

Künstliche Intelligenz in der Automobil- industrie

Michael Nolting

Mit KI und Daten
vom Blechbieger zum Techgiganten

SACHBUCH

 Springer

Technik im Fokus

Die Buchreihe Technik im Fokus bringt kompakte, gut verständliche Einführungen in ein aktuelles Technik-Thema.

Jedes Buch konzentriert sich auf die wesentlichen Grundlagen, die Anwendungen der Technologien anhand ausgewählter Beispiele und die absehbaren Trends.

Es bietet klare Übersichten, Daten und Fakten sowie gezielte Literaturhinweise für die weitergehende Lektüre.

Weitere Bände in der Reihe <http://www.springer.com/series/8887>

Michael Nolting

Künstliche Intelligenz in der Automobilindustrie

Mit KI und Daten vom
Blechbieger zum Techgiganten

 Springer Vieweg

Michael Nolting
Hannover, Deutschland

ISSN 2194-0770

Technik im Fokus

ISBN 978-3-658-31566-5

<https://doi.org/10.1007/978-3-658-31567-2>

ISSN 2194-0789 (electronic)

ISBN 978-3-658-31567-2 (eBook)

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Der/die Herausgeber bzw. der/die Autor(en), exklusiv lizenziert durch Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag, noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Fotonachweis Umschlag: autopilot-smart-car-scenario background/stock.adobe.com

Umschlaggestaltung: deblik Berlin

Verantwortlich im Verlag: Markus Braun

Springer Vieweg ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Abraham-Lincoln-Str. 46, 65189 Wiesbaden, Germany

Für Finja und Sabrina

Vorwort

Es steht eine Disruption in der Automobilbranche an, die ihresgleichen sucht. Und ich bin jeden Tag froh darüber, dass ich ein Teil von diesem historischen Ereignis sein darf. Die automobiler Wertschöpfungskette wird sich fundamental ändern. Daher müssen sich die Automobilhersteller und die komplette Dienstleisterbranche dieses Themas annehmen. Allerdings ist noch nicht klar, wo die Reise hingehen und enden wird. Keiner weiß, wie schnell das autonome Fahren vor Kunde verfügbar sein wird und wann die E-Mobilität die kritische Marktdurchdringung erreicht hat. Trotz dieser ganzen Unsicherheiten ist eines klar: Daten sind das neue Gold bzw. Öl unseres Jahrhunderts. Denn Daten bilden die Basis für Künstliche Intelligenz. Künstliche Intelligenz ist nur das Haus, welches mit Leben gefüllt werden soll. Und dieses Leben entsteht aus Daten. Da immer mehr Daten in der nahen Zukunft zur Verfügung stehen werden und die Rechenpower weltweit durch Cloud-Anbieter stets zunimmt, wird Künstliche Intelligenz definitiv ein Treiber sein, der die automobiler Wertschöpfungskette disruptieren wird. Dieses Buch soll alle Entscheider in der Automobilindustrie sowie Dienstleister, Studenten und sonstige Interessierte dabei unterstützen, diesen Trend und seine Auswirkungen besser zu verstehen, um fundierte Entscheidungen treffen zu können.

Seit ungefähr drei Jahren lebe ich ohne Zeitgefühl. Als ich anfangs noch alleine als Projektleiter bei einem der größten Automobilhersteller der Welt dastand und behauptete, dass

digitale Dienste und Daten die Zukunft sein werden, erntete ich seltsame Blicke. Mit nordischer Sturheit und denselben Behauptungen stehe ich jetzt drei Jahre später mit einem Team von 70 Seelen da und kann dieses Thema aktiv angehen. Ich genieße jede Sekunde der Transformation – lebe allerdings ohne Zeitgefühl, weil jeden Tag etwas Neues, Spannendes, Aufregendes und Umwälzendes passiert. Wir leben jetzt in der sogenannten VUKA-Welt. VUKA steht für Volatilität, Unsicherheit, Komplexität und Ambivalenz. So gibt es zum Beispiel immer mehr Ausschläge an den Aktienmärkten. Die Währungen werden immer volatil. Neue, aufstrebende Automobilhersteller ohne große Verkaufszahlen erhalten Bewertungen, die höher sind als die von renommierten Automobilherstellern mit vielen Assets. Ebenso nimmt die Unsicherheit immer stärker zu. Die Rohstoffe werden knapper. Der Klimawandel zwingt uns dazu, CO_2 -Emissionen einzusparen. Dieses alles zusammen führt zu einem komplexen Gefüge, das eine Mehrdeutigkeit (Ambivalenz) nach sich zieht. Jeder fragt sich: Wie wird der Kunde von morgen aussehen? Was wird er konsumieren? Welche Produkte und Dienste ergeben Sinn? Welche Automobilhersteller wird es in 5 oder 10 Jahren noch geben? Wer wird zum Foxconn der Automobilindustrie? Wer ist der Kodak und Nokia ohne Zukunft?

Egal wie der Kunde von morgen aussehen wird, er wird auf jeden Fall Produkte schätzen, die kundenorientiert sind und für einen schmalen Euro zu haben sind. Das ist auch der Grund, warum Künstliche Intelligenz in unseren Alltag einziehen wird. Durch Künstliche Intelligenz wird die Automatisierung vorangetrieben und die Preise werden zwangsläufig sinken. Kundenorientierung ist ein Muss, da uns die Techgiganten wie Amazon und Google exzellent vormachen, dass sich letztlich nur das beste Produkt am Markt durchsetzt.

Ich wünsche Ihnen jetzt viel Spaß beim Lesen des Buches und möchte Sie auf eine Reise mitnehmen in die Umwälzung der Automobilindustrie. Wir werden uns anschauen, wie sich die Automobilhersteller durch Nutzung von Daten und künstlicher Intelligenz ebenfalls zu Techgiganten wie Amazon und Google verändern können – wenn sie es wirklich wollen. Machen ist wie Wollen, nur krasser! :-)

Hannover
Mai 2020

Dr. Michael Nolting

PS: Wer einen Live-Einblick in den Transformationsalltag bekommen möchte, den lade ich herzlich zu meinem Blog www.michaelnolting.com ein. Hier schreibe ich über Themen wie Künstliche Intelligenz (englisch: AI für Artificial Intelligence), DevOps und Leadership.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Künstliche Intelligenz – ein Game Changer ...	1
1.2	Exponentielles Wachstum	4
1.3	Disruption in der Automobilindustrie	7
1.4	Die Techgiganten als Vorbild	11
1.5	Struktur des Buches	13
1.6	Eingrenzung Fokus und Leserschaft	15
	Literatur.	16

Teil I GRUNDLAGEN DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ

2	Das ABC der Künstlichen Intelligenz	19
2.1	KI-Enabler: Exponentielles Wachstum	20
2.2	Algorithmen	24
2.3	Big Data	28
2.4	Cloud	35
2.5	Spannungsfelder für Künstliche Intelligenz ...	39
	Literatur.	44
3	Künstliche Intelligenz	45
3.1	Die Geschichte der Künstlichen Intelligenz ...	45
3.2	Maschinelles Lernen und Deep Learning ...	55
3.3	Überwachtes Lernen	62
3.3.1	Naiver Bayes-Klassifizierer	63
3.3.2	Entscheidungsbäume	68
3.3.3	Support-Vektor-Maschinen	73

3.3.4	Regressionsanalyse	77
3.3.5	Neuronale Netze	81
3.3.6	Deep Learning und Transferlernen ...	86
3.4	Unüberwachtes Lernen	89
3.4.1	Hierarchische Clusteranalyse	90
3.4.2	k-Means-Clusteranalyse	91
3.5	Sonstiges Lernen	93
3.5.1	Klassische Verfahren	93
3.5.2	Reinforcement-Learning	97
3.5.3	Optimierung	103
3.6	Bewertung einer KI	106
3.7	Chancen, Grenzen und Risiken von KI-Verfahren	109
	Literatur	111
4	Autonomes Fahren und Künstliche Intelligenz ...	113
4.1	Die Geschichte des autonomen Fahrens	113
4.2	Quo vadis „autonomes Fahren“?	115
4.2.1	Von Fahrerassistenzsystemen zum autonomen Fahren	116
4.2.2	Autonomes Fahren: Eine Antwort auf die Welt von morgen	118
4.3	Ein fahrerloses Auto	119
4.3.1	KI für Sensorik und zur Wahrnehmung	121
4.3.2	KI im Fahrzeug zum Planen und Handeln	124
4.4	Ethik und autonomes Fahren	127
	Literatur	129

Teil II BLECHBIEGER ODER TECHGIGANT?

5	Die neue automobiler Wertschöpfungskette mit KI	133
5.1	CASE: Die Welt von morgen	133
5.1.1	Connected Services (C)	137
5.1.2	Autonomes Fahren (A)	140
5.1.3	Shared Services (S)	143
5.1.4	Elektromobilität (E)	144

5.2	Die neue Wertschöpfungskette	147
5.3	Kooperationen	150
5.4	Potentiale für KI	152
	Literatur.....	156
6	Einsatz von KI in der neuen	
	Wertschöpfungskette	159
6.1	Methode zur Bewertung der Use-Cases	159
6.2	Prozessautomatisierung und -optimierung ...	161
6.2.1	Forschung und Entwicklung	161
6.2.2	Beschaffung	166
6.2.3	Logistik und Produktion	170
6.2.4	Marketing und Vertrieb	175
6.2.5	After Sales	178
6.2.6	Support-Prozesse	180
6.2.7	Financial Services	184
6.3	Digitale Dienste: Fahrer/Fahrzeug	186
6.4	Digitale Dienste: Neue Märkte	191
6.4.1	Flottenmanagement	191
6.4.2	Daten für den privaten/öffentlichen Bereich	195
6.4.3	Mobilitätsdienste	198
6.5	Die vier Szenarien	200
	Literatur.....	202
 Teil III SCHRITTE ZUM TECHGIGANTEN		
7	Vision	205
7.1	Das KI-Flywheel von Amazon	205
7.2	Ein KI-Flywheel für die Automobilindustrie	207
7.3	Die Vision der Transformation zum Techgiganten	209
7.4	Datenprodukte vs. Datenprojekte	214
7.5	Backlog für Datenprodukte aufbauen	218
7.6	Tempo aufnehmen	225
	Literatur.....	229

8	Mission: Own your code. Own your data. Own your product	231
8.1	Code-Ownership	231
8.1.1	Zentralisierung der Code-Basis	233
8.1.2	Dynamische Test-Infrastruktur	237
8.1.3	Feature Toggle	244
8.2	Data-Ownership	246
8.2.1	IT-Infrastruktur	249
8.2.2	Data Governance	250
8.3	Product-Ownership	251
8.3.1	Analytics	252
8.3.2	A/B-Testing	254
	Literatur	255
9	Organisation und Mindset	257
9.1	Leadership	258
9.2	Psychologische Sicherheit und Klarheit	264
9.3	Agile Entwicklung	268
9.3.1	Design Thinking	271
9.3.2	Scrum	272
9.3.3	SAFEScrum	275
9.4	Anpassung der IT-Organisation	276
9.5	Die richtigen Leute finden und entwickeln ...	278
9.6	Hindernisse bei der Transformation	280
	Literatur	282
10	Zusammenfassung und Ausblick	283
10.1	Zusammenfassung des Buches	284
10.2	VUKA: Die Welt wird immer dynamischer ...	289
10.3	Automobilhersteller – was wirst Du?	292
10.4	Szenarien für die deutsche Automobilindustrie	295
10.4.1	Worst-Case-Szenario	295
10.4.2	Realistic-Case-Szenario	296
10.4.3	Best-Case-Szenario	296

10.5	Wer wird das Rennen machen? Wie groß ist Teslas Vorsprung?	297
	Literatur.	302
Glossar		305
Stichwortverzeichnis		315



Zusammenfassung

Die Einleitung soll dem Leser einen Überblick darüber geben, warum Künstliche Intelligenz die Automobilindustrie nachhaltig verändern wird. Alle Automobilhersteller müssen jetzt reagieren. Aufgrund des exponentiellen IT-Wachstums der weltweit verfügbaren Rechenleistung ist es nur noch eine Frage der Zeit, bis Innovationen auf den Markt kommen werden, die nachhaltig den Markt verändern. Die Techgiganten aus dem Silicon Valley (wie Google, Amazon, Netflix, UBER und Apple) dienen in diesem Buch als Vorbild für Unternehmen, die ihren Kunden und Künstliche Intelligenz in den Mittelpunkt ihres Handelns stellen. Es wird kurz auf die Struktur und die avisierte Leserschaft eingegangen.

1.1 Künstliche Intelligenz – ein Game Changer

Das Thema *Künstliche Intelligenz* (KI) wird in naher Zukunft ein *Game Changer* in allen Unternehmen sein – häufig getrieben durch die Angst, dass hierdurch viele Arbeitsplätze und Marktanteile an gut finanzierte Start-Ups aus dem *Silicon Valley* verloren gehen. Niemand möchte der Nokia oder Kodak der Automobilindustrie werden und die Disruption nicht überleben. Ebenso wenig möchte man der Foxconn der Automobilindustrie werden, das heißt die

Autos der Zukunft lediglich produzieren, ohne Kontakt zum Kunden zu haben. Foxconn stellt Millionen von Mobiltelefonen für Apple her, erhält allerdings nur einen Bruchteil der Margen, die Apple hat. Apple besetzt nämlich die Kundenschnittstelle mit seinem Betriebssystem und seinen Apps, wo das Geld verdient und bezahlt wird. Daher ist es elementar, sich auf die *Disruption* vorzubereiten – so gut es geht. Es ist wichtig, das Potential von KI möglichst früh zu verstehen und dieses in die DNA des eigenen Unternehmens einzuweben. Schnelligkeit, Kreativität und Anpassungsfähigkeit sind gefragt, da sich die Wertschöpfungskette der Automobilindustrie aktuell stark verändert. Künstliche Intelligenz wird ein zentraler Treiber dieser Veränderung sein, da mit ihr spürbare Effizienzsteigerungen entlang der kompletten Wertschöpfungskette möglich sein werden sowie intelligente digitale Dienste realisierbar sind, die dem Kunden einen deutlichen Mehrwert liefern. Ein konkreter Dienst könnte zum Beispiel die Vohersage sein, ob ein Fahrzeug in naher Zukunft eine Panne haben wird. So kann mit Verfahren aus dem Bereich *Predictive Maintenance* ein Werkstattaufenthalt im Vorfeld geplant werden, bevor das Fahrzeug kaputt geht. Hierdurch können hohe Kosten und Ausfallzeiten für den Kunden vermieden werden.

Der Überlebensdrang sowie die Aussicht auf die Erschließung neuer Märkte werden alle Automobilhersteller dazu treiben, das Thema *Künstliche Intelligenz* hoch zu priorisieren. Niemand kann es sich leisten, Rendite zu verschenken und die Bedürfnisse der Kunden nicht optimal abzudecken. Dafür ist die Wettbewerbssituation mittlerweile zu angespannt. Das belegt auch Abb. 1.1, welche den Umsatz in Milliarden Euro nach Industrie zeigt, der in Deutschland durch KI-Anwendungen im Jahr 2019 beeinflusst wurde. Rund 221 Mrd. EUR Umsatz sind es in Summe in Deutschland. Vor allem in der Autoindustrie wurde geschätzt, dass 45,4 Mrd. EUR Umsatz im Jahr 2019 durch Künstliche Intelligenz beeinflusst waren.

Zusätzlich zu den vorher beschriebenen Zielen versprechen sich Automobilhersteller von künstlicher Intelligenz, das Kundenverständnis und die Kundenzufriedenheit zu verbessern, um mehr zu verkaufen, neue Märkte (sogenannte Profit-Pools) zu erobern und Produktinnovationen voranzutreiben. Daher ist großen Teilen der



Abb. 1.1 So wichtig ist Künstliche Intelligenz [1] – Umsatz, bei dem in Deutschland KI eine Rolle spielte (2019, in Milliarden Euro)

Belegschaft von Automobilherstellern klar, dass etwas getan werden muss. Aber was genau? Wo fängt man an? Häufig wird das Thema Künstliche Intelligenz in kleinen Initiativen und Projekten aufgegriffen. Hier gibt es aber immer wieder Unsicherheiten, wie das richtige Vorgehen und wie groß der eigene Handlungsspielraum ist. Manchmal kommen dann auch kritische Stimmen auf, die hinter dem Schlagwort *Künstliche Intelligenz* (oder Artificial Intelligence) nur eine *neue Sau sehen, die durchs Dorf getrieben wird*. In gelassener Großunternehmensmanier wird dann geraten, das Thema auszusitzen und lediglich überschaubare Projekte in diesem Feld zu starten. Damit zumindest ein wenig Aktionismus gezeigt wird, werden zum Beispiel kleine Bots und Chat-Bots entwickelt, die alte Unternehmensprozesse automatisieren, deren Mangel eher in schlechten und nicht vorhandenen Schnittstellen liegt. Mit künstlicher Intelligenz hat das wenig zu tun.

Mit Hinblick auf den schnellen Wandel, der momentan passiert, ist es aber sehr gefährlich, bestehende Prozesse und Geschäftsmodelle als gegeben hinzunehmen und vereinzelt Bots und maschinelles Lernen einzusetzen, um damit das Thema Künstliche Intel-

lizenzen abzuhaken. Wir stehen am Anfang einer Disruption und einer exponentiellen Entwicklung, die alle Industrieunternehmen treffen wird. Dies ist elektrisierend, da es ebenso hohe Risiken wie auch immense Chancen in sich birgt. Man kann davon ausgehen, dass alles, was mit Hilfe von KI automatisierbar und optimierbar ist, von Unternehmen angegangen werden muss. Das sind große Unternehmen ihren Aktionären, dem Kapitalmarkt und ihren Mitarbeitern zur Existenzsicherung schuldig. Daher kann ich die These von Karl-Heinz Land nur stützen, der einmal sagte: *Alles, was sich digitalisieren lässt, wird digitalisiert werden. Was sich vernetzen kann, wird sich vernetzen. Und was sich automatisieren lässt, wird automatisiert werden. Das trifft auf jeden Prozess der Welt zu [2]*. Daher ist es entscheidend und überlebenswichtig, an den Beginn jeder Überlegung Künstliche Intelligenz im Unternehmen zu stellen und die bisher etablierten Geschäftsmodelle und Prozessabläufe der Wertschöpfungskette komplett zu hinterfragen. Basierend auf einer durchdachten Vision und einer abgeleiteten Mission ist dann das Thema Künstliche Intelligenz nachhaltig anzugehen – nicht als einmaliges Projekt, sondern als kontinuierlicher Transformationsprozess, der das Thema nachhaltig in der Unternehmens-DNA verankert – so wie es Google, Amazon, Netflix, UBER oder auch Apple über Jahrzehnte gemacht haben.

1.2 Exponentielles Wachstum

Das Thema Künstliche Intelligenz wird alle Unternehmen und insbesondere die Automobilindustrie mit großer Schlagkraft treffen. Dies ist auch darin begründet, dass die weltweite Rechenleistung stets zunimmt. Diese Zunahme folgt dem Verlauf einer Exponentialfunktion [3]. Seit der Corona-Pandemie haben wir sicherlich alle ein Gefühl dafür, wie eine Exponentialfunktion unser Leben in unerwarteter Schnelligkeit verändern kann. Dabei ging es um die Anzahl der Menschen, die ein Erkrankter anstecken kann, bevor er selber merkt, dass er krank ist. Dies wurde Reproduktionszahl oder kurz R-Index genannt. Liegt er über eins, wächst die Anzahl Infizierter exponentiell. Da wir soziale Wesen sind, haben wir mindestens 20 bis 30 Kontakte mit anderen Menschen am Tag. Wenn

ich nun 20 Kontakte pro Tag habe und davon 10 anstecke und diese 10 wieder 10, dann ist dies ein exponentielles Wachstum.

Wir werden uns exponentielles Wachstum nun anhand eines dramatischen Beispiels abseits von der Corona-Pandemie anschauen, um noch einmal zu verdeutlichen, wie schwer es uns Menschen fällt, die Schnelligkeit eines solchen Wachstums intuitiv richtig einzuschätzen. Wir stellen uns jetzt vor, wir sitzen in einem kastenförmigen Transporter – einem Fahrzeug, das dazu gedacht ist, Dinge zu transportieren. Dieser ist zwei Meter breit, zwei Meter hoch und fünf Meter lang und hat damit ein Volumen von 20 m^3 . Das heißt, es passen 20 000 l Wasser rein. Ganz schön viel. Nehmen wir jetzt an, dass wir eine Zauber-Pipette gefunden haben, die in der Lage ist, ihre Tropfenanzahl jede Sekunde zu verdoppeln. Sie gibt also einen Tropfen in der ersten Sekunde, zwei Tropfen in der zweiten Sekunde, vier Tropfen in der dritten Sekunde, acht Tropfen in der vierten Sekunde von sich und so weiter. Ihre Tropfenanzahl wächst somit exponentiell – genau wie die verfügbare Rechenleistung, die sich seit 50 Jahren alle zwei Jahre verdoppelt. Wir sitzen im Auto und sind angegurtet. Die Pipette fängt an, den ersten Tropfen von sich zu geben. Wir wissen, dass sich die Tropfenanzahl pro Sekunde verdoppelt. Wie lange haben wir Zeit, um uns in Sicherheit zu bringen, bevor das Wasser unseren Transporter komplett ausfüllt? Minuten, Stunden, Tage, Wochen, Monate, Jahre? Wir können uns ja jetzt mal 30 s dafür Zeit nehmen, um darüber nachzudenken. Was denken Sie? Was ist Ihre Antwort? Monate oder Jahre?

Die Antwort ist folgende: Wir haben gerade mal 26 s Zeit, uns in Sicherheit zu bringen. Kaum zu glauben. Noch beeindruckender ist allerdings, dass der Transporter nach 23 s immer noch zu 80 % leer sein wird. Zu dem Zeitpunkt hat das Wasser unsere Knöchel gerade mal erreicht und wir wiegen uns in Sicherheit und erkennen die Gefahr noch nicht. Nach den Gesetzen des exponentiellen Wachstums ist dies allerdings die letzte Chance, unseren Gurt zu öffnen und zu fliehen. Drei Sekunden später ertrinken wir.

Und genau diese exponentielle Entwicklung herrscht seit den 60er Jahren in der Informationstechnologie und ist der Wegbereiter für die Leistungsfähigkeit der Künstlichen Intelligenz, die in den letzten Jahren zu beeindruckenden Ergebnissen geführt hat. Erst

kürzlich haben Wissenschaftler eine Publikation zurückgezogen, in der sie einen KI-Algorithmus entwickelt hatten, der auf Basis einer Überschrift, die man vorgab, einen kompletten Artikel generierte [4]. Das Ergebnis war so gut und kaum vom Produkt eines menschlichen Autors zu unterscheiden, dass die Wissenschaftler befürchteten, hiermit könnte großer Missbrauch getrieben werden. Letztendlich ist dies möglich durch den Einsatz Neuronaler Netze und massiver Rechenpower.

Über Jahrzehnte wurden Computerchips immer kleiner und schneller. Die prophetische Aussage der Verdoppelung der integrierten Schaltkreise auf einem Prozessor stammt von dem Intel-Mitgründer Gordon Moore, der sie 1965 erstmals zu Papier brachte – noch mit der optimistischen Schätzung, nach der sich die Anzahl der Transistoren jedes Jahr verdoppeln würde [5]. Zehn Jahre später korrigierte er den Zeitraum auf alle zwei Jahre – und behielt über Jahrzehnte Recht. Moores Prophezeiung war dabei so akkurat, dass sie Moore's Law – also Moores Gesetz – getauft wurde. Das „Gesetz“ hielt damit 51 Jahre lang. Mit der Verdoppelung der Anzahl der Transistoren rund alle zwei Jahre verdoppelte sich auch ungefähr die Leistung der Computerchips. Auf Großrechner folgten sogenannte Mini-Computer, die nur noch etwa Kühlschranksgröße hatten, darauf die PC- und dann die Smartphone-Revolution – und die Raspberry Pis. Der Tod von Moore's Law wurde von Experten schon lange vorhergesagt, weil die immer kleineren Schaltkreise auf den Chips, die die rasante Entwicklung möglich machten, zunehmend an physikalische Grenzen stießen. Es dauert nicht mehr lange, dann sind die Schaltkreise so klein, dass die physikalischen Gesetze der Quantenmechanik eine Rolle spielen, die bestimmen, wie die Welt im Kleinsten funktioniert.

Dachte man, dass das exponentielle Wachstum nun an seine Grenzen stoße, ist es jetzt durch die Einführung sogenannter Graphics Processing Units (GPUs), die aus der Computerspieleindustrie stammen, erst richtig in Fahrt gekommen. Das liegt daran, dass mit Hilfe von GPUs Rechengeschwindigkeiten erreicht werden, die sich nicht mehr begreifen, sondern nur noch beschreiben lassen [6]. Und genau diese Performance wird für Künstliche Intelligenz benötigt. Der CEO Jensen Huang des

Computergraphikkarten-Herstellers Nvidia wird nicht müde zu erklären, dass sich die Menschheit an der Schwelle eines neuen Zeitalters befinde – und hat damit wahrscheinlich auch Recht. Künstliche Intelligenz, insbesondere Deep Learning, stellt Gewohntes in Frage und vieles auf den Kopf. Noch schreiben Entwickler und Mathematiker die Computer-Software selbst. Doch schon bald reichen Performance und Datenvolumen der Computer, dass diese Software neue Programme selbst schreibt – wie in dem obigen Beispiel, bei dem automatisch Texte auf Basis von Überschriften erzeugt wurden. So rechnet Huang damit, dass sich die Leistungsfähigkeit innerhalb von 10 Jahren mindestens vertausendfacht. In einem Vergleich mit der Weiterentwicklung Silizium-basierter CPUs, bestenfalls nach Moore's Law, lässt er das alte exponentielle Wachstum lächerlich erscheinen. Und das ist genau das exponentielle Wachstum, welches wir als Menschen schwer verstehen, aber das ganze Industrien (wie auch die Automobilindustrie) in eine Disruption laufen lässt.

1.3 Disruption in der Automobilindustrie

Die oben nur kurz dargestellte exponentielle Entwicklung wird sich fortsetzen und immer mehr an Fahrt gewinnen. Das führt zu massiven Umwälzungen in unterschiedlichsten Industrien und Unternehmen. Besonders wird dies aber die Automobilindustrie treffen. Hier stehen zeitgleich mehrere Umbrüche an, die alle durch Künstliche Intelligenz getrieben sind und kurz mit *CASE* abgekürzt werden:

1. Connected Services (das heißt die Vernetzung des Fahrzeugs, das Fahrzeug als rollender Computer, Over-the-Air Updates) (C)
2. Shared Mobility mit Wandel des Kundenbedarfs von Fahrzeugbesitz zu bedarfsorientierter Mobilität (S)
3. Autonomes Fahren (A)
4. Elektroantrieb (E)

Alle CASE-Trends belegen sehr schön, dass sich die Automobilindustrie derzeit in einem massiven Veränderungsprozess befindet. Und alle Themenfelder werden durch Künstliche Intelligenz ermöglicht und gestärkt. Das autonome Fahren setzt verstärkt Neuronale Netze ein, um zum Beispiel Umfeldobjekte mit digitalen Kameras zu erkennen. Diese Erkennungsraten sind mittlerweile im Bereich der übermenschlichen Genauigkeit. Die Vernetzung des Fahrzeugs nutzt Künstliche Intelligenz, um Mehrwertdienste für den Kunden anzubieten wie zum Beispiel die Routenoptimierung oder Vorhersagen, wann Bauteile gegebenenfalls ausfallen könnten, damit dem Kunden unangenehme Werkstattaufenthalte erspart werden. Für die Einführung der Elektromobilität sind Algorithmen aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz erforderlich, da hier Routen mit Aufhalten an Ladesäulen geplant werden müssen. Und das Themenfeld Shared Mobility nutzt ebenfalls umfassend Optimierungsalgorithmen aus dem Bereich der Künstlichen Intelligenz, da intermodale Mobilität ebenfalls ein kniffliges Optimierungsproblem darstellt.

Speziell die etablierten Hersteller sind gefordert und bei der Transformation zum KI-gestützten Unternehmen unter Zeitdruck, weil junge, wilde Wettbewerber in den Markt drängen, die frei von *Erbe* (englisch: legacy) sind und von Anfang an auf grüner Wiese ihre Dienste entwickeln können. Sehr häufig konzentrieren sich die aggressiven Marktneulinge auf einzelne Bereiche und können gut finanziert hervorragend ausgebildete Teams (mit sogenannten A-Level-Mitarbeitern) auf diese Themen ansetzen. Die alteingesessenen Unternehmen tun sich besonders schwer, die neuen Anforderungen aggressiv und schnell umzusetzen, da das oft zu Lasten der bisherigen Produkte geht [7]. So werden diese Unternehmen durch ihr eigenes *Immunsystem* geschützt, welches die Innovation als Eindringling betrachtet. Daher sind die Anfangserfolge und die Marktresonanz der im Jahr 2007 gegründeten Firma Tesla Motors nicht erstaunlich, obwohl die Produktionsqualität der Fahrzeuge derjenigen eines jeden deutschen Fahrzeugs nachsteht. Ein weiteres sehr beeindruckendes Unternehmen im Bereich des autonomen Fahrens ist Waymo, welches zu Google gehört und die meisten autonom gefahrenen Kilometer vorweisen kann. Im Bereich der Shared Mobility sticht klar UBER hervor, welches bereits

Milliarden von Euro an Umsatz macht und mittlerweile mit dem Bereich *UBER Elevate* daran forscht, wie Drohnen autonom fliegen können, und somit die Flugbusse der Zukunft entwickelt. Aber auch im chinesischen Raum gibt es Unternehmen mit unglaublichen Reichweiten und Kundenstämmen, die für europäische Verhältnisse echte Giganten sind. Sowohl das chinesische Amazon-Pendant Alibaba als auch das chinesische Google-Pendant Baidu planen, ins Autogeschäft einzusteigen. China ist das neue *Silicon Valley*. Es ist ungewiss, wie gut diese neuen Firmen im Automobilgeschäft Fuß fassen werden – allerdings muss diese Gefahr ernst genommen werden.

Sechs der zehn wertvollsten Unternehmen der Welt haben vor, in den Automobilmarkt einzusteigen [9]. Nachfolgend sind ihre Aktivitäten diesbezüglich zusammengefasst:

- **Apple** möchte eine führende Rolle im Automobilmarkt einnehmen – nicht nur auf der Dienste-Seite mit Fahrerfokus durch Angebot seiner CarPlay-Plattform, sondern auch im Bereich des autonomen Fahrens.
- **Google** bietet ähnlich wie Apple auf Dienste-Seite die Android-Auto Plattform an, hat bereits heute mit seiner Tochterfirma Waymo eine führende Rolle im autonomen Fahren aufgebaut und kann bisher die meisten autonom gefahrenen Kilometer vorweisen.
- **Microsoft** hat bisher zahlreiche Kooperationen mit Automobilherstellern geschlossen (zum Beispiel Daimler und Volkswagen) und kann interessante KI-Dienste wie virtuelle Assistenten und Dienste für das mobile Büro vorweisen, die in seiner Connected-Vehicle-Plattform gruppiert sind.
- **Amazon** hat bereits erfolgreich sein Produkt Alexa in einige Fahrzeuge (zum Beispiel bei BMW) integriert und verliert somit nicht den Kontakt zum Kunden, wenn er das Auto verlässt und die Türschwelle seines Zuhauses betritt.
- **Alibaba** entwickelt aktuell sein eigenes Betriebssystem für Fahrzeuge mit dem Namen AliOS, das in der Lage ist, Navigationsdienste und Smartphone-ähnliche Dienste im Fahrzeug anzubieten.

- **Tencent** – das chinesische Facebook – ist der jüngste Neuzugang im Automobilmarkt und möchte ebenfalls im Bereich des autonomen Fahrens tätig werden.

Der Automobilhersteller, der das Thema Künstliche Intelligenz meistern wird, wird auch eine gute Ausgangsposition in den Zukunftsthemen autonomes Fahren, Connected Services mit digitalen vernetzten Mehrwertdiensten, Elektromobilität und Shared Mobility aufbauen. Daher gibt es für die Automobilindustrie keine andere Option, als sich mit diesem Thema intensiv auseinanderzusetzen. Und am besten muss dieses Thema mutig und mit voller Priorität angegangen werden, sowohl auf Fachbereichs- als auch auf IT-Seite. Speziell in diesem synergetischen Vorgehen liegt das größte Optimierungspotential. Dennoch werden KI-Projekte aktuell oft stiefmütterlich in Silos angegangen. Weitere Blockaden liegen in dem klassischen Projektvorgehen. Es wird nicht verstanden, dass Künstliche Intelligenz ein Produktthema ist, welches in die DNA des Unternehmens nachhaltig übergehen muss. Die Änderungsbereitschaft ist noch zu gering und häufig sind KI-Experten nicht vertreten.

Das Thema *Industrie 4.0* ist hierfür ein Paradebeispiel. In naher Zukunft werden große Teile der Produktion automatisierbar sein. Roboter werden direkt mit Arbeitern zusammenarbeiten. Sowohl die dazu nötige Prozessautomatisierung als auch die Umfelderkennung wird auf künstlicher Intelligenz beruhen. Die Nutzung unternehmenseigener Daten zur weiteren Optimierung der Prozesse wird dabei das Alleinstellungsmerkmal sein, welches diesen Prozess von einer klassisch eingekauften Lösung abheben wird.

Um das Thema Künstliche Intelligenz unternehmensweit zu meistern, muss ebenso die Fahrzeugseite betrachtet werden. Nur wer in der Lage ist, die Fahrzeugdaten gewinnbringend einzusetzen, wird das volle KI-Potential nutzen können. Wie können Daten aus der echten Fahrzeugflotte zur Absicherung neuer KI-Algorithmen für das autonome Fahren genutzt werden (siehe Tesla)? Wie kann man die Fahrzeugdaten nutzen, um die Fahrzeugserprobung zu optimieren? Wie soll man sich gegen neue Marktteilnehmer aus dem IT-Bereich schützen? Mit welchem Marktteilnehmer sollte man kooperieren, um Wissen aufzubauen

und gestärkt aus der Disruption hervorzugehen? All das sind Fragen, die jetzt geklärt werden müssen, bevor eine nachhaltige KI-Strategie aufgesetzt werden kann.

1.4 Die Techgiganten als Vorbild

Die Techgiganten (so wie Google, Amazon, Netflix, UBER und Apple) sollen als KI-Vorbild dienen, auch wenn diese Unternehmen nicht aus der Automobilbranche kommen. Sie sollen als Modell dienen, weil sie:

1. extrem kundenorientiert sind und dies durch den Einsatz künstlicher Intelligenz ausbauen,
2. mehrfach ihre Anpassungsfähigkeit unter Beweis gestellt haben
3. und als Basis modernste IT-Infrastruktur als Enabler nutzen.

Genau diese Kriterien sind auch für die Automobilindustrie wichtig, um die KI-Disruption zu überleben.

Exemplarisch greifen wir uns hier Netflix heraus, weil Netflix sich in den letzten Jahrzehnten mehrfach neu erfinden musste und als Paradebeispiel für Kundenorientierung und Anpassungsfähigkeit steht. Die Gründung von Netflix liegt schon 20 Jahre zurück. Es entstand im Jahr 1997 als DVD-Verleihservice. Dabei konnten Kunden sich DVDs bestellen und per Post zuschicken lassen. Dieses Geschäftsmodell attackierte damals die Videotheken. Um sich von den Videotheken abzusetzen, fokussierte Netflix auf ein gutes Kundenerlebnis und attraktive Preise. Im Endeffekt sind es dieselben Dinge, auf die sich jetzt auch die Automobilindustrie fokussieren muss. Zur Optimierung des Kundenerlebnisses sowie für die Preisoptimalität kann Künstliche Intelligenz genutzt werden. Netflix wuchs sehr stark und erreichte 10 Jahre später den Durchbruch, indem es täglich über 1 Mio. DVDs an Kunden verschickte [8]. Zu diesem Zeitpunkt stand ein technologischer Wendepunkt an, da die Bandbreiten der Netze stark anstiegen und somit die Downloadkosten für einen Film unter die Versandkosten fielen. Netflix erkannte dies frühzeitig und reagierte darauf, indem es die

Transformation zum Download-Provider vornahm und somit sein Geschäftsmodell anpasste.

Die Transformation glückte. Allerdings folgte daraufhin ein neuer technologischer Wendepunkt. Das Streaming gewann immer mehr an Popularität und bot neuen Wettbewerbern das Potential, den Markt zu disruptieren. Aber auch dies erkannte Netflix rechtzeitig und vollführte den Wandel vom Download- zum Streaming-Anbieter. Nach der erfolgten Geschäftsmodellanpassung stiegen die Einkaufskosten für Filme, Shows und andere Inhalte aufgrund einer veränderten Rechtslage. Um nicht Opfer dieses Kostenanstiegs zu werden, fing Netflix an, selbst Serien und Filme zu produzieren wie zum Beispiel die sehr erfolgreiche Serie *House of Cards* [8]. Netflix mutierte damit zum Produzenten. Einhergehend damit modernisierte Netflix seine IT-Infrastruktur und schaffte die Basis, um maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz einzusetzen. Künstliche Intelligenz war ein wesentlicher Faktor bei den Analysen von *House of Cards*. Erst als mit hoher statistischer Wahrscheinlichkeit nachgewiesen werden konnte, dass die Serie gut bei den Kunden ankommt, wurde die Produktion fortgesetzt. Speziell die IT-Infrastruktur schaffte die Basis für das weitere Wachstum und die hohe Wettbewerbsfähigkeit von Netflix. Mit dieser Marktpositionierung und Strategie wuchs Netflix auf 7100 Mitarbeiter im Jahr 2018 und erzielte einen Umsatz von 16 Mrd. EUR. Damit wuchs es im Vergleich zum Vorjahr um 35 %. Das rapide Wachstum ist dem kontinuierlichen Einsatz von künstlicher Intelligenz und der Auswertung der Daten zu verdanken.

Die Kernaspekte dieser erfolgreichen Transformation zum KI-Unternehmen waren:

1. Absolute Kundenfokussierung
2. Aufbau von High-Performance-Teams/-Management mit klarer Vision und psychologischer Sicherheit
3. Schaffung einer KI-tauglichen IT-Infrastruktur
 - Micro-Service-basierte Backend-Struktur; Öffnung der API nach außen
 - Cloud-first-Strategie; keine eigene IT-Infrastruktur

Mit diesen drei Punkten schaffte es Netflix, ein Unternehmen aufzubauen, welches eine hohe Kundenbindung erreicht, Prozessoptimierungen mit KI schnell umsetzen kann und eine Mannschaft hat, die jedem Wandel optimistisch entgegentritt.

1.5 Struktur des Buches

Um diese notwendige Transformation vom Blechbieger zum Techgiganten der Automobilindustrie vornehmen zu können, erklärt dieses Buch die Bedürfnisse von künstlicher Intelligenz und adressiert notwendige Veränderungen auf Basis eines methodisch fundierten und praxiserprobten Leitfadens. Damit kann die Wettbewerbsfähigkeit nachhaltig abgesichert werden. Es wird eine klare KI-Strategie für die Automobil- und Zuliefererindustrie aufgezeigt, um den Wandel vom diskreten Blechbieger hin zu einem flexiblen, kontinuierlichen Techgiganten der Automobilindustrie zu schaffen. Der Übergang zur automatisierten, KI-gestützten Optimierung neuer und alter Geschäftsprozesse wird ebenso dargestellt wie das Aufgreifen der massiven Veränderung der aktuellen automobilen Wertschöpfungskette, in der der Kundenfokussierung und Besetzung der Kunden-Touchpoints eine elementare Bedeutung zukommt. Mit Hinblick auf diese Zielsetzung ist das Buch in die folgenden drei Teile aufgeteilt:

- Teil 1 *GRUNDLAGEN DER KÜNSTLICHEN INTELLIGENZ* (mit Kap. 2 bis 4)

Um besser zu verstehen, warum es in der Zukunft ein *Muss* sein wird, Künstliche Intelligenz in der Automobilindustrie einzusetzen (genauer um zukünftige Potentiale hinsichtlich Kostenoptimierung sowie Kundenbindung bewerten zu können), wird zuerst Moore's Law erklärt. Hierdurch wird hinreichend Rechenkapazität zur Verfügung stehen. Zusätzlich gibt es dank Big Data genug Trainingsdaten, um die KI-Algorithmen mit Leben zu füllen. Ebenso wurden die Algorithmen (zum Beispiel Künstliche Neuronale Netze) wesentlich verbessert. Durch Cloudtechnologien steht jetzt auf Knopfdruck ausreichend Rechenpower für jedermann für die Anwendung solcher

Algorithmen zur Verfügung. Es ist wichtig, die Grundlagen des maschinellen Lernens sowie der Künstlichen Intelligenz zu verstehen. Dazu werden gängige Verfahren zur Klassifikation, Regression und zum Clustering von Daten erklärt und es wird erläutert, worin die Unterschiede im überwachten, unüberwachten Lernen und im Reinforcement-Lernen liegen. Ebenso wird erklärt, welche KI-Verfahren im autonomen Fahren eingesetzt werden. Das daraus gewonnene Verständnis ist wichtig, um nachfolgend bewerten und verstehen zu können, welche Bereiche der neuen automobilen Wertschöpfungskette durch Künstliche Intelligenz automatisierbar und verbesserbar sind.

- Teil 2 *BLECHBIEGER ODER TECHGIGANT?* (mit Kap. 5 bis 6)

In diesem Teil wird ausführlich auf die neue automobile Wertschöpfungskette eingegangen und erklärt, in welchen Phasen Künstliche Intelligenz zur Hebung von Kosteneffizienzen sowie zur Entwicklung kundennaher Dienste eingesetzt werden kann. Ebenso wird die neue CASE-Welt genauer erklärt, in der Connected Services, autonomes Fahren, Shared Mobility und die E-Mobilität eine zentrale Rolle spielen werden. Je stärker die Automobilhersteller die beiden Faktoren Kundenzentrierung und Hebung von Kosteneffizienzen im Unternehmen auf Basis künstlicher Intelligenz verankern können, desto eher werden sie die Transformation zum Techgiganten schaffen.

- Teil 3 *SCHRITTE ZUM TECHGIGANTEN* (mit Kap. 7 bis 9)
Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung ist eine Daten- und KI-Kultur im Unternehmen, die in einer KI-Vision verankert und von der Unternehmensspitze vorgelebt werden muss. In Kombination mit angemessenen Motivationsmitteln sowie auch der nötigen Grundausbildung der Mitarbeiter und der Nutzung innovativer, agiler Umsetzungsmethoden kann die Organisation zu einem KI-Unternehmen umgebaut werden. Auf dieser Basis muss die Transformation des Unternehmens stattfinden, indem eine Vision und Mission entwickelt wird, wie täglich neue Funktionen vor Kunde ausgeliefert werden können. Dazu müssen der Wertfluss und die digitale Lieferzeit innerhalb des Unternehmens optimiert werden. Dies kann nur geschehen, indem ein KI-Backlog aufgebaut wird, auf dessen Basis Engpasssys-

teme im Unternehmen identifiziert werden. Software-Code und Daten müssen zentral im Unternehmen abgelegt werden. Darauf aufbauend können dann priorisierte KI-Projekte angegangen werden, die das Unternehmen Schritt für Schritt zum Techgiganten der Autoindustrie umbauen. Zusätzlich wird erklärt, welche IT-Plattformen und technischen Funktionen für Künstliche Intelligenz notwendig sind, um täglich neue intelligente Dienste für seine Kunden entwickeln zu können. Dies erfordert nämlich flexible IT-Strukturen, die so aufgebaut sein müssen, dass sie reaktionsschnell und bedarfsgerecht Ideen umsetzen können. Cloudarchitekturen (mit Nutzung moderner Methoden wie dynamischer Test-Infrastrukturen und Feature-Toggles, wie es Google vorlebt) bilden die Basis, um auch in einer Großunternehmensstruktur Auflagen zu IT-Sicherheit, Compliance und Datenhaltung zu respektieren sowie schnell neue Funktionen für seine Kunden entwickeln zu können.

1.6 Eingrenzung Fokus und Leserschaft

Dieses Buch gibt Handlungsempfehlungen zur Entwicklung und Umsetzung einer KI-Vision für die Automobilindustrie. Der Fokus liegt sowohl auf Automobilherstellern als auch auf Unternehmen (zum Beispiel Zulieferern), die in dieser Industrie tätig sind. Ebenso kann es KI-Start-Ups als Orientierung dienen, wie sie eine spannende Positionierung für Automobilhersteller einnehmen können.

Das Buch richtet sich sowohl an Führungskräfte aus allen obigen Bereichen als auch an Forschungseinrichtungen und Beratungsunternehmen. Es soll Studierenden der Informatik, der Elektrotechnik und des Maschinenbaus sowie Berufseinsteigern einen Einblick in die Anwendung von künstlicher Intelligenz in der Automobilindustrie geben, die Teil dieser Disruption und spannenden Reise werden möchten. Sie beginnt genau jetzt und wird sicherlich in den nächsten fünf bis zehn Jahren unsere gewohnte Welt auf den Kopf stellen.

Literatur

1. “Künstliche Intelligenz rechnet sich” von STATISTA. <https://de.statista.com/infografik/16992/umsatz-der-in-deutschland-durch-ki-anwendungen-beeinflusst-wird/>. Zugegriffen: 19. März 2019.
2. Lang, K. Alles, was digitalisiert werden kann, wird digitalisiert werden. Vortrag auf dem BME Procurement-Tag. <https://www.bme.de/alles-was-digitalisiert-werden-kann-wird-digitalisiert-werden-1427/>. Zugegriffen: 19. März 2019.
3. Kurzweil, R. (2006). *The singularity is near: When humans transcend biology*. New York: Penguin Books.
4. Radford, A., Wu, J., Amodej, D., Clark, J., Brundage, M., & Sutskever, I. Better language models and their implications von OpenAI. <https://openai.com/blog/better-language-models/>. Zugegriffen: 19. März 2019.
5. Schaller, R. R. (1997). Moore’s law: Past, present, and future. *IEEE Spectrum*, 34(Juni), 52–59.
6. Ostler, U. GPUs überflügeln CPUs und sind die Basis für KI-Anwendungen jeder Art. (Bericht zur Keynote von Jensen Huang auf der GTC Europe 2018 in München). <https://www.datacenter-insider.de/gpus-ueberfluegeln-cpus-und-sind-die-basis-fuer-ki-anwendungen-jeder-art-a-768032/>. Zugegriffen: 19. März 2019.
7. Wessel, M., & Christensen, C. M. (2012). Surviving disruption. *Harvard Business Review* (Dez.), 141–156. ISBN: 1633691004, 9781633691001.
8. Keese, C. (2016). *Silicon Germany – Wie wir die digitale Transformation schaffen* (3. Aufl.). München: Knaus.
9. Seiberth, G. (2018). Data-driven business models in connected cars, mobility services and beyond, BVDW Research No. 01/18.