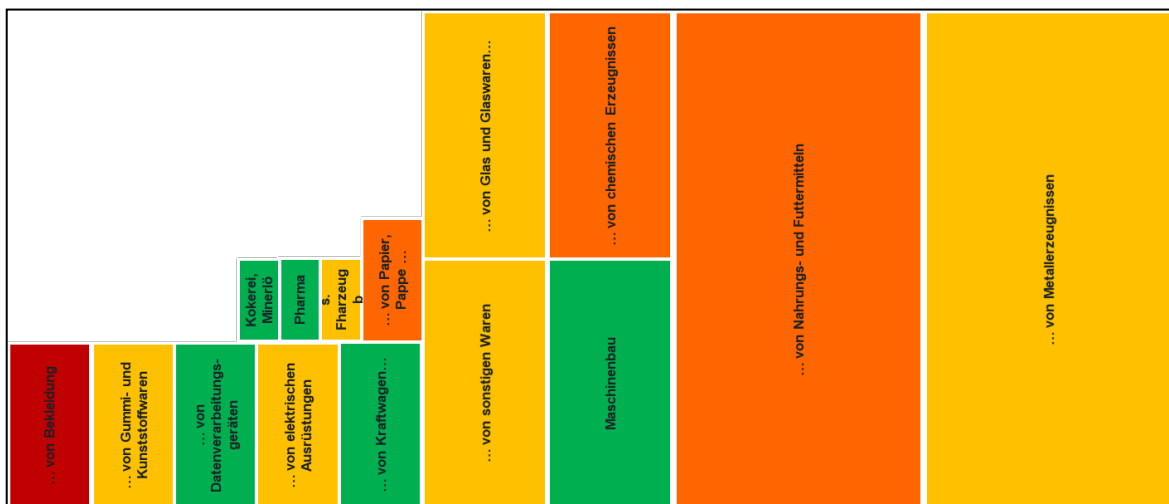
In Relation zur Größe der österreichischen Volkswirtschaft insgesamt sowie zu den einzelnen Sektoren wird aber dennoch deutlich, dass nur ein sehr kleiner Anteil der entsprechenden Unternehmen hier bereits (nachvollziehbar und auf Basis verfügbarer Datenquellen nachweisbar) aktiv ist. Der Anteil liegt dabei selbst in besonders als Anwendungsgebiet relevanten Sektoren wie dem Maschinenbau teilweise im Promillebereich. Die höchste Dichte solcher Unternehmen findet sich in etwa im Bereich der Finanz- und Versicherungsdienstleistungen, der Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse, der Mineralölverarbeitung und Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen. Die folgende Tabelle zeigt aber auch, dass die relative Bedeutung von AI in diesen und anderen Sektoren zum Teil deutlich unterschiedlich ist, je nachdem ob es sich um F&E-Aktivitäten oder Nachfrage nach Fachkräften handelt (eine Gesamtübersicht über die jeweiligen Werte findet sich im Anhang).

Die rein quantitative Betrachtung der eindeutig identifizierbaren Unternehmen mit eigenen AI-Aktivitäten konnte mithilfe der Daten aus der IKT-Erhebung um Informationen der IKT-Nutzung mit AI-Bezug auf Ebene von Sektoren sowie auf Basis der Interviews und der Analyse der geförderten F&E-Projekte um Einschätzungen zu Anwendungsfeldern ergänzt werden. Die Beziehung der verschiedenen Informationsquellen zueinander bzw. die Einschätzung, wie relevant qualitative Einschätzungen gegenüber quantitativen Daten zu bewerten sind, ist nicht einfach zu klären. Die folgenden Analysen bezüglich des Aktivitätsniveaus in den verschiedenen Sektoren stellen demzufolge keine präzisen oder auch nur vollkommen objektiven Aussagen über den Status quo dar, sondern bieten lediglich

eine mögliche Perspektive der Betrachtung und sollte dementsprechend gelesen und verstanden werden.

Die folgende Darstellung zeigt in diesem Sinne eine Reihe von Informationen in kombinierter Form, d.h. die relative Bedeutung des jeweiligen Sektors (ausgedrückt durch Anzahl der Unternehmen, Beschäftigten sowie Summe der erzielten Bruttowertschöpfung) für die österreichische Volkswirtschaft und das AI-bezogene Aktivitätsniveau der Unternehmen in den Sektoren (ausgedrückt durch relevante Publikationen, Forschungsaktivitäten in geförderten Forschungsprojekten, Arbeitskräftenachfrage, in-house Big Data Analysen, Robotereinsatz, Bedeutung des Sektors als Anwendungsfeld).

Abbildung 6 AI-Heatmap Herstellung von Waren



Anm.: Größe der Flächen spiegelt die gesamtwirtschaftliche Relevanz des Sektors wider (Anzahl der Unternehmen, Beschäftigten sowie Summe der erzielten Bruttowertschöpfung) und ihre Färbung das Ausmaß der AI-Aktivitäten (von grün – sehr aktiv bis rot – überwiegend inaktiv)

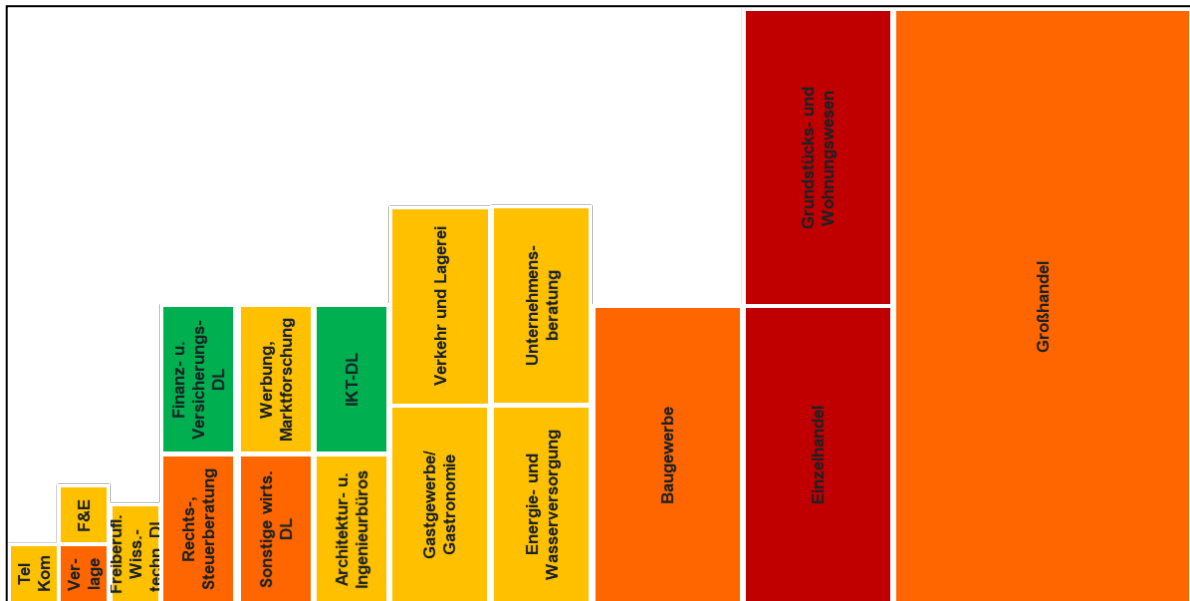
Quelle: KMU Forschung Austria 2019

Im Bereich der Herstellung sind die mit Abstand die größten Sektoren die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln (10) und Herstellung von Metallserzeugnissen (25), gefolgt von Herstellung chemischer Erzeugnisse (20), von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden (23), Maschinenbau (28) und Herstellung von sonstigen Waren (32). Die andererseits aktivsten Sektoren im Bereich AI sind neben dem Maschinenbau (28), der Bereich Herstellung von Kraftwagen/Kraftwagenteilen (29), Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen (26), Mineralölverarbeitung (19) und Herstellung pharmazeutischer Erzeugnisse (21). Damit können einige zentrale Herstellungssektoren der österreichischen Gesamtwirtschaft

insgesamt als aktiv im Bereich AI gelten. Gleichzeitig wird deutlich, dass AI besonders in jenen Bereichen schon relevant ist, in denen Wettbewerbsvorteile durch Technologieentwicklung und -einsatz ganz grundsätzlich sehr relevant sind und die demzufolge für Österreichs wissens- und innovationsbasierte Performanz von herausragender Bedeutung sind. Obgleich derzeit keine Aussagen über die unmittelbar mit AI verknüpfte Wertschöpfung möglich sind und es daher noch länger schwer sein dürfte, belastbare Informationen dazu zu bekommen, sind die AI-aktivsten Sektoren in Österreich jedenfalls auch jene, denen in internationalen Studien die meisten Produktivitätsgewinne durch AI zugeschrieben werden.

Ein ähnliches Bild zeichnet sich für die Betrachtung des Dienstleistungssektors ab (siehe folgende Abbildung). Der mit Abstand größte Sektor in Österreich ist der Bereich des Großhandels (46) und mit einigem Abstand dahinter gefolgt von Einzelhandel (47) und Grundstücks- und Wohnungswesen (68) und Bau (F). Diese vier sind allerdings auch noch eher wenig aktiv im Bereich AI (mit der Ausnahme von Big Data Analysen im Grundstücks- und Wohnungswesen). Deutlich kleiner im Vergleich sind die Sektoren Energie- und Wasserversorgung (D+E), Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben; Unternehmensberatung (70), Beherbergung und Gastronomie (55-56) und Verkehr und Lagerei (49-53), die sich allerdings schon um einiges aktiver mit AI auseinandersetzen. Herausragend für das Themenfeld AI sind naturgemäß die Unternehmen der Sektoren Versicherungs- und Finanzdienstleistungen (64-66) sowie Dienstleistungen der Informationstechnologie (62).

Abbildung 7 AI-Heatmap Dienstleistungen



Anm.: Größe der Flächen spiegelt die gesamtwirtschaftliche Relevanz des Sektors wider (Anzahl der Unternehmen, Beschäftigten sowie Summe der erzielten Bruttowertschöpfung) und ihre Färbung das Ausmaß der AI-Aktivitäten (von grün – sehr aktiv bis rot – überwiegend inaktiv)

Quelle: KMU Forschung Austria 2019

Unabhängig von der Frage der absoluten Bedeutung von AI im Dienstleistungssektor ist daher davon auszugehen, dass auch in Österreich sowohl „typische“ Anwender wie die Versicherungs- und Finanzdienstleister als auch typische Entwickler wie die Unternehmen aus dem Bereich der Programmierung Vorreiter sind, es aber auch in anderen Sektoren mit Anwendungsmöglichkeiten bereits sichtbare Aktivitäten gibt (etwa Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung (69) oder Marktforschung (73)). Auch hier entspricht das Bild in Österreich den Prognosen für jene Sektoren, die den größten Produktivitätsschub durch den Einsatz von AI erwarten können.

5.4 Anwendungsgebiete und Technologien

Verschiedene jüngere Publikationen betonen das Potenzial von AI, zur Entwicklung neuer Dienstleistungen und Produktinnovationen beizutragen. Intelligente Technologien werden als bedeutender Innovationstreiber (Lee & Trimi 2018, Makridakis 2017) und als wichtiger Faktor für Innovationswissen (Fischer & Fröhlich 01) angesehen. Es gibt auch ein breites Spektrum von Strategiepapieren (Agraval et al. 2019, Dutton 2018) und Marketingstudien von Beratungsunternehmen, die mit dem hohen Innovationspotenzial und wirtschaftlichen

Vorteilen von AI argumentieren (z.B. PAICE 2018, Li et al. 2017). Allerdings gibt es bisher sehr wenig veröffentlichte Arbeit mit empirischen Nachweisen in Bezug auf Unternehmen. Aus diesem Grund war es wichtig, die wirtschaftsstatistischen Analysen durch Interviews mit tatsächlichen Produzenten und Anwendern von AI-Technologie zu ergänzen. Die Hauptmotivation für die Verwendung oder Entwicklung von AI für innovative Produkte und Dienstleistungen liegt in der Automatisierung, Prozessoptimierung (z.B. Anpassung, Beschleunigung), der verbesserten Effizienz (in Bezug auf Kosten bzw. Personal) oder einer erhöhten Flexibilität, sowie dem Komplexitätsmanagement und Wissensmanagement.

Im Bereich der *Automatisierung* wird vor allem eine Erhöhung des Anteils automatisierter Routinearbeiten angestrebt. Dies ist z.B. bei der automatischen Videoanalyse sowie bei allgemein verbesserter Autonomie der Systeme (Fahren, Firewall) der Fall. Innerhalb der IT selbst spielt die Software-Automatisierung (durch Lernen) eine wichtige Rolle.

Im Bereich der *Prozessoptimierung* liegt ein Schwerpunkt auf der Verbesserung bei laufenden Systemen (Adaption), der Prozessbeschleunigung und der damit verbundenen Zeitersparnis sowie auf Qualitätsverbesserungen (z.B. Prognosequalität, Firewall).

Effizienzverbesserung bedeutet für die Unternehmen vor allem Kostenersparnis, z.B. durch Personalsparnis (insbesondere im Bereich spezialisiertes Personal), aber auch die Erhöhung der Flexibilität. Erwähnt wurde auch eine angestrebte *Komplexitätsbewältigung* durch adaptive/lernende Systeme (z.B. Security), Data Science. Hier geht es vor allem um die Bewältigung großer Datenmengen. Ebenso spielt verbessertes *Wissensmanagement*, d.h. die Erkenntnisgewinnung aus großen Datenmengen und Erkennen von Zusammenhängen eine wichtige Rolle.

Innovation (neue Produkte und Dienstleistungen) ist eine besonders wichtige Motivation für den Einsatz von AI. Bei den Anwendungen, welche die Unternehmen derzeit entwickeln bietet sich ein breites Bild. Eine Reihe von Anwendungen gibt es in den Feldern Sprache, Dialogsysteme:

- Chatbots, Dialogsysteme
- Reiseagent
- Rechtsinformation
- HR-Assistent
- Assistenzsysteme
- Semantische Suche
- First level support
- Intelligente Suche, z.B. nach Spezialisten

Weitere Anwendungen stellen auf die Analyse von Textdokumenten, das Management von Wissen sowie die Extraktion von Wissen ab:

- Trend- und Gefahrenanalyse von Dokumenten
- Informationsextraktion
- Wissensmanagement
- Sentiment Analyse im Web
- Social Business
- Klassifikation von Daten (z.B. email)

Zahlreiche Anwendungen gibt es im Zusammenhang mit Industrieautomatisierung und Anlagentechnik:

- Fabrikautomatisierung
- Industrie 4.0
- Optimierung von Anlagen (Kraftwerke, Turbinen, Windanlagen, Gasturbinen, Energie, Industrie, Gebäudetechnik)
- Vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance)
- Simulation in der Produktion
- Engineering Tools: Entwurfsunterstützung im Industriebau (Konfiguration von Anlagen, Sales, Maintenance)
- Analyse in der Produktion (Videobasierte Fehlererkennung)
- Automatisierung komplexer manueller Eingaben (Ölindustrie)
- Sensor Fusion

Einige Anwendungen dienen der Klassifikation und Analyse von Bild- und Videodaten:

- Image-, Video- und Text-Processing
- Sicherheit (Videoüberwachung)

Bei vielen Anwendungen steht die Automatisierung – insbesondere das automatische Fahren im Vordergrund

- Automatisches Fahren
- Autonomer Betrieb (Anlagen, Fahren)

Die Optimierung des Betriebs – vor allem im Transportwesen – stellt eine wichtige Anwendung dar:

- Rolling Stock Optimierung (Zugverkehr)
- Zugumlaufplanung (Zeitplanung)

IT ist selbst ein Anwendungsbereich von AI-Technologie, z.B. in den folgenden Fällen:

- Software Defined Networks
- Software-Management
- Sicherheit (IT-Systeme)
- Anonymisierung sensibler personenbezogener Daten

Schließlich findet AI auch im Risikomanagement, Controlling und Analysen (Finanz) und in vielen Fällen bei der Analyse von Daten Anwendung.

Die verwendeten AI-Technologien umfassen maschinelles Lernen, Datenanalyse und Vorhersagetechniken, Sprachverarbeitung, Bildanalyse, deduktive und wissensbasierte Systeme.

Tabelle 5 Übersicht über in den Interviews erwähnte Technologiefelder der AI und die darin eingesetzten Technologien.

Technologiefeld	Eingesetzte Technologien
Maschinelles Lernen	Neurale Netze, convolutional neural nets, Deep Learning, evidenzbasierte Methoden
Datenanalyse und Vorhersage	Prädiktive Analytik, präskriptive Analytik
Verarbeitung natürlicher Sprache	Sprachgenerierende Systeme, Sprachverstehen (Text, Sprache), Text Mining, semantische Suche, Inhaltsanalyse
Bild- und Videoverarbeitung	Bildererkennung, Mustererkennung, Videoanalyse
Wissensverarbeitung	Deduktive Systeme, Wissensgraphen, Wissensrepräsentationssysteme

Quelle: eutema 2019

Als interessante Bereiche, in denen in Österreich **AI-Technologie hergestellt oder innovative angewandt** wird, wurden folgende genannt:

Bereiche (Interview-Nennungen):

- Bankenbereich
- Börsenhandel
- Telekommunikationsindustrie
- Große Softwareunternehmen (SAP, IBM Think Wien, SAS)
- Universitäten (Spin-offs der TU Wien)
- Produktionstechnologie
- Catalysts, Knowcenter, Ubimet, Magna, Moonvision (Oktoberfest), AVL
- Bundesrechenzentrum
- Chatbotszene, Chatbot-Technologie mit Schnittstellen zu Watson oder Amazon
- "The Venturi" - ein Start-up Hub, der auch Softwareleistungen für seine Unternehmen anbietet und in den Bereichen AI und Chatbots sehr aktiv

Interessante AI-Anwendungen in Österreich (Interview-Nennungen):

- Musikempfehlung
- Moderation von Foren
- Chatbots in den Bundesministerien
- Blockchain
- Botential in Graz (<https://botential.at/>)
- Schienen- und Fahrzeugtechnik der ÖBB (Donawitz)
- Magna im Bereich der Zulieferketten: AI für die Diagnose von Störungen
- Projekt Transform mit der Stadt Wien:
<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/projekte/international/transform/>
- Automotive Bereich: selbstfahrende Autos
- ÖBB: automatisiertes Fahren auf Teststrecken
- Spracherkennung, z.B. für Call-Center, Medienmonitoring
- NLP, Sprachgenerierung
- OCR

Schließlich wurde noch nach jenen Sektoren gefragt, in denen *keine oder wenige AI-Anwendungen* zum Einsatz kommen. Genannt wurden:

- Verkehrslösungen
- Bauwesen
- Gesundheitswesen: Diagnostik direkt an Patienten

Trotz der geringen Zahl der befragten Unternehmen zeigen die Interviews die extreme Breite von AI-Lösungen in den verschiedensten Bereichen auf. In Bezug auf mehrere bereits veröffentlichte AI-Strategien, lässt sich aus den Interviews die Wichtigkeit menschlicher Faktoren ableiten. Dies betrifft vor allem die Ausbildung, aber auch die Kommunikation von AI-Techniken. Viele weltweit publizierte Strategien konzentrieren sich verstärkt auf einzelne Wirtschaftssektoren. Dies ist für gezielte Unterstützungsmaßnahmen zwar nützlich, kann aber möglicherweise nicht das volle Potenzial von AI heben, da innovative AI-Lösungen bereits in fast allen Sektoren in Entwicklung sind. Die Verfügbarkeit von Daten in ausreichend guter Qualität ist ein wichtiger Faktor, der sich in vielen Strategien erkennen lässt.

5.5 Start-ups und Geschäftsmodelle für AI-Innovation

Es gibt nicht zuletzt aufgrund der schwierigen definitorischen Abgrenzung keine offiziellen quantitativen Angaben zum Ausmaß des Engagements von österreichischen Start-ups in AI. Allerdings gibt es durchaus realistisch erscheinende Abschätzungen, so etwa in der 2019 erschienenen Studie „*The State of AI 2019: Divergence*“ von MMC Ventures und Barclays UK Ventures. Demnach waren zu Zeitpunkt der entsprechenden Erhebung (der Bericht gibt allerdings keine Auskunft über den genauen Zeitpunkt oder die Methodik) 43 Start-ups in Österreich dem Bereich AI zuzuordnen (zum Vergleich: die gleiche Studie weist für Irland 75, für Finnland 49 und für Dänemark 36 sowie für Europa insgesamt etwa 1.600 solcher Start-ups aus). Österreich zeichnet sich im Sinne des Anteils an allen europäischen AI-Start-ups durch eine deutlich überdurchschnittlich hohe Dynamik aus. Unklar ist, ob es sich dabei um einen Effekt eines Aufholprozesses gegenüber bereits länger als in AI aktive Volkswirtschaften wie z.B. Irland oder Portugal handelt. Interessant an dieser Auswertung ist auch, dass diesen Auswertungen ein Bereinigungsverfahren vorgeschaltet wurde, durch den die Gesamtzahl von vermeintlichen AI-Start-ups in Europa von 2.830 auf eben 1.600 Unternehmen mit echtem AI-Wertschöpfungsanteil reduziert wurde. Inwiefern eine solche Diskrepanz auch auf andere Datenquellen zutreffen könnte, ist nicht feststellbar.

In den im Rahmen der vorliegenden Studie durchgeführten Interviews wurde klar formuliert, dass Start-ups sowohl bei der Anwendung als auch beim Einsatz von KI-Innovationen eine entscheidende Rolle spielen. Sie sind wichtige Technologieführer und Träger der Kompetenz in AI-Technologie. Die Interviewpartner lobten die Flexibilität der Start-ups im Vergleich zu großen Industrie Akteuren. Sie sind auch der Meinung, dass sie im Vergleich zu großen Software-Unternehmen mehr in die Entwicklung neuartiger AI-Methoden investieren. Gleichzeitig sind die Befragten der Meinung, dass die Lösungen von Start-ups im Vergleich zu den oft komplexeren Lösungsumgebungen von Anbietern umfassender Pakete einfacher zu implementieren sind. Nachteilig ist, dass geeignete AI-Startups relativ schwer zu

identifizieren sind. Start-ups werden im AI-Bereich vor allem mit folgenden Eigenschaften verbunden:

- Innovation und Vorreiter: sie sind echte Risiko-Akteure im Bereich AI und Anbieter von AI-Produkten. Großunternehmen investieren manchmal nur wenig in die Entwicklung eigener Methoden
- Start-ups sind „early adopters“ neuer Technologien und haben eine hohe Flexibilität
- Sie haben spezifisches Wissen und bieten maßgeschneiderte, einfachere Lösungen (als große Anbieter) an. Sie helfen bei der Lokalisierung für Produkte und Dienstleistungen im regionalen/lokalen Kontext und können spezifische Anwendungsfälle berücksichtigen im Gegensatz zu den oft standardisierten Anwendungsszenarien großer Hersteller.
- Start-ups sind auch für große Industriebetriebe eine wichtige Quelle von Innovation, sowie ein Gebiet für Investitionen.

Ein Nachteil von Start-ups ist der oft größere Aufwand, ein geeignetes Start-up für eine langjährige Partnerschaft zu finden.

Befragt nach spezifischen Geschäftsmodellen für AI-Lösungen, weisen die Befragten darauf hin, dass diese noch nicht klar sind und derzeit erst entwickelt werden. Da der Fokus häufig auf Qualitätsverbesserungen liegt, gibt es oft keine direkten Auswirkungen auf das Geschäftsmodell. Es wird jedoch erwartet, dass Preisplanung und dynamische Preisbildung ein wichtiger Aspekt von AI-Anwendungen werden können. Auch *AI-as-a-Service (AI-as-a-service)* ist bereits als konkreter Fall aufgetaucht und es gibt einen Trend in einigen Bereichen in Richtung hin zur Lizenzierung pro Anwendungsfall oder nach Volumen. Es scheint auch einen Trend zu geben, die Entwicklung von Lösungen auf die Kunden zu verlagern.

Rund um AI-Anwendungen und AI-Entwicklungen gibt es einen großen Bereich von Beratungstätigkeiten. Dies führt in einigen Fällen zum Verschwimmen der Grenze zwischen Consulting- und AI-Entwicklungsunternehmen. Bemerkenswert ist die neu entstehende fachliche Kompetenz des AI-Trainers. Diese sind Expert_innen im Anwendungsbereich. Sie verfügen jedoch auch über Kompetenzen in der Datenanalyse, wobei die Anwendungskennnisse wichtiger sind als die abstrakte Analysekompetenz.

Im Bereich der Geschäftsmodelle stehen derzeit bilaterale Verträge für das Eigentum an Daten im Vordergrund. In Zukunft könnte es eine Verschiebung zu federierten Modellen maschinellen Lernens geben, wo keine Rohdaten, sondern bloß Datenaggregate ausgetauscht werden. Dies ist vor allem für mobile Anwendungen von großer Relevanz.

Innovative Geschäftsmodelle entstehen auch im Bereich von AI-Plattformen, die es unterschiedlichen Entwicklern erlauben, Lösungen bereitzustellen. Endkunden erwerben die Nutzungsrechte an der Plattform und können die für sie besten AI-Lösungen wählen.⁹ Dies ermöglicht es auch kleineren Lösungsanbietern, Zugang zu Anwendern zu erhalten. Weil Daten die wichtigste Grundlage lernender AI-Systeme sind, gibt es eine rege Diskussion um Geschäftsmodelle in diesem Bereich. Es bestehen erste Ansätze, in Österreich etwa mit dem Data Market Austria (<http://datamarket.at>) und Data Intelligence (<http://dataintelligence.at>). Derartige Bestrebungen bestehen auch auf europäischer Ebene, wobei zum Teil allerdings bezweifelt wird, dass diese Lösungen ausreichend nachfrageorientiert gestaltet sind.

Die Interviewpartner geben öfter an, dass mittelfristig keine Unternehmen ohne einen gewissen Grad an Automatisierung bzw. Autonomie überlebensfähig sein werden. Damit wird Artificial Intelligence zu einer generellen informatischen Methode, die besonderen Wert auf datengetriebene Verfahren bzw. Automatisierung und Wissen legt.

Die Interviewpartner geben die folgenden Branchen für ihre Hauptkunden an. Diese Liste verdeutlicht erneut die enorme breite an Anwendungen, die bereits im Einsatz sind:

- Industrie
 - Maschinenbau
 - Manufacturing/Produktion
 - Pharma
 - Schmuckhersteller
 - Erdölverarbeitung
- Öffentlicher Sektor (ÖBB, Ministerien, Städte, sowie deutsche Behörden und Bundeseinrichtungen)
- Automotive Bereich bzw. Transport
- Gesundheitswesen und Spitäler
- Versicherungen, Finanzwesen
- Touristik
- Recht

⁹ Siehe z.B. www.envoyai.com im Bereich Radiologie.

5.6 Barrieren und Hemmnisse

Der derzeitige Mangel an AI-Expert_innen erscheint als eine der Hauptbarrieren in den Interviews. Dies betrifft ganz allgemein alle Arten von IT-Expert_innen, aber vor allem auch IT-Mitarbeiter_innen mit speziellen AI-Kenntnissen in Themen wie Data Science. Innerhalb der AI betrifft der diagnostizierte Mangel sowohl AI-Generalist_innen als auch AI-Spezialist_innen in Themen wie beispielsweise neuronale Netzwerke und Software-Ingenieure in AI. Ein weiteres Haupthindernis sind die Kosten für die Schaffung des erforderlichen Know-hows und für die Umsetzung von Innovationen. Entwicklungszeiten sind oft länger als erwartet, da viele AI-Techniken mehrere Entwicklungszyklen erfordern. Außerdem können die Kosten für AI-Lösungen hoch sein, insbesondere für den Einsatz autonomer Robotik.

Die Befragten identifizieren auch ein aktuelles Unwissen über AI in dem Sinne, dass das allgemeine Bewusstsein und das Wissen über das Thema unzureichend sind. Dies führt oft zu unrealistischer Erwartung gegenüber AI. Das Thema wird selbst von Expert_innen noch nicht in voller Kompetenz angesprochen, was beispielsweise dadurch deutlich wird, dass es nicht einmal eine allgemein akzeptierte Definition von AI gibt. Das Fehlen von AI-Wissen verringert auch die Glaubwürdigkeit von KI-Lösungen. Es gibt heute viele Versprechungen betreffend AI-Lösungen, die in der Praxis nicht bestätigt werden können. Weiters entsteht aus der zu großen Erwartungshalt auch ein Mangel an Akzeptanz von Fehlern im AI-Entwicklungsprozess. Hinzu kommt die weithin bekannte Herausforderung, dass viele AI-Lösungen, die auf maschinellem Lernen basieren, nicht ohne Weiteres Erklärungen für ihr Verhalten geben können. Dies führt ebenfalls zu einem gewissen Ausmaß an Kritik und Zurückhaltung gegenüber AI-Lösungen. KMU, die versuchen AI anzuwenden, sind aufgrund dieser Unsicherheiten oft zögerlich. Darüber hinaus sind gerade KMU von der Problematik betroffen, dass ihnen möglicherweise Daten in für die Lernverfahren notwendiger Qualität und Quantität fehlen.

Als weitere Herausforderungen werden das Fehlen klarer Regelungen und Rechtsvorschriften genannt, z. B. hinsichtlich Verantwortlichkeiten im Gesundheitssektor. In den Interviews wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass österreichische Start-ups aufgrund relativ rigider gesetzlicher Bestimmungen, z.B. der Gewerbeordnung, im Nachteil sind. Es fehlen sogenannte „Sandboxes“ mit erleichterten Regularien, die es erlauben würden, KI-Systeme anwendungsnah zu entwickeln.

Im Bereich der Unternehmen fehlt eine Stelle, die vor allem KMU unterstützt, die richtigen Ansprechpartner zu finden. Es gibt derzeit nur sehr wenige geeignete Mittler zwischen Grundlagenforschung bzw. Universitäten und den Unternehmen.

Unternehmen sind sich oft sowohl der Tatsache bewusst, dass AI eine wichtige Technologie darstellt, aber auch derzeit als Hype erscheint. Das Thema wird also beachtet und beobachtet, ist aber noch nicht überall in ausreichender Tiefe angekommen. Obwohl z.B. Österreichs industrielle Technologieführer an dem Thema arbeiten, haben sie derzeit kaum Produkte mit AI auf dem Markt.

Im Bereich der traditionell starken Sektoren, z.B. im Maschinenbau, gibt es oft noch keine durchgängige Digitalisierung. Auch wo z.B. Sensorik und Elektronik verbaut ist, sind dies oft bloß streng lokale Komponenten, deren Schnittstellen häufig gar nicht nach außen durchgeführt werden. Im Bereich des Maschinen- und Fahrzeugbaus spielt auch die Erklärbarkeit und vor allem die Vorhersagbarkeit des Verhaltens eine wichtige Rolle, z.B. auch aufgrund von Standards und Regulierungen. Statistische Verfahren der AI (v.a. maschinelles Lernen) werden derzeit daher von Endkunden in diesen Sektoren wenig nachgefragt. Die Lösungsansätze unterscheiden sich in diesem Bereich öfters von anderen Anwendungsgebieten, z.B. durch die Charakteristiken integrierter Komponenten. Diese Ansätze können zwar z.B. neuronale Netze anwenden, ihr Training wird aber üblicherweise außerhalb des Geräts vorgenommen.

Eine weitere Hürde ist, dass kleinere Unternehmen einfach nicht die Personalkapazitäten haben, sich dem AI-Thema ausreichend zu widmen. Solche Unternehmen könnten von kleineren Schritten profitieren, die in nicht sicherheitskritischen Bereichen gesetzt werden, z.B. im Bereich der vorausschauenden Wartung. Eine Hürde ist auch der derzeitige Mangel an KI-Ausbildung in den technischen Disziplinen, z.B. im Bauingenieurwesen oder im Maschinenbau.

Tabelle 6 Übersicht über die in den Interviews erwähnten Barrieren und Hemmnisse und die erwähnten Beispiele.

Barrieren und Hemmnisse	Beispiele
Arbeitskräftemangel	IT-Expert_innen; IT-Personal mit AI-Kenntnissen, Data Science; Spezialist_innen und Generalist_innen, Softwareentwickler_innen, AI-Expert_innen
Kosten	Know-how Aufbau, Entwicklungskosten, lange Entwicklungszeiten (Versuch und Irrtum bei innovativen Anwendungen); Kosten für fortgeschrittene Hardware in der Robotik
Wissensmängel	Unzureichende Aufklärung über AI; unrealistische Erwartungshaltung

Barrieren und Hemmnisse	Beispiele
	unzureichende Beherrschung des Themas (nicht einmal klare Definition)
Glaubwürdigkeit von AI-Lösungen	Unehrlliche Claims bezüglich AI – Enttäuschung; mangelnde Akzeptanz von Fehlschlägen
Technische Aspekte	Mangelnde Erklärbarkeit bei lernenden Systemen Datenmangel - stark limitierender Faktor für AI, vor allem bei KMUs
Gesetze	Gesetzeslage, z.B. im Gesundheitswesen Unklarheiten in der Verantwortlichkeit für Systemverhalten
Zögerlichkeit	Zurückhaltung vor allem bei KMU
Hype	Risiko, dass der Hype um AI der Entwicklung schadet, weil der Blick auf echte Chancen verstellt wird und eine falsche Erwartungshaltung entsteht

Quelle: Interviews

Mit Bezug auf den angesprochenen Arbeitskräftemangel und die bekannten Schwierigkeiten, vor allem junge Menschen für Mathematik, Technik und Naturwissenschaften zu begeistern, wurde auch nach alternativen Ausbildungswegen gefragt, die dennoch ein gewisses Potenzial für AI-Entwicklungen haben. Als wichtige alternative Kompetenzen und Ausbildungen wurden genannt:

- Linguistik, Sprachtechnologie
- Kontextverständnis, breite Studienfächer wie z.B. Philosophie
- Betriebswirtschaftliche Ausbildungen

5.7 Wertschöpfungs- und andere Effekte von AI

Es gibt derzeit keine detaillierten Analysen über die absehbaren Effekte des Einsatzes von AI für die österreichische Volkswirtschaft. Eine Untersuchung von Purdy und Daugherty (2017) geht davon aus, dass bis zum Jahr 2035 durch den Einsatz von AI ein zusätzliches jährliches Wachstum der Bruttowertschöpfung von bis zu 2 %¹⁰ ausgelöst werden kann. Als wichtigsten Wachstumstreiber nennen die Autorinnen und Autoren dabei die Automatisierung, aufgrund derer Produktivitätssteigerungen von bis zu 37 % realisiert werden könnten. Für Österreich nennt die Studie ein mögliches zusätzliches Wachstum von 1,6 % p. a. und einen Anstieg der

¹⁰ Accenture (<https://www.accenture.com/at-de/top100-2017>) gibt 2,14 % an

Arbeitsproduktivität von 30 %. Auf Basis dieser Analyse ist außerdem davon auszugehen, dass vor allem das produzierende Gewerbe, der Primärsektor, die Finanz-/Versicherungsdienstleistungen, der Handel, das Gastgewerbe sowie die Energie-/Wasserversorgung ein AI-induziertes zusätzliches Wachstum erwarten können.

Eine weitere Studie, die 2018 von Ernst & Young durchgeführt bzw. veröffentlicht wurde, hat auf der Basis von u.a. 21 Unternehmensinterviews unter anderem auch die Erwartungen hinsichtlich der Auswirkung des AI-Einsatzes erhoben. Demnach erwarten rund 50% der Unternehmen in Österreich, dass AI hohe oder sehr hohe Auswirkungen auf den Kernbereich der Unternehmen, angrenzende und neue Geschäftsfelder haben wird. Konkret ist es das Kerngeschäft, für das österreichische Unternehmen die größte Wirkung erwarten. Über alle Geschäftsbereiche sind die Erwartungen niedriger als im europäischen Durchschnitt.

In derselben Studie wurde die Zustimmung zu erwarteten Effekten nach Art des Effekts und Wirtschaftssektor erhoben (siehe folgende Tabelle). Demnach werden von Prozessoptimierungen vor allem die Unternehmen aus der Warenherstellung und dem Energie-, Bau- und Transportbereich profitieren. Die stärksten transformierenden Auswirkungen auf die Produkte und Dienstleistungen sind demzufolge im Gesundheits- und Dienstleistungsbereich zu erwarten.

Tabelle 7 Sector Benefits Landscape EY (Zustimmung zu erwarteten Effekten nach Art und Wirtschaftssektor)

	<i>Kundenbindung: Inhalte anpassen, Reaktionsgeschwindigkeit erhöhen, Stimmung schaffen, Erfahrungen schaffen, Bedürfnisse antizipieren, etc.</i>	<i>Betriebsoptimierung: Automatisierung von Prozessen, Überwachung der Ergebnisse, Vorhersage von Trends, Verschreibung von Lösungen, etc.</i>	<i>Transformation von Produkten und Dienstleistungen: Hinzufügen von Datendiensten, Generierung neuer Geschäftsmodelle, Erweiterung der Reichweite, etc.</i>	<i>Stärkung der Mitarbeiter_innen: Verbesserung der Produktivität, Ermöglichung von Innovationen, Erforschung neuer Fähigkeiten, Unterstützung bei der Problemlösung, etc.</i>
Life Science Pharmaceuticals, Healthcare, Biotech	71%	88%	71%	54%
CPR Consumer Products & Retail	78%	78%	58%	44%
Industrial Products Manufacturing, Materials, Equipment	61%	96%	70%	56%
TMT Technology Media/Entertainment & Telecom	81%	88%	64%	52%
Finance Banking, Insurance, Investments	78%	84%	67%	73%
Infrastructure Transportation, Energy, Construction, Real Estate	74%	96%	54%	70%
Services Professional Services, Hospitality, Public Services, Membership Organization	83%	83%	78%	78%

Quelle: Ernst & Young 2018, eigene Darstellung

Ein zentrales Thema im Kontext der vermehrten Nutzung von AI stellen die Auswirkungen auf Beschäftigung dar. Auch hier gibt es keine, über begründete Prognosen vor allem in qualitativer Perspektive hinausgehenden, Analysen für Österreich. Die Effekte, die sich durch AI auf die bereits beobachtbaren Wirkungen der fortschreitenden Digitalisierung im Sinne eines Qualitäts- und Innovationssprungs ergeben, sind noch weitgehend wenig untersucht. Eine Reihe von Studien (Nagl et al. 2017; Flecker et al. 2016; Rinne & Zimmermann 2016; Degryse 2016) lassen jedenfalls auf einen umfassenden Wandel in der Erwerbsarbeit schließen, insbesondere auf das Arbeitsumfeld und die Tätigkeitsbereiche von Erwerbspersonen zum einen direkt durch den Einsatz der entsprechenden Technologie am Arbeitsplatz, zum anderen indirekt über veränderte Prozessabläufe oder einem Wandel in den Organisationsstrukturen (z.B. von einer hierarchischen Organisation hin zu einer flachen Organisation). Der vermehrte Einsatz von AI wird vor allem dazu führen, dass Tätigkeiten, die von Menschen ausgeführt werden können, durch vollautomatisierte Prozesse und intelligent vernetzte Maschinen ersetzt werden, sodass ganze Berufe mit der Zeit verschwinden könnten. Andererseits muss der Einsatz von AI nicht zwangsläufig dazu führen, dass menschliche Arbeitskraft komplett ersetzt wird. AI kann auch dazu führen, dass neue Tätigkeitsfelder in den Unternehmen entstehen, wodurch sich Berufsbilder und die damit verbundenen Kompetenzanforderungen wandeln.

Eine zentrale These entsprechender Untersuchungen lautet, dass die technologische Entwicklung dazu führt, dass abgrenzbare, eindeutig bestimmbare, regelgeleitete – und damit programmierbare – Tätigkeiten zunehmend von Computern und Maschinen übernommen werden, d. h. menschliche Arbeitskräfte ersetzen. Demgegenüber werden neue Technologien bei Tätigkeiten, welche nicht vollständig programmiert werden können (komplexere Problemlösungs- und Kommunikationsaufgaben), unterstützend eingesetzt werden (vgl. Bock-Schappelwein et al. 2017 und Dengler et al. 2014). Dengler und Mathes (2018) zeigen etwa für Deutschland, dass sich seit 2013 am Arbeitsmarkt nachgefragte Kompetenzen im Zuge der voranschreitenden Digitalisierung verändert haben und auch neue Berufe (z.B. Data Scientist, Interfacedesigner_in) entstanden sind. Nagl et al. (2017) erstellten die bis dato detaillierteste Studie zur zu erwartenden Substitution von Arbeitskräften in Österreich. Insbesondere berechnen sie Modelle mit Automatisierungsrisikogruppen sowohl auf der Ebene der Berufsgruppen als auch der Wirtschaftszweige. Die Autoren und Autorinnen greifen dabei auf das von Frey und Osborne (2013) berechnete Modell der Automatisierungswahrscheinlichkeiten für die USA zurück. Aus diesem übernehmen sie die Automatisierungswahrscheinlichkeiten für einzelne Berufe, welche sie dann über die Daten der PIAAC-Befragung zu den Tätigkeiten (analytisch, interaktiv, etc.) und weiteren Merkmalen zuerst auf Basis der Daten für die USA und anschließend für Österreich neu schätzen. Die Autoren und Autorinnen kommen zu dem Ergebnis, dass 9 % der Beschäftigten in Österreich von einem hohen Automatisierungsrisiko betroffen sind.

In folgender Tabelle wird der Anteil unter den Beschäftigten, die von einem hohen Risiko der Automatisierung betroffen sind, nach Berufsgruppen und Wirtschaftssektoren dargestellt. Der Anteil der Beschäftigten in allen Berufsgruppen bzw. Wirtschaftssektoren insgesamt, die von einem hohen Automatisierungsrisiko betroffen sind, liegt den Autoren und Autorinnen zufolge bei 9 %, weshalb nur Berufsgruppen und Wirtschaftssektoren dargestellt werden, in denen der Anteil der Beschäftigten mit hohem Automatisierungsrisiko größer ist.

Tabelle 8 Anteil der Beschäftigten mit hohem Automatisierungsrisiko nach Berufsgruppen und Wirtschaftssektoren

Berufsgruppe	Anteil der Beschäftigten mit einem Automatisierungsrisiko >70%	Wirtschaftssektor	Anteil der Beschäftigten mit einem Automatisierungsrisiko >70%
Hilfsarbeiter_innen im Bergbau, im Bau, bei der Herstellung von Waren und im Transportwesen	37%	Sonstige wirtschaftlichen Dienstleistungen	23%
Montageberufe	31%	Baugewerbe	18%
Reinigungspersonal und Hilfskräfte	30%	Verarbeitendes Gewerbe/Herstellung von Waren	16%
Metallarbeiter_innen, Mechaniker_innen und verwandte Berufe	23%	Beherbergung und Gastronomie	15%
Bau- und Ausbaufachkräfte sowie verwandte Berufe, ausgenommen Elektriker_innen	19%	Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	14%
Hilfskräfte in der Nahrungsmittelzubereitung	18%	Groß- und Einzelhandel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen	14%
Abfallentsorgungsarbeiter_innen und sonstige Hilfsarbeitskräfte	18%	Private Haushalte und Hauspersonal	10%
Präzisionshandwerker_innen, Drucker_innen und kunsthandwerkliche Berufe	16%		

Berufsgruppe	Anteil der Beschäftigten mit einem Automatisierungsrisiko >70%	Wirtschaftssektor	Anteil der Beschäftigten mit einem Automatisierungsrisiko >70%
Bediener_innen stationärer Anlagen und Maschinen	16%		
Fahrzeugführer_innen und Bediener_innen mobiler Anlagen	16%		
Berufe in der Nahrungsmittelverarbeitung, Holzverarbeitung und Bekleidungsherstellung und verwandte handwerkliche Fachkräfte	15%		
Elektriker_innen und Elektroniker_innen	14%		
Verkaufskräfte	13%		
Schutzkräfte und Sicherheitsbedienstete	12%		
Bürokräfte im Finanz- und Rechnungswesen, in der Statistik und in der Materialwirtschaft	11%		
Berufe im Bereich personenbezogener Dienstleistungen	11%		

Quelle: Nagl et al. 2017

Welche quantitativen Effekte sich durch Transformations-, Substitutionsprozesse tatsächlich – auch für Österreich – ergeben, ist derzeit noch Gegenstand von mehr oder weniger belastbaren Prognosen.

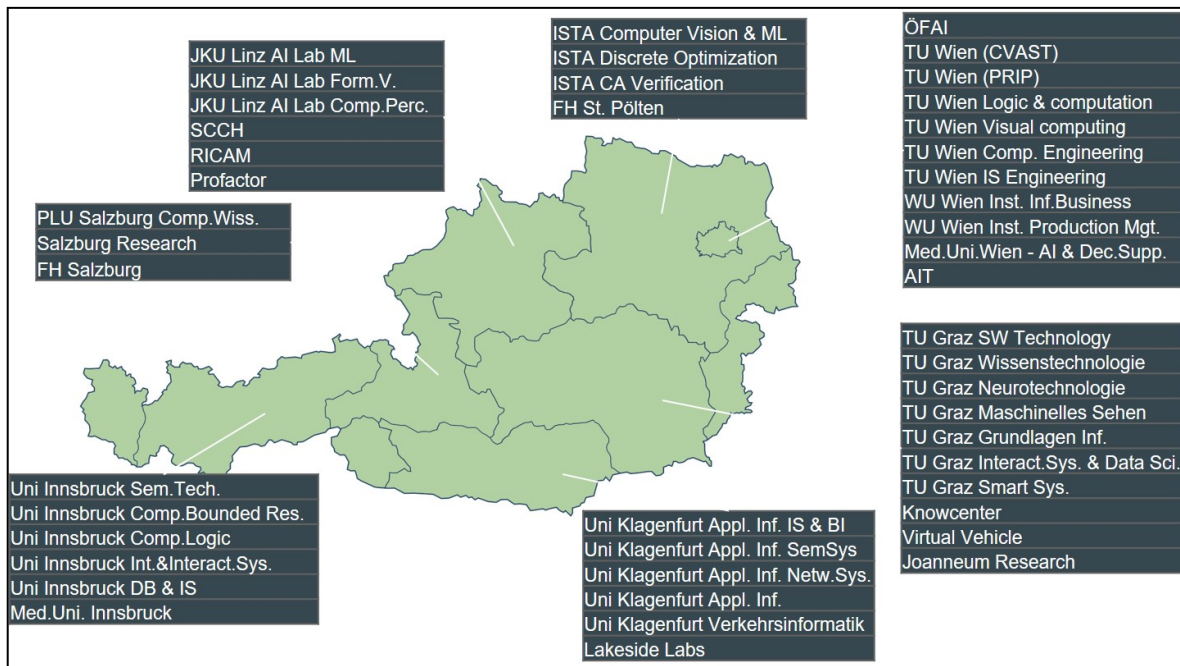
6 AI-Forschungseinrichtungen in Österreich

6.1 Organisationen

AI ist Teil des Leistungs- und Kompetenzspektrums einer Reihe von Forschungsinstituten, die nicht immer ausschließlich informatischen Fächern zugeordnet sind. In der Vergangenheit haben nur einige wenige Institute in Österreich explizit AI-Lösungen entwickelt. Heute erwähnen zahlreiche Organisationen AI-Kompetenzen und listen AI-Projekte z.B. auf ihren Webseiten auf.

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über die geografische Verteilung von Instituten, die auf ihren Webseiten signifikante AI-Kompetenzen oder AI-Projekte darstellen (Basis: eigene Internetrecherche). Es fällt auf, dass Institute mit AI-Kompetenzen grundsätzlich über ganz Österreich verstreut sind.

Abbildung 8 Geografische Verteilung der Forschungsinstitute/-einrichtungen mit AI-Aktivitäten in Österreich

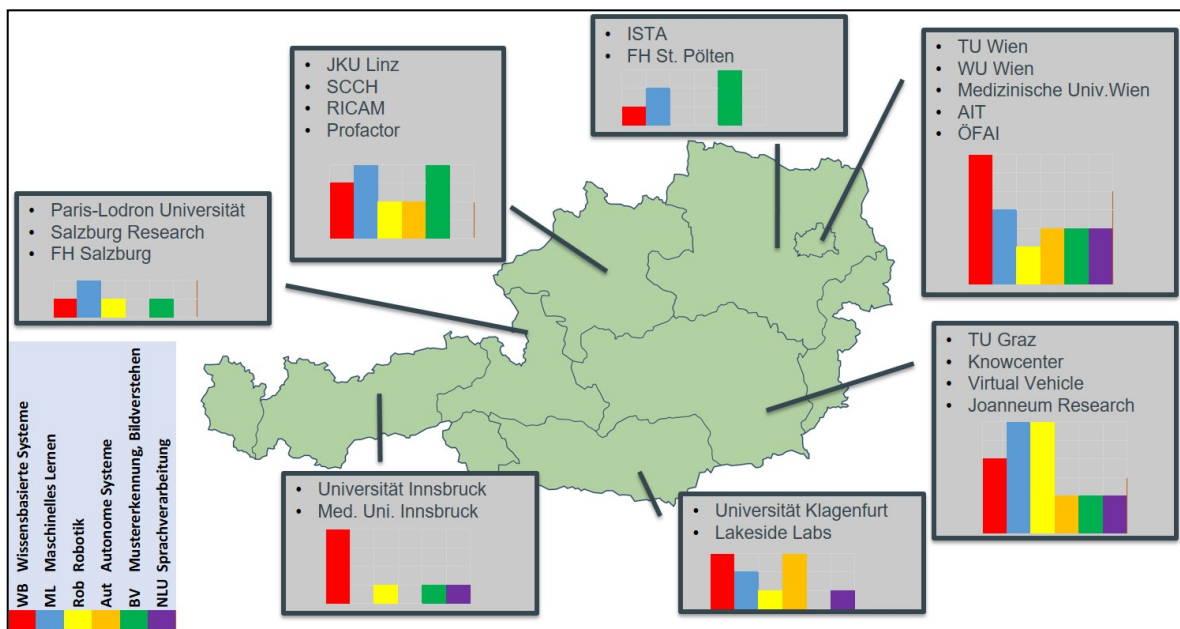


Quellen: FFG Daten, H2020, webbasierte Recherche, Interviews; eigene Darstellung

6.2 Kompetenzen und Themen

Für die Institute lässt sich ein grobes Kompetenzprofil erstellen, wenn man die anfangs erarbeitete Liste von AI-Schwerpunkthemen als Basis nimmt. Damit ergibt sich eine ungefähre Kompetenzverteilung, wie in folgender Abbildung dargestellt. Die Balken geben Auskunft über die Anzahl der Institute mit entsprechenden AI-Projekten oder AI-Kompetenzen laut Webseiten der Institute (mehrfache Nennungen enthalten).

Abbildung 9 Forschungsschwerpunkt der Forschungsinstitute/-einrichtungen mit AI-Aktivitäten in Österreich



Quellen: FFG, H2020, webbasierte Recherche, Interviews; eigene Darstellung

Die Übersichtskarte verdeutlicht erwartungsgemäß breite Kompetenzen an den technischen Universitätsstandorten Wien und Graz, aber auch signifikant breite Kompetenz in Oberösterreich und Kärnten.

Kompetenzprofile können auch aus EU- und FFG-Projektdatebanken gewonnen werden. Die folgenden Tabellen geben Auskunft über (österreichische) Projektpartner in H2020 (EU) und den thematischen Programmen der FFG. Es ist zu beachten, dass dabei auch Organisationen enthalten sind, die nicht im engeren Sinn AI-Forschung betreiben. Auch in diesen Tabellen erfolgte eine Klassifizierung nach Keywords, die in den Projektdatebanken enthalten sind bzw. die sich aufgrund der Projektkurzbeschreibungen ergeben.

Tabelle 9 AI-Projekte in Horizon 2020 mit österreichischer Beteiligung nach geförderter Organisation und Forschungsschwerpunkten

H2020 Projektdaten	Wissens- basierte Systeme	Auto- nome Systeme	Maschinelles Lernen	Sprach- verarbeitende Systeme	Bild- und Video- verarbeitung	
AIT Austrian Institute Of Technology		x	x			2
Austro Control				x		1
Bundeskriminalamt			x			1
Bundesministerium für Inneres			x			1
Business Upper Austria			x			1
ISTA		x				1
Das Virtuelle Fahrzeug	x	x			x	3
Lakeside Labs GmbH		x				1
Medizinische Universität Innsbruck	x					1
Medizinische Universität Wien			x			1
Österreichische Nationalbibliothek				x		1
Profactor GmbH	x		x			2
Technische Universität Graz		x			x	2
Technische Universität Wien			x			1
Universität Innsbruck				x	x	2
Universität Klagenfurt			x			1
Universität Linz	x					1
Universität Wien				x		1
ZSI	x					1
<i>gesamt</i>	5	5	8	4	3	25

Quelle: Horizon 2020, eigene Darstellung

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Institute, die sich in Österreich mit AI-Forschung beschäftigen, das Technologiespektrum gut abdecken. Besonders deutlich treten die Aktivitäten im Bereich des maschinellen Lernens hervor, aber auch symbolische Methoden (Wissensrepräsentation), Robotik und autonome Systeme sind gut vertreten. AI-Forschung wird fast österreichweit betrieben, wobei starke Schwerpunkte in Wien und Graz, aber auch in Linz (und Hagenberg) sowie in Klagenfurt liegen. Weitere regionale Aktivitäten bestehen in Innsbruck, St. Pölten und Klosterneuburg, sowie in Salzburg. Ein wichtiges Forschungsgebiet stellt die algorithmische Unterstützung von Systemen des maschinellen Lernens dar. Solche Systeme sollten auch in der Lage sein, mit fehlenden Werten umzugehen, die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse zu erhöhen und die Effizienz der Berechnung bzw. des Trainings zu verbessern und Versionierung unterstützen. Eine interessante Frage betrifft die Modellierung anhand geoverteilter Daten, z.B. von mobilen Endgeräten unter Beibehaltung des Schutzes persönlicher Daten.

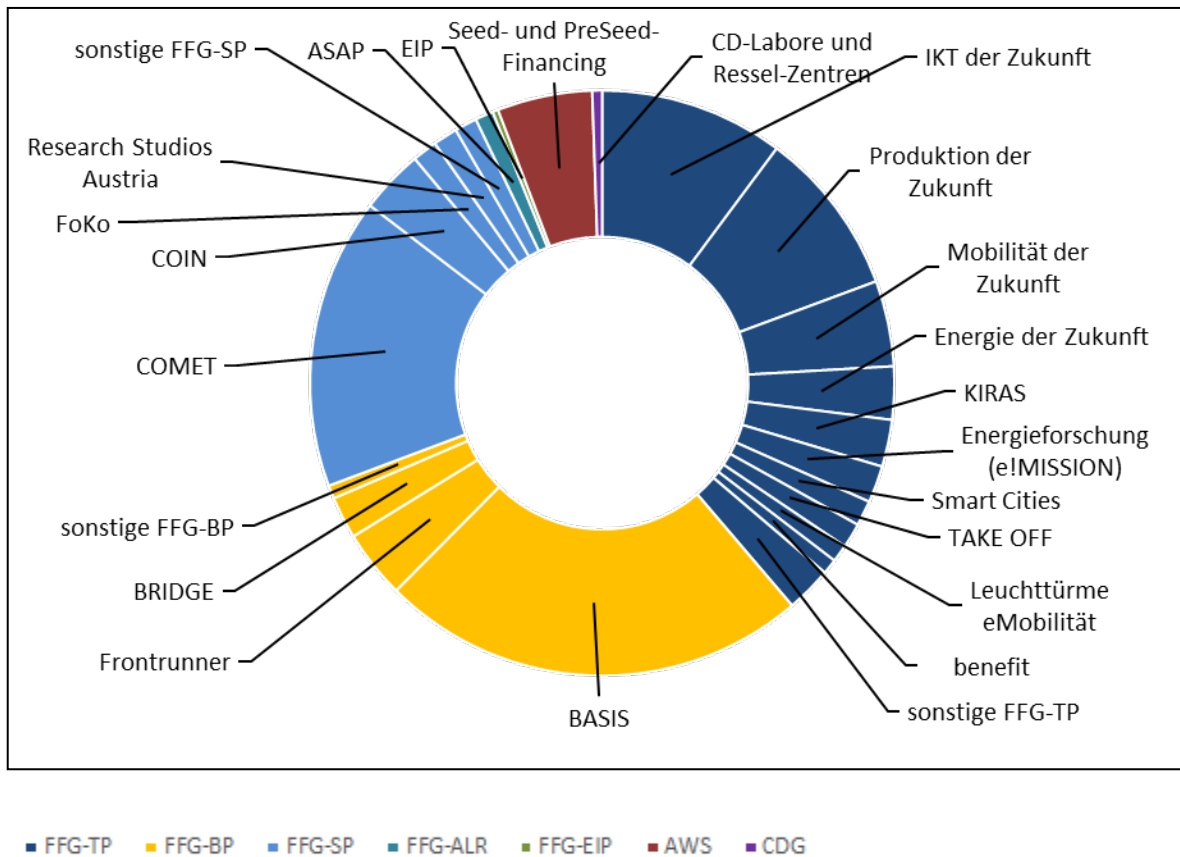
Die bestehenden Gruppen – vor allem außerhalb von Wien und Graz – sind zum Teil allerdings sehr klein. Einige Themen sind z.B. nur von einem Professor und ggf. Studenten besetzt. Außerdem besteht das Problem, dass maschinelle Lernverfahren und andere AI-Technologien zunehmend als allgemeine informatische Methoden verwendet werden. Es erscheint aber nicht sinnvoll, jede Anwendung eines neuronalen Netzes als AI-Kompetenz in dieser Analyse aufzunehmen.

In den Interviews wurde vereinzelt Kritik am Kompetenzspektrum der österreichischen Forschung im Bereich des maschinellen Lernens laut. Es fehlen vor allem Gruppen, die mit den internationalen Spitzen mithalten können und sich den derzeit aktuellen Fragen z.B. im Bereich Deep Learning oder Einmüllern widmen. Da das Gebiet so jung ist, wäre es möglich, bereits mit relativ geringem Mitteleinsatz, wissenschaftliche Erfolge zu erzielen.

6.3 Forschungsförderung des Bundes

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über von 2012 bis 2017 vergebenen Fördermittel des Bundes im Bereich AI. Insgesamt wurden in diesem Zeitraum € 349,9 Mio. an Fördermittel vergeben, wovon der Großteil (94 %) auf von der FFG umgesetzte Programme entfiel. Davon stellten wiederum Förderungen aus den thematischen Programmen 41 % und aus dem Bereich der Basisprogramme 32 % die größten Anteile der vergebenen Mittel.

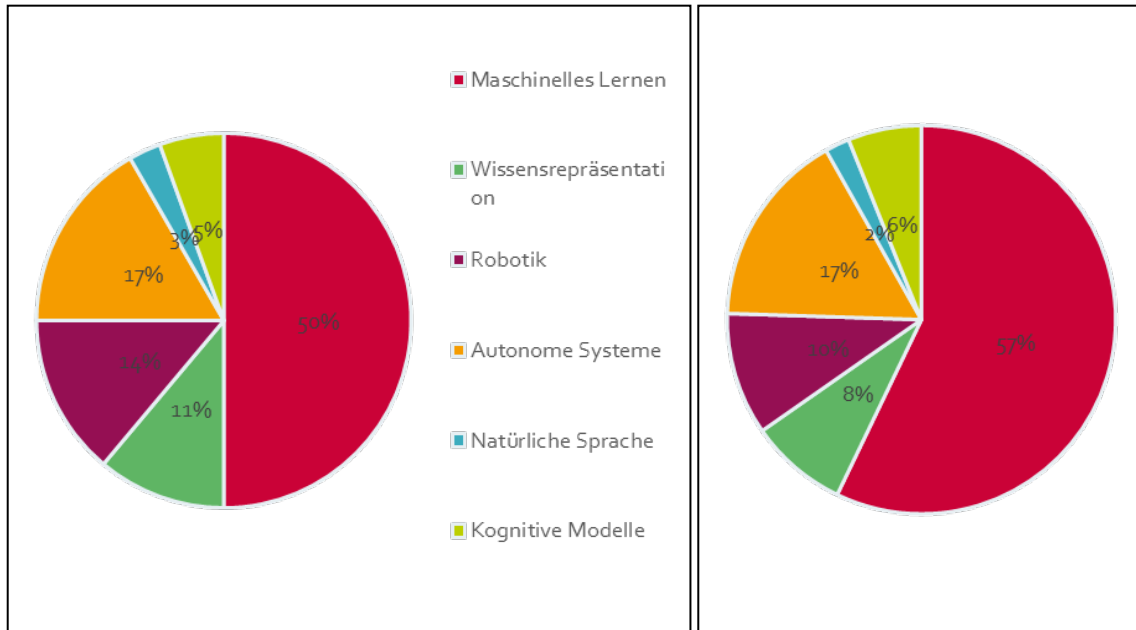
Abbildung 10 Bundesförderung in Mio. EUR im Bereich AI 2012-17, Verteilung auf Förderungsagenturen und Bereiche



Quelle: BMVIT 2018; eigene Darstellung

Im Sinne einer Detailauswertung der für das BMVIT zentralen thematischen Programme der FFG zeigt sich eine besonders starke thematische Präsenz von AI-Projekten im Bereich des maschinellen Lernens (siehe folgende Abbildung). Da das Thema bei der FFG mehrmals in anwendungsbezogenen Projekten auftaucht sind auch kognitive Modelle mitgezählt.

Abbildung 11 AI-Aktivitätsbereiche in FFG-geförderten Projekten (IKT der Zukunft, AAL, benefit), Anteil der Forschungseinrichtungen versus Anteil der Projektbeteiligungen



n = 34 Projekte und 61 Projektbeteiligungen

Quellen: FFG; eigene Darstellung

Die in Kapitel 3 beschriebene Definition von Artificial Intelligence lässt sich auch dazu verwenden, verschiedene Datenbanken öffentlich geförderter Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Hinblick auf das Vorliegen von AI-Projekten zu durchsuchen. In weiterer Folge lässt sich von diesen Projekten auf Unternehmen und Forschungsinstitute schließen, die im AI-Bereich aktiv sind. Für die Analyse von Forschungseinrichtungen lagen Daten vor, die Auskunft über österreichische Beteiligungen an Horizon 2020 Projekten gaben. Zusätzlich wurden auf diese Art Projekte in den Förderprojekten der thematischen Programme der FFG gesucht. Dies sind insbesondere die Programme IKT der Zukunft, AAL und benefit.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über 25 Horizon 2020 EU-Projekte, die mit den o.a. Schlüsselworten zu Treffern in Projekten mit österreichischer Beteiligung führen:

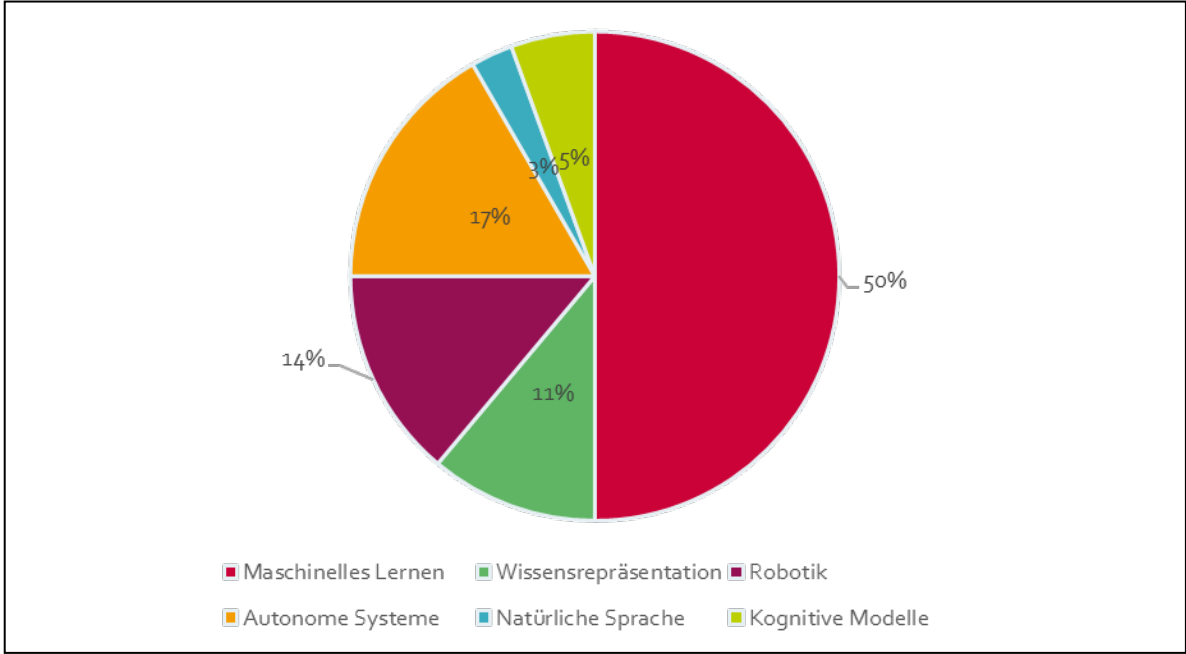
Tabelle 10 Horizon 2020 Projekte mit österreichischer Beteiligung

H2020 Projektdaten	Wissens- basierte Systeme	Autonom e Systeme	Maschinelle s Lernen	Sprach- verarbeitend e Systeme	Bild- und Video- verarbeitung	
AIT Austrian Institute Of Technology		x	x			2
Austro Control				x		1
Bundeskriminalamt			x			1
Bundesministerium für Inneres			x			1
Business Upper Austria			x			1
ISTA		x				1
Das Virtuelle Fahrzeug	x	x			x	3
Lakeside Labs GmbH		x				1
Medizinische Universität Innsbruck	x					1
Medizinische Universität Wien			x			1
Österreichische Nationalbibliothek				x		1
Profactor GmbH	x		x			2
Technische Universität Graz		x			x	2
Technische Universität Wien			x			1
Universität Innsbruck				x	x	2
Universität Klagenfurt			x			1
Universität Linz	x					1
Universität Wien				x		1
ZSI	x					1
	5	5	8	4	3	2 5

Quelle: eutema 2019

Die folgende Grafik zeigt die Aktivitätsbereiche von Forschungseinrichtungen in Projekten der erwähnten thematischen Programme der FFG.

Abbildung 12 AI-Aktivitätsbereiche in FFG-geförderten Projekten, Forschungseinrichtungen

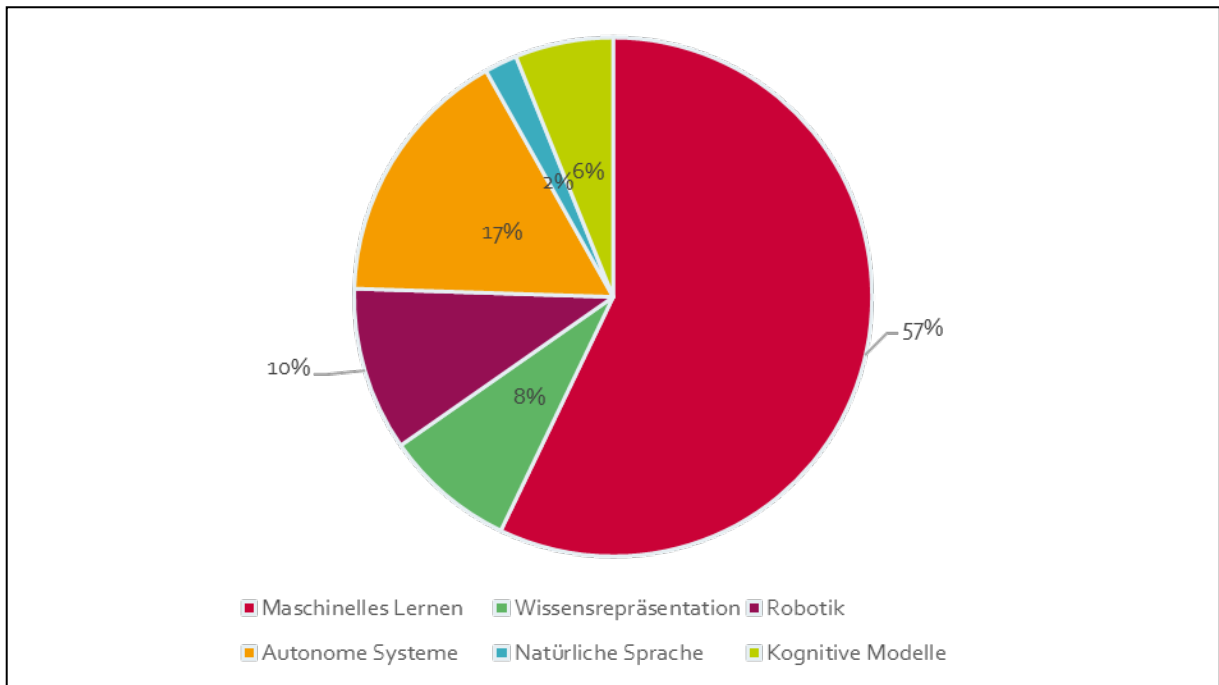


(n=34, Duplikate entfernt)

Quelle: eutema 2019

Die folgende Grafik zeigt die Aktivitätsbereiche von Forschungseinrichtungen – gezählt nach den Beteiligungen in den thematischen Programmen der FFG (d.h. Institute, die in zwei Projekten auftauchen werden doppelt gezählt):

Abbildung 13 Aktivitätsbereiche von Forschungseinrichtungen – nach Beteiligungen

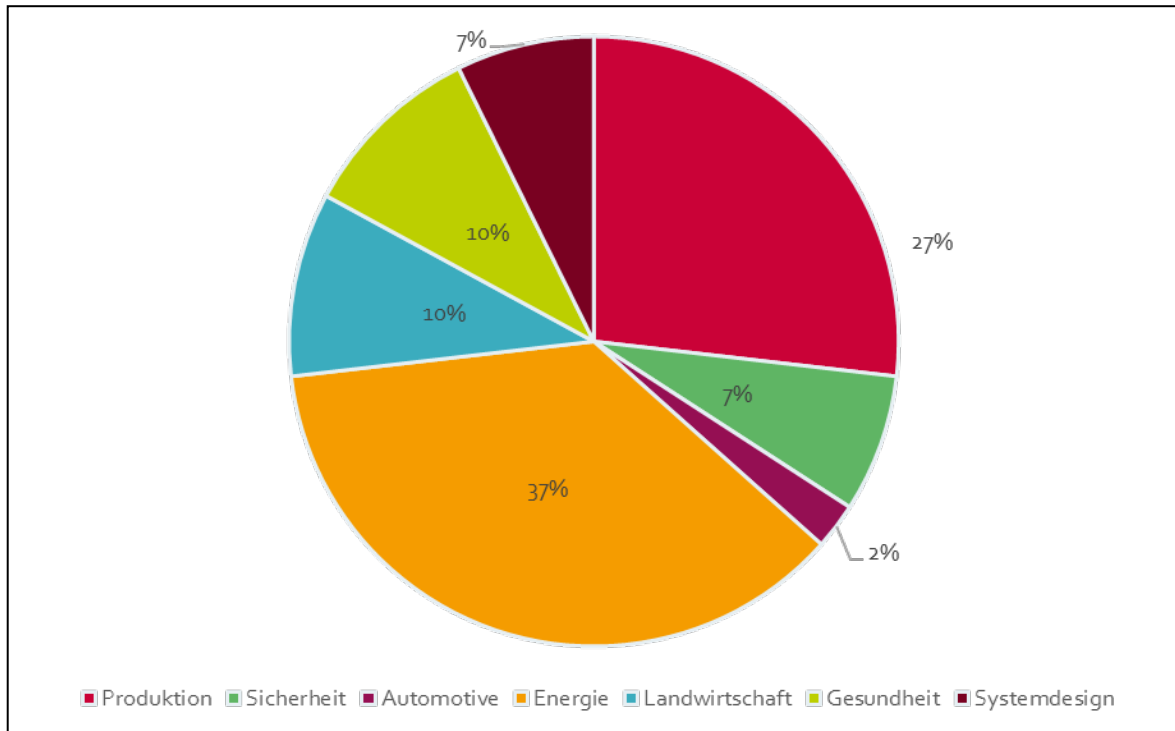


(n=61, Institute gezählt nach Projektbeteiligungen)

Quelle: eutema 2019

Die folgenden Grafiken verdeutlichen die wichtigsten Anwendungsgebiete, in denen in Österreich an innovativen AI-Projekten gearbeitet wird.

Abbildung 14 Anwendungssektoren von AI



(n=61, Anwendungen gezählt nach Projektbeteiligungen)

Quelle: eutema 2019

Folgende Liste gibt einen Überblick über jene 34 Forschungseinrichtungen, die in den mit AI-Schlagworten identifizierbaren FFG-Projekten in thematischen Programmen vorkommen:

- AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Alpen-Adria-Universität Klagenfurt Institut für angewandte Informatik
- Aspern Smart City Research GmbH & Co KG
- AVL List GmbH
- CTR Carinthian Tech Research AG
- Donau-Universität Krems Department für Integrierte Sensorsysteme
- Fachhochschule Salzburg GmbH
- FH OÖ Forschungs & Entwicklungs GmbH
- JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
- Johannes-Kepler-Universität Linz
- Institut für Design und Regelung mechatronischer Systeme
- Know-Center GmbH Research Center for Data-Driven Business & Big Data Analytics
- Kompetenzzentrum - Das virtuelle Fahrzeug, Forschungsgesellschaft mbH
- Lakeside Labs GmbH

- Medizinische Universität Graz
- Klinische Abteilung für Plastische, Ästhetische und Rekonstruktive Chirurgie
- Medizinische Universität Wien - CeMSIIS - Institut für Outcomes Research (OR)
- Österreichisches Institut für angewandte Telekommunikation
- PROFACTOR GmbH
- Research Studios Austria Forschungsgesellschaft mbH
- RISC Software GmbH
- Salzburg Research Forschungsgesellschaft m.b.H.
- Technische Universität Graz Institut für Softwaretechnologie
- Technische Universität Graz Institut für Wärmetechnik
- Technische Universität Wien - Institut für Computertechnik
- Technische Universität Wien Institut für Energiesysteme und Elektrische Antriebe
- Technische Universität Wien Institute of Computer Engineering (E191)
- Technische Universität Wien Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung / Human Computer Interaction Group
- Technische Universität Wien Institut für Information Systems Engineering
- Technische Universität Wien Institut für Informationssysteme
- Technische Universität Wien Institut für Stochastik und Wirtschaftsmathematik
- Technische Universität Wien Institute of Visual Computing & Human-Centered Technology (E193)
- Universität Innsbruck Institut für Informatik
- Universität Klagenfurt Institut für Intelligente Systemtechnologien
- Universität Klagenfurt Institut für Informationstechnologie
- Universität Wien Forschungsgruppe Workflow Systems and Technologies

Diese Liste – zusammen mit den Akteuren in H2020 EU-Projekten – verdeutlicht die große Breite der AI-Forschungseinrichtungen sowie die großteils österreichweite Lokalisierung. Es liegt nahe, dass die großen technischen Universitäten (TU Wien, TU Graz) gut vertreten sind. Es gibt aber zahlreiche weitere Institute, die sich erfolgreich an Programmen der FFG und der EU im Bereich Artificial Intelligence beteiligen.

Diese Analyse der FFG- und Horizon 2020 Projekte kann keine vollständige Liste der AI-Akteure in Österreich ergeben. Schon eine kurze Internetrecherche bringt weitere Akteure des Forschungssystems zutage. Folgende Tabelle listet einige weitere AI-Akteure im Bereich Forschung und Entwicklung in Österreich ohne Anspruch auf Vollständigkeit auf:

Tabelle 11 Forschungseinrichtungen mit AI Aktivitäten in Österreich

Bundesland	Organisation	Abteilung	Einheit	Weitere Themen und Anwendungen								
				Wissensbasierte Systeme	Maschinelles Lernen	Robotik	Autonome Systeme	Mustererkennung, Bildverstehen	Sprachverarbeitung	Datenanalyse und Visualisierung	Kognitive Modelle	Semantische Systeme
W	Österreichisches Forschungsinstitut für AI			x	x		x		x			Agenten, Musik
W	TU Wien		Centre for Visual Analytics and Technology (CVASt)							x		Visuelle Analytik, Informationsvisualisierung
W	TU Wien		Pattern Recognition and Image Processing Group					x				
W	TU Wien		Logic and computation	x								x
W	TU Wien		Visual computing and human-centered technology					x	x			Mensch-Maschine Interface
W	TU Wien		Computer engineering	x		x	x					
W	TU Wien		Information systems engineering		x					x		
W	WU Wien		Institute for Information Business	x								x
W	WU Wien		Institute for Production Management	x						x		Entscheidungen unter Unsicherheit
W	Medizinische Universität Wien		Section for AI and Decision Support	x	x				x			
W	Austrian Institute of Technology			x	x	x	x	x	x	x		
N	Institute of Science and Technology Austria		Computer Vision and Machine Learning		x				x			
N	Institute of Science and Technology Austria		Discrete Optimization						x			Constraint Satisfaction, kombinatorische Optimierung
N	Institute of Science and Technology Austria		Computer-aided Verification, Game Theory	x								Automatische Verifikation
S	TU Graz		Institute of Software Technology	x		x	x					Assistenzsysteme, Empfehlungssysteme
S	TU Graz		Institut für Wissenstechnologie				x					AI, Robotertechnik, Sensorik
S	TU Graz		Institut für Neurotechnologie		x					x		Zeitreihenanalyse, HCI, Brain-Computer Interface
S	TU Graz		Institut für maschinelles Sehen und Darstellen		x	x		x				AI, Neuronale Netze, audiovisuelle Medien, Sensorik

	Organisation	Abteilung	Einheit	Weitere Themen und Anwendungen							
				Wissensbasierte Systeme	Maschinelles Lernen	Robotik	Autonome Systeme	Mustererkennung, Bildverstehen	Sprachverarbeitung	Datenanalyse und Visualisierung	Kognitive Modelle
S t	TU Graz		Institut für Grundlagen der Informationsverarbeitung	x						x	Neuronale Netze, Theoretische Informatik, Hirnforschung
S t	TU Graz		Institute for Interactive Systems and Data Science							x	Data mining, Zeitreihenanalyse
S t	TU Graz		Smarte und verlässliche Systeme	x	x	x					
S t	Knowcenter			x	x			x	x		Data-driven Business, Cognitive Computing, Visualisierung
S t	Virtual Vehicle					x	x				Autonomes Fahren, Vorhersagesysteme
K	Universität Klagenfurt	Dept. of Appl. Informatics	Intelligent Systems and Business Informatics Group	x							Planung, modellbasierte Diagnose, Empfehlungssysteme
K	Universität Klagenfurt	Dept. of Appl. Informatics	Semant Systems research group	x	x		x	x		x	Erklärbare AI, Ontologien, Thesauri
K	Universität Klagenfurt	Dept. of Appl. Informatics	Control of Networked Systems			x	x				Missionsplanung
K	Universität Klagenfurt	Dept. of Appl. Informatics									
K	Universität Klagenfurt		Verkehrsinformatik	x		x				x	AI im Verkehr
K	Lakeside Labs			x							
O Ö	Johannes-Kepler Universität Linz	AI Lab	Institute for Machine Learning	x		x	x				Autonomous driving
O Ö	Johannes-Kepler Universität Linz	AI Lab	Institute for Formal Models and Verification	x							Formale Verifikation
O Ö	Johannes-Kepler Universität Linz	AI Lab	Institute of Computational Perception		x			x			AI und Musik, Computationale Perzeption
O Ö	Software Competence Center Hagenberg			x	x	x		x	x		Expertensysteme, Optimierung, Bewegungsanalyse
O Ö	RICAM			x	x						Inverse Probleme
O Ö	Profactor					x	x	x		x	Robotische Assistenz, Visualisierung, Qualitätskontrolle
S	Paris-Lodron Universität Salzburg	Fachbereich Computerwissenschaften		x	x			x			Automatisches Beweisen, medizinische Bildklassifikation
S	Salzburg Research				x				x		Neurale Netze, vorausschauende Wartung
T	Universität Innsbruck		Semantic Technology Innsbruck	x						x	Semantisches Web, Ontologien

Bundesland	Organisation	Abteilung	Einheit	Weitere Themen und Anwendungen								
				Wissensbasierte Systeme	Maschinelles Lernen	Robotik	Autonome Systeme	Mustererkennung, Bildverstehen	Sprachverarbeitung	Datenanalyse und Visualisierung	Kognitive Modelle	Semantische Systeme
T	Universität Innsbruck		Computation with Bounded Resources Group	x								Beweistheorie, Ressourcenanalyse
T	Universität Innsbruck		Computational Logic	x								automatisches Beweisen, Softwareverifikation
T	Universität Innsbruck		Intelligent and interactive systems		x		x					Objekt Modelle, Videoanalyse
T	Universität Innsbruck		Database and information systems						x			Empfehlungssysteme, Plagiatserkennung
T	Medizinische Universität Innsbruck			x								

Quelle: eutema 2019

Insgesamt zeigt diese Analyse, dass es in Österreich breit gestreute Kompetenzen in den Hauptgebieten der Artificial Intelligence gibt. Die beiden großen Technologiethemen *maschinelles Lernen* und *wissensbasierte Systeme* sind in den Projektdaten sehr gut repräsentiert. Die Daten verdeutlichen außerdem, dass AI-Forschung und -Entwicklung in sehr unterschiedlichen Anwendungs- und damit Wirtschaftsbereichen betrieben wird. Es ist allerdings anzumerken, dass die meisten Forschungseinrichtungen sehr klein sind, d.h. es beschäftigen sich nur sehr kleine Gruppen von Mitarbeiter_innen mit den jeweiligen Themen.

7 AI im öffentlichen Sektor

Es gibt derzeit keinen klaren oder einfachen Überblick über öffentlichen AI-Anwendungen in Österreich. Auch der Umfang für diese Studie hat keine umfangreiche Detailerhebung ermöglicht, diese Lücke zu füllen. Die befragten Expert_innen konnten nur vereinzelt Beispiele für öffentliche Anwendungen von AI geben. Für den engeren Bereich der Hoheitsverwaltung wurde in den Interviews relativ häufig auf Anwendungen im Bereich der Sicherheit verwiesen. Dies betrifft z.B. Mustererkennung im Betrugsbereich, Bilderkennung für kriminologische Analysen, oder Videoanalyse für Sicherheitsanwendungen. Auch die Bereiche des Finanzministeriums oder der Sozialversicherungen wurden als prinzipiell vielversprechend erwähnt, stoßen aber auch häufig an Beschränkungen (siehe weiter unten).

Sehr wichtige KI-Anwendungen werden derzeit im medizinischen Bereich erwartet. Dort bestehen auch in Österreich eine Reihe von Entwicklungen, Unternehmen und Anwendungen in der Praxis. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf der Diagnostik, insbesondere bei bildgebenden Verfahren, z.B. in der Radiologie. KI-Technologien werden dabei heute aber typischerweise in Form von Systemen zur Unterstützung von Entscheidungen eingesetzt. Der Bereich der bildgebenden Verfahren wird international stark von Start-ups besetzt, die sich auf unterschiedliche medizinische Bereiche spezialisiert haben.¹¹ Auch in Österreich gibt es spezialisierte junge Unternehmen in diesem Feld.¹²

Im öffentlichen Bereich bestehen derzeit in Österreich gesetzliche Hürden für den Einsatz von KI. Ein wichtiger Hinderungsgrund liegt darin, dass die Verwaltung prinzipiell Daten nur für den Zweck verwenden darf, für den sie erhoben wurden. Dies schließt vor allem jene möglichen AI-Anwendungen in der Verwaltung aus, die auf persönlichen Daten beruhen. Daher werden im öffentlichen Bereich häufiger regelbasierte Systeme, die vorwiegend nicht aus persönlichen Daten lernen, eingesetzt.

Ein weiterer Hinderungsgrund für die Zurückhaltung bei staatlichen Anwendungen in den Kernbereichen der öffentlichen Verwaltung liegt darin, dass im Verlauf der KI-Entscheidungsfindung die Verantwortungskette nicht bei einer Person, sondern bei einem Algorithmus endet. Zusätzlich werden derzeit viele Methoden aus der Cloud bzw. im Internet verwendet, was ebenfalls bei personenbezogenen Daten zu Schwierigkeiten führt.

¹¹ <https://www.nanalyze.com/2017/08/12-startups-diagnosing-medical-images-ai/>

¹² Siehe z.B. <https://scarletredvision.com/> in der Dermatologie oder <https://imagebiopsylab.com/> für die Orthopädie.

Am einfachsten ist die Anwendung von AI in Bereichen, in denen keine persönlichen Daten verwendet werden oder in welchen der Staat als Privater tätig ist. Ein wichtiger Bereich sind z.B. Beratungssysteme, die unverbindliche Unterstützung anbieten. Aber auch hier können sehr schnell heikle Rechtsfragen entstehen, wenn aufgrund von Empfehlungen etwa Terminversäumnisse oder andere Probleme für die Betroffenen zustande kommen. Ebenso kann die öffentliche Verwaltung in Bereichen tätig werden, in denen Objekte (und keine Personen) betroffen sind. Damit sind vor z.B. AI-Anwendungen im automatisierten Verkehr ein möglicher Schwerpunkt, ebenso bei Effizienzverbesserungen in öffentlichen Dienstleistungen. So wird der gesamte Bereich der „Smart City“ häufig als Gebiet mit hohem AI-Potenzial genannt. Anwendungen wären z.B. Verbrauchsprognosen, Routenoptimierungen, Vorhersagen, aber auch Energieoptimierungen von Gebäuden oder vorausschauende städtebauliche Planung.

Großes Potenzial sehen Expert_innen im Bereich der Aus- und Weiterbildung. Hier sind zum guten Teil keine personenbezogenen Daten nötig und es kann mit bereits heute existierenden Methoden gearbeitet werden. Allerdings ist bei standortübergreifendem Einsatz eine Abstimmung wünschenswert, um unnötige Parallelitäten zu vermeiden.

Die mangelnde gesetzliche Klarheit für den Einsatz von KI-Systemen im öffentlichen Bereich bedeutet auch eine starke Zurückhaltung der Verantwortlichen. In den Interviews wurde angeregt, die Datenschutzdebatte durch eine Datennutzungsdebatte zu begleiten. Ein weiterer Weg kann die Einrichtung eines öffentlichen oder öffentlich dominierten Kompetenzzentrums für KI und Daten sein, in welchem der gesamte Bereich von der Forschung bis zur Implementierung abgedeckt wird. Hier müssten neben rechtlichen und technischen Aspekten sowie Standardisierungen vor allem aktuelle Forschungsfragen behandelt werden, z.B. zu Anonymisierung, die Privatsphäre beibehaltendes maschinelles Lernen¹³ oder homomorphen Verschlüsselungsverfahren.¹⁴

Gerade auch auf Grund des derzeit bloß groben Überblicks über Aktivitäten der öffentlichen Hände im AI-Bereich wurde angemerkt, dass der europäischen Kommission eine wichtige Rolle im Sammeln von Erfahrungen und im Austausch bewährter Praxis zukommt. Dies gilt möglicherweise auch in der Abstimmung von Maßnahmen, die geeignet sind, die derzeitige Vormachtstellung internationaler Unternehmen als Anbieter von AI-Plattformen zu ändern. Vor allem eine stärkere und gezielte staatliche Nachfrage nach AI-Lösungen könnte geeignet sein, europäische Anbieter besser zu platzieren.

¹³ Privacy preserving machine learning

¹⁴ Derartige Verfahren erlauben z.B. Operationen auf Datenbankinhalten durchzuführen und auszugeben ohne die Inhalte der Datenbanken selbst dabei preiszugeben.

8 Internationale AI-Strategien

8.1 Überblick

In den letzten zwei Jahren haben Australien, China, Dänemark, Deutschland, die Europäische Kommission, Finnland, Frankreich, Großbritannien, Indien, Italien, Japan, Kanada, Kenia, Malaisen, Mexiko, Neuseeland, nordbaltische Staaten, Polen, Russland, Singapur, Südkorea, Schweden, Taiwan, Tunesien, VAE und USA ihre Strategien erarbeitet, um die Anwendungen der Artificial Intelligence (AI) zu bewerben.¹⁵ Die Strategien unterscheiden sich zum überwiegenden Teil stark voneinander und legen den Fokus wie erwähnt auf verschiedene Aspekte von AI, aber auch auf unterschiedliche Anwendungssektoren.

Die vorliegende Zusammenfassung sollte einen Überblick über die bestehenden Strategien schaffen und verweist auf die entsprechenden Dokumente.

Australien

30 Mio. AUD werden in den nächsten vier Jahren für die Implementierung der AI-Lösungen in Australien investiert. Im Rahmen der Strategie wird eine langfristige Roadmap entwickelt sowie ein Rahmenplan für Standards und Ethik von AI.

<https://www.industry.gov.au/sites/g/files/net3906/f/government-response-isa-2030-plan.pdf>

Die detaillierte AI-Strategie ist derzeit in Ausarbeitung (durch Data61¹⁶) und wurde für 2019 angekündigt.

China

China hat eine umfangreiche AI-Strategie entwickelt, in der die gesetzten Ziele und die geplanten Initiativen ausführlich definiert werden. Die Strategie besteht aus drei Schritten: bis 2020 die Wettbewerber einholen, bis 2025 Marktführer in bestimmten AI-Feldern werden und bis 2030 das Hauptzentrum für AI-Innovationen werden. Die Strategie sieht z.B. vor, die besten internationalen Expert_innen nach China zu holen. In Peking wurden bereits 2 Milliarden USD in einen technologischen Park für AI-Forschung investiert. Ein besonders

¹⁵ Stand: Herbst 2018

¹⁶ <https://www.data61.csiro.au/>

wichtiger Aspekt der chinesischen AI-Strategie ist die Betonung einzelner Sektoren und damit zusammenhängend die Stärkung der AI-Entwicklung und -Nutzung für diese Sektoren. Vor allem der produzierende Bereich wird besonders betont.

http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm (auf Chinesisch)

Dänemark

Die Strategie fokussiert sich nicht nur auf den AI-Bereich, sondern auch auf Big Data und IoT und ist damit eigentlich eine allgemeinere Digitalisierungsstrategie. In ihrem Rahmen wird ein jährliches Budget von 17 Mio. € zur Verfügung gestellt, um die 38 festgelegte Initiativen zu finanzieren.

<https://investindk.com/-/media/invest-in-denmark/files/danish-digital-growth-strategy2018.ashx?la=en&hash=8F378A9E64FAD29D44530C3238D9720DA44EC3CA>

Deutschland

Der Plan der Regierung sieht vor, die Forschungsergebnisse aus dem AI Bereich stärker im Privatsektor anzuwenden. Deutschland möchte „*AI made in Germany*“ zu einem weltbekannten Gütesiegel etablieren. Die Deutsche Strategie wurde Anfang Dezember 2018 veröffentlicht. Sie sieht neben prononcierten Einzelmaßnahmen (z.B. 100 neue Professuren im Bereich AI) eine verstärkte innereuropäische Kooperation vor. Erwähnt werden zum Beispiel gemeinsame Deutsch-Französische Aktivitäten. Insgesamt adressiert die Strategie 12 Handlungsfelder, von der Forschung bis zum verstärkten gesellschaftlichen Dialog.

<https://www.ki-strategie-deutschland.de/home.html>

Europäische Kommission

Die EU Kommission hat im Dezember 2018 einen koordinierten Plan für die Entwicklung und Nutzung künstlicher Intelligenz „*Made in Europe*“ vorgelegt. Der Plan sieht eine Reihe von strategischen Maßnahmen und eine verbesserte Koordinierung der Aktivitäten der Mitgliedstaaten vor. Wichtige Bereiche sind die Maximierung der Investitionen in AI-Technologie, die verstärkte Forschung und Entwicklung sowie die Diskussion und Einhaltung ethischer Prinzipien.

Zu den Maßnahmen im Forschungsbereich gehören die Förderung der Spitzenforschung durch die Vernetzung herausragender Forschungseinrichtungen und der Aufbau von

Testeinrichtungen z.B. im Bereich von 5G-Korridoren und großen Pilotprojekten. Die Innovationszentren (Digital Innovation Hubs) werden als wichtige Maßnahme für die beschleunigte Diffusion von AI-Technologien in Industrie und Wirtschaft genannt. Auch die Themen Aus- und Weiterbildung werden verstärkt angesprochen, wobei der Kommission hier vor allem eine Koordinationsfunktion zukommt. Letztlich spielen wie in fast allen anderen AI-Strategien auch Maßnahmen für eine verbesserte Infrastruktur und die Nutzung von Daten eine zentrale Rolle im Plan der EU Kommission.

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/coordinated-plan-artificial-intelligence>

Finnland

Obwohl die finnische Strategie, die die notwendigen Maßnahmen um AI-Leader zu werden, erst 2019 publiziert wurde, wurden dennoch zwei Zwischenberichte bereits herausgegeben (Englische Version ist unter dem folgenden Link zu finden). Ein wichtiger Aspekt der finnischen Strategie ist z.B. die Nutzung von online Kursen (MOOCs) für die Information einer breiten Bevölkerung über AI-Grundlagen.

http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/160391/TEMrap_47_2017_verkkojulkaisu.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Frankreich

Frankreich möchte dem AI-Bereich 1,5 Mrd. € für ein 5-Jahres-Budget zur Verfügung stellen, wobei 700 Mio. € alleine für die Forschung geplant sind. Der Fokus der Strategie liegt auf: Transport, Gesundheitswesen, Umwelt und Verteidigung. Auch die französische Strategie betont ihre Einbettung in europäische Gesamtmaßnahmen und die Zusammenarbeit mit anderen Ländern, vor allem mit Deutschland.

https://www.aiforhumanity.fr/pdfs/MissionVillani_Report_ENG-VF.pdf

Großbritannien

Die Strategie ist ein Teil der Industriestrategie und beinhaltet eine Reihe von Initiativen und Maßnahmen, die zur besseren Positionierung des AI-Bereiches führen sollten.

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/702810/180425_BEIS_AI_Sector_Deal_4_.pdf

Indien

Die Strategie konzentriert sich nicht nur auf den wirtschaftlichen, sondern auch auf die sozialen Aspekte der AI und zielt darauf ab, die Bevölkerung an dem Entwicklungsprozess teilzunehmen. Die Prioritäten liegen bei Gesundheits-, Landwirtschaft-, Ausbildungssektor sowie Smart Cities und Smart Mobility.

http://niti.gov.in/writereaddata/files/document_publication/NationalStrategy-for-AI-Discussion-Paper.pdf

Italien

Die publizierte italienische Strategie bezieht sich vor allem auf die Anwendungen von AI in der öffentlichen Verwaltung. Zuständig für ihre Umsetzung ist die Italienische Digitalisierungsagentur.

<https://ai-white-paper.readthedocs.io/en/latest/>

Japan

Die Strategie sieht vor, die AI Anwendungen in drei Hauptbereichen einzusetzen: Gesundheit, Mobilität und Produktion.

<http://www.nedo.go.jp/content/100865202.pdf>

Kanada

Die in den nächsten fünf Jahren geplante Ausgaben für die Forschung im AI-Bereich betragen 125 Mio. C\$. Die Strategie zielt auf vier Punkte ab: Steigerung der Anzahl der AI-Forscher, Gründung von drei wissenschaftlichen Exzellenzclustern, Leadership in der AI Implementierung und Unterstützung der nationalen AI Forschungsgesellschaft. Die entwickelte Strategie zielt vor allem auf die Forschung ab.

Der Strategieentwurf ist unter dem folgenden Link zu finden: <https://www.cifar.ca/ai/pan-canadian-artificial-intelligence-strategy>

Kenia

Eine 11-köpfige Fokusgruppe sollte der Regierung potenzielle Handlungsempfehlungen für den AI-Bereich liefern, die in den nächsten Jahren umgesetzt werden sollten. Außerdem sollte eine Strategie erarbeitet werden.

Mexiko

Das Weißbuch gilt als die Grundlage für eine zukünftige Strategie. Es enthält einen Überblick über den aktuellen Stand der AI in Mexiko, definiert die potenziellen Anwendungen auf regionaler und nationaler Ebene und erläutert eine Reihe von Handlungsempfehlungen.

https://docs.wixstatic.com/ugd/7be025_e726c582191c49d2b8b6517a590151f6.pdf

Neuseeland

Neuseeland hat einen Bericht über den Einfluss von AI auf die neuseeländische Wirtschaft erarbeitet, aus dem in Zukunft eine AI-Strategie abgeleitet werden sollte. Eine nationale Strategie wurde nicht publiziert. Das bestehende Dokument ist ein Bericht der Industrie, der aber mit Unterstützung von Regierungsmitgliedern kommuniziert wird.

https://aiforum.org.nz/wp-content/uploads/2018/07/AI-Report-2018_web-version.pdf

Singapur

Singapur hat ein nationales Programm „AI Singapore“ plant einen Beirat für Ethik im AI-Bereich zu gründen.

<https://www.nrf.gov.sg/programmes/artificial-intelligence-r-d-programme>

Südkorea

Der Auslöser für die Strategieentwicklung war der Sieg der AI über den besten Go Spieler der Welt. Als Folge wurden die geplanten AI F&E Ausgaben auf ₩2.2 Billion erhöht. Die Strategie enthält zahlreiche Maßnahmen wie Schaffung von Arbeitsplätzen für AI-Experten, Entwicklung von AI-Technologien in Bereichen Medizin, Verteidigung, Sicherheit, Förderung der KMUs und Startups.

Schweden

Die Strategie gilt als Orientierungshilfe für alle Stakeholder und definiert die strategischen Prioritäten für den AI-Bereich. Sie listet die von der Regierung definierten Maßnahmen auf, die die Wettbewerbsfähigkeit verbessern sollten.

<https://www.regeringen.se/4aa638/contentassets/a6488cceb6f418e9ada18bae40bb71f/national-approach-to-artificial-intelligence.pdf>

Taiwan

Taiwan hat einen vierjährigen Plan erarbeitet, der ein jährliches Budget von ca. 330 Mio. USD für die Entwicklung der AI-Industrie durch Personalaufbau, Fokussierung auf Nischenindustrie, Gründung eines AI Hubs und Open Data vorsieht.

<https://ai.taiwan.gov.tw/news/cabinet-plans-to-develop-the-nations-ai-industry/>

Tunesien

Strategie in Entwicklung (voraussichtlich bis 2019).

VAE

Das oberste Ziel der Strategie ist Leistungs- und Effizienzsteigerung des öffentlichen Verwaltungssektors, um die Kosten zu sparen und die Wirtschaft zu diversifizieren.

<http://www.uaesai.ae/en/>

USA

Die von der Regierung erarbeitete AI-Strategie zielt darauf ab, die Weltführung im AI-Bereich sicherzustellen, öffentliche F&E Aktivitäten zu fördern, Innovationshindernisse abzuschaffen und die Gesellschaft zu unterstützen.

<https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2018/05/Summary-Report-of-White-House-AI-Summit.pdf>

8.2 Anwendungsgebiete

Eine Analyse der Strategiedokumente verschiedener Länder zeigt, dass derzeit einzelne Anwendungsgebiete als besonders vielversprechend für AI-Anwendungen gelten. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über Technologien und Sektoren, die in ausgewählten Strategiepapieren explizit angesprochen werden.

Land	Technologien										Sektoren								
	Big Data	IoT	AI Hub	Open Data	Geodaten (Satellit etc.)	Neuroinformatik	Hardware (Sensorik)	Open Source Plattformen	Öffentlicher Sektor	Produktion	Transport	Mobilität	Umwelt	Gesundheit	Verteidigung	Tourismus	Landwirtschaft, Lebensmittel	Ausbildung	Sicherheit
CN						x	x	x	x		x		x						
DK	x	X																	
DE					x	x			x				x	x		x		x	
EU								x	x	x	x		x						
FI								x											
FR						x				x	x	x	x	x					
JP	x					x	x		x	x	x	x	x						x
NZ								x		x		x	x		x		x		
IN											x		x			x	x		
KR			x	x									x	x					x

Quelle: eutema 2019

Der Fokus auf den Bereich Gesundheit ist wenig überraschend, weil die Strategiepapiere überwiegend den Nutzen von AI für die Bevölkerung herauszustreichen versuchen.

8.3 Handlungsfelder der Strategien

Obwohl die verschiedenen Strategien durchaus sehr unterschiedlich sind, lassen sich doch die verschiedenen Maßnahmen in Handlungsfelder kategorisieren:

- Forschung und Entwicklung
- Innovation
- Start-up und Risikokapital
- Menschen
- Infrastruktur
- Daten
- Internationale Zusammenarbeit
- Regulierung
- Verwaltung
- Arbeit und Soziales
- Ethische Aspekte
- Strategische Weiterentwicklung und Informationsgrundlagen

Die Strategien stellen zumeist auf bestimmte Akteure im AI-Innovationssystem ab. Dies sind vor allem die breite Bevölkerung, Berufstätige, Forscher und Wissenschaftler, Unternehmen und die Administration. Die Strategien stellen zumeist auf verbesserte Ressourcen ab, wie Daten- und Rechnerinfrastruktur, verbesserte Aus- und Weiterbildung, leichter zugängliche Finanzmittel sowie verbesserte AI-Informationen. Prozessverbesserungen werden durch optimierte oder neue Zusammenarbeit der Akteure angestrebt, durch eine stärkere Betonung von Exzellenz – vor allem im Forschungsbereich – durch Training, aber auch durch verbesserte (oder reduzierte) Regulierung und durch die Betonung ethischer Leitlinien. Überwiegend steht eine praktisch relevante Innovation im Vordergrund, wobei auch ein vergleichendes Benchmarking bzw. der Austausch über Lösungen eine wichtige Zielsetzung der meisten Strategien darstellt.

9 Schlussfolgerungen

Die bekannten Schwerpunkte der österreichischen Industrie in den Bereichen **Maschinen- und Fahrzeugbau** bzw. allgemeiner die **Herstellung von Metallerzeugnissen** spiegeln sich bereits heute als wichtige Anwendungsgebiete der AI in Österreich wider. Diese Sektoren stehen seit Jahrzehnten im internationalen Wettbewerb und haben daher zum guten Teil stark auf die Digitalisierung gesetzt. Dies legt nahe, dass sie auch über Daten und Anwendungen verfügen, um zumindest prinzipiell die Vorteile von AI zu nutzen. Im Dienstleistungsbereich sind es natürlich die **AI-Entwickler und Berater mit AI-Schwerpunkten, die zu den Vorreitern gehören**. Auf Anwenderseite sind vor allem die **Versicherungs- und Finanzdienstleister als aktive und insgesamt große Sektoren** zu nennen.

Die anderen großen **Sektoren wie der Handel, Grundstücks- und Wohnungswesen und Bau** lassen sich auf Basis der hier untersuchten Daten noch nicht als besonders aktiv im AI-Bereich identifizieren – ggf. mit Ausnahme von Big Data Analysen. **Hier besteht also noch viel Potenzial** – schon allein aufgrund der Größe der Sektoren. Insgesamt kleinere Sektoren der Energie- und Wasserversorgung, Unternehmensführung und -beratung, Tourismus, Verkehr und Logistik scheinen bereits als AI-Anwender bzw. Entwickler in den Daten auf.

Unternehmen entwickeln AI-Lösungen vor allem mit den Zielen der Automatisierung, Prozessoptimierung, Flexibilisierung und für Effizienzverbesserungen. Innovation, d.h. die Produktion neuer und verbesserter Produkte und Dienstleistungen ist ein wichtiger Treiber für den Einsatz von AI. In einigen Fällen steht auch das Vorliegen von anders nicht mehr zu bewältigenden Mengen von Daten, bzw. der Wunsch diese Daten besser zu verstehen, und allgemein Erkenntnisse aus Daten zu gewinnen im Vordergrund.

Die Daten zeigen eine **breite Palette von AI-Anwendungen** auf. Sie reichen vom Einsatz von Werkzeugen im Bereich natürlicher Sprache (sowohl in der Generierung als auch in der Analyse) über Assistenzsysteme zu Systemen für die Entscheidungsvorbereitung, Wissensmanagement und Prognose. Daneben spielen auch Robotersysteme, sowie die Entwicklung von autonomen Fahrzeugen eine große Rolle. In der Industrie bestehen neben robotischen Anwendungen, Fabrik- und Gebäudeautomatisierung und intelligenter Datenanalyse vor allem Anwendungen im Bereich des Qualitätsmanagements und der vorausschauenden Wartung. In vielen Anwendungen spielen Bild-, Text- und Videoanalyse eine Rolle, z.B. für verbesserte Sicherheit in Betrieben.

Schließlich wird AI noch für die Informationstechnologie selbst eingesetzt. Hier reichen die Anwendungen von intelligentem Netzwerkmanagement bis zum automatischen Programmieren oder der Verifikation von Software. AI für Sicherheit und Datenschutz sind derzeit noch Nischenanwendungen, allerdings mit großem Potenzial.

Die **Trennung von AI-Entwicklern und AI-Beratern ist nicht immer einfach**. Die Daten legen auch nahe, dass **kleine Unternehmen und vor allem Start-ups eine wichtige Rolle im Innovationssystem AI spielen**. Sie sind oft in der Lage, flexibler auf die Anforderungen von Betrieben zu reagieren und stellen spezialisiertes Wissen in Nischen zur Verfügung.

Dieses Wissen wird auch von zahlreichen Instituten und Forschungseinrichtungen getragen, die im Bereich AI-Forschung und -Entwicklung aktiv sind. **Österreichs Institute verfügen über hohe Kompetenz in den wesentlichen AI-Teilfeldern**. Besonders ausgeprägt sind Projekte **im Bereich des maschinellen Lernens, symbolischer Verfahren, sowie in Robotik und autonomen Systemen**. Positiv ist, dass AI Kompetenzen weit über Österreichs Regionen verstreut sind und damit das **Potenzial für zumindest regionale AI-Kompetenz** gegeben ist. Einige Institute sind in überaus spezialisierten Themen aktiv, die wichtige und interessante Nischen darstellen. Dazu gehört z.B. AI in der Musik, Monitoring von sozialen Netzen, Mensch-Roboter Kommunikation oder logikbasierte Datenbankmethoden.

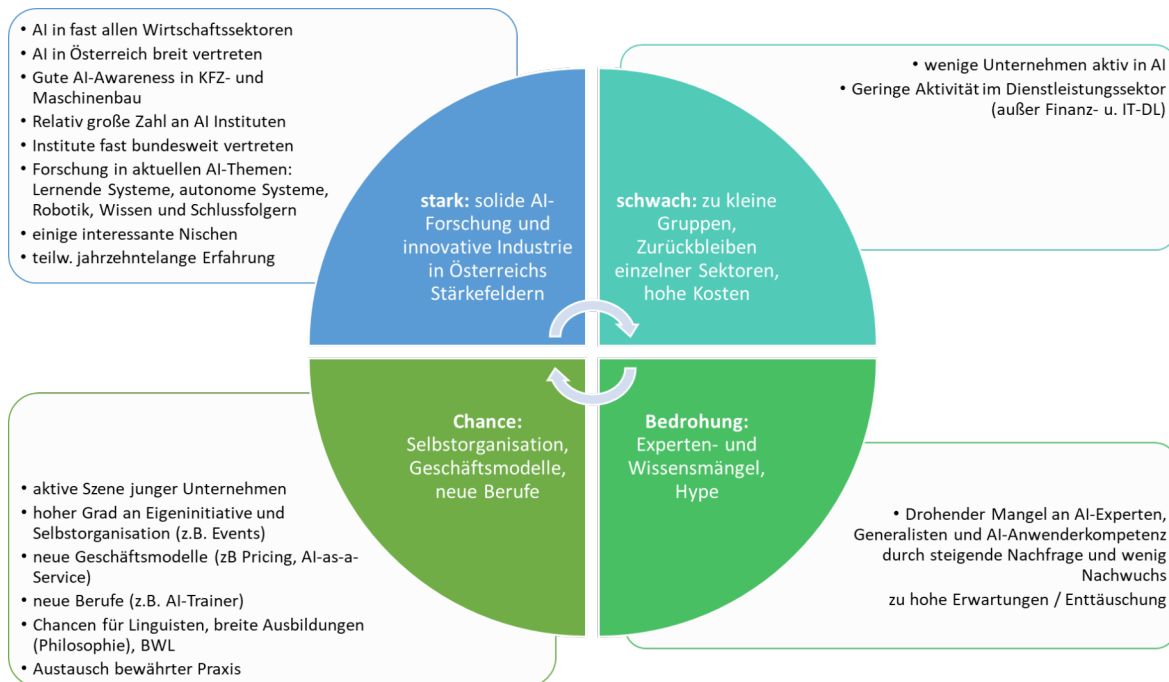
Die relativ große Zahl von aktiven Gruppen und Themen legt aber nahe, dass **nur wenige Institute über eine kritische Größe in einem Thema verfügen**. Bloß anekdotische Evidenz aus den Interviews gibt es für einen geringen Grad an innerösterreichischer Vernetzung und Kooperation in der AI-Forschung.

Zu den größten Herausforderungen gehört – wie insgesamt im Bereich der Informationstechnologie – der Zugang zu kompetentem Personal. Der Mangel an AI-Wissen betrifft dabei alle Ausbildungsniveaus. Sogar Informatiker_innen mit Hochschulabschluss verfügen nicht notwendigerweise über ausreichende AI-Kenntnisse. Diese mangelnden Kenntnisse sind ein wichtiges potenzielles Hemmnis für eine umfassende AI-Nutzung in Österreich. Sie können zu falschen Erwartungshaltungen gegenüber AI-Anwendungen und damit zu Enttäuschungen führen. Neben reinem AI- bzw. Informatikwissen sind aber auch Ausbildungen im Bereich der Sprachwissenschaften, eines breiten Kontextverständnis (z.B. Philosophie) und in der Betriebswirtschaft wichtige Kompetenzen für Betriebe, die AI einsetzen oder entwickeln.

Zusammenfassend ergibt sich folgende SWOT Analyse (Abbildung 16):

- Österreich verfügt über eine solide AI-Forschung und eine innovative Industrie, die bereits im Bereich AI aktiv ist. Dies gilt vor allem in Österreichs bekannten Schwerpunktfeldern wie z.B. dem KFZ- und Maschinenbau. AI ist aber bereits in sehr vielen Bereichen des österreichischen Wirtschaftslebens präsent. Es gibt eine große Zahl von Forschungseinrichtungen, die sich mit AI beschäftigen und die über Österreich verteilt sind. Sie bestehen zum Teil bereits seit Jahrzehnten. Die Institute forschen auch an aktuellen Themen der AI bzw. besetzen interessante Nischen.
- Einzelne Sektoren der österreichischen Wirtschaft sind bisher kaum aktiv geworden, vor allem gibt es nur wenige dezidierte AI-Anbieter. Der Dienstleistungssektor ist besonders wenig in AI aktiv, ggf. mit Ausnahme der Bereiche Finanz- und IT-Dienstleistung. Die meisten Forschungsgruppen in Österreich sind sehr klein. Die Entwicklungskosten für AI gelten als hoch.
- Es besteht ein hohes Bewusstsein für das Thema AI. Es gibt eine aktive Szene innovativer, junger Unternehmen und einen hohen Grad an Eigeninitiative und Selbstorganisation, der sich zum Beispiel in Form von Plattformen und Events zeigt. Es gibt auch ein hohes Bewusstsein für neue Geschäftsmodelle, zum Beispiel für adaptive Preisbildung oder für *AI-as-a-Service*. Einige Unternehmen sehen das Entstehen neuer Berufsfelder, z.B. den AI-Trainer und gute Chancen auch für nicht-technische Ausbildungen (BWL, Philosophie, Linguistik). Es gibt gute Gelegenheiten für einen offenen Erfahrungsaustausch im AI-Bereich.
- Die hauptsächliche Bedrohung geht von einem Mangel an AI-Expertise aus. Dies betrifft auch Informatiker_innen und die Kompetenz von AI-Anwender_innen. Es droht ein Mangel an AI-Nachwuchs. Eine weitere Bedrohung wird auch durch den derzeitigen Hype und eine damit überhöhte Erwartungshaltung an AI gesehen, die zu Enttäuschungen führen kann.

Abbildung 15 SWOT-Analyse AI in Österreich



Quelle: eutema 2019

Eine österreichische Strategie für die AI kann sich an einer breiten Palette von internationalen AI-Strategien orientieren. Hervorzuheben sind dabei vor allem die europäischen Strategien, z.B. in Deutschland, Frankreich oder Finnland. Diesen Strategien ist gemeinsam, dass sie die Synergien mit der gesamteuropäischen Strategie besonders betonen. Die Komponenten der meisten nationalen Strategien sind: Forschung und Entwicklung bzw. Innovation, Start-ups und Risikokapital, Personal und breite Bevölkerungsschichten, Infrastruktur und Daten, internationale Zusammenarbeit, Regierung und Regulierung, Arbeit und Soziales, Ethik sowie Grundlagen für die weitere strategische Vorgangsweise (z.B. durch verbessertes Monitoring und Statistik). Ein wichtiger Aspekt für österreichische Unternehmen ist dabei stets die europäische Dimension.

10 ANHANG

Tabelle 12 Datenbasis AI-Unternehmen in Österreich (Zusammenführung aus verschiedenen Datenquellen)

		Unternehmen laut LSE ^{*,1}	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE ^{*,1}	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE ^{*,1}	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE ^{*,1}	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE ^{*,1}	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed ^{*,2}	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, ikt-landkarte.at und FFG ^{*,3}	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria ^{**,4}	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data-Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria ^{**,4}	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceroboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria ^{**,4}	Anzahl
AT	-	330.010	2.895.588	718.709.957	199.906.954	37.360.710	321	0,097	275	0,083	6,00	22	4,00	15	1,70	6
Mikro	-	287.078	712.894	123.809.120	37.728.126	7.040.808					-		-		-	
KU	-	36.231	689.216	141.793.460	40.632.644	6.163.940					4,00	9	2,00	5	1,40	3
MU	-	5.541	556.460	189.330.751	44.762.143	10.252.251					13,00	16	9,00	11	1,90	2
GU	-	1.160	937.018	263.776.626	76.784.041	13.903.711					29,00	3	25,00	3	10,10	1
IKT Sektor	26.1-26.4, 26.8, 46.5, 58.2, 61, 62, 63.1 und 95.1.	43.162	334.761	168.419.427	29.213.030	3.380.206					:		:		2,80	
Herstellung von Waren	C10-33	25.037	629.053	181.005.435	54.390.300	7.402.548	96	0,383	74	0,296	7,00	4	5,00	3	3,00	2

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Herstellung von Nahrungs- /Futtermittel, Getränke- und Tabaksverarb eitung, Textilien, Leder, Holz- und Papiergewerb e, Druckerzeugni sse, Vervielfältigun g von bespielten Ton-, Bild- und Datenträgern	C10-13, 15-18	8.308	158.281	42.128.927	11.682.424	1.726.947					4,00	1	3,00	1	-	
Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln	C10	3.500	75.343	16.708.870	4.221.843	700.647	4	0,114	1	0,029	-		-		-	
Herstellung von Papier, Pappe und Waren daraus	C17	135	16.675	6.203.477	1.902.732	278.200	2	1,481	1	0,741	-		-		-	
Herstellung von Bekleidung	C14	654	5.837	767.420	242.367	14.360	2	0,306		0,000	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Mineralölverarbeitung, Herstellung von chemischen und pharmazeutischen Erzeugnissen, Gummi- und Kunststoffwaren, Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erde	C19-23	2.350	94.728	37.377.213	10.658.881	1.582.323					10,00	1	5,00	0	-	
Kokerei und Mineralölverarbeitung	C19	5	1.217	6.399.975	625.374	154.612	1	20,00	1	20,000	-		-		-	
Herstellung von chemischen Erzeugnissen	C20	360	18.012	13.377.166	3.564.587	426.546	4	1,111		0,000	-		-		-	
Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	C21	88	14.691	4.499.367	1.838.755	283.890	14	15,90 9	4	4,545	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Herstellung von Gummi- und Kunststoffwar- en	C22	603	29.918	6.516.658	2.254.480	313.776	3	0,498	1	0,166	-		-		-	
Herstellung von Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	C23	1.294	30.890	6.584.047	2.375.685	403.499	3	0,232		0,000	-		-		-	
Herstellung von Metallerzeugni- ssen	C25	3.840	76.068	15.111.748	5.888.876	719.099	10	0,260	6	0,156	5,00	0	5,00	0	-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen & optischen Erzeugnissen, elektrischen Ausrüstungen; Maschinenbau , sonstiger Fahrzeugbau; Herstellung von Möbeln, Schmuck, Musikinstrumenten, Spielwaren; Reparatur/Installation von Maschinen & Ausrüstungen	C26-28, 30-33	9.516	225.841	55.200.601	18.793.370	1.894.750		0,000		0,000	9,00	2	7,00	1	-	
Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen	C26	589	22.373	6.035.817	2.311.054	565.611	16	2,716	26	4,414	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen	C27	454	45.645	12.662.700	4.317.983	427.688	9	1,982	8	1,762	-		-		-	
Maschinenbau	C28	1.341	80.845	22.315.169	7.116.978	537.134	8	0,597	15	1,119	-		-		-	
Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteil en	C29	222	32.008	15.560.871	3.316.940	628.081	8	3,604	6	2,703	-		-		-	
Sonstiger Fahrzeugbau	C30	83	7.561	2.666.289	760.418	79.377	1	1,205	2	2,410	-		-		-	
Herstellung von sonstigen Waren	C32	1.827	17.700	3.817.159	1.137.864	100.091	11	0,602	3	0,164	-		-		-	
Energie- und Wasserversorgung	D, E	4.600	50.365	39.288.912	7.592.339	2.324.180	3	0,065	11	0,239	:		11,00		0,90	0
Energieversorgung	D35	2.430	29.340	33.871.119	5.581.625	1.948.733	3	0,123	9	0,370	-		-		-	
Wasserversorgung	E36	657	1.722	479.603	296.327	68.391		0,000	1	0,152	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Beseitigung von Umweltversch mutzungen und sonstige Entsorgung	E39	21	115	30.987	9.296	974		0,000	1	4,762	-		-		-	
BAUGEWERB E/BAU	F	35.078	292.359	46.819.805	16.779.352	950.522	3	0,009	1	0,003	2,00	1	1,00	1	0,60	0
Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeuge n (10 Beschäftigte oder mehr)	G45-47	77.808	657.152	240.216.891	35.646.575	3.453.224	7	0,009	3	0,004	4,00	4	2,00	2	3,00	3
Großhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeuge n und Krafträdern)	G46	25.353	207.636	141.441.004	17.418.679	1.502.009	4	0,016	3	0,012	-		-		-	
Einzelhandel (ohne Handel mit Kraftfahrzeuge n)	G47	41.785	368.505	64.719.895	13.343.173	1.528.952	3	0,007		0,000	5,00	2	1,00	0	-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, Ikt- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Verkehr und Lagerei (10 Beschäftigte oder mehr)	H49-53	14.141	199.140	41.556.126	14.145.360	3.386.172	10	0,071	8	0,057	14,00	3	9,00	2	0,30	0
Landverkehr und Transport in Rohrfernleitun gen	H49	12.005	130.495	18.026.331	7.592.233	2.185.378	1	0,008	5	0,042	-		-		-	
Luftfahrt	H51	161	7.335	3.031.548	579.491	247.306	3	1,863	1	0,621	-		-		-	
Lagerei sowie Erbringung von sonstigen Dienstleistung en für den Verkehr	H52	1.434	36.792	17.443.994	4.554.750	823.773	6	0,418	2	0,139	-		-		-	
Beherbergung und Gastronomie	I55-56	47.474	302.905	19.163.029	9.414.895	1.197.944	2	0,004	0	0,000	-		-		-	
Beherbergung	I55	16.526	115.346	9.400.791	4.787.962	830.670	1	0,006		0,000	8,00	2	3,00	1	-	
Gastronomie	I56	30.948	187.559	9.762.238	4.626.933	367.274	1	0,003		0,000	-		-		-	
Information und Kommunikatio n	J58-63	18.510	110.564	22.502.941	9.908.882	1.400.785	99	0,535	126	0,681	:		:		2,70	0
Verlagswesen	J58	1.112	14.308	2.833.223	1.080.352	65.385	3	0,270	3	0,270	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Telekommunikation	J61	330	14.877	6.045.843	2.702.547	861.071	4	1,212	6	1,818	-		-		-	
Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie	J62	10.851	52.499	8.439.042	4.069.010	238.849	95	0,875	117	1,078	-		-		-	
Erbringung von Finanzdienstleistungen	K64	721	70.921	28.994.583	9.590.053	1.418.182	15	2,080	1	0,139	-		-		-	
Versicherungen, Rückversicherungen und Pensionskassen (ohne Sozialversicherung)	K65	51	27.541	19.876.149	3.125.393	276.956	4	7,843		0,000	-		-		-	
Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistungen verbundene Tätigkeiten	K66	5.326	18.681	3.215.388	1.391.361	26.031	4	0,075		0,000	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Grundstücks- und Wohnungswes en; Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftli chen und technischen Dienstleistung en	L68-M74	82.151	288.828	50.142.648	24.897.400	8.831.149		0,000		0,000	-		-		1,80	1
Grundstücks- und Wohnungswes en	L68	17.966	49.134	17.826.860	9.408.609	7.734.297	1	0,006		0,000	4,00	0	4,00	0	-	
Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftli chen und technischen Dienstleistung en	M69-75	66.079	245.215	32.698.804	15.683.866	1.106.329	48	0,073	41	0,062	6,00	2	6,00	2	-	
Rechts-und Steuerberatun g, Wirtschaftsprü fung	M69	13.534	64.021	6.034.275	4.173.895	93.463	2	0,015		0,000	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Verwaltung und Führung von Unternehmen und Betrieben; Unternehmens beratung	M70	15.688	55.085	11.218.050	4.593.486	603.990	24	0,153	17	0,108	-		-		-	
Architektur- und Ingenieurbüro s; technische, physikalische und chemische Untersuchung	M71	16.881	66.204	7.688.337	4.076.333	204.026	3	0,018	9	0,053	-		-		-	
Forschung und Entwicklung	M72	1.060	9.935	1.566.789	787.627	113.492	12	1,132	12	1,132	-		-		-	
Werbung und Marktforschun g	M73	9.856	31.146	4.692.340	1.400.186	56.160	6	0,061	2	0,020	-		-		-	
Sonstige freiberufliche, wissenschaftli che und technische Tätigkeiten	M74	7.166	13.303	1.115.997	457.264	25.721	1	0,014	1	0,014	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Erbringung von sonstigen wirtschaftliche n Dienstleistung en; Reparatur von Datenverarbeit ungs- und Telekommunik ationsgeräten	N77-82	15.498	232.505	23.231.447	11.848.152	6.446.638	10	0,065	1	0,006	5,00	1	1,00	0	1,30	0
Reisebüros, Reiseveransta lter und Erbringung sonstiger Reservierung dienstleis tungen	N79	1.594	11.642	4.555.474	511.501	36.066	2	0,125		0,000	-		-		-	
Wach- und Sicherheitsdie nste sowie Detekteien	N80	397	15.422	517.394	417.938	6.171	5	1,259	1	0,252	-		-		-	
Gebäudebetre uung; Garten- und Landschaftsba u	N81	6.798	90.085	4.255.868	2.725.791	104.214	2	0,029		0,000	-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Erbringung von wirtschaftliche n Dienstleistung en für Unternehmen und Privatpersone n	N82	2.975	19.228	2.132.880	988.832	87.565	1	0,034		0,000	-		-		-	
Öffentliche Verwaltung, Verteidigung; Sozialversiche rung	O84	-	-	-	-	-	1		3		-		-		-	
Erziehung und Unterricht	P85	-	-	-	-	-	3		3		-		-		-	
Gesundheitsw esen	Q86	-	-	-	-	-	1		1		-		-		-	
Sozialwesen (ohne Heime)	Q88	-	-	-	-	-			1		-		-		-	
Bibliotheken, Archive, Museen, botanische und zoologische Gärten	R91	-	-	-	-	-			1		-		-		-	

		Unternehmen laut LSE*,1	Beschäftigte im Jahresdurchschnitt insg. laut LSE*,1	Umsatzerlöse in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttowertschöpfung zu Faktorkosten in 1.000 EUR laut LSE*,1	Bruttoinvestitionen in 1.000 EUR laut LSE*,1	Anzahl offene Stellenausschreibungen laut jobfeed*,2	Anteil in %	Anzahl Unternehmen mit relevanten F&E Aktivitäten laut H2020, IKT- landkarte.at und FFG*,3	Anteil in %	Anteil Unternehmen, die Big Data analysieren in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Big Data- Analysen mit eigenen Beschäftigten durchführen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl	Anteil Unternehmen, die Serviceboter einsetzen in % laut IKT Erhebung der Statistik Austria**,4	Anzahl
Spiel-, Wett- und Lotteriewesen	R92	-	-	-	-	-	3				-		-		-	
Erbringung von Dienstleistung en des Sports, der Unterhaltung und der Erholung	R93	-	-	-	-	-	2				-		-		-	
Interessenvert retungen sowie kirchliche und sonstige religiöse Vereinigungen	S94	-	-	-	-	-	4				-		-		-	
Exterritoriale Organisati on und Körperschafte n	U99	-	-	-	-	-	1				-		-		-	

Anmerkungen:

- * Alle Größenklassen
- ** Unternehmen ab 10 Mitarbeiter_innen
- 1 2016
- 2 Oktober 2018
- 3 2010-2016
- 4 2018

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Stichworte zur Identifikation von AI	14
Tabelle 2	Auswertung IKT-Landkarte	19
Tabelle 3	Unternehmen mit Nutzung von Robotern 2018	26
Tabelle 4	Unternehmen mit Big Data Analysen, Unternehmen mit min. 10 Beschäftigten, in %	28
Tabelle 5	Übersicht über in den Interviews erwähnte Technologiefelder der AI und die darin eingesetzten Technologien.	40
Tabelle 6	Übersicht über die in den Interviews erwähnten Barrieren und Hemmnisse und die erwähnten Beispiele.	46
Tabelle 7	Sector Benefits Landscape EY (Zustimmung zu erwarteten Effekten nach Art und Wirtschaftssektor)	49
Tabelle 8	Anteil der Beschäftigten mit hohem Automatisierungsrisiko nach Berufsgruppen und Wirtschaftssektoren	51
Tabelle 9	AI-Projekte in Horizon 2020 mit österreichischer Beteiligung nach geförderter Organisation und Forschungsschwerpunkten	55
Tabelle 10	Horizon 2020 Projekte mit österreichischer Beteiligung	59
Tabelle 11	Forschungseinrichtungen mit AI Aktivitäten in Österreich	64
Tabelle 12	Datenbasis AI-Unternehmen in Österreich (Matching aus verschiedenen Datenquellen)	81

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Verteilung von Unternehmen mit F&E Aktivitäten im Bereich AI auf Wirtschaftssektoren (Ö-NACE)	23
Abbildung 2	Verteilung von Unternehmen mit offenen Stellen mit AI-Bezug auf Wirtschaftssektoren (Ö-NACE)	25
Abbildung 3	AI-Landscape Österreich: Verteilung der Unternehmen auf Branchen	31
Abbildung 4	AI-Landscape Österreich: Verteilung der Unternehmen auf Wirtschaftssektoren (Ö-NACE)	32
Abbildung 5	Unternehmen in den verschiedenen Datenquellen	33
Abbildung 6	AI-Heatmap Herstellung von Waren	35
Abbildung 7	AI-Heatmap Dienstleistungen	37
Abbildung 8	Geografische Verteilung der Forschungsinstitute/-einrichtungen mit AI-Aktivitäten in Österreich	53
Abbildung 9	Forschungsschwerpunkt der Forschungsinstitute/-einrichtungen mit AI-Aktivitäten in Österreich	54
Abbildung 10	Bundesförderung in Mio. EUR im Bereich AI 2012-17, Verteilung auf Förderungsagenturen und Bereiche	57
Abbildung 11	AI-Aktivitätsbereiche in FFG-geförderten Projekten (IKT der Zukunft, AAL, benefit), Anteil der Forschungseinrichtungen versus Anteil der Projektbeteiligungen	58
Abbildung 12	AI-Aktivitätsbereiche in FFG-geförderten Projekten, Forschungseinrichtungen	60
Abbildung 13	Aktivitätsbereiche von Forschungseinrichtungen – nach Beteiligungen	61
Abbildung 14	Anwendungssektoren von AI	62
Abbildung 16	SWOT-Analyse AI in Österreich	80

Literaturverzeichnis

- Agrawal, A., Gans, J., Goldfarb, A. (2019) Economic policy for Artificial Intelligence. *Innovation Policy and the Economy*, Vol. 19, pp. 139-159. <https://doi.org/10.1086/699935>
- Bock-Schappelwein, J., Famira-Mühlberger, U., Leoni, T. (2017): Arbeitsmarktchancen durch Digitalisierung. Wien: Österreichisches Institut für Wirtschaftsforschung, Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft
- Degryse, Christophe (2016): Digitalisation of the economy and its impact on labour markets. Working paper. ETUI. Brüssel.
- Dengler, K., Matthes, B. (2018): Substituierbarkeit von Berufen. Weniger Berufsbilder halten mit der Digitalisierung Schritt. Institut für Arbeitsmarkt und Berufsforschung. Nürnberg.
- Dengler, K., Matthes, B., Paulus, W. (2014): Berufliche Tasks auf dem deutschen Arbeitsmarkt. Eine alternative Messung auf Basis einer Expertendatenbank. FDZ-Methodenreport. Bundesagentur für Arbeit im Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung. Nürnberg.
- Dutton, T. (2018) An overview of national AI strategies. <https://medium.com/politics-ai/an-overview-of-national-ai-strategies-2a70ec6edfd>, abgerufen am: Jan 24, 2018.
- Ernst&Young (2018) Artificial Intelligence in Europe. Austria. Outlook for 2019 and Beyond.
- Fischer, M., Fröhlich, J. (eds.) (2001) *Knowledge, Complexity, and Innovation Systems*. Springer, Berlin: Heidelberg.
- Flecker, J., Schönauer, A., Riesenecker-Caba; T. (2016): Digitalisierung der Arbeit: Welche Revolution? *WISO* 39. Jg. 2016. Nr.4 S.17-34.
- Frey, Carl B., Osborne, M. (2013) *The Future of Employment: How susceptible are the jobs to computerisation?* Oxford Martin Programme on Technology and Employment. University of Oxford. Oxford.
- Kelnar, D., Kostadinov, A. (2019) The state of AI: divergence.
- Lee, S., Trimi, S. (2018) Innovation for creating a smart future. *Journal of Innovation & Knowledge*, Vol. 3 (1), pp. 1-8.

Li, B. et.al. (2017) Applications of artificial intelligence in intelligent manufacturing: a review. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering*, Vol. 18 (1), pp. 86-96.
<https://doi.org/10.1631/FITEE.1601885>

Makridakis, S. (2017) The forthcoming Artificial Intelligence (AI) revolution: Its impact on society and firms. *Futures*, Vol. 90, pp. 46-60. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2017.03.006>.

Nagl, W., Titelbach, G., Valkova, K. (2017): Digitalisierung der Arbeit: Substituierbarkeit von Berufen im Zuge der Automatisierung durch Industrie 4.0. Wien: Institut für Höhere Studien (IHS)/ Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit und Konsumentenschutz.

PAICE (2018) Potenziale der künstlichen Intelligenz im produzierenden Gewerbe. (Potentials of AI in manufacturing). Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin.
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/potenziale-kuenstlichen-intelligenz-im-produzierenden-gewerbe-in-deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=8,
abgerufen am 24.1.2018.

Purdy, M., Daugherty, P. (2017) How AI Boosts Industry Profits and Innovation.
https://www.accenture.com/fr-fr/_acnmedia/36DC7F76EAB444CAB6A7F44017CC3997.pdf,
abgerufen am 19.04.2019

Rinne, U., Zimmermann, K. (2016): Die digitale Arbeitswelt von heute und morgen. Aus *Politik und Zeitgeschichte*. 66. Jahrgang. 18-19/2016. S.3-9.

Abkürzungen

Abk.	Abkürzung
AI	Artificial Intelligence
AIT	Austrian Institute of Technology
Art.	Artikel
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BMVIT	Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
BWL	Betriebswirtschaftslehre
CORDIS	Community Research and Development Information Service
EU	Europäische Union
F&E	Forschung und Entwicklung
FFG	Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie(n)
ISTA	Institute for Science and Technology Austria
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	kleine und mittlere Unternehmen
ÖNACE	Österreichische Klassifikation der Wirtschaftstätigkeiten (<i>Nomenclature des activités économiques</i>)
RICAM	Johann-Radon Institute for Computational and Applied Mathematics
SCCH	Software Competence Center Hagenberg
VAE	Vereinigte Arabische Emirate

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium Verkehr, Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autoren: Erich Prem (eutema GmbH), Sascha Ruhland (KMU Forschung Austria)

Wien, 2019. Stand: 2. Juli 2019

Copyright und Haftung:

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an i5@bmvit.gv.at.

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Straße 1, 1010 Wien

+43 1 123 45-0

email@bmvit.gv.at

bmvit.gv.at