

# Militärlogistik 4.0

Trends und deren Auswirkungen auf die Militärlogistik

**Andreas Alexa**

Schriftenreihe der  
Landesverteidigungsakademie



UNSER HEER



Schriftenreihe der  
Landesverteidigungsakademie

Andreas Alexa

# **Militärlogistik 4.0**

## **Trends und deren Auswirkungen auf die Militärlogistik**

**6/2021**  
Wien, Juli 2021

**Impressum:**

Medieninhaber, Herausgeber, Hersteller:

Republik Österreich / Bundesministerium für Landesverteidigung  
Rossauer Lände 1  
1090 Wien

Redaktion:

Landesverteidigungsakademie  
Institut für Höhere Militärische Führung  
Stiftgasse 2a  
1070 Wien

Schriftenreihe der Landesverteidigungsakademie

Copyright:

© Republik Österreich / Bundesministerium für Landesverteidigung  
Alle Rechte vorbehalten

Juli 2021

ISBN 978-3-903359-28-4

Druck:

ReproZ W 21-xxxx  
Stiftgasse 2a  
1070 Wien

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	3
Vorwort.....	5
1. Einleitung.....	7
1.1 Hinführung zur Thematik .....	7
1.2 Forschungsleitendes Interesse .....	8
1.3 Aufbau der Studie.....	9
2. Über das Kürzel 4.0.....	10
2.1 Annäherung 1: Das Web 2.0.....	10
2.2 Annäherung 2: Die Entwicklungsstufen der Industrie .....	11
2.2.1 Industrie 1.0 – Mechanisierung .....	11
2.2.2 Industrie 2.0 – Elektrifizierung.....	12
2.2.3 Industrie 3.0 – Automatisierung.....	13
2.2.4 Industrie 4.0 – Vernetzung.....	14
3. Über die Logistik 4.0.....	17
4. Über Trends .....	20
4.1 Trends – Ein Blick in die Zukunft.....	20
4.2 Methoden der Trend- und Zukunftsforschung .....	22
4.2.1 Monitoring, Scanning.....	22
4.2.2 Trendscouting .....	22
4.2.3 Kontextanalyse.....	23
4.2.4 Szenario-Technik .....	23
4.2.5 Delphi-Methode.....	24
4.2.6 Business Wargaming.....	25
5. Über Megatrends in der Logistik.....	26
5.1 Globalisierung.....	26
5.2 Demographie.....	28
5.3 Ökologisierung/Nachhaltigkeit.....	28
5.4 Digitalisierung .....	30
5.5 Dezentralisierung.....	32
6. Über Mikrotrends in der Logistik .....	34
6.1 Autonome Mobilität.....	34
6.1.1 Autonome landgebundene Fahrzeuge .....	36
6.1.2 Autonome luftgebundene Fahrzeuge .....	40
6.1.3 Autonome wassergebundene Fahrzeuge.....	42
6.2 Robotik.....	43

6.3	Bionische Verbesserung .....	45
6.4	Additive Fertigung.....	47
6.5	Big Data .....	49
6.6	Internet of Things .....	50
6.7	Künstliche Intelligenz .....	51
7.	Ableitungen für die Militärlogistik 4.0.....	53
7.1	Wesen und Wirkung der Militärlogistik.....	53
7.2	Militärlogistik 4.0 .....	54
7.2.1	Militärische autonome Mobilität und militärische Robotik .....	54
7.2.2	Militärische bionische Verstärkung .....	61
7.2.3	Militärische additive Fertigung.....	63
7.2.4	Militärische Big Data .....	64
7.2.5	Militärisches Internet of Things .....	66
7.2.6	Militärische Künstliche Intelligenz.....	68
7.3	Fazit Militärlogistik 4.0 .....	69
8.	Zusammenfassung.....	72
	Literaturverzeichnis .....	75
	Autor .....	79

## Vorwort

Das Prinzip der Einheit von Forschung und Lehre, welches bereits von Wilhelm von Humboldt formuliert wurde, besagt, dass sich die Lehre an die Forschung anzuschließen hat, damit ihre Inhalte nicht veralten und dass sich die Lehr- und Lernverhältnisse mit einem Streben nach Wahrheit verbinden.<sup>1</sup> Die Lehre hat sich somit unmittelbar an die Ergebnisse der Forschungsbereiche der Lehrenden bzw. am wissenschaftlichen Diskurs zu orientieren.

Die forschungsgeleitete Lehre erlangte durch die Implementierung von Fachhochschulstudiengängen im Wirkungsbereich des Bundesministeriums für Landesverteidigung eine verstärkte Bedeutung. So ist in Bezug auf die forschungsgeleitete Lehre in der Fachhochschul-Akkreditierungsverordnung 2019 im §15(7) Ziffer 4 angeführt, dass das hauptberufliche Lehr- und Forschungspersonal der Fachhochschul-Einrichtung in die angewandte Forschung und Entwicklung des jeweiligen Fachs eingebunden sein muss. Sie beruht auf dem Konzept der Einheit von Forschung und Lehre und fokussiert auf die Vermittlung von Forschungsergebnissen und -inhalten, an deren Erschließung die Lehrenden idealerweise selbst beteiligt waren, oder die für ihre Forschung von Bedeutung sind (*Prinzip der Forschungsvermittelnden Lehre*). Eine stete gegenseitige Interaktion und gegenseitige Beeinflussung ist daher unumgänglich und gilt als Voraussetzung für den Erfolg in den jeweiligen Bereichen der Forschung und Lehre.

Um diesen Vorgaben gerecht zu werden, wurde seitens des Instituts für Höhere Militärische Führung das Forschungsprojekt *Logistik 4.0 – Auswirkungen auf die Militärlogistik* initiiert, welches nun zum Abschluss gelangt.

Die hier vorliegende Publikation stellt das Ergebnis der angewandten Forschungstätigkeit dar und soll die Phänomene Industrie 4.0 bzw. Logistik 4.0 näher beleuchten und über Trends in der Logistik sowie deren Implikationen für die Militärlogistik informieren.

Im Sinne einer *Forschungsbasierten Lehre* wurden Studierende des FH-MaStg

---

<sup>1</sup> Klingovsky, Ulla: Lehr- und Lernkulturen in der Hochschule, In: Miller, Tilly / Ostertag, Margit (Hrsg): Hochschulbildung, 2017, S. 28.

MilFü aktiv in das Forschungsprojekt eingebunden und leisteten einen wertvollen Beitrag an der Entwicklung der Forschungsergebnisse.

Teile der Erkenntnisse der Forschungstätigkeit wurde auch auf nationalen bzw. internationalen Symposien bzw. Tagungen präsentiert:

- Vortrag beim „Seminar Logistische Führung 2016“ an der Heereslogistikschiule in Wien am 08.11.2016,
- Vortrag bei der internationalen wissenschaftlichen Konferenz „Future Armed Forces 2040“ vom 26.09.2017 bis 27.09.2017 am *Defence Advanced Research Institute of G. S. Rakowski National Defence College* in Sofia,
- Vortrag bei der „Politischen Bildungswoche“ in Füssen am 21.06.2018,
- Vortrag beim Forum Bundeswehrlogistik 2019 in Erfurt am 27.08.2019,
- Vortrag bei der „Log.Net 2020“ in St. Augustin am 10. März 2020.

# 1. Einleitung

## 1.1 Hinführung zur Thematik

Logistik und Supply Chain Management entwickeln sich in einer Abfolge von technologischen Innovationen und organisatorischen Veränderungen. Nachdem in den 70er und 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts große Veränderungen im Bereich der Logistiktechnologien, z.B. Hochregallager oder Hochleistungsumschlagsanlagen für Paketdienste entwickelt und eingeführt wurden, spielten in den 90er Jahren und zu Beginn dieses Jahrhunderts organisatorische Lösungen wie z.B. die Umsetzung von Just in Time-Konzepten oder die Koordination unternehmensübergreifender Wertschöpfungsketten im Rahmen des Supply Chain Management eine herausragende Rolle.

Zurzeit zeichnet es sich immer mehr ab, dass sich die Gesellschaft wieder inmitten eines Technologieumbruchs befindet. Dieser wird zum einen durch den rasanten Fortschritt in den Informations- und Kommunikationstechnologien, also der Digitalisierung, getrieben. So wird geschätzt, dass die Datendichte in der Logistik heute 10.000-mal größer ist, als noch vor zehn Jahren. Außerdem schafft das mobile Breitbandinternet neue Lösungsmöglichkeiten und Anwendungen. Ein zweiter nicht weniger wichtiger Treiber ist die günstige Verfügbarkeit von Sensoren. Heute sind selbst in normalen Mobiltelefonen eine Vielzahl von Sensoren wie z.B. Temperatur, Feuchtigkeit, Lokalisierung oder Bewegung enthalten. Sendungen beigefügte Sensoren können genutzt werden, um z.B. den Zustand von Sendungen permanent zu überwachen und die Daten zu übertragen. Der dritte Treiber ist das Fortschreiten bei der Autonomisierung, welche unter anderen das autonome Fahren von Fahrzeugen im Straßenverkehr ermöglicht.

Die Fusion der Digitalisierung mit der Robotik sowie der Autonomisierung wird im deutschsprachigen Raum unter den Schlagworten Industrie 4.0. und Logistik 4.0 diskutiert. Die Zusammenführung dieser Technologietrends wird einerseits zu starken Effizienz- und Effektivitätssteigerungen im Bereich der zivilen Logistik führen aber andererseits auch althergebrachten Lieferketten und Abläufen verändern.

Diese Veränderungen werden auch die Militärlogistik beeinflussen. Insbesondere weil die Integration von zivilen logistischen Dienstleistern in das militärlogistische Netzwerk eine unabdingbare Notwendigkeit zur Sicherstellung der Durchhaltefähigkeit von Streitkräften geworden ist. Um auf diese und weitere noch kommende Entwicklungen vorbereitet zu sein, ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Militärlogistik notwendig. Daher ist auch eine zielgerichtete und zweckorientierte Forschung notwendig, um Trends zu erkennen und diese für die Militärlogistik nutzbar zu machen. Dies spiegelt sich auch aus wissenschaftlicher Perspektive im Erkenntnisobjekt für die Militärlogistik wieder. Denn dieses ist die *Analyse und Interpretation von Logistikaufgaben der Führungs- und Durchführungsebene, die den Fluss von Transformationsobjekten bzw. -subjekten, wie Versorgungsgütern, Energie oder Lebewesen, und den damit zusammenhängenden Geld- und Informationsfluss in logistischen Netzwerken durch logistische Kräfte bewirken*. Dieses wird mit (militär)wissenschaftlichen Methoden untersucht, um Erkenntnisse zur Weiterentwicklung der Wissenschaftsdisziplin zu erlangen.

## 1.2 Forschungsleitendes Interesse

John F. Kennedy wird folgendes Zitat zugesprochen: „*Veränderung ist das Gesetz des Lebens. Diejenigen, die nur auf die Vergangenheit oder die Gegenwart blicken, werden die Zukunft verpassen.*“ Um jetzt eben die Zukunft nicht zu verpassen bzw. am Pulsschlag der Zeit zu bleiben, hat diese Studie das Ziel nachfolgende forschungsleitende Fragestellung zu beantworten:

„Wie stellen sich die Trends und Entwicklungen in der Logistik dar und welche Auswirkungen haben diese auf die Militärlogistik.“

Nachfolgende Arbeitsfragen werden zur Beantwortung der Forschungsfrage bearbeitet:

1. Was bedeuten und beinhalten die Begriffe Industrie 4.0 bzw. Logistik 4.0?
2. Welche Mega- bzw. Mikrotrends der Logistik zeichnen sich mittel- bis langfristig ab?
3. Was bedeuten diese Trends für die Militärlogistik?

Als Betrachtungshorizont wurde im Rahmen der Megatrends der Zeitraum bis 2040 und im Rahmen der Mikrotrends der Zeitraum bis 2030 festgelegt.

### **1.3 Aufbau der Studie**

In der Einleitung wird zum Thema hingeführt und die Forschungsabsicht dargestellt.

Im zweiten Kapitel erfolgt eine Annäherung an das Phänomen Industrie 4.0 und im dritten Kapitel wird der Begriff Logistik 4.0 näher beleuchtet. Auch wenn die Termini Industrie 4.0 und Logistik 4.0 oftmals synonym verwendet werden, gibt es doch erhebliche Unterschiede, welche herausgearbeitet werden sollen. Dies ist auch deshalb notwendig, um einerseits einen Rahmen zu bilden und andererseits einen Ausgangspunkt für die Ableitungen für die Militärlogistik festzulegen.

Während im vierten Kapitel eine allgemeine Einführung in Trends erfolgt, werden im fünften und sechsten Kapitel lang- und mittelfristige Trends in der Logistik behandelt.

Schlussendlich werden im siebten Kapitel Ableitungen für die Militärlogistik getroffen und die Möglichkeiten für eine Weiterentwicklung derselben erörtert.

Eine Zusammenfassung der wesentlichsten Aussagen rundet die gegenständliche Studie ab.

## 2. Über das Kürzel 4.0

Das Kürzel 4.0 hat in unserer vernetzten, globalisierten sowie digitalisierten Gesellschaft in nahezu allen Bereichen Eingang gefunden. Sei es in der Arbeit, der Schule, der Bildung, der Industrie oder der Logistik. Das Kürzel 4.0 wird an unterschiedliche konventionelle Begriffe angehängt und suggeriert damit Fortschritt bzw. Innovation. Aber woher kommt jetzt dieses Kürzel? Auf diese Frage wird nachfolgend eingegangen.

### 2.1 Annäherung 1: Das Web 2.0

Das Kürzel 4.0 leitet sich von dem Begriff Web 2.0, also dem interaktiven Internet, ab<sup>2</sup>, wobei das Kürzel 2.0 angelehnt an Versionsnummern von Softwareaktualisierungen ist. Unter dem Begriff Web 2.0 wird aber keine grundlegend neue Art von Technologien oder Anwendungen verstanden, sondern der Begriff beschreibt eine in sozio-technischer Hinsicht veränderte Nutzung des Internets<sup>3</sup>, da dessen Möglichkeiten konsequent genutzt und weiterentwickelt werden. Das Web 2.0 stellt eine Evolutionsstufe hinsichtlich des Angebotes und der Nutzung des Internets dar, bei der nicht mehr die reine Verbreitung von Informationen bzw. der Produktverkauf, sondern die Beteiligung der Nutzer am Web und die Generierung weiteren Zusatznutzens im Vordergrund stehen. Daher werden die Dienste und Inhalte des Internets nicht mehr als reines Informationsangebot angesehen.

Der Fokus liegt nicht mehr auf den Softwareanwendungen, sondern vielmehr auf den Datenbeständen, die von den einzelnen Diensten angeboten und genutzt werden. Diese stellen das eigentliche Potenzial dar und werden durch die Nutzbarmachung der sogenannten kollektiven Intelligenz, also des Wissens der gesamten Masse der Nutzer, ständig um Daten erweitert und mit zusätzlichen Informationen angereichert. Durch die Zusammenarbeit der Nutzer wird das Wissen in diesen Datenbeständen der Allgemeinheit erst zugänglich gemacht. Die Erstellung der Inhalte einer Website oder Teile davon geschieht somit nicht mehr allein durch den Betreiber, der den Nutzern

---

<sup>2</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://bdi.eu/leben-4.0/innovation/>, abgerufen am 02.09.2020.

<sup>3</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://onlinemarketing.de/lexikon/definition-web-2-0>, abgerufen am 03.09.2020.

ausgewählte Informationen für den reinen Konsum zur Verfügung stellt, sondern erfolgt dadurch, dass sich auch die Internetnutzer an der Erstellung der Inhalte beteiligen.<sup>4</sup>

## 2.2 Annäherung 2: Die Entwicklungsstufen der Industrie

In Verbindung mit dem Begriff Industrie verweist das Kürzel 4.0 auf die vierte industrielle Revolution, welche derzeit die letzte Entwicklungsstufe der Industrie (s. Abbildung 1) darstellt.

			4. Industrielle Revolution: <i>Mensch, Maschine und Objekt tauschen Informationen aus.</i>
		3. Industrielle Revolution: <i>Einsatz von Elektronik und IT zur weiteren Automatisierung der Produktion.</i>	
	2. Industrielle Revolution: <i>Einführung arbeitsteiliger Massenproduktion mit Hilfe von elektrischer Energie.</i>		
1. Industrielle Revolution: <i>Einführung mechanischer Produktionsanlagen mit Hilfe von Wasser- und Dampfkraft.</i>			
Ende 18. Jhdt. (Mechanisierung) <b>Industrie 1.0</b>	Beginn 20. Jhdt. (Elektrifizierung) <b>Industrie 2.0</b>	Beginn 70er Jahre des 20. Jhdt. (Automatisierung) <b>Industrie 3.0</b>	Heute (Vernetzung) <b>Industrie 4.0</b>

Abbildung 1: Entwicklungsstufen der Industrie

### 2.2.1 Industrie 1.0 – Mechanisierung

Als Industrie 1.0 versteht man die erste industrielle Revolution, welche gegen Ende des 18. Jahrhunderts eingesetzt hat. Es wurde erstmalig die Dampfmaschine als Motor für die maschinelle Produktion von Gütern und Dienstleistungen verwendet. Durch den Einsatz der Dampfmaschine in den Fabrikhallen, in der Schwerindustrie, im Kohleabbau und im Transportwesen (erste Eisenbahnen, Beginn der Dampfschiffahrt) wurden neue Arbeitsplätze in

<sup>4</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/web-20-51842/version-274993>, abgerufen am 03.09.2020.

Europa und Nordamerika geschaffen und die erste Massenproduktion ermöglicht. Als wesentliche Folge wurde die Industrialisierung der Gesellschaft massiv vorangetrieben.<sup>5</sup>

### 2.2.2 *Industrie 2.0 – Elektrifizierung*

Industrie 2.0 ist ein neuer Begriff für die zweite industrielle Revolution, die den Zeitraum von 1870 bis 1930 umfasst.<sup>6</sup> Diese zweite industrielle Revolution hatte ihren Ausgang gegen Ende des 19. Jahrhunderts in England mit der Nutzung der Dampfkraft als Antriebsenergie.<sup>7</sup> Dadurch war der Übergang von der handwerklichen Einzelproduktion von Gütern zu einer maschinellen Massenproduktion vollzogen. Ein weiterer wesentlicher Entwicklungsschritt der zweiten industriellen Revolution war die Erfindung der Elektrizität. Die Erfindung und Entwicklung des ersten Motors im Jahre 1866 durch Gottlieb Daimler war ein weiterer Schub für den Fortschritt der industriellen Entwicklung.<sup>8</sup>

Des Weiteren entwickelten sich neue Industriebranchen im Bereich der Chemie, der Elektrotechnik, im Maschinen- und Fahrzeugbau und der optischen Industrie, was wiederum zu neuen Weiterentwicklungen und Erfindungen führte. In den USA wurde die zweite industrielle Revolution vor allem durch die Einführung der Fließbandfertigung durch Henry Ford im Jahr 1913, sowie durch das Konzept von Frederick Taylor, sämtliche Arbeitsabläufe in einem Betrieb zu planen, festzuhalten und zu regeln, geprägt. Die Fabrikhallen produzierten in Rekordzeit am Fließband, Motoren nahmen weitere Arbeit ab, und mit der modernen Telekommunikation mit Telefonen und Telegrammen wurden Arbeitsprozesse beschleunigt. Dazu kamen auch die ersten Schritte der Globalisierung. Automobile, Kleidung, Rohstoffe und Lebensmittel wurden automatisiert verarbeitet und erstmals über Kontinente transportiert. Dazu nahm die Luftfahrt ihren Betrieb auf, und per Schiff

---

<sup>5</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.lmis.de/im-wandel-der-zeit-von-industrie-1-0-bis-4-0/>, abgerufen am 07.11.2020.

<sup>6</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.gevestor.de/details/2-industrielle-revolution-mei-lenstein-vieler-dax-konzerne-747484.html>, abgerufen am 27.10.2020.

<sup>7</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.globalisierung-fakten.de/industrialisierung/zweite-industrielle-revolution/>, abgerufen am 27.10.2020.

<sup>8</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.gevestor.de/details/2-industrielle-revolution-mei-lenstein-vieler-dax-konzerne-747484.html>, abgerufen am 27.10.2020.

konnten die Weltmeere überquert werden.

War in der ersten industriellen Revolution noch England Vorreiter, so übernahm nun zunehmend Deutschland durch die Einführung automatisierter Fertigungstechniken eine industrielle Führungsrolle in Europa, die es bis zur Gegenwart noch immer innehat.<sup>9</sup>

Die zweite industrielle Revolution hat einen wesentlichen Grundstein für die heutige industrielle und wirtschaftliche Entwicklung sowie zur Steigerung des allgemeinen Wohlstands beigetragen.

### 2.2.3 Industrie 3.0 – Automatisierung

Unter dem Begriff Industrie 3.0 wird in weiterer Folge die digitale Revolution (auch dritte industrielle Revolution oder elektronische Revolution) verstanden, welche ab den 1970er Jahren startete. Der deutsche Politiker Wolfgang Thierse stelle hierzu im Jahr 2003 fest, „*dass der durch die Digitalisierung und des Computers ausgelösten Umbruchs seitdem einen Wandel sowohl der Technik als auch (fast) aller Lebensbereiche bewirkt*“.<sup>10</sup>

Die digitale Revolution basiert auf der Erfindung des Mikrochips und dessen stetiger Leistungssteigerung, der Einführung der flexiblen Automatisierung in der Produktion durch Elektronik und die Informationstechnologie und dem Aufbau weltweiter Kommunikations-Netze wie dem Internet.<sup>11</sup> Eine wichtige Rolle spielte dabei auch die allgemeine Computerisierung. Dieser Begriff bezeichnet einen gegen Mitte des 20. Jahrhunderts einsetzenden Trend, Arbeitsprozesse mithilfe von Computern zu rationalisieren bzw. zunehmend zu automatisieren.

In den 1980er Jahren begannen Computer nicht nur in Beruf und Forschung, sondern auch im privaten Bereich Anwendung zu finden, teilweise kamen grafische Benutzeroberflächen zum Einsatz, die den herkömmlichen Schreibtisch imitierten. Anfangs noch Spielzeug der Hacker, wurde der

---

<sup>9</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.globalisierung-fakten.de/industrialisierung/zweite-industrielle-revolution/>, abgerufen am 27.10.2020.

<sup>10</sup> Internet Dokument: <http://library.fes.de/fulltext/historiker/01705-03.htm>, abgerufen am 03.11.2020.

<sup>11</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://industrie-wegweiser.de/von-industrie-1-0-bis-4-0-industrie-im-wandel-der-zeit/>, abgerufen am 27.10.2020.

Heimcomputer bald zum geschätzten Werkzeug, das ebenso selbstverständlich verwendet wurde wie Telefon und Fernsehen.<sup>12</sup>

Weiters kamen das Global Positioning System sowie multimediale Neuerungen, wie die Compact Disc und der analoge Videorekorder, in den 1990er Jahren das Mobiltelefon, der Roboter, das Internet, die Digital Video Disc, die Kernspintomographie bzw. bildgebende Verfahren. 1996 konnte erstmals eine Maschine namens *Deep Blue* den amtierenden Schachweltmeister Garri Kasparow in einer Partie schlagen.<sup>13</sup> Es folgten Digitalkamera, Videokamera, Digitalfernsehen, Digitalradio, Navigationssystem, Drohnen, selbstfahrende Autos.

Alleine das Internet – die Vernetzung fast aller Computer – entwickelt sich mehr und mehr zum vorrangigen Kommunikationsmedium und verdrängte oder ersetzte nach und nach traditionelle Medien wie Printmedien, Telefon, Radio, Fernsehen, Fax und Brief.

#### 2.2.4 *Industrie 4.0 – Vernetzung*

Seit Ende des 20. Jahrhunderts hat die vierte industrielle Revolution begonnen. Der Begriff Industrie 4.0 drückt aus, dass nach der Dampfmaschine, der Massenfertigung durch Fließbänder und elektrischer Energie und der computergestützten Automatisierung von Fertigungsprozessen jetzt die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung früherer analoger Techniken und der Integration Cyber-Physischer-Systeme im Fokus steht.<sup>14</sup> Durch Individualisierung bzw. Hybridisierung der Produkte und die Integration von Kunden und Geschäftspartnern in die Geschäftsprozesse aus wird nicht auf Lager vorproduziert, sondern die Herstellung vieler Produkte erfolgt auf Nachfrage oder nach dem tatsächlichen Bedarf. Da die Fertigung noch schneller von statten geht, werden weitere Ressourcen und Abfälle gespart.

Der Begriff Industrie 4.0 ist aber auch ein Marketingbegriff, der auch in der

---

<sup>12</sup> Vgl. Internet Dokument: [http://www.ihk-koblenz.de/innovation/industrie/Entwicklungsstufen\\_der\\_Industrie/1479560](http://www.ihk-koblenz.de/innovation/industrie/Entwicklungsstufen_der_Industrie/1479560), abgerufen am 27.10.2020.

<sup>13</sup> Vgl. Grunwald, 2019, S. 44.

<sup>14</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/industrie-4-0.html>, abgerufen am 05.07.2020.

Wissenschaftskommunikation verwendet wird, und für ein Zukunftsprojekt der deutschen Bundesregierung steht.<sup>15</sup>

Die Informatisierung nimmt in der Industrie 4.0 konkretere Formen an. Somit verzahnt sich die Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik, wobei die treibende Kraft dieser Entwicklung die rasant zunehmende Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft ist. Nahezu alle Industriezweige werden weiter digitalisiert und neue Kommunikationsformen geschaffen und selbst Gebrauchsgegenstände und Verpackungen sind durch Strichcodes ans Internet angeschlossen.

Technische Grundlage dafür sind intelligente, digital vernetzte Systeme, mit deren Hilfe eine weitestgehend selbstorganisierte Produktion möglich wird: Menschen, Maschinen, Anlagen, Logistik und Produkte kommunizieren und kooperieren in der Industrie 4.0 direkt miteinander. Produktions- und Logistikprozesse zwischen Unternehmen im selben Produktionsprozess werden intelligent miteinander verzahnt, um die Produktion noch effizienter und flexibler zu gestalten. So können intelligente Wertschöpfungsketten entstehen, die zudem alle Phasen des Lebenszyklus des Produktes miteinschließen – von der Idee eines Produkts über die Entwicklung, Fertigung, Nutzung und Wartung bis hin zum Recycling. Auf diese Weise können zum einen Kundenwünsche von der Produktidee bis hin zum Recycling einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen mitgedacht werden.

Deshalb sind Unternehmen leichter als bisher in der Lage, maßgeschneiderte Produkte nach individuellen Kundenwünschen zu produzieren.<sup>16</sup> Diese individuelle Fertigung und Wartung der Produkte könnte somit der neue Standard werden. Zum anderen können trotz individualisierter Produktion die Kosten der Produktion gesenkt werden. Durch die Vernetzung der Unternehmen der Wertschöpfungskette ist es möglich, nicht mehr nur einen Produktionsschritt, sondern die ganze Wertschöpfungskette zu optimieren. Wenn alle Informationen in Echtzeit verfügbar sind, kann ein Unternehmen z.B. frühzeitig auf die Verfügbarkeit bestimmter Rohstoffe reagieren. Die

---

<sup>15</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/industrie-40-54032/version-368841>, abgerufen am 03.09.2020.

<sup>16</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://industrie-wegweiser.de/von-industrie-1-0-bis-4-0-industrie-im-wandel-der-zeit/>, abgerufen am 16.06.2020.

Produktionsprozesse können unternehmensübergreifend so gesteuert werden, dass sie Ressourcen und Energie sparen.<sup>17</sup> Insgesamt kann dadurch die Wirtschaftlichkeit der Produktion gesteigert, die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie gestärkt und die Flexibilität der Produktion erhöht werden.<sup>18</sup>

Kurz zusammengefasst kann Industrie 4.0 als die Digitalisierung und die Vernetzung von gesamten Wertschöpfungsketten definiert werden. Es werden somit die vor- und nachgelagerten Akteure, wie Zulieferer oder Logistikunternehmen, und unternehmensinterne Prozesse, wie Beschaffung, Produktion, Vertrieb oder Wartung, miteinbezogen.

---

<sup>17</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://plattformindustrie40.at/was-ist-industrie-4-0/#wasist>, abgerufen am 05.07.2020.

<sup>18</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Industrie40/WasIndustrie40/was-ist-industrie-40.html;jsessionid=6AA4AB3C79ADCBCDE41D2F7FB2837C4D>, abgerufen am 05.07.2020.

### 3. Über die Logistik 4.0

Logistik 4.0 beschreibt einerseits aus reaktiver Sicht die Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Logistik und andererseits aus aktiver Sicht die Mitgestaltung und Unterstützung von Industrie 4.0 durch die funktions- und unternehmensübergreifende Koordinationsfunktion der Logistik. Während also Industrie 4.0 v.a. die Integration industrieller Produktion betrachtet, geht es bei Logistik 4.0 um die Integration sowie Steuerung von Prozessen mit Unterstützung der Informationstechnologie. Durch diese *Digital Logistics* sollen logistische Abläufe und Verfahren effizienter und effektiver ablaufen. Ziel ist es, durch Kommunikation mit dem Umfeld, die Effizienz und Effektivität in der Wertschöpfungskette zu verbessern, wobei Personen von Steuerungsaktivitäten entbunden werden.

Logistik 4.0 kann somit die Mitglieder einer Wertschöpfungskette vertikal und mehrere Wertschöpfungsketten zu einem Wertschöpfungsnetzwerk horizontal integrieren. Dafür sind Vertrauen und Transparenz notwendig. Grundlage von Logistik 4.0 sind Prozesse und Objekte, die sich selbst steuern und organisieren z. B. mithilfe von Global Positioning System zur Lokalisation, Barcode, Data-Matrix, Radiofrequenzidentifikation und Sensoren zur Identifikation, Electronic Data Interchange, Internet, und Telematik zum elektronischen Datenaustausch, sowie Algorithmen und Applikationen zur Datenaufbereitung. Diese sich selbststeuernden Objekte und Prozesse werden als *smart* oder *intelligent* bezeichnet. Sie kommunizieren miteinander, lernen voneinander, treffen Entscheidungen, überwachen und melden Umgebungszustände (z.B. Temperatur, Zeit, Ort, Geschwindigkeit, Beladung und Vorgänge) und steuern Logistikprozesse (z.B. den Transport zum Ziel). Logistik 4.0 bildet somit die Grundlage für ein ganzheitliches Digitales-Supply-Chain-Management.<sup>19</sup>

Neu in der Logistik 4.0 ist also die unternehmensübergreifende Verfügbarkeit von Daten über standardisierte Schnittstellen, wobei große Mengen an Daten zielgerichtet gesammelt und fast beliebig miteinander vernetzt wer-

---

<sup>19</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.computerweekly.com/de/antwort/Die-verschiedenen-Komponenten-einer-Digital-Supply-Chain>, abgerufen am 03.11.2020.

den. Da die einzelnen Elemente der Wertschöpfungskette über ein einheitliches Informationssystem miteinander verbunden sind, haben sie jederzeit Zugriff auf sämtliche Daten des Wertschöpfungsprozesses. Dadurch können sie zum Beispiel ihren Bedarf besser planen, ihre Lagerhäuser reduzieren, Lieferwege optimieren und Leerfahrten reduzieren. Als Ergebnis dieser horizontalen Integration erhöhten sich Effizienz und Flexibilität enorm und es entstehen Cyber-Physische-Systeme.<sup>20</sup> Diese befinden sich in Transportmitteln, Gebäuden und Geräten, begleiten die Wertschöpfungskette und erfassen Daten direkt über Sensoren. Sie bestehen aus Software & mechanischen Komponenten und können in mobilen Geräten, sowie in stationäre Maschinen oder Anlagen integriert werden. Der wichtigste Vorteil ist der Echtzeit-Austausch von Informationen durch die vernetzten Systeme ohne zeitliche oder geographische Einschränkungen.

Anders als simple Chip-Technik können Cyber-Physische-Systeme sehr komplexe Systeme erfassen und verarbeiten. Als autonom agierendes System werden relevante Daten untereinander ausgetauscht und in die zuständigen Unterebenen eingebettet. Die Kommunikation funktioniert dabei meist über ein Cloud-System und kann so von Menschen konfiguriert und gesteuert werden. Die veralteten, in sich geschlossenen Logistik-Systeme werden durch die übergreifende Kommunikationsfähigkeit und Autonomie von Cyber-Physischen-Systeme ersetzt. Primär liefern die Systeme eine schnellere Verarbeitung von komplexen Vorgängen, niedrigere Kosten und eine höhere Effizienz. Aus der Komplexität ergeben sich allerdings auch Nachteile: Einzelne Ausfälle können dazu führen, dass Teil- oder Gesamtprozesse solange lahmgelegt werden, bis die fehlerhafte Komponente auffindig gemacht wurde. Außerdem kann es durch falsche Programmierung oder durch unvorhersehbare Ereignisse dazu kommen, dass die autonomen Systeme falsche Entscheidungen treffen oder unpassend reagieren. Ähnlich wie bei allen Internet-abhängigen Systemen besteht letztlich auch hier die Gefahr von Hackerangriffen und müssen besonders intensiv geschützt werden.

Als Conclusio kann festgehalten werden, dass in der Logistik 4.0 die Vernetzung und Verzahnung von Prozessen, Objekten, Lieferkettenpartnern (Lie-

---

<sup>20</sup> Vgl. Internet Dokument <https://logistikknowhow.com/materialfluss-und-transport/cyber-physische-systeme-und-logistik/>, abgerufen am 03.11.2020.

feranten, Herstellern, Großhändlern, Einzelhändlern und Logistikdienstleistern) und Kunden durch Informations- und Kommunikationstechnologien mit dezentralen Entscheidungsstrukturen sichergestellt wird, um die Effizienz (z. B. durch Transparenz, Automatisierung, Prozessgeschwindigkeit, Fehlerreduktion und Bündelung) und die Effektivität (z. B. durch Flexibilität und individualisierte Dienstleistungen, Prozesse und Produkte) zu erhöhen.

## 4. Über Trends

Trends prägen und verändern die Welt in der wir leben. Auch im Bereich der Logistik tragen Trends maßgeblich zur kontinuierlichen Weiterentwicklung bei. Den Fragen was jetzt eigentlich einen Trend ausmacht und welche Methoden zur Erforschung ebendieser angewendet werden, wird in diesem Kapitel nachgegangen.

### 4.1 Trends – Ein Blick in die Zukunft

*„Ein Trend ist etwas, das kommt. Vielleicht. Vielleicht auch nicht. Jedenfalls ist es noch nicht ganz da, ja die wenigsten wissen, dass da überhaupt etwas kommen wird.“*<sup>21</sup> Diese Feststellung beschreibt in knappen Worten, was unter einem Trend verstanden werden kann.

Der Begriff Trend tauchte zum ersten Mal Ende des 19. Jahrhunderts im Zusammenhang mit Aktien und Börsenkursen auf und wurde dann von der Mathematik aufgegriffen.<sup>22</sup> Ähnlich wie der große Brockhaus von 1957, der Trends als die Grundrichtung einer Zeitreihe beschreibt, erklärt der Duden Trends als *„über einen gewissen Zeitraum bereits zu beobachtende, statistisch erfassbare Entwicklungstendenz“*<sup>23</sup>. Ein Trend ist prinzipiell nichts anderes als eine Veränderungsbewegung oder ein Wandlungsprozess. Man findet Trends in den unterschiedlichsten Bereichen des Lebens, von der Ökonomie über die Politik bis zur Konsumwelt, sowie in den unterschiedlichsten Durchdringungstiefen. Einerseits kann es sich um reine Oberflächenphänomene (z.B. Mikrotrends) oder andererseits um tiefe, nachhaltige Strömungen handeln (z.B. Megatrends).

So kann ein Trend den zeitlich messbaren Verlauf einer Entwicklung in eine bestimmte, quantitativ zu- oder abnehmende und/oder qualitative Richtung

---

<sup>21</sup> Internet Dokument: <https://www.bjoerk.de/werben/was-ist-ein-trend/>, abgerufen am 05.10.2020.

<sup>22</sup> Internet Dokument: <https://www.report.at/index.php/component/k2/item/73417--sp-1204794778>, abgerufen am 04.09.2020.

<sup>23</sup> Internet Dokument: <https://www.duden.de/rechtschreibung/Trend>, abgerufen am 04.09.2020.

bezeichnen.<sup>24</sup> Oder es wird die aus der Erfahrung und den vorliegenden Informationen abgeleitete Vermutung der zukünftigen Entwicklung verstanden.<sup>25</sup> Somit kann der Trendbegriff mit dem Zukunftsaspekt in Verbindung gebracht werden. Daher liegt es nahe, den Terminus der Trendforschung synonym zur Zukunftsforschung zu gebrauchen. Dennoch ist in diesem Zusammenhang Vorsicht geboten. Matthias Horx, Gründer des einflussreichsten Zukunftsinstituts Europas mit Sitz in Kelkheim/Frankfurt, stellt allerdings fest, dass sich Trend- und Zukunftsforschung deutlich voneinander unterscheiden: „*Trendforschung setzt sich stärker mit der Gegenwart auseinander. Man analysiert das Verhalten der Menschen, die Veränderungen der sozialen Systeme und macht sich seinen Reim daraus. Daraus formt man Markterkenntnisse und Innovationsvorschläge. Zukunftsforschung geht tiefer in die epochalen Bereiche hinein. Sie ist der Erstellung von großen Systemen verpflichtet, mit denen man auch langfristig den Gang der Zivilisation verstehen kann, sie ist angewandte Systemtheorie in höchster Komplexität.*“<sup>26</sup>

Durch die Trendforschung werden also Strömungen analysiert und für einen bestimmten Zeithorizont prognostiziert. So werden durch die Fortschreibung aktueller Veränderungen Prognosen für deren weitere Entwicklung mit einem Horizont von 5 bis 40 Jahren getroffen, um daraus soziokulturelle Verschiebungen abzuleiten und in einen gesamtheitlichen Kontext einzuordnen. Um der Komplexität eines Trends gerecht zu werden, werden mathematisch-statistische Verfahren mit verbal-argumentativen bzw. verbal-logischen Verfahren kombiniert und es wurden spezifische Methoden entwickelt. Entscheidend für die Qualität der Trendforschung ist die richtige Verknüpfung und Vernetzung isolierter Trendbeobachtungen. Denn Trends sind weniger singuläre Beobachtungen, sondern vielmehr komplexe Gebilde, die in Verbindung zu vielfältigen und -schichtigen Veränderungen stehen.

Zusammenfassen kann festgehalten werden, dass ein Trend eine Entwicklung ist, die in der Gegenwart sichtbar ist und von der man begründet annehmen kann, dass sie sich in Zukunft fortsetzt. Trends sind also nicht nur in ihrer Erscheinung und Anwendung ein kompliziertes und weitreichendes

---

<sup>24</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.sdi-research.at/lexikon/trend.html>, abgerufen am 05.10.2020.

<sup>25</sup> Internet Dokument: <http://www.klaus-hoehnerbach.de/index.php/glossaremenuue/glossarmarketingmenuue>, abgerufen am 05.10.2020.

<sup>26</sup> Internet Dokument: <https://www.veitc.de/specials/Definition%20von%20Trends.pdf>, S. 2, abgerufen am 05.10.2020.

Phänomen und daher schwer zu er- und begreifen, sondern auch der Terminus selbst ist ein komplexes Konstrukt.

## 4.2 Methoden der Trend- und Zukunftsforschung

Die wichtigsten Methoden der Trend- und Zukunftsforschung sind: Monitoring, Scanning; Trendscouting; Kontextanalyse; Szenario-Technik; Delphi-Methode; Business Wargaming.

### 4.2.1 *Monitoring, Scanning*

Als Grundlage der Trendforschung dient das Scanning und Monitoring. Darunter wird eine systematische Auseinandersetzung einer Organisation mit den Anliegen ihrer Umwelt verstanden.

Scanning meint die noch ungerichtete Suche nach Hinweisen für einflussreiche Entwicklungen durch die Auswertung unterschiedlicher Medien. Diese umfassen vor allem das Internet, Printmedien, den Rundfunk und das Fernsehen, aber auch Nischenmedien wie Fachzeitschriften. Zum Unterschied zum Scanning geht Monitoring systematisch vor. Bestimmte Sachverhalte werden kontinuierlich durch gezielte Internet- und Datenbankrecherche, Auswertung von Fachliteratur sowie Patentanalysen beobachtet. Dadurch werden die gesammelten Erkenntnisse gefiltert und verdichtet.

Die anschließende kontinuierliche und gezielte Beobachtung der für das Unternehmen relevanten Frühwarnsignale, wird als Monitoring bezeichnet.<sup>27</sup>

### 4.2.2 *Trendscouting*

Trendscouting ist das gezielte, frühzeitige Erkennen von schwachen Signalen, die auf große Entwicklungen hindeuten. Dadurch wird das frühzeitige Erkennen neuer Trends unterstützt.

Diese Veränderungstendenzen des Wandels werden durch teilnehmende Beobachtung unmittelbar vor Ort erforscht. Jens Bode, ein Trendscout der Firma Henkel stellt in diesem Zusammenhang fest, dass „eine sehr große Portion

---

<sup>27</sup> Vgl. Hadamitzky, 2018, S. 5.

*an Achtsamkeit und Neugierde mitzubringen ist“.*<sup>28</sup> Wichtig ist auch eine offene Kommunikation, da Informationen auch anderen einen Nutzen bringen können.

#### 4.2.3 Kontextanalyse

Die Kontextanalyse ist eine Methode zur Messung und Verbesserung der Nutzerfreundlichkeit. Sie umfasst die Untersuchung und das Verstehen des Nutzungskontextes, welcher aus den Benutzern, ihren Arbeitsaufgaben, den relevanten Arbeitsmitteln sowie der physischen, organisatorischen und sozialen Umgebung besteht. Die Kontextanalyse untersucht die Zusammenhänge bestimmter Trendentwicklungen und versucht, daraus ein Modell zu bauen. Dabei kommt es zur Erkenntnisgewinnung und Sensibilisierung der Bedürfnisse der Nutzer.

Das Ziel der Kontextanalyse ist es, eine Thematik aus möglichst vielen verschiedenen Blickwinkel heraus zu beobachten und zu bewerten. Daraus sollen mehrere Perspektiven durchleuchtet werden und Aufschlüsse über relevante Einflussfaktoren bekommen werden.<sup>29</sup> Es werden Hypothesen untersucht und gleichzeitig die Auswirkungen bestimmter Umwelt-, Situations- oder Kontextmerkmale auf Einstellungen oder Verhaltensweisen hinterfragt.

#### 4.2.4 Szenario-Technik

Die Szenario-Technik ist eine Zukunftsforschung und dient dazu, alternative Zukunftsbilder, auch als Szenarien bezeichnet, zu entwerfen. Die Szenario-Technik geht grundsätzlich davon aus, dass ein Thema sehr stark durch die Einflüsse von außen geprägt wird. Will man die Zukunftssituation eines Themas erkennen, so muss man zunächst Prognosen der Einflussfaktoren erstellen und daraus Ziele ableiten. Der fachliche Input erfolgt in der Regel durch Experten.

Das Ziel einer Szenario-Technik ist es, alternative Entwicklungspfade, v.a.

---

<sup>28</sup> Internet Dokument: <https://futurezone.at/b2b/trendscouting-wie-sich-unternehmen-von-trends-inspirieren-lassen/400137080>, abgerufen am 08.10.2020.

<sup>29</sup> Vgl. Internet Dokument: [https://www.simply-usable.de/wp-content/uploads/2015/06/M-LKA\\_Leitfaden\\_Kontextanalyse.pdf](https://www.simply-usable.de/wp-content/uploads/2015/06/M-LKA_Leitfaden_Kontextanalyse.pdf), S. 3, abgerufen am 07.10.2020.

bei hoher Unsicherheit, zu identifizieren und zu beschreiben. Daraus sollten Chancen, Risiken sowie Implikationen abgeleitet werden, wodurch Entscheidungspunkte und Gestaltungsoptionen entstehen. Somit werden die Folgen möglicher Handlungen analysiert. Die Szenario-Technik handelt von Schlüsselfaktoren, die zuvor festgelegt werden. Für jeden Schlüsselfaktor werden alternative Entwicklungspfade, sogenannte Zukunftsprojektionen, in die Zukunft ermittelt. Diese Entwicklungspfade werden im Anschluss auf sinnvolle Weise zu mehreren, in sich konsistenten Zukunftsbildern kombiniert.<sup>30</sup>

Bei der Szenario-Technik wird prinzipiell in sieben Schritten vorgegangen:

1. Definition des Untersuchungsfeldes;
2. Erfassung der Einflussbereiche und -faktoren;
3. Analyse von Tendenzen hinsichtlich der Entwicklungen der kritischen Einflussfaktoren;
4. Entwicklung und Auswahl von konsistenten Annahmebündelungen in Szenarien;
5. Analyse der Auswirkungen von relevanten Störgrößen;
6. Erarbeitung von Konsequenzen und Reaktionsstrategien.

#### 4.2.5 *Delphi-Methode*

Die Delphi-Methode ist ein qualitatives Prognoseverfahren auf der Basis von Expertenbefragungen, mit dessen Hilfe versucht wird, zukünftige Entwicklungen hinsichtlich ihrer Wirkungen abzuschätzen.<sup>31</sup> Ziel ist die systematische Ausnutzung von Expertenwissen für bestimmte Problembereiche. So werden in mehreren Runden Experten befragt, die untereinander anonym bleiben. Sie haben ihre Prognosen schriftlich begründet einzureichen, wobei alle für die Prognose relevanten Informationsquellen ebenfalls anzugeben sind. Auf diese Weise soll eine möglichst breit angelegte Expertenmeinung eingeholt werden, wobei die negativen Auswirkungen direkter gegenseitiger Beeinflussung im Meinungsbildungsprozess ausgeschaltet werden sollen. Nach jeder Befragungsrunde wird eine Auswertung vorgenommen und diese den Experten mit der Bitte um Überprüfung ihrer Prognosen zugesandt. Diejenigen, die mit ihrer Meinung vom Durchschnitt abweichen, können ihre Meinung ändern oder aber begründen, warum sie diese beibehalten. Die

---

<sup>30</sup> Reibnitz, 1992, S. 14.

<sup>31</sup> Vgl. Kotler / Bliemel, 2001, S. 255.

Befragung wird fortgesetzt, bis sich eine eindeutige Mehrheit herausgebildet hat.

#### 4.2.6 *Business Wargaming*

Das Business Wargaming ist eine Form der strategischen Simulation, die einen prozesshaften Ablauf möglicher Zukunftsentwicklungen ermöglicht.<sup>32</sup> In mehreren Teams (das Firmen-, das Wettbewerber-, das Markt- und das Kontroll-Team)<sup>33</sup> wird sich über einen simulierten Zeitraum von mehreren Jahren in andere Wettbewerber hineinversetzt, um die eigene Strategie zu testen und ein Gefühl für zukünftige Fortschritte oder Niederlagen zu entwickeln. Ein Business Wargame wird in der Regel über mehrere Runden gespielt. Dem Spielverlauf geht eine intensive Recherche und ein Überblick über die wichtigsten Trends und Hypothesen voraus.

---

<sup>32</sup> Vgl. Orišek / Schwarz, 2009, S. 26.

<sup>33</sup> Vgl. Orišek / Schwarz, 2009, S. 28.

## 5. Über Megatrends in der Logistik

Megatrends sind langfristige Entwicklungen mit hoher Relevanz für alle Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft, die sich mit hoher Verlässlichkeit in die Zukunft verlängern lassen.<sup>34</sup> Es handelt sich um zentrale Treiber des Wandels, welche zu einer weitgreifenden Veränderungen in Gesellschaft, Wirtschaft und Technologie führen können.<sup>35</sup> Sie eignen sich darüber hinaus, um einzuschätzen, welche aktuell beobachtbaren Mikro- bzw. Makrotrends, etwa in den Lebensstilen, in der Arbeitswelt, im Handel etc. auch in Zukunft Bestand haben werden.<sup>36</sup>

Der Begriff Megatrend geht auf John Naisbitt zurück, der diesen wie folgt definierte: „*Megatrends are a large social, economic, political, environmental and technological change and influence for decades a wide range of activities, processes and perceptions, ranging from the level of individuals to that of governments.*“<sup>37</sup> Ein Megatrend wird charakterisiert durch eine Halbwertszeit von mindestens 25 bis 30 Jahren, das Auftauchen in allen möglichen Lebensbereichen sowie einem globalen Charakter, auch wenn dieser nicht überall gleichzeitig stark ausgeprägt ist.

In der Fachliteratur werden unterschiedliche Megatrends, je nach Gesichtspunkt bzw. organisatorischer Notwendigkeit, beschrieben. Nachfolgend werden die für die Logistik wesentlichen Megatrends näher erläutert.

### 5.1 Globalisierung

Die Vernetzung über staatliche Grenzen hinweg ist einer der weltweit impulsivsten Entwicklungen, die vor allem langfristig auf die Logistik Einfluss nimmt. Die enge internationale Zusammenarbeit von Ländern und Wirtschaftszentren findet statt und ist maßgeblich entscheidend für den problemlosen Austausch von Gütern, Kapital, Informationen und Wissen. Der Handels- und Kapitalaustausch ermöglicht dadurch eine Spezialisierung der

---

<sup>34</sup> Vgl. Eberhardt / Majkovic, 2015, S. 20.

<sup>35</sup> Vgl. Claßen, 2008, S.28.

<sup>36</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/die-megatrend-map/>, abgerufen am 07.10.2020.

<sup>37</sup> Naisbitt, 1982, S. 10.

Länder auf ihre Kernkompetenzen und Produkte, die sie besser oder günstiger herstellen können als andere.

Der Zugang zu neuen Märkten, der Wegfall von Handelsbarrieren und der vereinfachte und schnelle Informationsaustausch sind nur einige Vorteile, die die Globalisierung mit sich bringt und von denen Menschen und Unternehmen profitieren. Vor allem bei Industrieunternehmen ist die Verlagerung der wirtschaftlichen Aktivitäten besonders stark verbreitet. Die im Vergleich zum heimischen Markt günstigeren Kostenstrukturen für Material, Arbeitskräfte und Steuern sind unter anderem wesentliche Gründe für die Verlagerung der Standorte ins Ausland.

Die Dynamik der Globalisierung wird auch als Chance genutzt, um daraus Wettbewerbsvorteile ziehen zu können und die lokale Wertschöpfung zu nutzen. Durch die Prozesse der Globalisierung entstehen neue Entwicklungschancen aber auch zunehmend neue Herausforderungen. Die sich weltweit ausbreitenden Güterströme sorgen unter anderem für eine höhere Komplexität beim Supply-Chain-Management, weil Exportumschläge und das Auslagern von Wertschöpfungsprozessen weiterwachsen.<sup>38</sup> Das führt vor allem im Transportwesen zu deutlichen Veränderungen und neuen Wegen in der Logistik. Um die Effektivitätssteigerung und Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit zu erreichen, sind hohe Investitionen in den Ausbau der Infrastruktur notwendig. Multimodale Güterverkehre, also der Transport über Straße, Schiene, Luft und Wasser im Vergleich zum reinen Straßen-transport gewinnen immer mehr an Bedeutung.

Die Transport- und Logistikbranche ist ein wesentliches Element der Globalisierung. Ohne leistungsfähige Transportverbindungen wäre die starke Expansion des weltweiten Handels mit Waren nicht möglich. Gleichzeitig profitiert die Transport- und Logistikbranche wie kein anderer Sektor von der Ausweitung internationaler Handelsbeziehungen durch eine wachsende Nachfrage nach Transport- und Logistikdienstleistung.

---

<sup>38</sup> Vgl. Zanker, 2018, S. 21.

## 5.2 Demographie

Der demografische Wandel wird auch für die Logistik ein großes Problem werden, weil sich der bereits jetzt bestehende Fachkräftemangel weiter vergrößern wird.

Zum ersten wird die Bevölkerung Europas immer älter. Das mittlere Alter der EU-27-Bevölkerung steigt seit Jahren an und wird sich den Projektionen zufolge in den kommenden beiden Jahrzehnten in ähnlichem Tempo weiter erhöhen. Bis zum Jahr 2070 könnte das mittlere Alter auf 49 Jahre ansteigen –gegenüber heute also um rund fünf Jahre. Das bedeutet, dass sich die Anzahl der Personen im erwerbsfähigen Alter von derzeit 59 % auf 51 % im Jahr 2070 verringern wird.<sup>39</sup> Ab etwa 2030 wird der Überhang der geburtenstarken Jahrgänge beginnen, in den Ruhestand zu gehen, was die Problematik des Wettbewerbs um die besten Talente in allen Bereichen weiter verschärfen wird.

Zum zweiten wird sich darüber hinaus in Europa die Zahl der Einwohner und damit die Zahl potentieller Arbeitskräfte verringern, da die statistisch notwendige Zahl von 2,1 Kindern pro Frau bereits seit Jahrzehnten nicht mehr erreicht wird.<sup>40</sup> Die Zuwanderungsgewinne durch Migration werden diesen Trend nicht ausgleichen können, was auch die Logistik vor eine große Herausforderung beim Thema Nachwuchs stellen wird.

## 5.3 Ökologisierung/Nachhaltigkeit

Ökologisierung und Nachhaltigkeit sind Themen, welche die Logistik im besonderen Maße berühren. Nachhaltige Entwicklung bedeutet „*a development that meets the needs of the present without comprising the ability of future generations to meet their own needs.*“<sup>41</sup>

Der mit der Globalisierung einhergehende Anstieg internationaler Warenströme, die gute Wirtschaftsentwicklung und nicht zuletzt das Wachstum des Online-Handels führen zu steigender Nachfrage nach Gütertransporten und

---

<sup>39</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2020, S. 10.

<sup>40</sup> Vgl. Europäische Kommission, 2020, S. 8.

<sup>41</sup> Bretzke, 2014, S.16.

Logistikdienstleistungen, was mit einem erheblichen Ressourcenverbrauch (Flächen, Wasser, Energie) und einer hohen Umweltbelastung durch die Emission von Luftschadstoffen und Treibhausgasen verbunden ist. Aus der wirtschaftswissenschaftlichen Perspektive betrachtet handelt es sich bei der Verursachung von Umweltschäden um sogenannte externe Effekte, die bei der Produktion oder der Beförderung von Gütern entstehen und deren Kosten der Verursacher nicht zu tragen hat.

Als Gegenteil der Globalisierung gibt es daher bereits Bestrebungen zur Rückbesinnung auf die eigene Region, also eine *Re-Regionalisierung*. Grund hierfür ist das wachsende Bewusstsein über ökologische Zusammenhänge von Transport, Kohlendioxid-Emissionen und Klimawandel. So wie es im Bereich der Produktion ein starkes Bewusstsein für umweltbewusst und nachhaltig hergestellte Produkte gibt, wird sich dieses Bewusstsein auf die gesamte Transportkette erweitern. Folge ist neben der Forderung nach *Green Logistics* und nachhaltigem Wirtschaften, dass der Konsument verstärkt auf Produkte aus seiner Region zurückgreifen wird, um lange Transportwege und -dauer zu vermeiden.

So wie es heute bereits den Trend gibt, innerstädtisch auf ein eigenes Auto zu verzichten und stattdessen auf vorhandene Car Sharing Angebote zurückzugreifen, wird sich dieses Bewusstsein auch auf den Bereich der innerstädtischen Logistik ausweiten. Neue Konzepte der innerstädtischen Belieferung durch die Installation von mehreren kleineren Auslieferungspunkten und Nutzung von Elektromobilen zur Auslieferung auf der letzten Meile in Kombination mit der Bündelung verschiedener Güter für einzelne Touren, werden dem Bedarf der Bewohner nach Lärminderung, sinkenden innerstädtischen Verkehr und sinkender Umwelt- und Gesundheitsbelastung Rechnung tragen müssen. Gerade hier kann die Logistik durch die Entwicklung neuer Konzepte und durch die Übertragung dieser auf die Metropolen der Welt neue Geschäftsfelder erschließen und wirtschaftlich nutzen.

Daher erhält das Thema der *Green Logistics* eine große Bedeutung für die gesamte Branche. Unter diesem Begriff ist ein nachhaltiger und systematischer Prozess zur Erfassung und Reduzierung der Ressourcenverbräuche und

Emissionen, die aus Transport- und Logistikprozessen in und zwischen Unternehmen resultieren zu verstehen.<sup>42</sup>

Nachhaltigkeit wird zur Grundvoraussetzung für alle zukunftsorientierten Akteure der Logistikbranche. *Green-Logistics*, wie z.B. die Elektrifizierung von Logistikflotten und –einrichtungen oder intelligente Containerlösungen, bietet gewaltiges Potenzial für die umweltfreundlichere Gestaltung von Logistikprozessen.

## 5.4 Digitalisierung

Für den Begriff Digitalisierung existieren in der Literatur eine Vielzahl an Definitionen, die sich je nach der betrachtenden Perspektive unterscheiden. Auf rein wissenschaftlicher Basis bedeutet Digitalisierung, analoge Werte in digitale Werte zu überführen.<sup>43</sup> Für die Praxis greift diese Definition allerdings in den meisten Fällen zu kurz.

Gemäß des wirtschaftlichen Verständnisses aus Unternehmensperspektive steht die Digitalisierung für die „[...] *Veränderung von Geschäftsmodellen durch die Verbesserung von Geschäftsprozessen aufgrund der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechniken.*“<sup>44</sup> Die Digitalisierung wird in diesem Kontext also mehr als eine Philosophie bzw. ein Verständnis von Geschäftsmodell, Strategie und Zukunftsorientierung verstanden, die auf dem Einsatz und der Nutzung von Informations- und Kommunikationstechniken basiert. Jedoch wird die Digitalisierung auch als ein gesellschaftlicher Prozess verstanden, der den massiven Einsatz von Digitaltechnologien im menschlichen Alltag beschreibt und zudem zu einem deutlichen Wandel der Funktionsweise von Gesellschaft, Arbeit und Wirtschaft beiträgt.<sup>45</sup> Es entstehen sowohl neue Produkte und Dienstleistungen als auch neue, vor allem hochwertige Berufsbilder. Allerdings besteht die Gefahr, dass laut dem Wirtschaftsnobelpreisträger Christopher Pissarides in den nächsten Jahren durch Digitalisierung und den Einsatz von Robotern 10 % bis 30 % der bisherigen Berufsbilder

---

<sup>42</sup> Vgl. Zanker, 2018, S. 40.

<sup>43</sup> Vgl. Kröhling, 2017, S. 24.

<sup>44</sup> Reker, Jürgen, 2013, S. 8.

<sup>45</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.wfb-bremen.de/de/page/stories/digitalisierung-industrie40/geschichte-der-digitalisierung-teil-zwei>, abgerufen am 11.09.2020.

wegfallen werden.<sup>46</sup>

Auch die deutsche Bundesregierung widmet sich dem Thema seit einigen Jahren und definiert den Megatrend Digitalisierung zusammenfassend wie folgt: „Die Digitalisierung steht für die umfassende Vernetzung aller Bereiche von Wirtschaft und Gesellschaft sowie die Fähigkeit, relevante Informationen zu sammeln, zu analysieren und in Handlungen umzusetzen.“<sup>47</sup>

Im Zuge der Digitalisierung bzw. als Ergebnis der Industrie 4.0, zeichnen sich deutliche Veränderungen in den Produktionen vieler Unternehmen ab, da vermehrt andere, hochmoderne Fertigungsverfahren eingesetzt werden. Als Resultat führt diese Entwicklung zu einer stärkeren Automatisierung und Autonomisierung in den Produktionen und Computer und Maschinen agieren zunehmend autark. Dazu kommt, dass Unternehmen aus diesen Fertigungsverfahren weitere Daten sammeln und auswerten können, die sie zur Verbesserung der Herstellungsprozesse nutzen können. Die Daten können z.B. in die Produktionsplanung einfließen, den Ablauf steuern aber auch für die Weiterentwicklung der Endprodukte eingesetzt werden. Die Unternehmen erwarten daher, den Einsatz der Produktionsmittel effizienter gestalten zu können und die Produktion insgesamt individueller auf Kundenwünsche abzustimmen. Die Produktion wird mit der Vernetzung außerdem flexibler und die Dynamik nimmt zu. Schritte in der Wertschöpfungskette können parallel ablaufen, weshalb aus Wertschöpfungsketten ganze Wertschöpfungsnetzwerke entstehen.<sup>48</sup>

Von einer Digitalisierung der Produktion werden zudem Produktivitätseffekte erwartet, die sich durch die Vernetzung der Maschinen, Produkte und Bauteilen in dynamischen Wertschöpfungsnetzwerken ergeben. Ergebnis eines flexibleren und individualisierten Produktionsprozesses kann darüber hinaus eine Reduktion der Rüstkosten und damit auch der Durchschnittskosten zur Folge haben.<sup>49</sup>

---

<sup>46</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://futurezone.at/netzpolitik/eu-durch-digitalisierung-verlorene-jobs-sollen-ersetzt-werden/400111970>, abgerufen am 11.09.2020.

<sup>47</sup> Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2015, S. 3.

<sup>48</sup> Vgl. Rürup / Jung, 2017, S. 7f.

<sup>49</sup> Vgl. Rürup / Jung, 2017, S. 8.

Wesentlich für eine voranschreitende Digitalisierung ist die Verfügbarkeit von Daten. Datengestützte Automatisierungsprozesse können nur dann erfolgreich implementiert werden, wenn die Datenqualität hoch ist. Es ist wichtig, dass genau die Daten erhoben werden, die relevant sind und dass diese Datensätze aktuell, fehlerfrei, valide und vollständig sind. Eine intelligente Datenauswertung sorgt dafür, die in den Datensätzen enthaltenen Informationen zu extrahieren und daraus Entscheidungsgrundlagen für das Management zu generieren. Für die Auswahl von Mitarbeitern in den Logistikunternehmen heißt das, dass neben den Fachkenntnissen im Bereich der Logistik auch ein Verständnis für die Ergebnisse der Datenanalysen vorhanden sein muss.

Besonders im Logistikbereich lassen sich die Effekte der Digitalisierung nur dann realisieren, wenn alle an der Lieferkette beteiligten Unternehmen in das Datenmanagement einbezogen werden. Die ganzheitliche Betrachtung der Supply Chain führt zur optimalen Realisierung der positiven Effekte einer digitalen Transformation.

Besonders die Entwicklungen im Bereich der Sensorik treiben den technologischen Fortschritt in der Logistikbranche voran und führen zu einer vollständigen Überwachung der Lieferkette, den Einsatz autonom fahrender Transportfahrzeuge und die prädiktive Wartung. Es ist dennoch nicht zu erwarten, dass der Mensch in diesem Prozess vollständig ersetzt wird, denn der persönliche Kontakt im Servicebereich ist weiterhin notwendig und auch nicht durch moderne Tools zu ersetzen.

## **5.5 Dezentralisierung**

Unter Dezentralisierung in Zusammenhang mit der Logistik werden die örtliche Aufteilung von Lagern oder Produktionsstätten und eine damit einhergehende Streuung von Entscheidungsbefugnissen<sup>50</sup> bzw. selbstregelnde Systeme und intelligente Steuerungsmechanismen verstanden.

Dezentralität in den Entscheidungsbefugnissen ist so zu verstehen, dass Entscheidungen, die früher zentral getroffen wurden, nun in die entsprechenden

---

<sup>50</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.onpulsion.de/lexikon/dezentralisierung/>, abgerufen am 14.01.2021.

jeweiligen Bereiche bzw. Arbeitsstätten delegiert werden. Ob ein Mensch diesen Entscheidungsspielraum nutzt oder ein dezentrales IT-System, ist dabei nicht relevant. Das funktioniert aber nur, wenn alle relevanten Informationen auch dezentral verfügbar sind. Die lokale Instanz kann diese dann mit eigenen Erkenntnissen anreichern und basierend darauf Entscheidungen treffen.<sup>51</sup> Es müssen daher intelligentere Prozesse implementiert werden und die Entscheidungsfreiheit des örtlich zuständigen Bereiches erhöht werden.

Im Gegensatz zur immer noch weitverbreiteten hierarchischen Fertigungssteuerung halten immer mehr selbstregelnde Systeme und intelligente Steuerungsmechanismen Einzug in moderne Fabrikhallen. Dabei geht es nicht immer um intelligente Maschinen, sondern häufig um intelligente Prozesse beziehungsweise darum, dass die Menschen in der Fertigung mehr Entscheidungsfreiheit bekommen. Der Mensch als flexibles und autonomes Wesen kann sein direktes Arbeitsumfeld sehr gut überblicken und basierend darauf deutlich bessere Entscheidungen treffen als ein zentrales System. Letzteres überblickt zwar die komplette Fabrik, übersieht möglicherweise aber lokale Details oder bewertet diese unzureichend.<sup>52</sup>

---

<sup>51</sup> Vgl. Internet Dokument: [http://www.digital-manufacturing-magazin.de/sites/default/files/magazine-pdf/dm\\_2015-01\\_archiv.pdf](http://www.digital-manufacturing-magazin.de/sites/default/files/magazine-pdf/dm_2015-01_archiv.pdf), abgerufen am 05.07.2020.

<sup>52</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.it-production.com/allgemein/zukunftskonzeptmes-4-0dezentrale-regelkreise-synchronisieren/>, abgerufen am 14.01.2021.

## 6. Über Mikrotrends in der Logistik

Mikrotrends sind neue, intelligente, leistungsstarke und strukturverändernde Innovationen und haben zum großen Teil einen technologischen Hintergrund und der Ausgangspunkt sind oftmals emergente oder aufstrebende Technologien. Diese werden als fähig angesehen, den Status quo zu ändern. Sie sind in der Regel neu, beinhalten aber auch ältere Technologien, die immer noch umstritten und relativ unterentwickelt sind. Sie zeichnen sich durch radikale Neuheit, relativ schnelles Wachstum, Kohärenz, prominenten Einfluss und Unsicherheit bzw. Unklarheit aus<sup>53</sup>, wobei ihre Auswirkungen aus jetziger Sicht vielfach in der Zukunft liegen.

Für die Logistik werden nachfolgende Trends einer genaueren Betrachtung unterzogen:

- Autonome Systeme,
- Robotik,
- Bionische Verstärkung,
- Additive Fertigung,
- Big Data Analytics,
- Internet of Things – M2M Technologie und
- Künstliche Intelligenz.

### 6.1 Autonome Mobilität

Autonome Mobilität bedeutet die Übertragung von Lenk- bzw. Steueraufgaben vom Fahrzeuglenker, Flugzeugführer bzw. Schiffsführer auf die jeweilige Maschine (Fahrzeug- oder Luftfahrzeug bzw. Schiff). Dazu wurde eine Weiterentwicklung in den Bereichen Sensorik und automatisierten Antriebstechnik erforderlich. Am Fahr- bzw. Luftfahrzeug oder Schiff werden Ultraschall- und Radarsensoren, Kamerasysteme, Laser und Lichtimpulse zur Erfassung der Umweltumgebung eingesetzt. Die so erfassten Daten werden

---

<sup>53</sup> Vgl. Rotolo / Hicks / Martin, 2015, S. 1827.

verarbeitet und letztendlich übernehmen Aktoren automatisch die Fahrzeugführung wie Lenken, Steuern, Beschleunigen, Bremsen, etc.<sup>54</sup>

Autonome Mobile Systeme arbeiten in der Regel mit unterschiedlichen Autonomiegraden entweder unter Fernbedienung durch einen Bediener oder unter autonomer Steuerung von Bordcomputern. Ein autonomes System besteht aus einem Satz von Sensoren, um Umwelteinflüsse zu identifizieren<sup>55</sup>, und trifft entweder autonom Entscheidungen über sein Verhalten oder die Informationen werden an einen menschlichen Bediener an einem anderen Ort weitergeben, welcher das Fahrzeug durch Teleoperation dann steuert.<sup>56</sup>

Autonome Systeme können daher aufgrund ihrer Bauart für viele Anwendungen eingesetzt werden, wo es unpraktisch, gefährlich oder unmöglich ist, einen menschlichen Bediener vor Ort zu haben.

In Produktions- und Distributionsbetrieben gibt es seit vielen Jahren die Forderung nach kurzen Durchlaufzeiten, geringen Beständen und hoher Flexibilität. Zur Erreichung dieser Ziele sind vielfältige organisatorische Maßnahmen und der Einsatz technischer Mittel möglich beziehungsweise erforderlich. Im Bereich der technisch-operativen Logistik sind es die Prozesse und Betriebsmittel des innerbetrieblichen Materialflusses, die geeignet gestaltet werden müssen. Ein wichtiger Prozess im Materialfluss ist das Transportieren, also die zielgerichtete Ortsveränderung von Gütern.

Im Bereich der Verkehrspolitik gilt es, die Möglichkeiten der intelligenten Mobilität optimal auszuschöpfen. Technologiepolitisch betrachtet ist die Entwicklung von Zukunftstechnologien voranzutreiben. Durch Kooperation von Unternehmen in der Automobil-, Luftfahrzeug- und IT-Branche mit Infrastrukturbetreibern der Politik und Verwaltung soll der Verkehr automatisiert und vernetzt werden, um dadurch die Effizienz, Sicherheit und Umweltverträglichkeit zu steigern.<sup>57</sup> Smart Mobility bedeutet also Systeme

---

<sup>54</sup> Vgl. e-mobile BW GmbH / Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie / Prognose AG / Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme / TÜV Rheinland Consulting GmbH / Technische Universität Berlin, 2015, S. 8ff.

<sup>55</sup> Vgl. Internet Dokument: [https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328\\_en.pdf](https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf), abgerufen am 24.08.2020.

<sup>56</sup> Vgl. Gage, 1995, S. 13.

<sup>57</sup> Vgl. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2016, S. 4f.

und Strukturen zu schaffen, welche das Verkehrs- und Transportwesen effizienter, nachhaltiger und ökonomischer machen. Für die Weiterentwicklung und insbesondere für die effizientere Gestaltung von Prozessen sind Automatisierung und Technisierung wesentliche Träger.

Die autonome Mobilität bietet unter anderem folgende Vorteile:

- Organisierter Material- und Informationsfluss führt unmittelbar zu produktivitätssteigernder Transparenz der innerbetrieblichen Abläufe,
- jederzeit pünktliche und kalkulierbare Transportvorgänge,
- Minimierung von Angstvorräten und Wartebeständen,
- Verringerung der Personalbindung im Transport, dadurch Senkung der Personalkosten (insbesondere beim Mehrschichtbetrieb),
- Minimierung von Transportschäden und Fehllieferungen, dadurch Vermeidung von Folgekosten sowie
- hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit.

Es können also Effizienz und Ökonomie des Verkehrs sowie die Sicherheit wesentlich gesteigert werden. Die Weiterentwicklung der autonomen Mobilität ist daher durch Politik und Wirtschaft weiter voranzutreiben, wobei eine vernetzte Infrastruktur eine wichtige Voraussetzung darstellt.

### *6.1.1 Autonome landgebundene Fahrzeuge*

Autonome landgebundene Fahrzeuge können mit Hilfe verschiedener Sensoren ihre Umgebung wahrnehmen und aus den gewonnenen Informationen ihre Position und die anderer Verkehrsteilnehmer bestimmen, in Zusammenarbeit mit der Navigationssoftware das Fahrziel ansteuern und Kollisionen auf dem Weg vermeiden.<sup>58</sup>

Dies bedeutet einen entscheidenden Schritt in Richtung Ressourceneffizienz und Ökonomie. Durch die verlässliche Interpretation der Sensordaten zur Wahrnehmung von Personen, Hindernissen, Objekten, anderen Verkehrsteilnehmern sowie (Straßen-) Verkehrsverhältnissen, wie z.B. Nässe und

---

<sup>58</sup> Vgl. Internet Dokument [https://de.wikipedia.org/wiki/Selbstfahrendes\\_Kraftfahrzeug](https://de.wikipedia.org/wiki/Selbstfahrendes_Kraftfahrzeug), abgerufen am 05.07.2020.

Schnee, kann ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit geleistet werden. Autonome Fahrzeuge müssen in diesem Zusammenhang Gefahren erkennen, identifizieren, mit einer lernfähigen Software interpretieren und so das Fahrzeug in allen Situationen steuern können.<sup>59</sup> Zur Navigation wird die aktuelle Position im Verkehrs- und Straßennetz mit den Umgebungsmerkmalen, Kurven und Engstellen o.Ä. anhand digitaler und spürgeuer Karten bestimmt.

Die Klassifizierung des autonomen Fahrens im Straßenverkehr wird in sechs Stufen<sup>60</sup> vorgenommen:

---

<sup>59</sup> Vgl. Global e-sustainability initiative, 2015, S. 47.

<sup>60</sup> Vgl. e-mobile BW GmbH / Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie / Prognose AG / Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme / TÜV Rheinland Consulting GmbH / Technische Universität, 2015, S. 29.

Stufe	Kennzeichen	Funktion Fahrer	Funktion System
Stufe 0	Keine Automatisierung	Dauerhafte gesamte Fahrzeugführung.	
Stufe 1	Assistiertes Fahren	Dauerhafte Quer- oder Längsführung.	Das System führt jeweils andere Fahraufgaben in gewissen Grenzen aus.
Stufe 2	Teilautomatisiertes Fahren	Dauerhafte Systemüberwachung und dauerhafte Bereitschaft zur Übernahme.	Das System übernimmt Quer- und Längsführung in spezifischen Fahrsituationen für einen gewissen Zeitraum.
Stufe 3	Hochautomatisiertes Fahren	Keine dauerhafte Systemüberwachung erforderlich. Bei Bedarf Übernahme mit ausreichender Zeitsreserve.	Das System übernimmt Quer- und Längsführung in speziellen Fahrsituationen für einen gewissen Zeitraum.
Stufe 4	Vollautomatisiertes Fahren	Keine dauerhafte Systemüberwachung erforderlich.	Das System übernimmt Quer- und Längsführung für einen gewissen Zeitraum in speziellen Fahrsituationen.
Stufe 5	Fahrerlos	Kein Fahrer erforderlich.	Das System übernimmt Quer- und Längsführung vollständig und ist in allen Situationen in der Lage, das Fahrzeug sicher zu steuern.

Tabelle 1: Stufen des autonomen Fahrens im Straßenverkehr

Im Bereich der Logistik wurden autonome landgebundene Fahrzeuge (im internationalen Kontext wird der Begriff Unmanned Ground Vehicles (UGV) verwendet) nach und nach in sorgfältig kontrollierten Umgebungen wie Lagerhäusern oder Arbeitsstätten in den letzten Jahren eingesetzt. Der nächste evolutionäre Schritt wird es sein, selbstfahrende Fahrzeuge in ge-

meinsamen und öffentlichen Räumen, wie auf Autobahnen und Straßen, einzusetzen, um logistische Operationen weiter zu optimieren und die Sicherheit zu erhöhen. Zwar gibt es derzeit strenge Gesetze über die Verwendung dieser Fahrzeuge in öffentlichen Räumen, erste Tests wurden allerdings bereits erfolgreich durchgeführt. In Österreich öffnete z.B. das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie einen Teil der Autobahn A9 in der Steiermark für selbstfahrende Fahrzeuge, welche autonom fahren, bremsen und beschleunigen können.<sup>61</sup>

In Lagerhäusern der Zukunft wird die nächste Generation von UGV, wie autonome Gabelstapler, Flurfördersysteme und Schwarm-Förderbandsysteme, eingesetzt werden.<sup>62</sup> Diese Fahrzeuge haben integrierte Sensoren, die eine Navigation ermöglichen, ohne dass weitere technische Hilfestellungen, wie magnetische oder induktive Streifen am Boden, erforderlich sind. Diese Flexibilität ermöglicht verschiedene Einsatzszenarien und ermöglicht neue Anwendungsfälle für maschinell-menschliche Zusammenarbeit.<sup>63</sup> Ein Beispiel dafür ist der *RackRacer* aus dem Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik.<sup>64</sup> Dieses Shuttle wurde zur Bedienung eines Kleinteile- bzw. Pufferlagers entwickelt. Ausgestattet mit Raupenketten bewegt es sich nicht nur horizontal, sondern auch diagonal durch die Regalgassen und lagert selbstständig Waren ein bzw. aus.

Bei logistischen Aktivitäten in Häfen können selbst fahrende Technologien genutzt werden, um die Manipulation von Frachtcontainern zu automatisieren. Dies kann durch selbstfahrende Karren und Transportwagen erreicht werden, die selbstständig Container intelligent sammeln, manövrieren und neu positionieren.

Logistische Güter werden oft bei langen Fahrten über Nacht und auch bei rauen Witterungsbedingungen transportiert. Transportunternehmen können

---

<sup>61</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.bmvit.gv.at/presse/aktuell/nvm/2016/1221OTS0072.html>, abgerufen am 24.08.2017.

<sup>62</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://cerasis.com/2017/04/03/warehouse-of-the-future/>, abgerufen am 24.08.2017.

<sup>63</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.thefuturewarehouse.com/>, abgerufen am 24.08.2017.

<sup>64</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.industrie40.ihl.fraunhofer.de/de/ergebnisse/rackracer.html>, abgerufen am 10.11.2020.

verschiedene fahrerlose Technologien nutzen, um die Gesundheit und Sicherheit der Fahrer zu unterstützen. Ein Konzept wäre die autonome Autobahn, die eine manuelle Bedienung nur dann erfordert, wenn der Lastkraftwagen die Autobahn befährt oder verlässt.

Die Gruppierung von Fahrzeugen in geschlossene Züge ist eine Methode zur Erhöhung der Straßenkapazität. Dabei bewegen sich dicht hintereinanderfahrende Fahrzeuge in einem Verband. Nur das erste Fahrzeug wird durch einen Fahrer gesteuert, alle anderen Fahrzeuge fahren automatisch. Durch die verbesserte Aerodynamik und den geringeren Luftwiderstand kann der Emissions- und Kraftstoffverbrauch reduziert werden.<sup>65</sup> Diese *Platoons* verringern die Abstände zwischen Autos oder Lastkraftwagen mit elektronischer und ggf. mechanischer Kupplung. Folglich kann durch den geringeren Abstand auch mehr Verkehrsraum und ein besserer Verkehrsfluss geschaffen werden. Diese Fähigkeit würde es erlauben, dass viele Fahrzeuge gleichzeitig beschleunigen oder bremsen. *Platooning* ermöglicht auch einen geringeren Abstand zwischen den Fahrzeugen, da die menschliche Reaktionszeit computerunterstützt verringert wird. Die Fahrer würden allerdings eine spezielle Fahrausbildung aufgrund der neuen Fähigkeiten und der zusätzlichen Verantwortung beim Fahren in der Führung benötigen.<sup>66</sup>

Größere auszuliefernde Mengen können mit selbstfahrenden Paketfahrzeugen<sup>67</sup>, die selbständig einer Auslieferungsperson folgen, befördert werden, wobei Gehsteige oder andere Verkehrswege durch die Zustelldienste genutzt werden.<sup>68</sup>

### 6.1.2 Autonome luftgebundene Fahrzeuge

Ein autonomes luftgebundenes Fahrzeug, oder Unmanned Aerial Vehicle (UAV), ist ein Luftfahrzeug ohne menschlichen Piloten an Bord. Obwohl Drohnen im privaten Bereich mittlerweile sehr verbreitet sind, besteht bei

---

<sup>65</sup> Vgl. Flämig, 2015, S. 20.

<sup>66</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.drivingtests.co.nz/resources/what-is-vehicle-platooning/>, abgerufen am 24.08.2020.

<sup>67</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://kurier.at/wirtschaft/steirischer-roboter-stellte-post-in-graz-zu/293.798.027>, abgerufen am 24.10.2020.

<sup>68</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation, 2020, S. 69.

der Verwendung von UAVs im Bereich der Logistik noch Entwicklungspotenzial. Dies ist weitgehend auf technologische Beschränkungen (z.B. schlechte Stabilität bei ungünstigen Wetterbedingungen), gesetzliche Regulierungen (z.B. eine Genehmigung ist von Fall zu Fall erforderlich) und öffentliche Bedenken hinsichtlich der Verwendung von UAV in dicht besiedelten Gebieten zurückzuführen. Allerdings haben erste kommerzielle Tests erfolgreich die Möglichkeiten gezeigt (z.B. transportiert Amazon Pakete zu Kunden in England<sup>69</sup>) und die Gesetzeslage sollte für kommerzielle UAV-Lieferungen in den nächsten Jahren angepasst werden.

Die Überwachung von Infrastruktur kann von UAV unterstützt werden. Ausgestattet mit Kameras, können sie Standorte überwachen, um Diebstähle zu verhindern und über vermutete Schäden oder Wartungsanforderungen berichten.<sup>70</sup> Sie können auch dazu verwendet werden, wichtige logistische Operationen vor Ort zu koordinieren.

Der innerbetriebliche Transport (z.B. Transportieren von Gütern in die vorgesehene Produktionsstätte) oder der Transport von dringenden Ersatzteillieferungen kann optimiert werden. UAV, die mit Computer-Vision-Technologie ausgestattet sind, können darüber hinaus in Lagern zur Inventarprüfungen eingesetzt werden.

Die Auslieferung von Gütern mit UAV ist in ländlichen bzw. abgelegenen Regionen, wie z.B. Inseln bei rauen Witterungsverhältnissen oder Dörfer in Bergketten, attraktiv, wenn diese eine begrenzte Infrastruktur aufweisen oder der Zugang gefährlich ist.<sup>71</sup>

Im urbanen Umfeld können UAV bei Auslieferungen verwendet werden, die mit herkömmlichen Lieferfahrzeugen nicht wirtschaftlich erreicht werden können. Durch die Verringerung der Anzahl der Fahrzeugbewegungen können somit in dicht besiedelten Räumen Verkehrsüberlastungen verringert

---

<sup>69</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.nytimes.com/2016/12/14/technology/amazon-drone-england-delivery.html?mcubz=3>, abgerufen am 24.08.2020.

<sup>70</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.ecmag.com/section/systems/drones-critical-infrastructure-surveillance-and-expansion>, abgerufen am 24.08.2020.

<sup>71</sup> Vgl. Internet Dokument: [http://www.omaha.com/money/ups-tests-drones-for-regular-deliveries-in-rural-areas/article\\_7aadf43c-f8ac-11e6-a46e-13440d490068.html](http://www.omaha.com/money/ups-tests-drones-for-regular-deliveries-in-rural-areas/article_7aadf43c-f8ac-11e6-a46e-13440d490068.html), abgerufen am 24.08.2017.

werden. Die eingesetzten UAV können an einer Logistikkreisscheibe oder sogar direkt im Einzelhandelsgeschäft vorbereitet werden und an vorher programmierten Routen oder vollständig autonom sicher Waren an bestimmten Abgabepunkten liefern.<sup>72</sup>

### 6.1.3 *Autonome wassergebundene Fahrzeuge*

Noch sind autonome wassergebundene Fahrzeuge, die die Häfen der Welt miteinander verbinden, Zukunftsmusik. Frühestens im Jahr 2021 soll mit der *Yara Birkeland*<sup>73</sup> das weltweit erste autonome Containerschiff in Dienst gestellt werden. Ihr Einsatz bleibt jedoch fürs Erste auf ein küstennahes Testgebiet in norwegischen Hoheitsgewässern beschränkt. Zudem wird der emissionsfreie Frachter zunächst bemannt von einem zum nächsten Terminal und auf See unterwegs sein. Erst im Laufe der folgenden Jahre soll das Schiff nach und nach mit weniger und letztlich ohne Besatzung an Bord autonom fahren.

Welches wirtschaftliche Potenzial von der sich rasant entwickelnden autonomen Schifffahrt zu erwarten ist, zeigt eine im August 2019 veröffentlichte Studie der US-amerikanischen Marktforschung Allied Market Research. Ihr zufolge wird der Markt für autonome Schiffe bereits für das laufende Jahr auf immerhin rund 88 Mio. US-Dollar geschätzt. Bis 2030 sollen es knapp 135 Mrd. US-Dollar werden.<sup>74</sup>

Ähnlich wie beim autonomen Fahren auf den Straßen sind auch in der Seefahrt umfangreiche Gesetzesregelungen notwendig. Diese betreffen Notfälle ebenso wie Haftungen. Bevor Schiffe autonom fahren können, muss ein international verbindliches Regelwerk erstellt werden.

Personalkosten sind nach dem Treibstoff der größte Kostenblock für eine Reederei – auch wenn die Crewstärke immer weiter abnimmt. Gingen die größten Containerschiffe in den 90er-Jahren mit einer Besatzung von etwa

---

<sup>72</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation, 2020, S. 71.

<sup>73</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.kongsberg.com/maritime/support/themes/autonomous-ship-project-key-facts-about-yara-birkeland/>, abgerufen am 09.11.2020.

<sup>74</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.alliedmarketresearch.com/autonomous-ships-market>, abgerufen am 09.11.2020.

40 Seeleuten auf große Fahrt, so sind dies heute nur noch etwa 20 Seefahrer und das bei doppelt so großen Schiffen. Zudem soll der Treibstoffverbrauch um zehn bis 15 % verringert werden können, wenn das Schiff per Computer gesteuert wird. Grund dafür ist eine gleichmäßigere und konstantere Fahrweise.

Miko Tepponen, Vizepräsident des Digital Portfolio Management beim finnischen Anlagenbauer *Wärtsilä* stellte 2020 im Sinne einer Zukunftsprognose fest, dass „*komplett autonome Schiffe erst in 20 oder 30 Jahren, auch wenn die Technik dafür deutlich früher bereitstehen wird, im Bereich der Hochseeschifffahrt eingesetzt werden.*“<sup>75</sup>

## 6.2 Robotik

Robotik wird als jene Technologie bezeichnet, die sich mit dem Design, dem Bau, dem Betrieb und der Anwendung von Robotern und den notwendigen Computer- und Steuerungssystemen beschäftigt. Ein Roboter ist eine Einheit, die diese Interaktion mit der physischen Welt auf der Basis von Sensoren, Aktoren und Informationsverarbeitung umsetzt.<sup>76</sup>

Roboter arbeiten derzeit Hand in Hand mit Menschen in gefährlichen Umgebungen oder in bestimmten Herstellungsprozessen. Diesen kollaborativen Robotern kommen eine immer größere Bedeutung zu. Herkömmliche Industrieroboter werden in immer mehr Bereichen der Industrie durch diese ersetzt oder erweitert. Sie kommen in Zusammenarbeit mit Menschen im Produktionsprozess zum Einsatz und sind dabei nicht mehr wie der typische industrielle Roboter durch Schutzeinrichtungen von ihren menschlichen Kollegen getrennt.<sup>77</sup> Kollaborative Roboter sind im Vergleich zu traditionellen Industrierobotern kompakter, flexibler einsetzbar und leichter zu programmieren. Dabei ersetzen sie nicht die Arbeitsplätze des Menschen, sondern ergänzen diese. Es wird davon ausgegangen, dass der Einsatz von Robotern die Produktivität pro Mitarbeiter zukünftig um bis zu 30 % steigern wird.

---

<sup>75</sup> Internet Dokument: <https://www.dvz.de/rubriken/see/detail/news/industriecollaboration-treibt-autonome-schifffahrt-voran.html>, abgerufen am 14.01.2021.

<sup>76</sup> Vgl. Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 2017, S. 10.

<sup>77</sup> Vgl. Management Circle AG, 2018, S. 17.

In zunehmendem Maße werden Roboter allerdings dazu entworfen und konzipiert, um in Rollen komplementär zu den Menschen zu handeln und diese sukzessive zu ersetzen.<sup>78</sup> Heute können Roboter autonom oder ferngesteuert Lagerbestände ordnen, Lasten bewegen oder Hausarbeit machen. Je mehr sich ihre Software, also die künstliche Intelligenz, verbessert, desto umfassender einsetzbar werden sie.

Forscher und Entwickler erweitern nach und nach die Fähigkeiten von Robotern und überqueren somit die Grenze zwischen Industrierobotern, welche vorrangig in der Produktion eingesetzt sind, und nichtindustriellen Robotern. Obwohl allerdings noch viele Entwicklungsschritte notwendig sind, um die kognitiven Fähigkeiten der Roboter zu verbessern, könnten bis 2040 viele Elemente für aus derzeitiger Sicht noch futuristische Systeme vorhanden sein. Solche Roboter könnten die Notwendigkeit von menschlicher Arbeit in einigen Fertigungsumgebungen bzw. Branchen fast zur Gänze beseitigen.<sup>79</sup>

Einige Studien deuten darauf hin, dass erhebliche Anteile an Arbeitsplätzen in vielen Branchen in Europa gefährdet sein können, weil sie durch diese neue Technologie ersetzt werden. Die Zahlen reichen von 47 % bis 62 %. In den USA beträgt die entsprechende Zahl 47 %. Innerhalb bestimmter Branchen sind die Zahlen noch höher. Zum Beispiel liegt die Wahrscheinlichkeit des Einsparungspotentials von Arbeitsplätzen in der Hotelleriebranche und der Nahrungsmittelindustrie bei etwa 87%.<sup>80</sup> Die vom Wandel in der Arbeitswelt negativ betroffenen Menschen, müssen über ein dementsprechendes Bildungsangebot auf neue Aufgaben vorbereitet werden.

Fahrzeug- und Containerentladungsroboter unterstützen derzeit Arbeiter bei körperlich anstrengenden Aufgaben. Bilderkennungstechnologien und Fortschritte in der Rechenleistung haben bereits erst Lösungen ermöglicht, wo

---

<sup>78</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.horizons.gc.ca/eng/content/metascan-3-emerging-technologies-0>, abgerufen am 24.08.2020.

<sup>79</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.dni.gov/index.php/global-trends-home>, abgerufen am 24.08.2020.

<sup>80</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.socialeurope.eu/technology-and-the-future-of-work-in-advanced-economies>, abgerufen am 24.08.2020.

Roboterarme mit leistungsstarken Sensoren und Greifern arbeiten, um einzelne Pakete zu lokalisieren, ihre Größe und Form zu analysieren und die optimale Entladesequenz zu bestimmen.<sup>81</sup>

### 6.3 Bionische Verbesserung

Bionisch bezieht sich auf das Hauptwort Bionik, welches ein Kunstwort aus BIOlogie und TechNIK darstellt und allgemein eine interdisziplinäre Wissenschaft bezeichnet, die sich mit der Verschränkung zwischen Biologie und Technik auseinandersetzt. Ziel ist es, durch Imitation der Natur Lösungen für technische Probleme zu finden.<sup>82</sup> Es muss festgehalten werden, dass der Zweck der Bionik nicht in der Nutzung lebender Systeme oder biologischer Materialien selbst liegt, sondern in der Wissensnutzung aus eben solcher Systeme und Materialien zur Weiterentwicklung der Technik.

*Human Enhancement*, zu Deutsch die „menschliche Verbesserung oder Verstärkung“, bezeichnet hierbei einen Teilbereich der Bionik, welcher die Leistungssteigerung und Erweiterung des Möglichkeitsspektrums eines Menschen zum Ziel hat. Durch Wirkstoffe, technische Hilfsmittel und künstliche Körperteile sollen die körperlichen und geistigen Fähigkeiten des Menschen verbessert und optimiert werden.<sup>83</sup>

Zur Klassifizierung und Verortung der Bionischen Verbesserungen, welches als ein Sammelbegriff für (technische) Eingriffe in die menschliche Natur bzw. den Organismus dient, lassen sich prinzipiell zwei verschiedene Ziele bzw. Typologien zu Grunde legen. Einerseits geht es um die Verbesserung der physischen Konstitution durch Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie dem Ausgleich körperlicher Defizite, und andererseits wird die psychische Konstitution durch Verbesserung der kognitiven Fähigkeiten oder Erhöhung der emotionalen Zustände, verbessert. Dies kann durch unterschiedliche technische Arten der Interventionen erfolgen:

---

<sup>81</sup> Vgl. Internet Dokument: [https://www.roboticsbusinessreview.com/supply-chain/frito\\_lay\\_and\\_wynright\\_put\\_robots\\_on\\_the\\_docks/](https://www.roboticsbusinessreview.com/supply-chain/frito_lay_and_wynright_put_robots_on_the_docks/), abgerufen am 24.08.2020.

<sup>82</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://brockhaus.at/ecs/enzy/article/bionik>, abgerufen am 01.04.2021.

<sup>83</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/human-enhancement-54034>, abgerufen am 02.04.2021.

- Genetische Eingriffe,
- Pharmakologische Verbesserungen,
- Elektromagnetische Stimulationen,
- Chirurgische Eingriffe oder
- Optogenetische Eingriffe.

Die Arten der Intervention stellen allerdings eine Herausforderung dar, da diese die Steigerung der Leistung einer Person über die natürlichen Grenzen hinaus ermöglichen. Dieses bewusste Eingreifen in den menschlichen Körper muss daher ethischen und rechtlichen Regeln unterworfen werden. Das Hauptaugenmerk muss daher in der Implementierung dieser Möglichkeiten in Unternehmen liegen, um die Sicherheit zu erhöhen und gesundheitliche Belastungen bei bestimmten Tätigkeiten zu verringern.<sup>84</sup> Somit können Berufsunfälle und -krankheiten erheblich reduziert werden.

Durchbrüche in der Sensor- und Nanotechnologie haben bisher unvorstellbare bionische Lösungen ermöglicht und wurden ursprünglich für Gesundheitsdienstleister entwickelt. Der Markt für intelligente *Wearables* und für Exoskelette hat in letzten zwei Jahren einen rasanten Anstieg erlebt. So steigerten sich die Ausgaben für intelligente *Wearables* um fast 50 Milliarden Euro vom Jahr 2019 auf das Jahr 2020. Dies ist ein Anstieg um 27 % und es wird erwartet, dass sich die Investitionen von 2019 bis 2022 verdoppeln.

Intelligente Augengläser oder Kontaktlinsen, welche wichtige Information in das Sichtfeld des Trägers integrieren und Sensoren, die Muskelbewegungen erkennen, ebnen den Weg in das Lagerhaus der Zukunft. Neben den angeführten *Smartglasses* helfen Sensoren, welche die Körperhaltung überwachen, Verletzungen zu reduzieren und die Körperpositionierung am Arbeitsplatz zu optimieren. Doch in den kommenden Jahrzehnten werden intelligente *Wearables* voraussichtlich noch weiter verkleinert werden und noch enger mit dem menschlichen Körper verbunden werden. So können z.B. mit Elektronik kombinierte Textilien die Ermüdung eines Fahrers feststellen und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden.

---

<sup>84</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://innovateuk.blog.gov.uk/2017/01/05/exoskeletons-and-wearable-robotics/>, abgerufen am 24.08.2020.

Exoskelette können als Roboteranzüge verstanden werden, die die Kraft und Ausdauer der Träger steigern und damit die körperliche Belastung stark reduzieren. Arbeiter sind somit in der Lage schwere Gegenstände zu heben und fähig manuelle Tätigkeiten länger zu durchzuführen (Sortieren, Kommissionieren, Verpacken, Beladen) Sowohl aktive Exoskelette (motorisierte Ausführungen) als auch passive Exoskelette (Entwürfe mit Komponenten wie Federn, die Energie speichern und wieder freigeben) werden immer leichter einsetzbar. Dies erhöht die Produktivität und Sicherheit in der Logistik.<sup>85</sup>

Dank des wissenschaftlichen und technischen Fortschritts ist es heute möglich, die Funktionen des Menschen im Laufe eines Lebens zu verbessern. Innerhalb die Logistikbranche können bionischen Verbesserungen als Ganzes in der Regel als potenzielle Hilfsmittel für mehr anstrengende, körperlich aktive Beschäftigungen genutzt werden. Dadurch können eine arbeitsbedingte Müdigkeit wirksam bekämpft sowie Verletzungen und Muskel-Skelett-Erkrankungen vorgebeugt werden. Aufgrund des Arbeitskräftemangel und der alternden Belegschaft ist deren Gesundheit und Sicherheit in den Fokus der Überlegungen gerückt.

## 6.4 Additive Fertigung

Unter dem Begriff additive Fertigungsverfahren werden alle Verfahren verstanden, bei denen Bauteile aus dreidimensionalen Computerdaten schichtweise (daher „additiv“) und automatisch aufgebaut werden. Der sogenannte 3D-Druck zählt dabei zu dem bekanntesten additiven Fertigungsverfahren und bezieht sich auf Prozesse, die verwendet werden, um ein dreidimensionales Objekt zu erzeugen, indem Materialschichten unter Computersteuerung nach und nach aufgetragen werden.<sup>86</sup> Eine Unterscheidung der einzelnen Verfahren kann beispielsweise durch die unterschiedlichen Arten von Werkstoffen (z.B. Keramiken, Metalle), die unterschiedlichen Ausgangsformen (z.B. Flüssigkeit, Pulver) oder auch durch die Art der Aushärtung der Schichten (z.B. Licht, chemische Reaktion) vorgenommen werden.<sup>87</sup>

---

<sup>85</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation, 2020, S. 55.

<sup>86</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.theengineer.co.uk/issues/24-may-2010/the-rise-of-additive-manufacturing/>, abgerufen am 24.08.2020.

<sup>87</sup> Vgl. Planungsamt der Bundeswehr. 2013, S. 4.

Der erste 3D-Drucker wurde bereits 1984 entwickelt. Seit damals hat sich diese Technologie rasant weiterentwickelt. Heute werden bereits Geräte angeboten, die auch für private Nutzer erschwinglich sind. Durch diese Fortschritte in Forschung und Entwicklung ergeben sich auch zahlreiche neue Anwendungsoptionen für additive Fertigungsverfahren.<sup>88</sup>

Additive Fertigungsverfahren finden heute bereits in zahlreichen Industriebereichen Anwendung. Als Beispiele seien an dieser Stelle die Anfertigung von Prototypen in der Produktentwicklung, die Fertigung besonders leichter Serienbauteile für die Luftfahrtindustrie oder die kostensparende Produktion komplexer Bauteile in Kleinserie angeführt.<sup>89</sup> In der Ersatzteillogistik beispielsweise lassen sich dadurch deutlich kürzere Produktions- und Lieferzeiten erzielen, wobei auch die Fertigung von Sonderteilen in geringen Stückzahlen wirtschaftlich realisierbar ist.<sup>90</sup> Weiters werden bereits im Gesundheitswesen additive Fertigungsverfahren zur Herstellung von individualisierten Prothesen und passgenauen Implantaten angewendet.<sup>91</sup>

Durch additive Fertigungsverfahren können neue Logistikdienstleistungen ermöglicht werden. Durch den Aufbau einer globalen 3D-Druck-Infrastruktur kombiniert mit einer Software-Datenbank für digitale Modelle wird es möglich sein, bestimmte Teile auf Anfrage bei der nächstgelegenen 3D-Druckerei herstellen zu lassen und an die richtige Stelle zu liefern. Dies würde die Durchlaufzeiten reduzieren und die Kosten senken.<sup>92</sup>

3D-Druck ist derzeit auf strukturelle Komponenten beschränkt, die keine elektronischen, optischen oder anderen funktionalen Fähigkeiten aufweisen. Aber bis 2040 können die Hersteller in der Lage sein, kombinierte Druckverfahren anzubieten.<sup>93</sup>

---

<sup>88</sup> Vgl. Planungsamt der Bundeswehr, 2013, S. 3f.

<sup>89</sup> Vgl. Planungsamt der Bundeswehr, 2013, S. 6.

<sup>90</sup> Vgl. Wöhrle, 2015, S. 28.

<sup>91</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.fda.gov/medicaldevices/productsandmedical-procedures/3dprintingofmedicaldevices/default.htm>, abgerufen am 28.01.2021.

<sup>92</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation, 2020, S. 50.

<sup>93</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.dni.gov/index.php/global-trends-home>, abgerufen am 27.01.2021.

## 6.5 Big Data

In den nächsten Jahren werden 50 Mal mehr Daten abgerufen bzw. erfasst werden können als noch vor fünf Jahren. Diese steigende Nachfrage nach personalisierten und kontextbasierten logistischen Daten haben die Entwicklung der künstlichen Intelligenz und des maschinellen Lernens vorangetrieben. Der Bereich der *Big Data* tritt daher immer mehr in den Fokus der Logistik, da für die Erfüllung der Aufgaben im Rahmen des Logistikmanagements Daten eine absolute Notwendigkeit sind. So können durch die digitale Transformation und dem Internet der Dinge, sämtliche Datenflüsse aus verschiedenen Lieferkettenquellen erfasst, aufbereitet und ausgewertet werden. Dafür ist es allerdings notwendig, Daten aus verschiedenen Quellen zu evaluieren und einen Prozess zu entwickeln, mit der diese logisch verknüpft werden können.<sup>94</sup>

Der Hauptzweck einer modernen Datenerfassung liegt prinzipiell in der Ermöglichung von *smarten* Lieferketten. Dadurch soll völlige Transparenz im Logistikmanagement, also der Gestaltung, Steuerung und Kontrolle der Logistikkette, erreicht werden. Der gesamte Kreislauf, beginnend bei der Beschaffung und Anlieferung von Ausgangsprodukten, über die Fertigung, weiter zur Lagerung und Verteilung bis hin zur Kundenbelieferung, wird bezüglich der Datenerfassung und -verarbeitung miteinbezogen.

In den vergangenen Jahren haben neue Technologien eine präzise Identifikation von Objekten und Menschen möglich gemacht. Sensorische Datenerfassung in der Logistik kommt im Wesentlichen in vier Bereichen zur Anwendung: (1) in der Navigation, (2) in der Lokalisierung, (3) in der Identifizierung und (4) in der Überwachung des Zustandes von Gütern und Produkten. Diese moderne Datenverwaltung basiert dabei auf möglichst hoher Standardisierung, Vernetzung und Serviceleistung. Dazu bedient sich die Logistik des Internet der Dienste als Datendrehscheibe. Einen entscheidenden Faktor stellt dabei die globale und konzernweite Anwendungssicherheit dar, wobei ein automatisiertes Zugriffsmanagement hilft, die Sicherheit zu erhöhen.<sup>95</sup> Ziel ist es, den Mitarbeitern zu jeder Zeit die richtige und relevante

---

<sup>94</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.bvl.de/blog/big-data-bringen-die-logistik-in-bewegung/>, abgerufen am 28.01.2021.

<sup>95</sup> Vgl. DHL Customer Solutions & Innovation, 2020, S. 54.

Information im Arbeitsprozess zur Verfügung zu stellen.

Mit der Digitalisierung und der damit einhergehenden Vernetzung und Datenverfügbarkeit über die gesamte Supply Chain hinweg bestehen die zukünftigen Herausforderungen, neben der reinen Datenerfassung durch Sensoren, in der intelligenten Dateninterpretation. Sensorik und Messtechnik sind somit die Schlüsseltechnologien für die Digitalisierung, die künstliche Intelligenz und das Internet der Dinge. Wichtig ist und bleibt bei bestehenden und zukünftigen Technologien eine branchenübergreifende und interdisziplinäre Vernetzung zwischen allen beteiligten Akteuren aus Industrie und Wissenschaft.

## 6.6 Internet of Things

Als Internet der Dinge bezeichnet man ein Netzwerk von Geräten oder Produkten, welche über das Internet untereinander im Datenaustausch stehen und sich somit koordinieren und miteinander in Interaktion treten können.<sup>96</sup> Somit ist die Eingabe und die Bearbeitung von Daten durch den Menschen nicht mehr notwendig. An diese Stelle treten Gegenstände, welche nun immer mehr über Eigenschaften der Vernetzung, wie digitale Logik, Sensorik und Kommunikationsfähigkeiten, verfügen.

Im Bereich der Logistik zeigt das Internet der Dinge seinen Einfluss durch die sogenannte Selbststeuerung. Darunter wird die dezentrale Steuerung autonomer logistischer Objekte in einer heterarchischen Organisationsstruktur verstanden. Das bedeutet, dass die einzelnen logistischen Objekte wie das Transportgut, die Ladungsträger und auch die Transportsysteme durch neue Informations- und Kommunikationstechnologien selbstständig Steuerungsentscheidungen treffen und ihren Weg von selbst durch inner- und außerbetriebliche Netze bestimmen. Dadurch werden neue Steuerungsstrategien und -systeme ermöglicht, die den sich immer schneller verändernden Anforderungen heutiger Märkte besser gerecht werden als die gegenwärtigen Logistiksteuerungs- und -informationssysteme.

Diese Maschine-zu-Maschine Technologie ist eine Grundvoraussetzung für

---

<sup>96</sup> Vgl. Hung, 2017, S. 5.

das Internet der Dinge und steht für den automatisierten und auch in weiterer Folge autonomen Informationsaustausch zwischen Endgeräten wie Maschinen, Automaten, Fahrzeugen oder Containern untereinander oder mit einer zentralen Leitstelle,<sup>97</sup> zunehmend unter Nutzung des Internets und den verschiedenen Zugangsnetzen, wie dem Mobilfunknetz. Eine Anwendung ist die Fernüberwachung, -kontrolle und -steuerung von Fahrzeugen, die als Telematik bezeichnet wird. Die Maschine-zu-Maschine Technologie verknüpft dabei Informations- und Kommunikationstechnik.<sup>98</sup>

*Smart Products* sind die faktische Ausprägung der Maschine-zu-Maschine Technologie. Diese verfügen durch die Einbettung von Informationstechnologien über Fähigkeiten, die über ihre ursprüngliche Bestimmung hinausgehen. Die wesentlichen Fähigkeiten dieser Gegenstände bestehen darin Informationen zu erfassen, zu verarbeiten und zu speichern und mit ihrer Umgebung zu interagieren. Dadurch können sich diese Produkte selbst steuern bzw. prüfen. Zentrale Aspekte sind:

- Identifikation und Datenspeicherung,
- Sensorik zur Erfassung der Umwelt,
- Aktoren zur Beeinflussung der Umwelt,
- Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung sowie
- Kommunikation und Netzwerkfähigkeit.

## 6.7 Künstliche Intelligenz

Über eine Definition, was künstliche Intelligenz ist, herrscht in der Scientific Community Uneinigkeit. Aus diesem Zweck wird eine Möglichkeit, welche die International Organization for Standardization liefert angeboten. In diesem Sinne ist künstliche Intelligenz „*the capability of a functional unit to perform functions that are generally associated with human intelligence such as reasoning and learning.*“<sup>99</sup> Dadurch wird menschliches Lernen und Denken auf den Computer übertragen, welcher Daten besser, genauer und schneller verarbeiten kann als der Mensch.

---

<sup>97</sup> Vgl. Anton-Haro / Dohler, 2015, S.1.

<sup>98</sup> Vgl. Internet Dokument: [https://de.wikipedia.org/wiki/Machine\\_to\\_Machine](https://de.wikipedia.org/wiki/Machine_to_Machine), abgerufen am 05.07.2016.

<sup>99</sup> Internet Dokument: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8373:ed-2:v1:en>, abgerufen am 06.11.2020.

Künstliche Intelligenz verändert als Folge des anhaltenden Trends zur Automatisierung bzw. Autonomisierung und der kontinuierlichen Verbesserung der Datenverarbeitung die Art und Weise, wie Logistikanbieter arbeiten. Die künstliche Intelligenz wird das menschliche Fachwissen durch Systeme erweitern und helfen, aus großen Datenmengen neue Erkenntnisse zu gewinnen und schwierige Aufgaben zu eliminieren.

In der Logistik wird künstliche Intelligenz proaktive bzw. vorausschauende Operationen, intelligente Logistikanlagen und neue Kundenerfahrungsmodelle ermöglichen. Logistische Netzwerke können mit einem beispiellosen Grad an Effizienz und Effektivität orchestriert werden. Ein Beispiel dafür ist die vorausschauende Nachfrageplanung, bei der Daten aus unterschiedlichen Quellen verwendet werden, um unerwartete Mengenspitzen vorherzusagen. Logistikanbieter und Lieferanten können dann kostspielige Über- oder Fehlbestände vermeiden, die für den Lieferanten zu Umsatzverlusten und für den Verbraucher zu Engpässen führen.

Wesentlich ist, dass Wirtschaft, Gesellschaft und Regierungsbehörden gemeinsam Standards und Vorschriften entwickeln müssen, um eine positive Nutzung der künstlichen Intelligenz zu gewährleisten.

## 7. Ableitungen für die Militärlogistik 4.0

Nach der Erläuterung der Logistik 4.0 sowie der Darstellung der Mega- bzw. Mikrotrends der Logistik werden in diesem Kapitel Ableitungen für eine Militärlogistik 4.0 getroffen. Zu Beginn werden das Wesen sowie die Wirkung der Militärlogistik betrachtet und im Anschluss daran Folgerungen für die Militärlogistik 4.0 getroffen. Festzuhalten bleibt, dass sich das Wesen und die Wirkung der Militärlogistik im Laufe der Zeit nicht verändert haben. Alleine die Möglichkeiten der Umsetzung sind durch technische Innovationen vielfältiger geworden. Dies wird im Lichte der angeführten Entwicklungen zu neuen bzw. erweiterten logistischen Unterstützungsmöglichkeiten führen und soll auch die Militärlogistik effizienter und effektiver machen.

### 7.1 Wesen und Wirkung der Militärlogistik

Das Kennzeichnende und somit Wesen der Militärlogistik ist die Gestaltung und ständige Optimierung logistischer Systeme mittels eines militärischen Logistikmanagements, die der streitkräfteinternen, -externen und -übergreifenden Leistungserstellung dienen. Somit plant, steuert und kontrolliert das militärische Logistikmanagement den effizienten und effektiven Einsatz logistischer Dienstleistungen (= logistische Prozesse), die von logistischen Kräften realisiert werden, innerhalb eines logistischen Systems.<sup>100</sup> Dies dient der Erfüllung aller logistischen Bedürfnisse von Streitkräften. Für die logistische Funktion der Materialbewirtschaftung bedeutet dies beispielsweise einen vorwärts- und rückwärtsgerichteten Fluss von Transformationsobjekten (Versorgungsgütern) einschließlich der dafür notwendigen Informationen zwischen Knoten (logistischen Einrichtungen und Räumen) und Kanten (logistischen Verbindungslinien). Für die logistische Funktion des militärischen Gesundheitswesens wiederum nur einen rückwärtsgerichteten Fluss von Transformationsobjekten (nämlich Patienten) einschließlich der dafür notwendigen Informationen.

Als wesentliche Wirkung der Militärlogistik kann die Herstellung und Erhaltung der Überlebensfähigkeit, der Einsatzfähigkeit und der Durchhaltefähigkeit von Streitkräften in Einsätzen bzw. die Sicherstellung eines effizienten

---

<sup>100</sup> Vgl. Alexa / Schorn, 2021, S. 42.

Normdienstes angeführt werden. Anders ausgedrückt, ist der Zweck aller Maßnahmen der Militärlogistik die Vermeidung der logistischen Kulmination.<sup>101</sup> Denn ist diese eingetreten, sinkt die Einsatz- und Leistungsbereitschaft der Streitkraft.

## 7.2 Militärlogistik 4.0

Wie sich die im Kapitel 4 dargestellten Mikrotrends auf die Militärlogistik auswirken können, wird anhand einer Transformation der zivilen Entwicklungen in den militärischen Bereich der Logistik erläutert. Es gilt aber zu berücksichtigen, dass in den dargestellten Bereichen Querverbindungen bzw. Wechselbeziehungen untereinander bestehen. So ist die autonome Mobilität mit der Robotik sowie der künstlichen Intelligenz unabdingbar miteinander verknüpft, denn das eine würde ohne das andere nicht seine volle Funktionalität entfalten. Und schlussendlich entsteht durch den damit einhergehenden strukturellen Datenaustausch zwischen den unterschiedlichen Bereichen bzw. Systemen ein militärisches Internet der Dinge.

### 7.2.1 *Militärische autonome Mobilität und militärische Robotik*

Zum Unterscheid zu den zivilen Trends werden die Aspekte der autonomen Mobilität und der Robotik gemeinsam betrachtet. Erstens gibt es im Bereich der Militärlogistik nicht den klassischen oder kollaborativen Industrieroboter in einer Fertigungsanlage und zweitens bedingen autonom fahrende, schwimmende oder fliegende Systeme einen gewissen Anteil an Robotik.

Komplexes Gelände wie das urbane Umfeld und unterschiedliche Aktivitäten der Konfliktparteien begrenzen die Fähigkeiten der Soldaten, auf taktischer Ebene zu kämpfen. Luft- und Bodengestützte autonome Systeme ermöglichen eine nachhaltige Überwachung und Aufklärung über ausgedehnte Verantwortungsbereiche. Diese unbemannten Systeme können auch dort eingesetzt werden, wo das Gefährdungspotential für Soldaten zu groß wäre. Dadurch werden die Überlebensfähigkeit der Soldaten und die Reaktionszeit der Kommandanten maßgeblich erhöht. Um die Informationsüberlastung der militärischen Kommandanten zu vermeiden und damit die Entschei-

---

<sup>101</sup> Vgl. Alexa, 2020, S. 35.

dungsfähigkeit zu erhöhen, kann durch automatisierte Verfahren das Sammeln, Organisieren und Priorisieren von Informationen erleichtert werden.

Die Versorgung mit und die Verteilung von Versorgungsgütern wie Lebensmittel, Wasser oder Munition ist sowohl personell als auch materiell ressourcenintensiv. Insbesondere am Ende der Versorgungskette werden logistische Kräfte oftmals zu Zielen der Konfliktparteien. Der Einsatz von unbemannten autonomen Systemen erhöht die Fähigkeiten der logistischen Unterstützung, da sie Versorgungsgüter in gefährliche oder unzugängliche Räume bringen können. Weiters erhöhen autonome Systeme die Geschwindigkeit, Mobilität, Ausdauer und Effektivität der Soldaten, indem sie Ausrüstungsgegenstände transportieren.<sup>102</sup> Durch die verstärkte Verwendung von autonomen Systemen kann darüber hinaus die Anzahl von logistischen Kräften reduziert werden.<sup>103</sup>

Damit autonome Systeme allerdings ihr volles Spektrum entfalten können, müssen diese aus Sicht des US-Verteidigungsministeriums fähig sein „[...] to achieve a highly autonomous state of behaviour and to interact with their surroundings“.<sup>104</sup>

Nachfolgend angeführte Beispiele sollen die Einsatzmöglichkeiten in den Domänen Land, Luft sowie See verdeutlichen.

#### 7.2.1.1 *Militärische autonome landgebundene Fahrzeuge*

Die US-Army hat einen Auftrag an das Unternehmen *Robotic Research* zur Entwicklung autonomer Fahrzeuge vergeben. Ein erstes Ergebnis stellt *AutoDrive-M* dar, welches in jedes taktische Radfahrzeug eingebaut werden kann. Dieses System unterstützt unterschiedliche Modalitäten wie Leader/Follower oder Teleoperation und bietet wichtige Funktionen zur Unterstützung einer Vielzahl von Einsätzen.<sup>105</sup>

---

<sup>102</sup> Vgl. US Army Training and Doctrine Command, 2016, S. 1.

<sup>103</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.dni.gov/index.php/global-trends-home>, abgerufen am 16.11.2020.

<sup>104</sup> Department of Defense, 2011, S. 45.

<sup>105</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.roboticresearch.com/leader-follower/>, abgerufen am 16.11.2020.

Der *Mission Master* von *Rheinmetall* ist ein weiteres Beispiel für ein autonomes landgebundenes Fahrzeug.<sup>106</sup> Er ersetzt gewissermaßen die Maultiere früherer Zeiten, indem er autonom mit den Soldaten mitfährt und dabei das schwere Gepäck trägt. Daneben lässt er sich durch modulare, schnell zuzurüstende Aufbauten an eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten anpassen.

Estland ist führend in der Entwicklung eines *Modular Unmanned Ground Systems*, nämlich dem *Tracked Hybrid Modular Infantry System*<sup>107</sup>, wobei das Ziel die Effizienzsteigerung von Kampfeinheiten hinsichtlich ihrer Manövrier- und Transportfähigkeiten ist. Dieses System wurde auch bereits in Mali erfolgreich zur Unterstützung eingesetzt.<sup>108</sup>

Die Roboterplattform *Marker*, welche von der *Russian Foundation for Advanced Research Projects* entwickelt wurde, legte im Dezember 2020 vollkommen autonom eine Wegstrecke von 30 Kilometern in einem unvorbereiteten Gebiet zurück. Dabei hat das Steuerungssystem des Fahrzeugs zu Beginn die Zielkoordinaten erhalten und sich dann selbstständig anhand einer Routenzuweisung und gestützt durch das integrierte Bildverarbeitungssystem auf den Weg gemacht. Nach anderthalb Stunden ist das autonome Fahrzeug erfolgreich am Ziel eingetroffen. Die technischen Eigenschaften der Plattform bieten die Möglichkeit eines autonomen Betriebs für bis zu 48 Stunden auf asphaltierten Straßen und bis zu 24 Stunden in unebenem Gelände.<sup>109</sup>

Großbritannien beschaffte 2020 fünf neue Landfahrzeugsystemen, um die autonome Lieferung von lebenswichtigen Versorgungsgütern auf der letzten Meile zu erproben.

Die drei Stück geländegängigen *VIKING 6×6 Unmanned Ground Vehicles* von

---

<sup>106</sup> Vgl. Internet Dokument: [https://www.rheinmetall-defence.com/de/rheinmetall\\_defence/systems\\_and\\_products/unbemannte\\_fahrzeuge/mission\\_master/index.php](https://www.rheinmetall-defence.com/de/rheinmetall_defence/systems_and_products/unbemannte_fahrzeuge/mission_master/index.php), abgerufen am 16.11.2020.

<sup>107</sup> Vgl. Internet Dokument: [https://www.baltictimes.com/estonia\\_latvia\\_and\\_5\\_other\\_nations\\_to\\_develop\\_nexgen\\_unmanned\\_ground\\_system\\_apply\\_for\\_edidp\\_funding/](https://www.baltictimes.com/estonia_latvia_and_5_other_nations_to_develop_nexgen_unmanned_ground_system_apply_for_edidp_funding/), abgerufen am 27.01.2021.

<sup>108</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://milremrobotics.com/defence/>, abgerufen am 27.01.2021.

<sup>109</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://defencereDEFINED.com.cy/marker-russia-enters-the-era-of-autonomous-ground-based-combat-robotic-systems-video/>, abgerufen am 15.02.2021.

*HORIBA MIRA*, sind in der Lage, bis zu 750 kg zu transportieren und dabei eine fortschrittliche KI-basierte Autonomie mit GPS-gestützter Navigation nutzen. Eine Besonderheit des *VIKING* ist der Diesel-Parallel-Hybrid-Antriebsstrang. Dieser ermöglicht 20 km geräuschloses Fahren nur mit der Batterie und eine Gesamtreichweite von ca. 200 km.<sup>110</sup> Die zusätzlichen zwei *TITAN* von *QinetiQ* und *Milrem Robotics* ergänzen das geforderte Spektrum, da diese über einen Kettenantrieb verfügen.<sup>111</sup>

Auch das Österreichische Bundesheer forscht mit ziviler Unterstützung an der autonomen Mobilität, um verschiedene Fahrzeugtypen um die Möglichkeit des autonomen Fahrens bzw. einer Fernsteuerung zu erweitern.<sup>112</sup>

Im Rahmen des Projektes *Sichere semi-autonome Konvoiführung* wird eine Technologie entwickelt, die es ermöglichen soll, einen Versorgungskonvoi, der aus einer Mischung aus bemannten und unbemannten Fahrzeugen besteht, sicher und zuverlässig von einem Startpunkt zu einem Zielpunkt auf einer bekannten Strecke zu führen. Der Großteil der Fahrzeuge ist autonom, unbemannt und ohne sonstigen Schutz und sie können dadurch auch deutlich mehr Nutzlast transportieren. Die Herausforderung besteht darin, dass solch ein Konvoi zu beliebigen Tages- und Nachtzeiten unterwegs sein kann und dadurch naturgemäß eine Wetterunabhängigkeit gegeben sein muss. Dies bedeutet, dass die autonomen Transportfahrzeuge mit einer entsprechend zuverlässigen Sensorik ausgestattet sein müssen, die sowohl im Idealbetrieb bei idealen Umgebungsbedingungen als auch unter widrigen Bedingungen noch funktioniert. Des Weiteren müssen die Konvoifahrzeuge auch in der Lage sein, sich gegenseitig abzustimmen, um einerseits einen Konvoi bilden zu können und andererseits flexibel auf geänderte Randbedingungen – etwa den Ausfall eines Fahrzeuges – zu reagieren.<sup>113</sup> Darauf aufbauend wurde das Projekt *Reliable Control of Semi-Autonomous Platforms* initiiert, welches die Kern-

---

<sup>110</sup> Internet Dokument: [https://www.horiba-mira.com/unmanned-ground-vehicles/media-centre/case\\_study/viking-multirole-ugv-platform/](https://www.horiba-mira.com/unmanned-ground-vehicles/media-centre/case_study/viking-multirole-ugv-platform/), abgerufen am 28.04.2021.

<sup>111</sup> Internet Dokument: <https://www.qinetiq.com/en/what-we-do/services-and-products/titan-modular-unmanned-ground-vehicle>, angerufen am 28.04.2021.

<sup>112</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.kiras.at/geoerderte-projekte/detail/d/sichere-semi-autonome-konvoifuehrung-safecon/>, abgerufen am 22.01.2021.

<sup>113</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.kiras.at/geoerderte-projekte/detail/d/sichere-semi-autonome-konvoifuehrung-safecon/>, abgerufen am 01.02.2021.

technologie autonomer Versorgungskonvois für die spezifischen Anforderungen von zivilen Katastrophenszenarien weiter erforscht. Dabei wurde auch ein Augenmerk auf die einfache und kostengünstige Realisierbarkeit solcher autonomen Fahrzeuge gelegt, ohne dabei jedoch Abstriche bei der Funktionalität oder der Zuverlässigkeit machen zu müssen.<sup>114</sup> Die ersten vielversprechenden Ergebnisse einer semi-autonomen Konvoiführung wurden im Zuge der *European Land Robotics 2016* vorgestellt.

### 7.2.1.2 Militärische autonome luftgebundene Fahrzeuge

Im Bereich der luftgestützten autonomen Mobilität gibt es ebenfalls schon erste Erfolge und absehbare weitere Entwicklungen, welche die logistische Unterstützung verändern werden. Hierzu stellte Robert McKinney vom Marine Corps Warfighter Laboratory fest, dass „We’re looking at fully autonomous rather than just manually operated vehicles. Without a man in the loop, losses are minimal and there are no humans at risk“.<sup>115</sup>

So prüft das Army Research Laboratory den Einsatz von UAV im Rahmen des *Joint Tactical Aerial Resupply Vehicle*.<sup>116</sup> Zu diesem Zweck arbeitet das Militär mit *Malloy Aeronautics* zusammen, welche den *Quadrocopter Hoverbike* entwickelt.<sup>117</sup> Dieser wäre in der Lage, bis zu 360 kg bei einer Reichweite von bis zu 200 km zu transportieren und eine Geschwindigkeit von bis zu 100 km/h zu erreichen.

Ein weiteres Zukunftsprojekt ist der *Silent Arrow*. Dieses autonome Frachtflugzeug wurde für die militärische Logistik entwickelt und kann bis zu 740 kg an Nachschub transportieren.<sup>118</sup>

Die *Windracer* Ultra-Drohne ist ein zweimotoriger Starrflügler mit einer Nutzlast von 100 kg und einer Reichweite von 1.000 km. Erste Testflüge

---

<sup>114</sup> Vgl. FH-Oberösterreich, 2015, S. 15.

<sup>115</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://dronelife.com/2020/04/09/autonomous-drone-platform-resupplies-military-ops/>, abgerufen am 29.01.2021.

<sup>116</sup> Vgl. Gottshall / Lozano, 2018, S. 46.

<sup>117</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.hover-bike.com/hoverbike/>, abgerufen am 16.11.2020.

<sup>118</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.suasnews.com/2019/09/silent-arrow-1-ton-cargo-delivery-drone-unveiled-in-london-full-rate-production-to-follow/>, abgerufen am 29.01.2021.

zwischen Southampton und der Isle of Wright im Mai 2020 sind vielversprechend.<sup>119</sup>

Der Nutzen von UAVs geht aber über den reinen Transport von Versorgungsgütern hinaus. Diese können auch zur physischen Evakuierung von Patienten eingesetzt werden. So kann das unbemannte Luftfahrzeug *Cormorant* von *Israeli Tactical Robotics* zwei Verletzte transportieren und erfüllt bereits die Zeitvorgaben der israelischen Verteidigungskräfte und der NATO für die medizinische Evakuierung und den Abtransport von Verletzten. Es fliegt zwischen 100 und 120 Knoten schnell und hat eine 5-stündige Verweildauer in der Luft.<sup>120</sup>

Ein bereits in Einsatzräumen eingesetztes UAV ist der von *Lockheed Martin* und *Kaman Aerospace* entwickelte *K-MAX*. Der vorrangige Einsatzzweck dieses Drehflüglers ist der Transport von größeren Außenlasten. Es verfügt über eine Vier-Haken Aufnahme und ist damit in der Lage mehrere Lasten gleichzeitig in einem Lift zu transportieren. Das maximale Gesamtgewicht umfasst 5.443 kg, wobei die zu transportierende Last abhängig vom Einsatzort (Höhe über dem Meeresspiegel) maximal 3.109 kg umfassen kann. Dieses Luftfahrzeug kann eine Höchstgeschwindigkeit von 185 km/h erreichen und Ziele bis zu einer Entfernung von 396 km mit Außenlast anfliegen. Die maximale Einsatzdauer beträgt 12 Stunden. Das UAV ist mit einer *line-of-sight* und einer satellitenbasierten *beyond line-of-sight* Sensorik ausgestattet. Zusätzlich verfügt es über ein *Mission Management* und *Redundant Flight Control System*, was den Drehflügler zu einem zuverlässigen und sicheren Einsatz befähigt.<sup>121</sup>

### 7.2.1.3 Militärische autonome wassergebundene Fahrzeuge

Das autonome Wasserfahrzeug T38 Mantas des Unternehmens *Maritime Tactical Systems* basiert auf einer Katamaran Plattform und weist eine Mehrrollenfähigkeit auf. Der Einsatzbereich dieser Plattform umfasst sowohl die offene See als auch flache Küstenbereiche. Das United States Marine Corps testet den T38 Mantas für den Aufgabenbereich der Versorgung nach einer

---

<sup>119</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.windracers.org/blog/uav-press-release>, abgerufen am 28.04.2021.

<sup>120</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.tactical-robotics.com/category/cormorant>, abgerufen am 28.04.2021.

<sup>121</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.army-technology.com/projects/k-max-unmanned-aircraft-system/>, abgerufen am 03.04.2021.

amphibischen Landungsoperation. Durch eine Plattform lassen sich Lasten von bis zu zwei Tonnen transportieren. Der Antrieb erfolgt je nach Ausführung über Diesel- oder Elektromotoren und ermöglicht eine Einsatzdauer von bis zu 120 Stunden. Es besteht die Möglichkeit mehrere Systeme in einen Schwarm zusammenzufassen und damit größere Lasten in einem Lift zu transportieren.<sup>122</sup> Die Nutzung von autonomen wassergebundenen Fahrzeugen durch die Landstreitkräfte ist als eingeschränkt zu bewerten. Mögliche Einsatzmöglichkeiten können größere Binnengewässern oder Flüsse darstellen bzw. in Zusammenarbeit mit der Marine im Falle von Landungsoperationen zur Unterstützung der Versorgung eines Brückenkopfes.

Für den Bereich der Militärlogistik kann zusammenfassend festgestellt werden, dass sämtliche Bereiche der autonomen Mobilität auch für Streitkräfte nutzbar sind und sicherlich zur Steigerung der Effektivität und Effizienz beitragen können. Dies zeigt auch, dass in den letzten Jahren der Einsatz autonomer luftgebundener Fahrzeuge von wenigen auf mehr als 10.000, und der Einsatz autonomer landgebundener Fahrzeuge von null auf mehr als 12.000 gestiegen ist.<sup>123</sup> Der Einsatz von autonomen wassergebundenen Fahrzeugen nimmt ebenfalls zu, da sich diese für eine Vielzahl von militärischen Anwendungen als zunehmend nützlich erweisen

Der Einsatz von unbemannten autonomen Systemen ermöglicht die logistische Unterstützung auch in bedrohten oder nicht gangbaren Räumen, um Aufgaben zu erfüllen, welche laut Edouard Pfmilin in die sogenannten *Three Ds* fallen, nämlich *dull*, *dirty* und *dangerous*.<sup>124</sup> Durch alle ihre Möglichkeiten können autonome Systeme die Durchhaltefähigkeit, die Reaktionsschnelligkeit und die Mobilität der eingesetzten Truppe unterstützen und steigern, indem sie Versorgungsgüter und Ausrüstung transportieren. Die Einsatzmöglichkeit reicht bis hin zum Verwundetentransport. Durch ihren Einsatz können nicht nur logistische Kräfte und militärische Mittel, welche vorrangig zur Unterstützung des Kampfs vorgesehen sind, reduziert werden, sondern

---

<sup>122</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://sldinfo.com/2021/03/evolving-maritime-unmanned-surface-vehicle-capabilities-the-importance-of-exercises-and-real-world-tasking/>, abgerufen am 03.04.2021.

<sup>123</sup> Vgl. Rowley, 2020, S. 33.

<sup>124</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://mondediplo.com/2017/06/14Robot>, abgerufen am 28.01.2021.

auch die Überlebensfähigkeit von Soldaten tendenziell erhöht werden.

Dies stellte auch Major General Darrell Amison, Head of Capability for Combat Service Support fest: *“Robotic and Autonomous Systems will provide commanders with more options to support a Land force operating at greater reach, dispersal and higher tempo.”*<sup>125</sup>

Folgende Konsequenzen lassen sich daher für die Militärlogistik ableiten:

- Nachhaltige Verfolgung der Entwicklungen der autonomen Mobilität und Berücksichtigung bei künftigen Beschaffungen,
- Entlastung von Soldaten sowie Gefahrenminimierung des Soldaten durch Übernahme von Aufgaben durch das Fahrzeug,
- Berücksichtigung der Störanfälligkeit und Störmöglichkeit.

### 7.2.2 *Militärische bionische Verstärkung*

Für die Militärlogistik kommen im Bereich der militärischen bionischen Verstärkung Entwicklungen, welche einerseits der Überwachung des Gesundheitszustandes des Soldaten dienen und andererseits eine Erhöhung der menschlichen Fähigkeiten gewährleisten, zum Tragen.

Zur Unterstützung des militärischen Gesundheitswesens kann intelligente Kleidung verwendet werden. Textilien werden mit Mikroprozessoren, Sensoren und Kommunikationsgeräten ausgestattet, sodass persönliche Vitaldaten wie Temperatur, Herzfrequenz und Atemfrequenz sowie Informationen über Verletzungen wahrgenommen und auf diese reagiert werden können.<sup>126</sup> Somit ist eine Überwachung des persönlichen Status des Soldaten gewährleistet.

Durch das *Battlefield Assisted Trauma Distributed Observation Kit* können die Vitalparameter mehrere Verletzten bzw. Patienten aus der Ferne überwachen werden. Am Patienten angebrachte drahtlose Sensoren senden Informationen über die Lebenszeichen und den Zustand des Patienten an medizinisches

---

<sup>125</sup> Internet Dokument: <https://www.businessinnovationmag.co.uk/contracts-worth-5-million-awarded-to-two-regional-defence-companies/>, abgerufen am 28.04.2021.

<sup>126</sup> Vgl. Chapman, 2013, S. 239.

Personal, welches dadurch rascher Entscheidungen treffen kann.<sup>127</sup>

Anwendungen wie das *Automated Ruggedized Combat Casualty Care System* oder die *Ensemble Prediction for Combat Casualty Care*, welche derzeit in Entwicklung sind, können das medizinische Fachpersonal bei der Diagnose sowie der Behandlung von Verletzungen und der Überwachung von Patienten unterstützen und gewisse Entscheidungshilfe bieten.<sup>128</sup>

Das *Automated Critical Care System* soll in naher Zukunft die physiologische Überwachung von Patienten mit selbständigen Interventionen integrieren, um eine automatische medizinische Versorgung kritisch verletzter Soldaten zu ermöglichen.<sup>129</sup>

Darüber hinaus könnten implantierte Mikrosensoren den physischen Zustand und die Körperbewegungen des Soldaten erheben und steuernd eingegriffen werden. Dies ist aber rechtlichen und ethischen Fragen unterworfen.

Durch die Verwendung von intelligenten Gläsern werden den Soldaten wichtige Informationen in den Sichtbereich eingespielt. Diese können einerseits einen taktischen aber auch einen logistischen Bezug aufweisen. So sind Soldaten in der Lage, ihre Aufträge mit einem erhöhten Bewusstsein für ihre Umgebung, mit mehr persönlicher Sicherheit, mit einer höheren Geschwindigkeit und in enger Abstimmung mit anderen Soldaten zu erfüllen.

In der Zukunft könnten Soldaten auch mit einem fortgeschrittenen Exoskelett ausgestattet und unterstützt werden, welches ihnen ermöglicht, schwere Lasten mit minimalem Aufwand zu tragen. Diese ultraleichte, sehr bewegliche und an der Außenseite des Körpers befestigte bionische Verstärkung wird die körperlichen Herausforderungen nicht nur für einen Logistiksoldaten verringern.<sup>130</sup>

---

<sup>127</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://health.mil/News/Articles/2019/06/07/BATDOK-improves-tailors-to-deployed-medics>, abgerufen am 16.11.2020.

<sup>128</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.cra.com/company/news/future-battlefield-medicinebr-charles-river-analytics-develops-autonomous-ai-military>, abgerufen am 01.02.2021.

<sup>129</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://athenagtx.com/rd-2/accs/>, abgerufen am 01.02.2021.

<sup>130</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.army-technology.com/projects/raytheon-xos-2-exoskeleton-us/>, abgerufen am 24.08.2017.

### 7.2.3 Militärische additive Fertigung

Bis 2040 wird die additive Fertigung eine Technologie mit strategischen und taktischen Implikationen sein, da militärische Ausrüstungsgegenstände oder Ersatzteile schneller und mit weniger Kosten direkt vor Ort hergestellt werden können.

Ein Feld des militärischen 3D-Drucks wird die Entwicklung von militärischen Prototypen sein. Durch die Übernahme dieser Prototypen direkt in die Streitkräfte, wird der Beschaffungsprozess beschleunigt und effizienter. Der zweite Bereich ist die Herstellung von bestimmten Teilen in Fertigungslaboratorien, welche bei Einsätzen im Ausland Verwendung finden.<sup>131</sup> Durch diese ist es möglich, Truppen schnell mit 3D-Druck-Produkten zu unterstützen, welche sie unmittelbar benötigen. Der Vorteil hierbei liegt darin, dass der Bedarf nicht an einen Entwickler geschickt werden muss, der mit den spezifischen Bedürfnissen des Soldaten nicht vertraut ist.<sup>132</sup> Nach der Identifizierung eines Problems kann ein Prototyp erstellt werden, welcher innerhalb kürzester Zeit in Betrieb genommen werden kann. Darüber hinaus, werden auf der Grundlage von Rückmeldungen der Soldaten weitere Verbesserungen durchgeführt. Neben der effektiver entwickelten Ausrüstung, können Fertigungslaboratorien auch Effizienz erzielen. Durch das Recyceln von Verpackungsmaterial in 3D-Druckmaterialien, können neue Gegenstände effizient hergestellt werden.<sup>133</sup>

Ein Beispiel für eine mobile additive Fertigungsanlage ist das *Expeditionary Fabrication Lab* des US-Marine Corps. Dieser Container ist mit vier 3D-Druckern, einem Scanner und einem computergestützten Designsoftwaresystem, um eine schnelle Teilefertigung durchzuführen, ausgestattet.<sup>134</sup> Diese verlegbare Anlage ermöglicht auf Bataillonsebene die Herstellung von Teilen direkt in den Einsatzräumen.

---

<sup>131</sup> Vgl. Planungsamt der Bundeswehr, 2013, S. 8.

<sup>132</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.ecnmag.com/article/2013/06/3d-printing-future-military>, abgerufen am 24.08.2017.

<sup>133</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://3dprint.com/165561/3d-printing-in-the-military/>, abgerufen am 24.08.2017.

<sup>134</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.defensenews.com/smr/equipping-the-warfighter/2017/09/11/marine-corps-looks-to-3-d-printing-to-make-spare-parts-downrange/>, abgerufen am 13.11.2020.

Auch die Bundeswehr verfügt über einen mobilen 3D-Drucker, welcher derzeit in Afghanistan im Einsatz ist.<sup>135</sup> Dieser ist in der Lage, selbst entworfene Druckerzeugnisse in verschiedenen Farben herzustellen, und stellt in ausgewählten Bereichen eine äußerst sinnvolle Möglichkeit dar, individuell und flexibel handeln zu können.

Für die Militärlogistik erscheint der Einsatz additiver Fertigungsmethoden insbesondere im Bereich der Ersatzteillogistik von großer Bedeutung. Dadurch können Kosten, welche durch teure Einzelfertigung auch von selten benötigten Ersatzteilen und Spezialwerkzeugen entstehen, gesenkt werden. Weiters kann die Wiederherstellung der Feldverwendbarkeit beschädigter Geräte durch bedarfsorientierte Produktion von Ersatzteilen und Spezialwerkzeugen vor Ort beschleunigt werden.<sup>136</sup> Und schlussendlich würden Ausgaben durch Wegfall bzw. Reduktion von Lagerungs- und Transportkosten reduziert werden.

#### 7.2.4 *Militärische Big Data*

Für die Sicherstellung der Durchhaltefähigkeit von Streitkräften in einer militärischen Operation ist die Sichtbarkeit und Transparenz der bereitgestellten und verwendeten Versorgungsgüter notwendig. Vom Beginn bis zum Ende der militärischen Versorgungskette müssen die Güter überwacht und im Bedarfsfall gesteuert werden. Nicht nur zu wissen, wo die Güter sind, ist es auch entscheidend, den physischen Zustand zu kennen.

Digitale Identifikatoren werden auf Gütern, unabhängig von der Art des Transportes, angebracht. Dies geschieht in der Regel auf Palettenebene, aber auch kritische Versorgungsgüter können einzeln markiert werden. Stationäre oder mobile Auslesegeräte, welche an festgelegten logistischen Knotenpunkten installiert oder direkt bei der zu versorgenden Truppe vorhanden sind, sind in der Lage die Informationen der digitalen Identifikatoren an den zu-

---

<sup>135</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.bundeswehr.de/bw-de/einsaetze-bundeswehr/die-bundeswehr-in-afghanistan/einsatz-innovation-afghanistan-3d-drucker-resolute-support-1437618>, abgerufen am 16.11.2020.

<sup>136</sup> Vgl. den Boer / Lambrechts / Krikke, 2020, S. 21.

ständigen Logistikmanager der militärstrategischen, operativen oder taktischen Ebene weiterzuleiten. Diese Technologie verbessert somit die Sichtbarkeit von Versorgungsgütern in der Versorgungskette und führt zu einem genaueren logistischen Lagebild, weil ein Echtzeit-Zugriff auf Lagerbestände der unterschiedlichsten Standorte zur Verfügung gestellt wird. Folglich kann die Folge- bzw. Anschlussversorgung exakter gesteuert werden und dies wiederum erhöht das Vertrauen der Kommandanten in die *Supply Chain*.<sup>137</sup>

Aber auch das Personal wird mit digitalen Identifikatoren ausgestattet werden. Die Kenntnis der örtlichen Lage und des Zustandes jedes Soldaten ist entscheidend für die personelle Sicherheit und damit für die Erfüllung der Aufgaben.<sup>138</sup> Die Verwendung von digitalen Identifikatoren wird daher die laufende Versorgung verbessern und damit die Durchhaltefähigkeit der Kräfte erhöhen. Eine Voraussetzung für diese Technologie ist allerdings eine nahezu vollständig digitalisierte Streitkraft.

Im Bereich der militärischen Lagerhaltung müsste Sensortechnologie die noch heute in manchen Bereichen angewandte Technik von handbeschriebenen Lagerstapelkarten ablösen. Die traditionelle Ersatzteilbewirtschaftung, wie sie schon zur Jahrhundertwende zur Anwendung gelangte, würde damit der Vergangenheit angehören. Im Schluß mit einem Logistischen Informationssystem wäre somit der Weg für eine moderne Lagerlogistik geebnet.

Sensoren könnte im Rahmen der operativen Einsatzunterstützung, zum Beispiel bei der Containerlogistik, das einfache Auslesen der Warendaten ohne jegliche Manipulationstätigkeiten erlauben. Die Erkennung des Inhaltes von verschlossenen und versiegelten Containern ist bis auf mehrere Meter Abstand ohne Probleme möglich. Auch im Rahmen der Lagerlogistik erscheinen Vorteile gegeben. Auf Lastkraftwagen transportierte Güter unterschiedlicher Art und Form könnten schon vor dem Abladen und dem anschließenden Wareneingangsprozedere mittels Durchfahren von elektromagnetischen

---

<sup>137</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://www.army-technology.com/features/feature1616/>, abgerufen am 24.09.2020.

<sup>138</sup> Vgl. Internet Dokument: <http://gaorfid.com/rfid-uses-in-government-military/>, abgerufen am 24.09.2020.

Schranken automatisch gescannt und registriert werden.<sup>139</sup>

### 7.2.5 *Militärisches Internet of Things*

Die rapide und disruptive technische Entwicklung der letzten Jahre, gekennzeichnet durch eine permanente Verfügbarkeit von Kommunikation, Information und Entscheidungsunterstützung, hat einen Transformationsprozess in unserer Gesellschaft ausgelöst. In diesem Sinne muss die digitale Transformation auch beim Militär Einzug finden. Dadurch lassen sich z.B. in der Wartung und Instandhaltung von Militärfahrzeugen die Effizienz und Effektivität erhöhen, indem durch einen verbesserten Informationsaustausch eine erhöhte Verfügbarkeit sicherstellen lässt. Dadurch kann ein militärisches Internet der Dinge einen konkreten Einsatznutzen erzeugen.

Das militärische Internet der Dinge wird bei den US Streitkräften bereits im Bereich der Fehlererkennung und -behebung bei diversen Fahrzeugen eingesetzt. Als Beispiel hierbei soll das *US Army Vehicle Health Management System* angeführt werden, welches ein integriertes, selbständig überprüfendes und meldendes System in Kampffahrzeugen ist.<sup>140</sup> Durch die zunehmende Komplexität der einzelnen Systeme war es bei der Einführung dieses Systems die Zielsetzung, die Einsatzbereitschaft der Brigaden – vor allem der *Heavy Brigade Combat Teams* – dadurch zu erhöhen, dass durch permanente und zentrale Überwachung der relevanten Betriebsdaten der Kampffahrzeuge Wartungs- und Instandsetzungstätigkeiten gezielter und auf weniger Instandsetzungsebenen durchgeführt werden. Dies erfolgte durch Einbindung in die *Army Integrated Logistics Architecture* bzw. in das *Common Logistic Operating Environment* sowie durch Straffung des 4-Ebenen-Wartungsmodell auf ein 2-Ebenen-Wartungsmodell. Zusätzlich zu den Streitkräften der USA wird derzeit auch für die Streitkräfte Großbritanniens das *Integrated Vehicle Health Management System* entwickelt.

Im Bereich der NATO läuft seit Januar 2016 ein Forschungsprojekt der

---

<sup>139</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.logu.tuhh.de/de/forschung/projekte/rfid-maritimen-containerlogistik>, abgerufen am 27.10.2020.

<sup>140</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.ncms.org/ncms-project/vehicle-health-management-system-vhms/>, abgerufen am 22.01.2021.

NATO Science and Technology Organization unter der Bezeichnung *Military Applications of Internet of Things*. Als mögliche Einsatzbereiche der militärischen Anwendung des Internets der Dinge werden u.a. genannt: „1. *Logistics - command and control of combined operations logistics support*; 2. *Situational Awareness – building on the tactical level of a battlefield (from global, to company, platoon and squad commanders down to single soldiers level) including monitoring, sensing, threat identification (e.g. sniper), target positioning, marking, vehicles and soldiers status monitoring, environmental monitoring (environment conditions); and 3. Medical Care - battlefield health monitoring, patients monitoring, etc.*“<sup>141</sup> Das Ende des Projekts wurde mit Ende 2018 festgelegt.

Die Problematik des Themas Internet der Dinge wird derzeit im Bereich der Europäischen Verteidigungsagentur zwar grundsätzlich erkannt, jedoch noch nicht durch spezielle Forschungsprojekte gewürdigt.

Die Durchhaltfähigkeit von Streitkräften ist in Gefahr, wenn veraltete, manuelle Prozesse zur Verfolgung und Verwaltung von Versorgungsgütern eingesetzt werden. Daher muss sich auch das Militär die Vorteile des Datenverbundes zu Nutze machen und Vereinfachungen beispielsweise im Bereich der Logistik annehmen. Dass es hierfür schon einige Versuche gibt, zeigen die US-Streitkräfte sowie ein derzeit laufendes NATO-Projekt, an dem sich mehrere Nationen beteiligen. So kann das militärische Internet der Dinge auch beispielsweise im militärmedizinischen Bereich eingesetzt werden. Doch immer sollten auch die Gefahren bedacht werden, die eine Vernetzung von Maschinen, Geräten und Personen mit sich bringt. Die Tatsache, dass man möglicherweise unkontrolliert Daten weitergibt, ist nur ein negativer Effekt des militärischen Internets der Dinge. Ein weiterer Schwachpunkt, nämlich genau dieses Netzwerk der kommunizierenden Geräte, führte Ende Oktober 2016 zu einem Hackerangriff in den USA, der verschiedene Internetdienste lahmlegte. All diese negativen Gesichtspunkte muss auch das Militär bei der Verwendung des Internet der Dinge beachten. In den Planungen sind daher immer die Auswirkungen solche Vernetzungen zu berücksichtigen.

---

<sup>141</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.sto.nato.int/Lists/test1/activitydetails.aspx?ID=16536&IsDlg=1>, abgerufen am 22.01.2021.

### 7.2.6 Militärische Künstliche Intelligenz

In der Studie *Summary of the 2018 Department of Defense Artificial Intelligence Strategy* des US-amerikanischen Verteidigungsministeriums wird ausgeführt, dass *“other nations are making significant investments in Artificial Intelligence for military purposes, including in applications that raise questions regarding international norms and human rights.”*<sup>142</sup> Daher ist eine intensive Beschäftigung mit dieser Thematik erforderlich, um die eigene strategische Position aufrechtzuerhalten, sich bei künftigen Einsätzen durchzusetzen und diese Ordnung zu sichern.

Die Militärlogistik produziert in der Erfüllung ihrer Aufgaben eine Vielzahl von Datensätzen. Diese müssen verwaltet, organisiert und synchronisiert werden. Erst aus validen, zuverlässigen und richtigen Daten können entsprechende Informationen generiert werden. Eine implementierte, funktions-tüchtige künstliche Intelligenz kann in näherer Zukunft die im Logistikmanagement tätigen Personen beim Finden der richtigen Information unterstützen sowie Entscheidungsprozesse beschleunigen und möglicherweise in der weiteren Zukunft in Teilen ersetzen.

Vollständige, transparente und gesicherte Informationen über den Bestand sowie den Zustand von einsatzrelevanten logistischen Ressourcen bzw. Systemen sind für die Erfüllung der Aufgaben eines militärischen Logistikmanagements notwendig. Künstliche Intelligenz kann diese benötigten Informationen aggregieren und bereitstellen. Dadurch können auch vorausschauende Maßnahmen getroffen werden, welche wiederum die Flexibilität und Reaktionsfähigkeit des logistischen Netzwerkes erhöhen.

So kann durch Einbettung in ein automatisches logistisches Informationssystem beispielsweise bei der Materialerhaltung die Zeit- und Kostenplanung von Instandsetzungsvorhaben durch Kenntnis, welches Gerät bzw. Teil tatsächlich defekt ist, verbessert werden.

Franz-Stefan Gady, Analyst am Institute for International Strategic Studies in London, kommt in seinen Einschätzungen betreffend einer militärischen Nutzung der künstlicher Intelligenz zum Schluss, dass diese auch in der Logistik eingesetzt werden kann und dass dies zu mehr Flexibilität führen

---

<sup>142</sup> Department of Defense, 2018, S. 5.

wird.<sup>143</sup>

Die Integration der künstlichen Intelligenz in die Militärlogistik hat Vorteile, sie bringt aber auch Risiken mit sich. Entscheidend in dieser Thematik wird es sein, wem schlussendlich die Entscheidungshoheit übertragen wird. Bleibt dies beim menschlichen Logistikmanager oder darf eine Maschine autonom Entscheidungen treffen. Diese ethischen und rechtlichen Fragen müssen bei der weiteren Implementierung von Systemen mit künstlicher Intelligenz berücksichtigt werden und in der Scientific Community entsprechend diskutiert werden.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass je ausgereifter die Funktionsweisen von künstlicher Intelligenz werden, desto weiter und bedeutender werden die Einsatzmöglichkeiten im Bereich der Militärlogistik.

### **7.3 Fazit Militärlogistik 4.0**

Durch eine Vielzahl von technologischen, gesellschaftlichen oder wirtschaftlichen Trends wird auch auf Streitkräfte ein Druck zur Veränderung aufgebaut. Ihre Relevanz für die Militärlogistik gilt es daher auch mit wissenschaftlicher Begleitung sowie beratender Unterstützung zu analysieren und möglichst mit Abschätzung ihres Wirksamwerdens zeitlich gestaffelt zu bewerten, um daraus einen Handlungsbedarf abzuleiten. In diesem Sinne wird unter Innovationsorientierung im Bereich der Militärlogistik die Gesamtheit aller Maßnahmen im militärlogistischen System, welche auf die Generierung von innovativen Produkten, Abläufen und Verfahren abzielen, verstanden.<sup>144</sup>

Die zunehmende Innovationsgeschwindigkeit technischer Entwicklungen sowie die zunehmende Vernetzung und Verzahnung von Prozessen, Objekten und Akteuren durch Informations- und Kommunikationstechnologien erfordert im gesamten Spektrum von der Ausbildung bis hin zur organisatorischen Weiterentwicklung eine kontinuierliche Überprüfung und gegebenenfalls Anpassung bestehender Prozesse, Verfahren und Strukturen, um die

---

<sup>143</sup> Vgl. Internet Dokument: <https://www.derstandard.at/story/2000120592737/militaer-forscher-gady-im-weltall-gewinnst-du-keinen-krieg>, abgerufen am 20.12.2020.

<sup>144</sup> Vgl. Reichmann, 2010, S. 97.

Entkopplung vom technischen Fortschritt zu vermeiden.

Um die Auswirkungen der dargestellten Themenbereiche und deren Nutzbarmachung für die Militärlogistik zu erfassen, ist eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Forschungstätigkeit erforderlich. Durch die Vertiefung der Zusammenarbeit im Bereich der Forschung und Entwicklung mit ausgewählten multinationalen logistischen Partnern und Institutionen sowie die Nutzung der Innovationsfähigkeit und Forschungskapazitäten der Wirtschaft und von nationalen und internationalen Hochschulen können die sich bietenden Möglichkeiten aktiv evaluiert und deren Eignung zur Integration in die militärlogistische Organisation vorausschauend untersucht und in weiterer Folge die militärlogistische Organisation kontinuierlich, bedarfsorientiert und effizient an die sich permanent verändernden Rahmenbedingungen angepasst werden.

Da Innovationen für Streitkräfte an sich und für die militärlogistische Organisation im Speziellen unerlässlich sind, ist eine personelle sowie organisatorische Veränderungsbereitschaft und eine dementsprechende Ressourcenzuordnung zwingend nötig.

Die in diesem Kapitel angeführten Mikrotrends können, nach einer Implementierung in das System Streitkräfte, zu einer Militärlogistik 4.0 führen. So werden die physische und kognitive Belastung für Soldaten durch den Einsatz von neuen Materialien, Werkzeugen zur Situationserkennung und einem verbesserten Energiemanagement verringert. Zukünftig werden auch autonome Fahrzeuge den Soldaten bei seinem Einsatz begleiten und die Möglichkeit bieten, diesen von Ausrüstung zu entlasten. Durch die Nutzung von z.B. Exoskelette kann die Leistung verbessert, die Ermüdung verringert und die Ausdauer erhöht werden.

Unterschiedliche sensorbasierte Technologien werden schneller Daten sammeln und verarbeiten und zu nutzbarer Information generieren. Durch die Integration von Soldaten und Plattformen in dieses System wird das Situationsbewusstsein erhöht und die Entscheidungsfindung beschleunigt, was in der zukünftigen Konfliktaustragung entscheidend für den Erfolg sein wird. Diese KI-gestützten Entscheidungshilfen haben die Fähigkeit, mehr Klarheit zu schaffen und können schneller reagieren als Menschen. Diese Geschwin-

digkeit, gepaart mit Verlässlichkeit und Genauigkeit, schafft Zeiten des Entscheidungsvorteils.

Durch diesen Informationsvorsprung kann durch ein vorausschauend generiertes Lagebild die Lagerhaltung reduziert und die Präzision und Genauigkeit bei der Bereitstellung von Material erhöht werden. Auch die Instandhaltung profitiert von den gewonnenen Daten bzw, Informationen, da eine rechtzeitige und genaue Fehlerdiagnose ermöglicht, die Zeitspanne einer Nichtverfügbarkeit eines Systems zu verkürzen.

Aufstrebende Transporttechnologien, wie die vollautonome Lieferung, ermöglichen darüber hinaus die Folgeversorgung in nicht zugängliche Gebiete unter größtmöglichem Schutz für die Soldaten.

## 8. Zusammenfassung

Logistik ist der Motor der Weltwirtschaft. Dabei stehen logistische Prozesse immer wieder vor neuen Herausforderungen, sei es durch weltweit wachsenden Güterströme, die zunehmende Verkehrsdichte oder höhere Ansprüche der Verbraucher an Produkte und Lieferservices. Die Komplexität der Logistik (Grad der Vernetzung, logistische Datenmenge, Zahl der Produkte) wächst superexponentiell.

Technologische Innovationen, vor allem aus dem Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologie, werden dabei helfen, immer komplexere Logistik-Prozesse zu optimieren. Nach Mechanisierung, Elektrifizierung und Informatisierung der Industrie wird die vierte industrielle Revolution Produktion, Logistik und Infrastrukturen intelligent vernetzen. Die gesamte Wertschöpfungskette wird *smart*. In der intelligenten Fabrik ermöglichen cyber-physische Systeme die selbstorganisierende Produktion, indem sie mit Hilfe von Sensordaten Informations-, Material- und Güterflüsse regeln. Dies wird den Produktionsprozess entscheidend verändern: Die Produktion wird nicht mehr zentral gesteuert, sondern die Produkte regeln die einzelnen Schritte ihrer Herstellung selbst. Ändern sich die Daten der Produkte, passen sich die Parameter der Anlagen automatisch an.

Die Vernetzung von bisher voneinander getrennten Teilbereichen der Industrie und damit auch der Logistik, wie z.B. die Bedarfsermittlung bzw. Lieferung benötigter Rohstoffe und Materialien, die Produktion selbst sowie die Planung und Durchführung der Transportlogistik bis zum Endverbraucher, ermöglicht, dass unterschiedliche Informationen transparent und durch mehrere Bedarfsträger gleichzeitig abrufbar sind. Der Faktor Mensch als Fehlerquelle kann durch die Verwendung programmierbarer und lernender künstlicher Intelligenz bereits in vielen Bereichen der Produktion ersetzt werden.

Da die technologischen oder demographischen Entwicklungen derzeit nicht abschätzbare Folgen in der Zukunft haben werden, ist eine Beobachtung der für die Logistik relevanten Mega- und Mikrotrends notwendig. Nur wenn diese verantwortungsvoll entwickelt und genutzt werden, sind Fortschritte für die Weiterentwicklung der Menschheit erkennbar.

Derzeitige bzw. zukünftige technologische Entwicklungen bergen erhebliches Potenzial und werden die Art und Weise, wie Streitkräfte ausgebildet, vorbereitet, ausgerüstet und letztlich kämpfen werden, verändern. Der Schlüssel zum Ergreifen dieser Chance sind Agilität und Aufgeschlossenheit, gepaart mit einer vorausschauenden Streitkräfteplanung, welche die Technologien nutzt und Wissenschaft und Industrie einbindet. Beschaffungsprozesse unterstützt durch die Entwicklung und Erprobung von Prototypen sind unerlässlich, um mit dem immer schneller werdenden Wandel der Technologie Schritt zu halten. Streitkräfte müssen sich jetzt die Zeit nehmen, zu verstehen und entscheiden, wie sie die Technologie nutzen wollen, und dann die Beschaffung schnell vorantreiben, wenn die Technologien ausgereift sind.

Für die Militärlogistik ist das Mitverfolgen von Mega- bzw. Mikrotrends daher erforderlich, um nicht den Anschluss an die zivile Welt zu verlieren. Sei es autonome Mobilität, Robotik oder additive Fertigung. Durch neue bzw. erweiterte technische Möglichkeiten wird das Spektrum der logistischen Unterstützung für Streitkräfte größer. Dies ändert aber nichts am Wesen bzw. an der zu erbringenden Wirkung der Militärlogistik. Denn diese sind seit Jahrhunderten unverändert. Prozesse, Verfahren bzw. Abläufe müssen durch ein Logistikmanagement geplant, kontrolliert und gesteuert werden. Nur dadurch kann die Durchhaltefähigkeit einer Streitkraft effektiv realisiert werden. Durch Big-Data-Analytics im Rahmen einer lernenden künstlichen Intelligenz kann die logistische Führungskraft oder besser der logistische Entscheidungsträger unterstützt werden, um die richtigen Entscheidungen zu treffen. Ganz im Sinne der 8 richtigen der Logistik.



## Literaturverzeichnis

- Alexa, Andreas: Gestaltungsprinzipien der Militärlogistik, In: cpm forum. Das Magazin für Wehrtechnik, 02/2020, 2020
- Alexa, Andreas / Schorn, Christian: Zur Theorie der Militärlogistik, In: Österreichische Militärische Zeitschrift, 01/2021, 2021
- Anton-Haro, Carles / Dohler, Mischa: Machine-to Machine Communications, Oxford: Elsevier, 2015
- Bretzke, Wolf-Rüdiger: Nachhaltige Logistik, Heidelberg: Springer Verlag, 2014
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: Industrie 4.0 und Digitale Wirtschaft, Berlin: Eigenverlag, 2015
- Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie: Automatisiert – Vernetzt – Mobil, Aktionsplan Automatisiertes Fahren, Wien: Eigenverlag, 2016
- Chapman, Roger: Smart textiles for protection, Cambridge: Woodhead Publishing 2013
- Claßen, Martin: Change Management aktiv gestalten: Personalmanager als Architekten des Wandels, Köln: Luchterhand 2008
- den Boer, Jelmar / Lambrechts, Wim / Krikke, Harold: Additive manufacturing in military and humanitarian missions: Advantages and challenges in the spare parts supply chain, In: Journal of Cleaner Production, Volume 257, 2020
- Department of Defense: Unmanned Systems Integrated Roadmap FY2011-2036, Washington: Eigenverlag, 2011
- Department of Defense: Summary of the 2018 Department of Defense Artificial Intelligence Strategy, Washington: Eigenverlag, 2018
- DHL Customer Solutions & Innovation: Logistics Trend Radar – 5<sup>th</sup> Edition Troisdorf: Innovation and Trend Research, 2020
- Eberhardt, Daniela / Majkovic, Anna-Lena: Die Zukunft der Führung, Wiesbaden: Springer Verlag, 2015
- e-mobile BW GmbH / Landesagentur für Elektromobilität und Brennstoffzellentechnologie / Prognose AG / Fraunhofer-Institut für Verkehrs-

- und Infrastruktursysteme / TÜV Rheinland Consulting GmbH / Technische Universität Berlin: Automatisiert. Vernetzt. Elektrisch; Potentiale innovativer Mobilitätslösungen, Stuttgart: Eigenverlag, 2015
- Europäische Kommission: Bericht der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen über die Auswirkungen des demografischen Wandels, Brüssel: Eigenverlag, 2020
- FH-Oberösterreich: Sensorik & Algorithmik in der Robotertechnik – Tagungsband, Wels: Eigenverlag, 2015
- Flämig, Heike: Autonome Fahrzeuge und Autonomes Fahren im Bereich des Gütertransportes, In: Maurer, Markus / Gerdes, J. Christian / Lenz, Barbara / Winner, Hermann (Hrsg.): Autonomes Fahren, Heidelberg: Springer Verlag, 2015
- Gage, W. Douglas: A Brief History of Unmanned Ground Vehicle, In: Unmanned Systems Magazine, 13(3), 1995
- Global e-sustainability initiative: SMARTer 2030, Brüssel: Eigenverlag, 2015, Gottshall, Jeremy C. / Lozano, Richard A.: Autonomous aerial resupply in the forward support company, In: Army Sustainment March-April 2018, 2018
- Grunwald, Armin: Der unterlegene Mensch, München: riva Verlag, 2019
- Hadamitzky, Michael: Trend- und Zukunftsforschung – Methodenleitfaden, 2018
- Hung, Mark: Leading the Internet of Things, 2017, S. 5.
- Klingovsky, Ulla: Lehr- und Lernkulturen in der Hochschule, In: Miller, Tilly / Ostertag, Margit (Hrsg.): Hochschulbildung, Berlin: De Gruyter Oldenbourg, 2017
- Kotler, Philipp / Bliemel, Friedhelm: Marketing-Management, Stuttgart: Schäffer-Poeschel Verlag, 2001
- Kröhling, Andreas: Digitalisierung – Technik für eine nachhaltige Gesellschaft?, In: Hildebrandt, Alexandra / Langhäußer, Werner (Hrsg.): CSR und Digitalisierung: Der digitale Wandel als Chance und Herausforderung, Wiesbaden: Springer Verlag, 2017
- Management Circle AG: Robotik im Arbeits- und Privatleben, Düsseldorf, 2018

- Naisbitt, John: Megatrends: Ten New Directions Transforming Our Lives, New York: Grand Central Pub, 1982
- Österreichischen Akademie der Wissenschaften: Robotik in Österreich, Wien: Eigenverlag, 2017
- Orišek, Daniel F. / Schwarz, Jan Oliver: Business Wargaming, Wiesbaden: Gabler Verlag, 2009
- Planungsamt der Bundeswehr: Potenziale additiver Fertigungstechniken. Was können 3D-Drucker?, Berlin: Eigenverlag 2013
- Reibnitz, Ute von: Szenariotechnik, Wiesbaden: Springer Fachmedien, 1992
- Reichmann, Rahel: Marktorientierung und Innovationsorientierung, Mannheim, 2010
- Reker, Jürgen: Digitalisierung im Mittelstand, 2013
- Rotolo, Daniele / Hicks, Diana / Martin, Ben: What is an emerging technology?, 2015
- Rowley, Jack: Unmanned Logistics Can Supply the Beach and Beyond, In: Future Force, 3/2020, 2020
- Rürup, Bert / Jung, Sven: Digitalisierung: Chancen auf neues Wachstum, Heidelberg: Springer Verlag, 2017
- US Army Training and Doctrine Command: Robotics and Autonomous Systems Strategy. Newport News: Army Capabilities Integration Center, 2016
- Wöhrle, Thomas: Druck mal schnell, In: Logistik Heute, 12/2015, 2015
- Zanker, Claus: Branchenanalyse Logistik, Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung, 2018



## **Autor**

Oberst des Generalstabsdienstes Prof.(FH) Mag. Andreas, Alexa ist ausgebildeter Technischer Offizier und graduierte 1993 an der Theresianischen Militärakademie. Er absolvierte seinen Dienst in unterschiedlichen logistischen Funktionen in einem Panzergrenadierbataillon. Von 2007 bis 2010 absolvierte er den Generalstabslehrgang an der Landesverteidigungsakademie sowie das Individuelle Diplomstudium Landesverteidigung an der Universität Wien. Von 2010 bis 2013 versah er seinen Dienst als Hauptlehrroffizier & Forscher für Logistik im Institut für Höhere Militärische Führung an der Landesverteidigungsakademie. Nach einer Verwendung im Bundesministerium für Landesverteidigung in der Abteilung Militärstrategie und der Absolvierung eines hochschulischen Bestellungsverfahrens übernahm er 2015 das Referat Logistik im Institut für Höhere Militärische Führung an der Landesverteidigungsakademie. Er ist Hauptberuflich Lehrender am FH-MaStg Militärische Führung und absolviert derzeit ein interdisziplinäres rechtswissenschaftliches PhD Studium an der Universität Wien.

Das Forschungsprojekt „Logistik 4.0 – Auswirkungen auf die Militärlogistik“ wurde mit dem Ziel initiiert, die Phänomene Industrie 4.0 bzw. Logistik 4.0 näher zu beleuchten, die Mega- bzw. Mikrotrends in der Logistik zu untersuchen und daraus Implikationen für die Militärlogistik abzuleiten. Die Veränderungen im zivilen technologischen Umfeld haben auf die Möglichkeiten der Leistungserbringung der Militärlogistik mittelbare bzw. unmittelbare Auswirkungen. Diesen Veränderungen darf sich das Militär im Allgemeinen und die Militärlogistik im Speziellen nicht verschließen. Daher ist eine zielgerichtete und zweckorientierte angewandte Forschung notwendig, um die Militärlogistik, als eine wesentliche Teildisziplin der Militärwissenschaft, entsprechend weiterzuentwickeln.

**ISBN: 978-3-903359-28-4**

