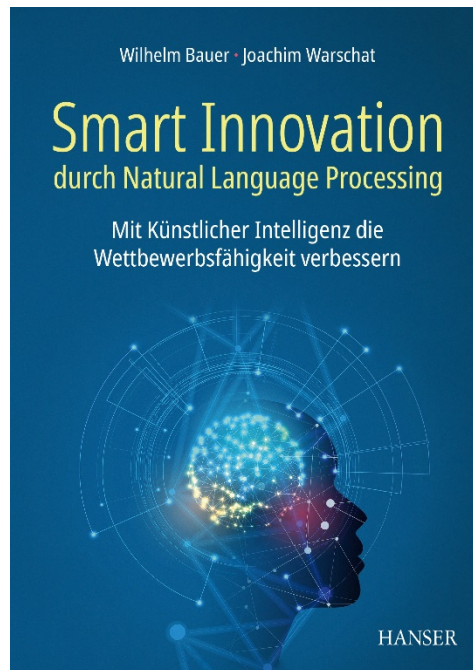


HANSER



Leseprobe

zu

Smart Innovation durch Natural Language Processing

von Wilhelm Bauer und Joachim Warschat

Print-ISBN: 978-3-446-46262-5

E-Book-ISBN: 978-3-446-46606-7

ePub-ISBN: 978-3-446-46935-8

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-46262-5>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

Vorwort

Künstliche Intelligenz (KI) ist überall. Keine Konferenz, keine Ausgabe eines Business-Journals, ohne dass die Bedeutung für Industrie und Gesellschaft hervorgehoben wird. Folgt man der allgemeinen Stimmung, ist KI die Zukunftstechnologie schlechthin. Die Prognosen sagen, dass jeder Bereich, ob Forschung, Produktentwicklung, Marketing oder Logistik, Produktion und Services aller Art, durch KI zunehmend beeinflusst wird. Domänen wie Medizin, Chemie, Biochemie, Rechtswissenschaften, das Patentwesen, der Finanzsektor profitieren ebenfalls in hohem Maße. Ein Thema innerhalb der KI hat sich dabei rasant entwickelt, das Natural Language Processing (NLP). Dabei geht es um das Verstehen von Sprache durch den Computer. So sind z. B. Alexa, die Spracherkennung und -erzeugung auf dem Smartphone von Google, Google Translate, Siri, Spam Checker etc. Produkte, die auf NLP basieren.

Weitere Aufgaben, die mit NLP gelöst werden können, sind Frage und Antwort (Q&A), der Benutzer fragt und der Computer gibt die richtige Antwort, ein Teilthema von NLP, bei dem NLP-Modelle besser sind als der Mensch. Außerdem die Textzusammenfassung (Summarizing) oder die Analyse von Aktienkursen, um Investitionsentscheidungen vorzubereiten. NLP treibt eCommerce voran durch bessere Suchresultate. Und wird bei der Flugzeugwartung eingesetzt zur Extraktion von gerade benötigter Information aus enorm umfangreichen Handbüchern, außerdem wertet NLP Problemreports (verbal, handgeschrieben) von Piloten und Wartungspersonal aus. Nicht zu vergessen die Hilfe für Menschen mit Sprach-, Hör- und Sehproblemen. Hierfür wurden Speech-to-Text- und Text-to-Speech-Tools entwickelt. NLP unterstützt das Finden von Argumentationsstrukturen in Texten wie Prämisse und Schlussfolgerung sowie die Beziehung zwischen Haupt- und Hilfsargument oder Haupt- und Gegenargument und bringt so Klarheit in kontroverse Diskussionen, wie sie in frühen Phasen einer Technologie geführt werden, wenn es noch kein „dominant design“ gibt oder wie bei Covid-19, wenn es noch kein endgültiges Modell gibt, sondern eine Vielzahl von Studien zu speziellen Fragestellungen.

Diese Beispiele und noch viele weitere Anwendungsmöglichkeiten zeigen die Innovationspotenziale von NLP. Und natürlich haben wir auch schon länger die Idee und Hoffnung, dass NLP ganz maßgeblich dazu beitragen kann, dass das Innovationsgeschehen auch in Unternehmen sich positiv entwickeln würde, wenn solche Technologien aus der Künstlichen Intelligenz (KI) für Innovationsprozesse zur Anwendung kommen können. Viele Fragen müssen dabei von den Entscheidern beantwortet werden: Wo bringen NLP-Lösungen das Unternehmen entscheidend voran? Ist das Unternehmen dabei gut aufgestellt? Haben wir genügend Know-how für die Entwicklung der Lösung? Beschleunigen externe Spezialis-

ten das Projekt? Wie schütze ich die Daten, die ja die Grundlage von NLP sind? Welche finanziellen Ressourcen werden benötigt? Wie hoch ist das Risiko beim jeweiligen Projekt? Gibt es ähnliche Lösungen auf dem Markt oder OpenSource, die „nur“ angepasst werden müssen? Wie reagieren wir mit neuen Berufsbildern und Organisationen auf die Herausforderungen, die weiter zunehmen werden. Die Antworten darauf folgen keinem Patentrezept, sondern müssen jeweils firmenindividuell gefunden werden. Aber aus den beschriebenen Bausteinen des NLP lassen sich für die jeweiligen Fragestellungen Lösungen konfigurieren. Experten aus Wissenschaft und Praxis geben dazu Anregungen und Beispiele.

Das Buch richtet sich an alle Führungskräfte in der Wirtschaft und im öffentlichen Sektor, die sich mit dem Thema Innovation und Natural Language Processing vertraut machen wollen, seine Potenziale abschätzen möchten, Orientierung in einem zunehmend komplexer werdenden Wissensgebiet bekommen und dann umsetzen und weitergeben und kompetente Partner der Experten sein wollen. Das Thema ist zu wichtig, um es allein den Spezialisten zu überlassen.

Teil I umfasst folgende Themen:

- Innovation – der Motor der Wirtschaft
- Der Mensch im Innovationsprozess
- Technologie als Innovationstreiber
- Was will der Kunde?
- Die Datenflut
- Methoden der künstlichen Intelligenz
- Was ist künstliche Intelligenz?
- Drei grundlegende Aufgaben des maschinellen Lernens
- Sprache verstehen
- NLP und Deep Learning
- Neuronale Netze
- NLP-Aufgaben
- Symbolische KI-Systeme
- Hybride Systeme
- KI in der Praxis

In Teil II des Buchs werden folgende Fallstudien behandelt:

- Extraktion von Problemstellung und Lösung aus Patenten mit neuronalen Netzen
- Argumentationsunterstützung durch emergentes Wissen in der Medizin
- Funktionssemantische Repräsentation von 3D-Technologien für diagnostische Röntgensysteme
- Automatische Abschätzung von Technology und Market Readiness durch die READINESS-navigator AI
- Technologieermittlung und -umsetzung mit Crealytic bei einem mittelständischen Unternehmen
- Wissensbasierte Produktionsplanung
- Technologiefrühaufklärung mit statistischen Verfahren und neuronalen Netzen

Das Buch gibt Einblick in eine hochdynamische Technologie, die eine zentrale Stellung in der Digitalisierung hat, weil sie viele Geschäftsmodelle völlig verändern und unser berufliches wie privates Umfeld entscheidend beeinflussen wird. NLP hat echtes Disruptionspotenzial.

Zudem soll das Buch sachliche Orientierung in einem Gebiet geben, das häufig kontrovers und manchmal voreingenommen diskutiert wird. Es soll Anregung geben und unseren Blick schärfen für Chancen, die uns NLP bietet.

Das Buch ist so aufgebaut, dass es orientiert an den individuellen Interessen gelesen werden kann. Teil I macht mit den Grundlagen und den wichtigsten NLP-Modellen vertraut. Diese können punktuell gelesen werden, je nach Vorkenntnissen und Interessen. Die Fallstudien in Teil II können auch erst einmal „stand alone“ gelesen und dann durch Teil I vertieft werden.

In den Kapiteln sind zahlreiche Quellen angeführt, sodass der Leser jederzeit die Möglichkeit hat, sich mit einzelnen Aspekten des Natural Language Processing näher zu beschäftigen. Neben den Originalveröffentlichungen, die die algorithmischen Grundlagen beschreiben, sind viele Blogbeiträge berücksichtigt, um den Zugang zu den Themen zu erleichtern. Hier gibt es sehr anschauliche, gut verständliche Einführungen und Übersichten. Im Buch sind viele Begriffe englisch belassen und nicht übersetzt, um eine gewisse Anschlussfähigkeit zu den englischsprachigen Veröffentlichungen zu gewährleisten.

In Zeiten von Corona wird fast jedes Thema mit Covid-19 in Beziehung gesetzt, so auch NLP. Und in der Tat gibt es NLP-Lösungen, mit denen die große Zahl der Studien automatisch ausgewertet werden können. Das ist nicht Schwerpunkt dieses Buchs, aber es zeigt die Bedeutung und Universalität der Methoden.

Unser Dank gilt den Autoren, die ihr Wissen und ihre Erfahrung aus Forschung und Praxis in ihren Beiträgen zur Verfügung stellen. Besonderer Dank gilt Andreas Wierse von SICOS BW und Till Riedel vom Karlsruher Institut für Technologie für die kritische Durchsicht des Manuskripts und die wertvollen Anregungen.

Monika Pfann danken wir für die Unterstützung bei der Erstellung des Manuskripts und Nam-Hee Ku für die Grafiken im ersten Teil sowie Frau Hoffmann-Bäumel und Frau Porcelli vom Hanser Verlag für die gute Zusammenarbeit.

Wir wünschen den Lesern viel Erfolg bei der Adaption und Umsetzung von KI und speziell beim Natural Language Processing in der Praxis.

Stuttgart, Herbst 2020

*Wilhelm Bauer
Joachim Warschat*

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
1 Innovation – der Motor der Wirtschaft	3
<i>Wilhelm Bauer, Joachim Warschat</i>	
1.1 Wo stehen wir?	5
1.2 Wo gehen wir hin?	9
1.3 Der Aufbau des Buchs	14
2 Der Mensch im Innovationsprozess	19
<i>Wilhelm Bauer, Joachim Warschat, Antonino Ardilio</i>	
2.1 Crealytic	19
2.2 Kreativitäts- und Innovationsmethoden	20
3 Technologie als Innovationstreiber	27
<i>Wilhelm Bauer, Joachim Warschat, Antonino Ardilio</i>	
3.1 Technologien treiben Innovationen	27
3.2 In Funktionen denken	28
3.3 Technologiesysteme, vernetzte Funktionen	31
3.4 Welche Rolle spielen Leistungsparameter?	34
4 Was will der Kunde?	39
<i>Wilhelm Bauer, Joachim Warschat, Antonino Ardilio</i>	
4.1 Welche Funktionen sind dem Nutzer wichtig?	39
4.2 Was bieten die Technologien?	44

5	Die Datenflut	47
	<i>Wilhelm Bauer, Joachim Warschat</i>	
5.1	Rasanten Wachstum des weltweiten Wissens	47
5.2	Visible und Invisible Web	48
5.3	Was sind verlässliche Quellen?	51
6	Methoden der Künstliche Intelligenz	55
	<i>Joachim Warschat, Matthias Hemmje, Michael Schmitz, Antonino Ardilio</i>	
6.1	Was ist Künstliche Intelligenz?	56
6.2	Drei grundlegende Aufgaben des maschinellen Lernens	60
6.2.1	Regression	61
6.2.2	Klassifikation	62
6.2.3	Clusteranalyse	62
6.3	Sprache verstehen (Natural Language Processing (NLP))	63
6.3.1	Textaufbereitung (Preprocessing)	66
6.3.2	Mit Worten rechnen – Vektorisierung von Texten	72
6.3.3	Generative und diskriminative Modelle am Beispiel Topic Modeling	79
6.4	NLP und Deep Learning	82
6.4.1	Lernformen	83
6.4.1.1	Überwachtes Lernen/Supervised Learning	83
6.4.1.2	Unüberwachtes Lernen/Unsupervised Learning	84
6.4.1.3	Teilüberwachtes Lernen/Semisupervised Learning ...	84
6.4.1.4	Selbstüberwachtes Lernen/Selfsupervised Learning ..	85
6.4.1.5	Lernen durch Belohnung/Reinforcement Learning ...	85
6.4.2	Bewertung der Prognosewerte	88
6.4.3	Statistische Methoden und neuronale Netze	91
6.4.3.1	Hidden-Markov-Modell (HMM)	92
6.4.3.2	Conditional Random Fields (CRF)	94
6.4.3.3	Random Forest	95
6.4.3.4	Multilayer Perceptron Netze (MLP)	96
6.4.3.5	Convolutional Neural Networks (CNN)	104
6.4.3.6	Recurrente Neuronale Netze (RNN)	107

6.4.3.7	Long Short-Term Memory (LSTM) und Gated Recurrent Unit (GRU)	108
6.4.3.8	Transformer	111
6.4.3.9	BERT und seine Verwandten	118
6.4.4	Arbeiten mit neuronalen Netzen	136
6.4.4.1	Hyperparameter	136
6.4.4.2	NLP-Tools	143
6.4.4.3	Hardware für NLP	145
6.4.5	NLP-Aufgaben	148
6.4.5.1	Named Entity Recognition (NER)	148
6.4.5.2	Sentiment-Analyse (Empfindungsanalyse)	156
6.4.5.3	Textzusammenfassung (Summarization)	158
6.4.5.4	Topic Modelling und Topic-Klassifikation	162
6.4.5.5	Frage & Antwort	165
6.4.5.6	Suchmaschine	166
6.5	Symbolische KI-Systeme	168
6.5.1	Semantik	169
6.5.2	Wissensrepräsentation	170
6.5.3	Tools für die wissensbasierte Modellierung	173
6.5.4	KI-Verfahren (symbolisch) zur Ermittlung von Technologien und Anwendungen	175
6.5.4.1	Funktionsbasierte Formulierung des Informationsbedarfs	175
6.5.4.2	Funktionsprofile	178
6.5.4.3	Automatisierte Ermittlung von Funktionsprofilen	180
6.5.4.4	Suche nach Technologienamen	183
6.6	Hybride Systeme (symbolisch & subsymbolisch)	185
7	KI in der Praxis	189
	<i>Wilhelm Bauer, Joachim Warschat</i>	
7.1	KI-Projekte	189
7.2	KI im Unternehmen	192

8	Extraktion von Problemstellung und Lösung aus Patenten mit neuronalen Netzen	195
	<i>Lukas Heller, Joachim Warschat</i>	
8.1	Aufgabenstellung	195
8.2	Konzepte, Methoden und Modelle	195
8.2.1	Inventive Design Method	196
8.2.2	Neuronale Netze als NLP-Werkzeuge	198
8.2.3	Textvektorisierung	198
8.2.4	Convolutional Neural Networks	200
8.2.5	LSTM	201
8.2.6	Attention based neural Networks	202
8.3	Modellentwicklung	204
8.3.1	Datengrundlage	204
8.3.2	Netzstruktur	205
8.3.3	Optimierungsparameter und Trainingsdurchläufe	206
8.3.4	Referenzwert für die Ergebnisse	207
8.3.5	Ergebnis	207
8.4	Modellanwendung	209
8.4.1	Vergleich mit Expertenklassifizierung	209
8.4.2	Anwendung auf anderen Patentbereich	211
8.4.3	Vergleich der Modelle	215
8.4.4	Anwendung des Systems	216
	8.4.4.1 Anwendung auf Beispielpatent	216
	8.4.4.2 Prototyp eines Patentanalysetools	217
9	Argumentationsunterstützung durch emergentes Wissen in der Medizin	219
	<i>Christian Nawroth, Alexander Duttenhöfer, Matthias Hemmje</i>	
9.1	Einleitung und Definitionen	219
9.2	Vorstudien	221
9.3	Systemarchitektur	225
9.4	Konzeption des medizinischen Emerging Argument Extractor (medizinischer eAX)	229
9.5	Proof-of-Concept-System	230

9.6	Evaluation	232
9.7	Zusammenfassung und Ausblick	234
10	Funktionssemantische Repräsentation von 3D-Technologien für diagnostische Röntgensysteme	237
	<i>Stefan Trapp</i>	
10.1	Einleitung	237
10.2	3D-Szenen zur automatischen Positionierung diagnostischer Röntgensysteme	238
10.3	NLP für die Technologiefrühaufklärung	241
10.4	Technologiesuche als Named-Entity-Recognition-Aufgabe	244
10.5	Analyse der 3D-Technologie für Röntgensysteme	247
10.6	Funktionsanalyse	247
10.7	Ontologie zur Repräsentation der 3D-Technologie	249
10.8	Skizze einer Technologiesuche mit BERT Question Answering	250
10.9	Wahl der 3D-Sensor-Technologie	251
10.10	Fazit und Ausblick	252
11	Automatische Abschätzung von Technology und Market Readiness	253
	<i>Tobias Eljasik-Swoboda, Christian Rathgeber, Rainer Hasenauer</i>	
11.1	Einleitung	253
11.2	Triple Bottom Line	253
11.2.1	Was ist READINESS	254
11.2.2	Markt- und Technologiebereitschaft	255
11.2.3	AI-Bereitschaft	256
11.2.4	Der automatisierte Innovationscoach	258
11.3	Wie funktioniert die READINESSnavigator AI?	259
11.4	Wie gut funktioniert die READINESSnavigator AI?	264
11.5	Wie man AI dazu motiviert, besser zu funktionieren	266
11.6	Fazit	267

12 Technologieermittlung und -umsetzung mit Crealytic bei einem mittelständischen Unternehmen	269
<i>Antonino Ardilio, Lukas Keicher</i>	
12.1 Unternehmen	269
12.2 Herausforderung	269
12.3 Ziel	272
12.4 Methodisches Vorgehen	273
12.4.1 Design-Thinking-Phase 1: Verstehen („gemeinsames Verständnis schaffen“)	275
12.4.2 Design-Thinking-Phase 2: Beobachten („Kundenbedürfnisse verstehen“)	277
12.4.3 Design-Thinking-Phase 3: Definieren („Genaue Beschreibung des Problems“)	278
12.4.4 Design-Thinking-Phase 4: Ideenfindung („Generierung von Lösungsideen“)	281
12.5 Technische Vorgehensweise	282
12.6 Ergebnis	285
13 Wissensbasierte Produktionsplanung für intelligente Produktionsumgebungen	287
<i>Benjamin Gernhardt, Tobias Vogel, Matthias Hemmje</i>	
13.1 Ausgangspunkt	287
13.2 Einleitung und Motivation	288
13.3 Hintergrund und Stand der Wissenschaft und Technik	290
13.4 Modellierung der KPP-Ontologie	292
13.5 Verbleibende Herausforderungen	294
13.6 Vorgeschlagener Ansatz	295
13.7 Verwandte Arbeiten	296
13.8 Integrationskonzept	297
13.9 Proof-of-Concept-Szenarien	299
13.10 Fazit	299

14	Technology Intelligence – Technologiefrühaufklärung mit statistischen Verfahren und neuronalen Netzen	301
	<i>Franck K. Adjogble, Joachim Warschat</i>	
14.1	Einführung	301
14.2	Motivation und Kontext am Beispiel von Elektroautos	302
14.3	Verbrauchermeinungen und die Dynamik der Märkte	302
14.4	Elektrofahrzeuge und ihre technologischen Merkmale	303
14.5	Die Data Envelopment Analysis (DEA)	303
14.6	Technology Forecasting mit der Data Envelopment Analysis (TFDEA)	308
14.7	Technologiefrühaufklärung mit neuronalen Netzen	311
14.7.1	Die Regressionsanalyse als Funktion der Rate of Change	311
14.7.2	Berechnung der „Dynamic-Rate-of-Change“ mit einem neuronalen Netzwerk	315
14.8	Anwendung des Verfahrens am Beispiel Elektroauto	316
14.8.1	Aufteilung der Funktionalitäten in Modelle	316
14.8.2	Das Setup Modell	316
14.8.3	Das Prädiktion Modell	319
14.8.4	Adaption Modell durch neuronales Netzwerk	324
14.9	Zusammenfassung und Ausblick	328
15	Literaturverzeichnis	331
	Literatur	331
	Links	350
16	Index	351
17	Die Autoren	355

TEIL 1

**Konzepte, Methoden
und Modelle**

Innovation – der Motor der Wirtschaft

Wilhelm Bauer, Joachim Warschat

Der Begriff Innovation ist längst aus der Fach- in die Alltagssprache vorgedrungen, wie die Eingabe des Worts in Google zeigt: Wir finden ca. 1 150 000 000 Treffer. Wir werden mit einer unübersehbaren Fülle an innovativen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen konfrontiert. Unternehmen möchten, ja müssen, innovativ sein. Innovationen sind der Schlüssel zum Unternehmenserfolg, da kein Unternehmen, mittelständisch oder groß, langfristig wettbewerbsfähig bleibt, ohne in Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu investieren, mit dem Ziel, den Kunden zusätzlichen Nutzen zu bieten.

Die Brandeins-Veröffentlichung zur Innovation (brandeins, 2019) spiegelt das sehr gut wider. Sie ist das Ergebnis einer Metastudie in der mehr als 50 verschiedene Innovationspreise und -wettbewerbe berücksichtigt werden, unter ihnen z. B. der Deutsche Innovationspreis oder TOP 100: Die 100 innovativsten Unternehmen des Mittelstandes. Das Ergebnis sind 512 ausgezeichnete, besonders innovative Unternehmen aus den unterschiedlichsten Branchen von A wie Automobilbau bis T wie Technologie & Telekommunikation, eingeteilt in drei Größenklassen: sehr große Unternehmen mit mehr als 1000 Mitarbeitern, große Unternehmen mit 251 bis 1000 Mitarbeitern und kleine sowie mittelständische Unternehmen mit 250 und weniger Beschäftigten.

Ein Repräsentant aus der Gruppe kleiner Unternehmen ist die Firma Talentwunder aus Berlin. Das 40 Mitarbeiter große Start-up hat sich zum Ziel gesetzt, Kunden beim Auffinden von Fachkräften zu helfen. Dabei ist der Markt insbesondere an Spezialisten aus dem Bereich Digitalisierung leergefegt und neben den Etablierten wie XING oder LinkedIn zu bestehen, ist eine ziemliche Herausforderung. Talentwunder hat deshalb ein alternatives Konzept zum klassischen Recruiting entwickelt, eine Suchmaschine. Sie durchsucht ca. 75 soziale Netzwerke wie z.B. das Wissenschaftsportal ResearchGate, die für Softwarespezialisten interessanten Netzwerke Stack Overflow und GitHub, aber auch Portale für Freizeitaktivitäten wie MeetUp und selbstverständlich auch Facebook und Twitter mit zusammen 1,7 Milliarden Nutzern. Das ermöglicht ein innovatives Recruiting-Konzept, das Active Sourcing. Durch eine intensive Analyse der Kandidatenprofile und ihre Entwicklung über die Zeit werden Signale für eine Wechselwilligkeit detektiert. So kann gezielt auf aussichtsreiche Kandidaten zugegangen werden. Bisher nutzen ca. 300 Unternehmen die Dienste von Talentwunder.



Das Familienunternehmen SICK in Waldkirch ist mit seinen 9000 Mitarbeitern ein innovatives Unternehmen aus der ersten Kategorie. Gegründet vom Erfinder und Unternehmer Erwin Sick, der in den 1950er-Jahren das Lichtgitter zur sicheren Bedienung von Maschinen entwickelte, produziert es heute rund 40 000 verschiedene Sensorprodukte. Lichtschranken und Lichtgitter schützen vor Unfällen an Robotern und sichern Gebäude, wertvolle Kunstgegenstände oder lesen Barcodes und messen Schadstoffemissionen. Die Aufzählung ließe sich noch lange fortsetzen.

Zu Innovationen müssen die Mitarbeiter in Start-ups nicht jeden Tag motiviert werden. Das versteht sich bei jungen Unternehmen von selbst. In etablierten, erfolgreichen Unternehmen ist dies allerdings nicht unbedingt so. Hier müssen oft das „Silo-Denken“ überwunden und Innovation organisiert werden. Wie macht das SICK?

SICK hat im Jahr 2017 11 Prozent des Umsatzes, fast 170 Millionen Euro, für Forschung und Entwicklung ausgegeben. Das ist eine notwendige Voraussetzung, um Ressourcen bereitstellen zu können. Aber es ist keine hinreichende Bedingung. SICK fördert gezielt den Ausbau von Netzwerken, wie beispielsweise die Implementierung einer kollaborativen Plattform, auf der projekt-, abteilungs- und länderübergreifend Wissen ausgetauscht werden kann. Hier können Ideen mitgeteilt und Dinge ausprobiert und es dürfen auch Fehler gemacht werden. Ein Prinzip, das im Silicon Valley schon lange gilt und auch zu der einen oder anderen Erfolgsstory dazugehört. Eine weitere Initiative ist die Gründung firmeninterner Start-ups. Die Teilnahme ist freiwillig, jedes Team hat ein Budget, einerseits die Unterstützung des Konzerns zu erlangen, und andererseits alle Freiheit, sein Projekt voranzubringen. Dadurch werden Kreativität, Verantwortungsbewusstsein und Selbstorganisation gefördert. Themenstellungen sind z. B. Echtzeit-Lokalisierung für Industrie 4.0, sodass Teile, Baugruppen und Produktionsmittel etc. jederzeit lokalisiert werden können.

SICK zeigt, dass auch große Unternehmen innovativ sein können, „Silo-Denken“ überwunden werden kann und neue Wege eingeschlagen werden können. Innovation ist nicht nur Start-ups vorbehalten.



Der Überblick über das Innovationsgeschehen in Deutschland zeigt, dass in vielen Bereichen Gutes geleistet wird, dass aber für manche Zukunftstechnologie wie Digitalisierung und Künstliche Intelligenz mehr gemacht werden muss. Hier hat man den Eindruck, dass sich schon eine Lücke zu den weltweit führenden Unternehmen in USA und China aufgetan hat. Diese Lücke zu schließen, muss das Ziel sein, da die genannten Technologiefelder Enabler für fast alle anderen Technologien und somit die Stellschrauben für die Innovationsfähigkeit sind. Das Buch fokussiert dabei auf die Künstliche Intelligenz und speziell auf Natural Language Processing, d. h. wie geht der Computer mit natürlicher Sprache um und welche Anwendungen eröffnen sich dadurch in der Praxis.

■ 1.1 Wo stehen wir?

Die Medizintechnik ist ein gutes Beispiel für die Innovationskraft einer mittelständisch geprägten Branche; 93 Prozent der Unternehmen haben weniger als 250 Mitarbeiter. Der Branchenbericht Medizintechnologien (BVMed, 2020) belegt die hohe Dynamik in Wachstum und Wertschöpfung. So ist die Bruttowertschöpfung seit 2006 um 3,9 Milliarden Euro auf 14,7 Milliarden Euro gestiegen. Das bedeutet ein durchschnittlich jährliches Wachstum von 3,3 Prozent.

Ein wesentlicher Treiber hierfür ist die ausgeprägte Innovationsleistung der MedTech, so investieren die Unternehmen durchschnittlich 9 Prozent ihres Umsatzes in Forschung und Entwicklung. Weitere Indikatoren sind der hohe Anteil an jungen Produkten, ca. ein Drittel des Umsatzes wird durch Produkte, die jünger als drei Jahre sind, erzielt. Und bei Patenten nimmt die MedTech hinter den USA Rang 2 ein. Auch die Patentanmeldungen sind beachtlich. Im Jahr 2018 wurden beim Europäischen Patentamt 13 759 Patentanträge gestellt, sodass auch bei den Anmeldungen Platz 2 hinter den USA erreicht wurde.

Der Maschinenbau, eine Kernbranche in Deutschland, steigert ebenfalls jährlich die Ausgaben für Innovationen (Bild 1.1).

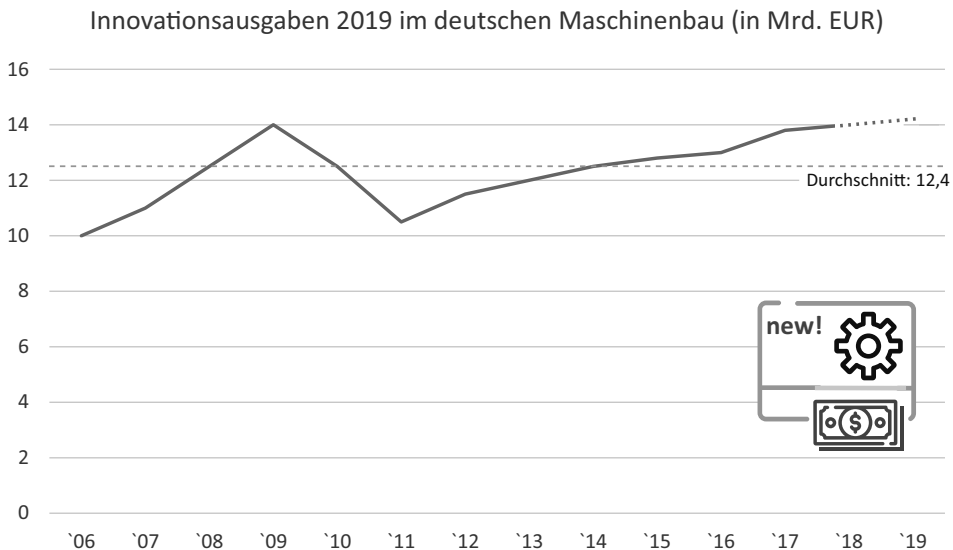


Bild 1.1 Innovationsausgaben 2019 im deutschen Maschinenbau (in Anlehnung an ZEW Branchenreport 2019)

Die Innovationsausgaben umfassen Ausgaben für Projekte, die Produkt- oder Prozessinnovationen beinhalten. Im Einzelnen sind das interne und externe F&E-Aufwände, innovationsbezogene Ausgaben für Sachanlagen sowie Aufwendungen für immaterielle Wirtschaftsgüter, z.B. Software, Weiterbildung, Konstruktion etc. Der Umsatzanteil an Marktneuheiten schwankt zwischen knapp 6 und 8 Prozent, und ist damit deutlich höher als bei der deutschen Wirtschaft insgesamt (Bild 1.2).

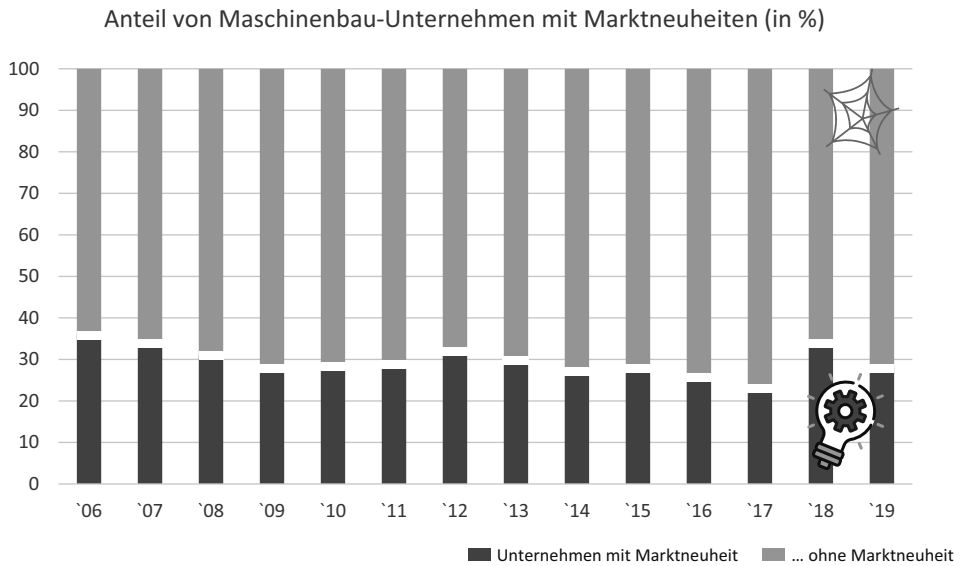


Bild 1.2 Anteil von Maschinenbau-Unternehmen mit Marktneuheiten (in Anlehnung an ZEW Branchen-report 2019)

Besondere Beachtung findet die Automobilindustrie als Schlüsselindustrie für Deutschland. Der Automobilbau konnte die Innovationsaufwendungen von 30,6 Milliarden Euro im Jahr 2008 auf 50,57 (geschätzt; Bild 1.3) im Jahr 2019 steigern. Unter den zehn Automobilherstellern mit den größten Forschungsbudgets im Jahr 2018 rangiert VW mit 15,8 Milliarden US-Dollar mit großem Abstand vor Toyota an der Spitze. Daimler folgt mit 7,1 Milliarden US-Dollar auf Platz 5 und BMW mit 5,9 Milliarden US-Dollar auf Platz 7 (Bild 1.4).

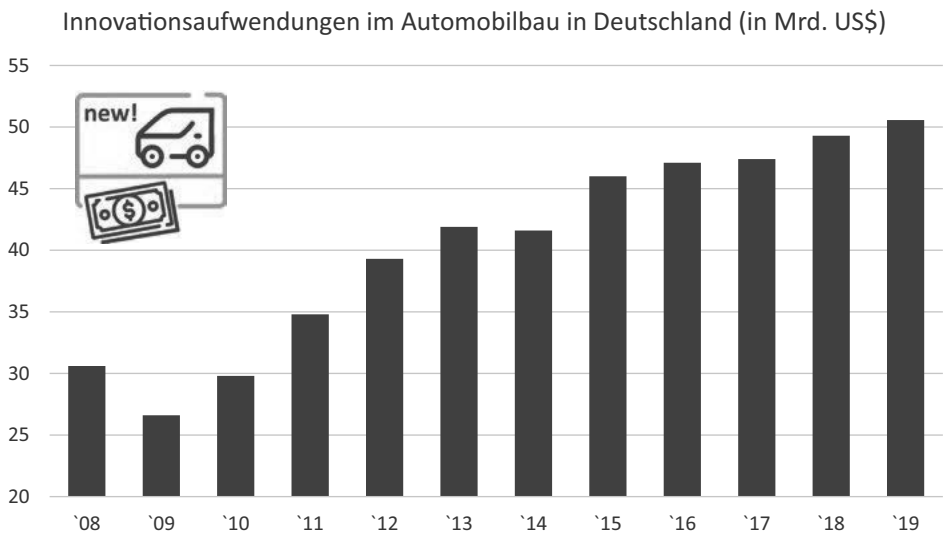


Bild 1.3 Innovationsaufwendungen der Automobilbau-Branche in Deutschland in den Jahren 2008 bis 2018 (in Anlehnung an Statista)

Automobilhersteller mit den größten Forschungsbudgets (weltweit, 2018 in Mrd. US\$)

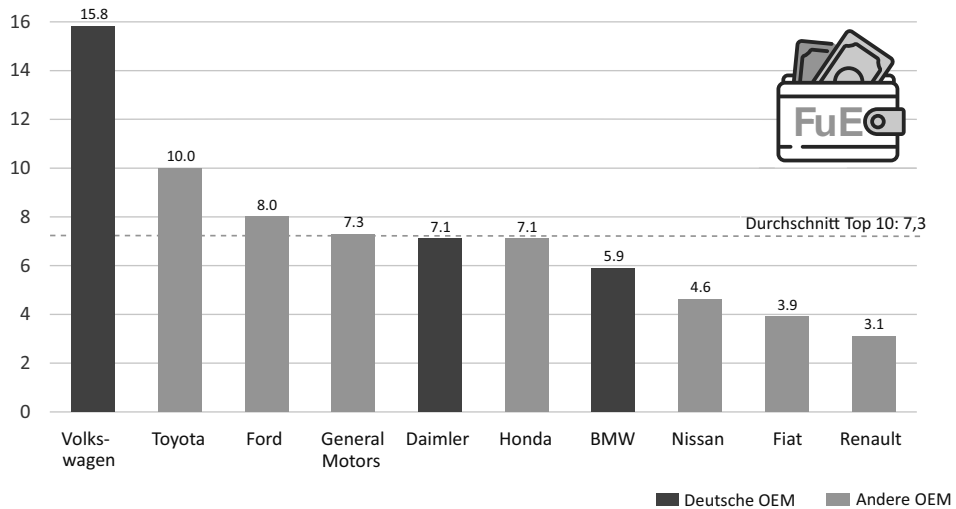


Bild 1.4 Automobilhersteller mit den größten Forschungsbudgets (weltweit, 2018 in Mrd. US-Dollar; in Anlehnung an Statista)

Trotz der hohen Innovationsaufwendungen müssen angesichts der Herausforderungen durch die Elektromobilität weitere Investitionen in neue Technologien gemacht werden.

Um diese insgesamt positiven Leistungen erbringen zu können, muss das Umfeld stimmen. Ein Blick in den Innovationsindikator von BDI, Fraunhofer und ZEW, der die Innovationsleistung von 35 Nationen vergleicht, zeigt ein erfreuliches Ergebnis: Deutschland ist hinter Singapur, der Schweiz und Belgien auf Rang 4 (Bild 1.5).

Symbole

3D-Technologie für Röntgensysteme 247

A

Alpha Go 20

B

Basisanforderung 40

Basismerkmal 23

Begeisterungsanforderung 40

Begeisterungsmerkmal 23

BERT 250

BERT Question Answering 250

Brute-Force-Methode 251

Bulk-Polymerisation 40

C

Chief Analytics Officer (CAO) 190

Chief Artificial Intelligence Officer (CAIO)
190

Chief Data Officer (CDO) 190

Computerlinguistik 242

Content 51

Content-Aggregator 52

Crealytic 19

D

Datenflut 47

Datenvolumen 53

Design Thinking 22

Diagnostic X-Ray (DXR) 238

Dots 20

E

Erfolgsfaktor 189

F

Fallstudie 238

Funktionsanalyse 247

Funktionsbaum 45

Funktionsprofil 251

G

Gains 23

Go-Spiel 20

I

Implementierung von KI 190

Information

– qualifizierte 244

– unqualifizierte 244

Informationsbedarf 244

Informationsflut 47, 237

Innovationsmethode 20

Invisible Web 48

J

Jobs, Steve 20

K

Kano-Methode 24, 26, 40

Kano-Modell 23

Kano-Modell, Eigenschaft 23

Kano, Noriaki 23

KI

– implementieren 190

– im Unternehmen 192

– Praxis 189

KI-Projekt 26

KNIME 246

Kompetenzanalyse 20

Kompetenzlandkarte 21

Kompetenzstrategie-Portfolio 20

Konstanz Information Miner 246

Kunde 39

Kunden-/Nutzerzufriedenheit 41

Künstliche Intelligenz 19

L

Leistungsanforderung 40

Leistungsmerkmal 23

M

Mensch 19, 20

Merkmal, Kano-Modell 23

Merkmalsklasse 24

Miniemulsionspolymerisation 40

Molecularly imprinted polymere (MIP)
39

Molekulare Erkennung 39

Molekulares Prägen 39

N

Nanomolekül 40

Natural Language Processing 189,
242

NLP-Projekt

– Workflow 191

Nutzerattribut 248

Nutzerfunktion 39, 247

O

Ontologie 249

P

Pains 23

Patent 50

Patentanmeldungen 50

Perspektivwechsel 23

Polymerisation 40

Preprocessing 191

Q

Quelle 51

Question Answering 250

R

Rückweisungsmerkmal 24

S

Schichtenpolymerisation 40

Smart Data 20

Suche

– funktionssemantische 246

– Technologienamen 245

T

Tech Mining 244

Technologieattribut 248

Technologiefrühaufklärung 237

Technologiefunktion 248

Technologieplanung 237

Technologiepotenzial 237

Technology Intelligence Tool
246

Technology Mining 244

Templatemolekül 40

U

UML-Klassendiagramm 249

V

Visible Web 48, 49

Visuelle Synektik 23

W

Webseite 49

Wettbewerbsvorteil 237

WIPO (World Intellectual Property
Organisation) 50

Wissensmodell 241

Wissensrepräsentation 241

World Intellectual Property Organisation
50

Z

Zufriedenheitsportfolio 44



Franck K. Adjogble, PhD.c studierte an der Universität Siegen technische Informatik und schloss dort mit einem „Master of Science“ ab. Herr Adjogble hat am Institut für Angewandte Informatik der Universität Siegen als Assistent des Forschungsdirektors gearbeitet und dort aktiv am Projekt MODICAS (Effiziente Integration eines 3D-Digitalisierungssystems und eines chirurgischen Roboters) teilgenommen.

Franck K. Adjogble, PhD.c ist derzeit externer Doktorand bei Professor Warschat im Lehrgebiet Technologie- und Innovationsmanagement an der FernUniversität Hagen und am Fraunhofer IAO in Stuttgart. Sein besonderes Interesse gilt der Technologieprognose, auf der seine Forschungsarbeit „Towards a Dynamic Technology Intelligence System“ basiert. Zusätzlich hat er in Zusammenarbeit mit der Universität Hagen ein Zertifikat für Technologiemanagement am Fraunhofer-Institut erworben. Als Dozent war er für IT und Cybersicherheit für Ingenieure an der TÜV Academy GmbH, einem privaten Bildungs- und Forschungsinstitut in Deutschland, tätig. 2001 arbeitete er als Prozessmodell-Manager in der Automatisierung und R&D-Abteilung zur SMS-Gruppe. Anschließend wurde er beauftragt, verschiedene Teams von Ingenieuren zu leiten, die die globalen Kunden von SMS bedienen. In beiden Positionen unterstützte er den technologischen Fortschritt und die Entwicklung von SMS-Automatisierungssystemen. Nachdem er 15 Jahre in den SMS-Büros in Düsseldorf und Peking gearbeitet hatte, wurde er im SMS-USA-Büro in Pittsburgh als „Chefingenieur“ eingesetzt und als General Manager für die Entwicklung von Automatisierungsprozessmodellen und SMS-Digitalprodukten im US-Büro befördert. Er leitet seither eine Gruppe von Ingenieuren, die in Zusammenarbeit mit der SMS-Gruppe das „Learning Steel Mill“ entwickeln.



Dr.-Ing. Antonino Ardilio ist Leiter Technologie- und Innovationsmanagement Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. Er studierte Ingenieurwissenschaften an der Universität Stuttgart und Investitionsgüterdesign an der staatlichen Akademie der Bildenden Künste in Stuttgart. Seit 2002 ist er am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO beschäftigt, aktuell als Leiter des Competence Center „Technologie- und Innovationsmanagement“.

Herr Ardilio forscht und berät internationale Institutionen und Unternehmen im Umfeld des Technologie- und Innovationsmanagements. Seine Themenbereiche umfassen die strategischen Aspekte des Technologie- und Innovationsmanagements sowie auch jene des technologieorientierten Business Development. Im Mittelpunkt seiner Arbeit steht die Erforschung des Einflusses und der Schnittstellen des Themenkomplexes „Technologie und Innovation“ auf das Unternehmen, den Markt und die Gesellschaft. Aktuell erforscht Herr Ardilio mit seinem Team die Potenziale der Künstlichen Intelligenz innerhalb des Technologie- und Innovationsmanagements.

Dr. Ardilio ist ein ausgewiesener Experte auf seinem Fachgebiet, in der Community international vernetzt und kann auf zahlreiche Veröffentlichungen und erfolgreiche Projekte zurückblicken.



Prof. Dr.-Ing. Prof. e. h. **Wilhelm Bauer** ist geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, Stuttgart, Vorsitzender des Fraunhofer-Verbund Innovationsforschung, Technologiebeauftragter des Landes Baden-Württemberg, geschäftsführender Verwaltungsrat der Fraunhofer Italia Research s.c.a.r.l., Mitglied des Präsidiums der Fraunhofer-Gesellschaft, Mitglied der acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V., stellvertretender Institutsleiter des Instituts für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) der Universität Stuttgart.

Als Institutsleiter führt Prof. Bauer eine Forschungsorganisation mit etwa 650 Mitarbeitern. Er verantwortet dabei Forschungs- und Umsetzungsprojekte in den Bereichen Innovationsforschung, Technologiemanagement, Leben und Arbeiten in der Zukunft sowie Smarter Cities. Als Mitglied in verschiedenen Gremien berät er Politik und Wirtschaft. Er ist Mitglied der High-Level Expert Group on Artificial Intelligence der Europäischen Kommission und Co-Leiter der Arbeitsgruppe Arbeit/Qualifikation und Mensch-Maschine-Interaktion der Plattform Lernende Systeme – Deutschlands Plattform für Künstliche Intelligenz. Prof. Bauer ist Autor von mehr als 400 wissenschaftlichen und technischen Veröffentlichungen. An den Universitäten Stuttgart und Hannover ist er Lehrbeauftragter. 2012 erhielt Herr Prof. Bauer die Ehrung des Landes Baden-Württemberg als „Übermorgenmacher“.



Alexander Duttenhöfer ist seit 2018 am Lehrgebiet Multimedia- und Internetanwendungen (MMIA) von Prof. Dr.-Ing. Matthias Hemmje im Bereich der Erkennung von emergenten medizinischen Eigennamen, emerging Named Entities (eNEs), aktiv. Dort arbeitet er mit neuesten Ansätzen des maschinellen Lernens und Künstlicher Intelligenz an der automatisierten Erkennung von emerging Named Entities. Nach seinem Masterabschluss hat er nebenberuflich als externer Doktorand am Lehrgebiet MMIA begonnen, an seiner Dissertation zu arbeiten, bei der er untersucht, ob mittels maschinellem Lernen oder Künstlicher Intelligenz automatisiert ein Argumentationsbaum auf Basis medizinischer Argumente für oder gegen eine medizini-

nische Entscheidung getroffen werden kann.

Beruflich arbeitet er bei der BASF SE als Back-End Developer. Seine Aufgabengebiete umfassen den Betrieb und die Weiterentwicklung von (Legacy-)Systemen und Webanwendungen sowie den Aufbau einer zukunftsfähigen Architektur in der Microsoft Azure Cloud, auf die neu entwickelte Systeme zurückgreifen und sie nutzen können. Hierfür entwickelt er Application Programming Interfaces (APIs) und erstellt Datenspeicherungskonzepte zur Kommunikation zwischen den eingesetzten Systemen und/oder der Cloud.



Benjamin Gernhardt wurde 1988 in Saalfeld/Saale geboren und studierte von 2008 bis 2013 Informatik an der Hochschule für Wirtschaft und Technik in Dresden. Seit 2015 ist er Doktorand am Lehrstuhl für Multimedia und Internetanwendungen von Prof. Matthias Hemmje an der FernUniversität Hagen.

Hauptberuflich arbeitet er als Head of IT eines Softwareunternehmens in München.



Rainer P. Hasenauer ist Honorar-Professor für Marketing mit akademischer Lehrbefugnis für High Tech Marketing und Technologiemarketing am Institut für Marketing Management an der Wirtschaftsuniversität Wien (WU Wien, <https://www.wu.ac.at/mm/team/hasenauer/>). Er ist Unternehmer und seit langer Zeit als Mitgründer und Business Developer für High-Tech-Unternehmen tätig. Er initiierte und beteiligte sich an der Gründung der Vereinigung Hitec Marketing (1998) in Wien (www.hitec.at) und initiierte ebenfalls das grenzüberschreitende HiTec Center (www.hitechcentrum.eu). Sein primäres Lehr- und Forschungsinteresse liegt im Markteintritt von High-Tech-Inno-

vationen in B2B-Märkten, in der Beurteilung der Innovationshalbwegszeit und der Technologieakzeptanz in B2B-Märkten, in Zusammenhang mit Technologiereife (TRL Technology Readiness Level) und Marktreife (MRL Market Readiness Level). Er lehrte an der WU Wien, der TU Wien, am Campus02 in Graz, Gastvorlesungen am Institut für Höhere Studien in Wien, an Universitäten in der Schweiz, Slowakei, Mexiko, Iran. Er ist berufenes Mitglied in Beiräten von industriellen High-Tech-Investoren, langjähriges Mitglied im Projektbeirat eines universitären Startup-Inkubators und Mitglied des Aufsichtsrats einer global agierenden Gruppe für sicherheitskritische Kommunikation. Er ist aktives Mitglied von PICMET, IEEE-TEMS, Wiener Wirtschaftskreis.



Lukas Heller ist 30 Jahre alt, verheiratet und lebt in Hamburg. Nach seinem Abitur 2009 in Schleswig-Holstein absolvierte er ein Wirtschaftswissenschaften-Studium in Münster, Nordrhein-Westfalen. Während und vor dem Studium verbrachte er längere Zeit in den USA, Argentinien und Spanien, um dort in verschiedenen Unternehmen Praktika zum größten Teil im Bereich der Qualitätssicherung durchzuführen. Seit erfolgreicher Beendigung seines Studiums in 2016 arbeitet Lukas Heller als Projektmanager bei einem Aromenhersteller in der Nähe von Hamburg. Zu seinen Hauptprojekten zählen die großen Transformationsprozesse des Unternehmens wie die Digitalisierung und Automatisierung der Produktion. Nebenberuflich promoviert er seit 2017 an der Fakultät für Mathematik und Informatik der FernUniversität Hagen. Thema seiner Dissertation ist die automatische Extraktion von semantischen Schlüsselkonzepten aus Patenten.



Matthias Hemmje diplomierte und promovierte am Fachbereich Informatik der Technischen Universität Darmstadt in den Jahren 1991 respektive 1999. Seit 2004 ist er ordentlicher Universitätsprofessor für Informatik an der FernUniversität in Hagen. Seine Lehr- und Forschungsbereiche umfassen Benutzungsschnittstellen zu Informationssystemen, multimediale Datenbanksysteme, virtuelle Arbeitsumgebungen, Informationsvisualisierung, visuelle Mensch-Maschine-Interaktion sowie Multimedia-Technologien. Er ist Inhaber des Lehrstuhls für Multimedia- und Internetanwendungen an der Universität Hagen.



Nach seinem Master of Science in Technologiemanagement arbeitete **Lukas Keicher** zunächst als freiberuflicher Ingenieur, bevor er 2018 als wissenschaftlicher Mitarbeiter an das Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart wechselte. Seit 2018 ist Lukas Keicher im Forschungsbereich Mobilitäts- und Innovationssysteme wissenschaftlich tätig und er bearbeitete in dieser Zeit zahlreiche internationale und nationale Forschungs- sowie Industrieprojekte im Bereich Innovations- und Technologiemanagement. Gegenwärtig promoviert Lukas Keicher im Bereich Technologiefrühaufklärung unter Einsatz von Künstlicher Intelligenz.



Christian Nawroth forscht berufsbegleitend als externer Doktorand am Lehrgebiet für Multimedia- und Internetanwendungen der FernUniversität in Hagen unter der Leitung von Prof. Dr. Hemmje. Seine Forschungsschwerpunkte bilden die Bereiche Information Retrieval und Natural Language Processing, insbesondere deren Verknüpfung in professionellen Anwendungsszenarien. Er studierte von 2001 bis 2004 Informationstechnik und war in dieser Zeit für die IBM Deutschland GmbH tätig. Von 2008 bis 2010 studierte er Wirtschaftsinformatik an der Universität Duisburg-Essen. Hauptberuflich arbeitet er als Führungskraft im Bereich der IT-Sicherheit. Christian Nawroth ist verheiratet und hat zwei Kinder.



Christian Rathgeber ist Project Manager und Product Owner für den READINESSnavigator bei der ONTEC AG in Wien. Nach der Zeit als Berufssoldat begann er seine Laufbahn in der IT als Operator und in weiterer Folge als Anforderungsanalytiker und Programmierer bei der American Express Bank in Wien. Die elfjährige Tätigkeit brachte längere Arbeitsaufenthalte in Deutschland, Großbritannien und Dänemark mit sich. Nach einem kurzen Intermezzo als IT-Leiter bei einem Mineralwasser-Abfüller begann er 1991 als Projektleiter bei der Servodata im Geschäftsbereich Finanzdienstleister. Der Aufgabenbereich umfasste Projekt Management und Anforderungsanalyse für Erbringung von Software-Gewerken im Kundenauftrag, sowie

nach der Übernahme der Servodata durch die CSC Austria (Computer Sciences Consulting Austria GmbH) Projekt Management im direkten Kundenauftrag, Projekt Audits sowohl intern als auch extern bei Kunden und Business Consulting. Ab 2004 übernahm er die Leitung der Abteilung Software Delivery des Bereichs Finanzdienstleister. Im Jahr 2009 ist er als Project Manager und Delivery Manager zur ONTEC AG gewechselt, wo er seit 2017 als Product Owner für die Entwicklung des Software-Produkts READINESSnavigator zu-

ständig ist. Im Rahmen der Tätigkeiten zum Produktmanagement ist er Co-Autor einiger Beiträge zum Thema Bewertung, Risikomanagement und Artificial Intelligence im Innovationsmanagement.



Dr.-Ing. **Michael Schmitz** schloss sein Studium des Wirtschaftsingenieurwesens für Informations- und Kommunikationssysteme an der Technischen Universität Berlin mit einer Arbeit im Innovations- und Technologiemanagement zur methodischen Ausgestaltung von strategischen Frühaufklärungsaktivitäten in multinationalen Unternehmen am Beispiel eines europaweit tätigen Energieversorgers ab. Tätig für das Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO leitete er vielfältige Beratungsprojekte und konnte dabei wesentliche Herausforderungen kennenlernen, vor denen kleine und große Unternehmen bei der Informationsversorgung im Kontext einer Technologiefrühaufklärung stehen. Zur Bewältigung dieser

Herausforderungen aus unterschiedlichen Branchen beschäftigte er sich am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart mit der Entwicklung von neuen Methoden in der Technologiefrühaufklärung. Diese mündeten in seiner Dissertation über ein systematisches Vorgehen zur Ermittlung des relevanten Informationsbedarfs in Unternehmen und dessen formalisierten Abbildung in funktionssemantischen Suchmustern für den effektiven Einsatz in automatisierten Textanalysen mittels Text-Mining-Software. Als Entrepreneur der TecIntelli GmbH bietet er heute KI-basierte Smart Information Services für neue Technologien, Märkte und Trends an.



Tobias Eljasik-Swoboda (geb. Swoboda) ist AI Architect bei der ONTEC AG in Wien. Gleichzeitig ist er externer Doktorrand am Lehrgebiet Multimedia und Internetanwendungen der FernUniversität Hagen. Schwerpunkt seiner 2015 begonnenen berufsbegleitenden Promotion ist das Bootstrapping von Machine-Learning-basierter Textkategorisierung im Kontext von neu entstehendem Wissen. Im Rahmen seiner Forschungs- und beruflichen Tätigkeit wurden bisher 13 seiner Beiträge publiziert. Seine Karriere in der IT-Branche begann 2004 mit einem Informatik-Stipendium der Fujitsu Siemens Computers GmbH (FSC). Auflagen für das Stipendium waren das Nebenfach Wirtschaftswissenschaften und die Arbeit in verschiedenen Abteilungen

der FSC in Paderborn und Düsseldorf. Nach dem Bachelorabschluss 2007 arbeitete er als Systems Engineer und IT Consultant für FSC welche 2009 zur Fujitsu Technology Solutions umfirmierte. Die Arbeit im Bereich der Rechenzentrums-IT-Infrastruktur brachte Projekteinsätze in Deutschland, Österreich, den Niederlanden, Norwegen, Dänemark und Russland mit sich. 2011 zog er der Liebe wegen nach Wien und startete als Presales Consultant für die Raiffeisen Informatik GmbH (R-IT). Zeitgleich begann er sein berufsbegleitendes

Master-Studium der Informatik an der FernUniversität Hagen, welches er 2015 mit einer Abschlussarbeit im Bereich der Machine-Learning-basierten Dokumentenklassifizierung abschloss. Bei der Raiffeisen Informatik arbeitete er in den weiteren Rollen des Solutions Architect und des Innovation Managers. Seit dem Verkauf eines Geschäftsbereichs der R-IT an die S&T AG 2017 arbeitete er bei der S&T AG als Lead Architect der S&T AG bis ins Jahr 2019, als er zur ONTEC AG als AI Architect wechselte.



Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. oec. **Stefan Trapp**, Jahrgang 1968, studierte Wirtschaftsingenieurwesen im hochschulübergreifenden Studiengang von Universität, HAW und TU Hamburg und ist außerdem Absolvent des Diplom-Studiengangs Elektro- und Informationstechnik der FernUniversität in Hagen. Er ist als freiberuflicher Ingenieur tätig und berät Industrie- und Softwareunternehmen, wobei der Branchenfokus auf der Medizintechnik liegt. Seine Beratungsschwerpunkte sind das Innovations- und Technologiemanagement, die Optimierung von Produkt- und Softwareentwicklungsprozessen, die Softwarearchitektur und das Projektmanagement. Herr Trapp ist externer Doktorand bei Professor Joachim Warschat im Lehrgebiet

Technologie- und Innovationsmanagement an der FernUniversität Hagen und am Fraunhofer IAO in Stuttgart.



Tobias Vogel wurde 1978 in München geboren und studierte von 1999 bis 2005 Wirtschaftsinformatik an der Otto-Friedrich-Universität in Bamberg. Von 2006 bis 2012 promovierte er in den Bereichen Wissensmanagement, Prozessmanagement und Innovationsmanagement (WPIM) an der Fakultät für Informatik der FernUniversität in Hagen. Ebenfalls an der FernUniversität Hagen betreute er die Kurse Daten- und Dokumentenmanagement sowie Informations- und Wissensmanagement. Seit 2012 forscht er als Post-Doc an intelligenten Informationssystemen und Semantic-Web-Anwendungen sowie deren Einsatz in industriellen Fertigungsumgebungen.



Joachim Warschat ist Professor für Technologie- und Innovationsmanagement an der FernUniversität in Hagen, eine der führenden Universitäten für Distance Learning in Deutschland. Er war lange Jahre Institutsdirektor am Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Er ist wissenschaftlicher Beirat des Europäischen Wirtschaftssenats sowie Visiting Scientist an der Kansai University, Osaka und an der Konan University, Kobe, Japan. Er ist Mitgründer der cirp GmbH: Additive Fertigung und Rapid Tooling. Seine Arbeitsgebiete sind die Optimierung von Innovationsprozessen, speziell mit Simulationsmethoden, die Entwicklung und Anwendung von KI-Methoden für das Technologiemanagement mit den Schwerpunkten Er-

mittlung neuer Technologien, neuer Applikationen und Märkte sowie von Technologieexperten, wissensbasiertes Projektmanagement und 3D-Printing-Technologien.

Joachim Warschat ist Autor von über 250 Publikationen. Er wurde 2008 mit dem Europe INNOVA Award for the Best Innovation Tool für das „Assessment Tool des Projekts IMP3rove“ und 2011 mit dem Best Paper Award in der Kategorie „Service & Management“ auf der ICPR21 ausgezeichnet.