



Werkstätten der Zukunft bei Feuerwehren

Axel Wendt
Aufstiegsbeamter
Berliner Feuerwehr

Werkstätten der Zukunft bei Feuerwehren

Facharbeit gemäß §21 VAP 2.2–Feu NRW
Berlin, 14.12.2019

Aufgabenstellung

Wie entwickeln sich Geräte- und Fahrzeugwerkstätten mit zunehmender Digitalisierung? Bisher werden die Werkstätten zumeist nicht als IT – Werkstatt wahrgenommen. Wie können sich die Werkstätten einer Berufsfeuerwehr unter dem Aspekt einer zunehmenden Digitalisierung der Geräte und Fahrzeuge entwickeln? Wie entwickeln sich die Aufgaben, die Strukturen sowie die Qualifikationen der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter?

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

Kurzfassung

Geräte- und Fahrzeugwerkstätten sind ein fester Bestandteil bei Feuerwehren (FW). In den letzten Jahren kam es immer wieder zu Veränderungen in den Arbeitsabläufen, ein großer Schritt war der Wechsel vom analogen Papier zum digitalen Computer. Der nächste Schritt in der Entwicklung ist die umfassende Digitalisierung von Geräte- und Fahrzeugwerkstätten.

Mit der Digital Agenda 2014 hat die Bundesregierung die digitale Strategie für die Bundesrepublik Deutschland festgelegt. Die Ziele und deren Umsetzung haben große Auswirkungen auf alle Bereiche der Gesellschaft und schaffen die Voraussetzungen für die Neugestaltung von Produktionsprozessen und Arbeitsabläufen für Industrie und Handwerk.

Zielsetzung ist, die industrielle Produktion und alle flankierenden Bereiche, wie z.B. Werkstätten, mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik zu verzähnen.

Für die FW ist der Ausbau der digitalen Infrastrukturen, hierbei insbesondere der Aufbau eines Mobilfunknetzes mit 5G –Technologie, von besonderer Bedeutung. Diese Infrastrukturen sind Grundvoraussetzung für die digitale Entwicklung von Geräte- und Fahrzeugwerkstätten. Durch diese technischen Voraussetzungen wird die Werkstatt 4.0 erst möglich.

In der modernen Werkstatt 4.0 bei FW werden Arbeitsabläufe in der Zukunft immer effizienter gestaltet. Durch künftige Etablierung von Werkstatt-Software soll es in der Zukunft möglich sein, alle Geschäftsprozesse zwischen den Werkstätten untereinander sowie mit allen Dienststellen der FW in einem elektronischen Workflow medienbruchfrei abzubilden.

In den Fahrzeugwerkstätten führen, neben digitalen Veränderungen am Fahrzeug, noch umfangreiche technische Neuerungen dazu, dass Mitarbeiter sich in der Zukunft mit Kraftfahrzeugen auseinander setzen müssen, die immer noch einen physischen Kern haben, jedoch um Informations- und Kommunikationstechnologie ergänzt und mit dem Internet verbunden sind. Der Umweltschutz wird weiteren Einfluss auf die Entwicklung haben und dazu führen, dass das Thema alternative Antriebe in der Zukunft immer mehr an Bedeutung gewinnen wird.

Die Digitalisierung führt in der Zukunft nicht nur zu Erleichterungen sondern fordert alle Beteiligten im höchsten Maße. Mitarbeiter müssen neue Technologien und Arbeitsabläufe erlernen, um den Anforderungen gerecht zu werden.

Bei diesen Veränderungsprozessen nehmen Führungskräfte eine besondere Rolle ein. Sie sind verantwortlich für die Umsetzung und erfolgreiche Etablierung der Softwarelösungen und der Neugestaltung von Arbeitsabläufen.

In dieser Facharbeit soll dargestellt werden, wie der aktuelle Sachstand bei FW ist und welchen Einfluss die Digitalisierung in der Zukunft haben wird. Dazu wurden mehrere FW befragt und Gespräche mit verschiedenen Institutionen geführt.

Abstract

Equipment and vehicle workshops are an inherent part of fire departments. During the years, several alterations were introduced to the existing system, especially concerning operative workflows.

Special attention should be paid on the replacement of analogous paperwork with digital devices such as computers since this paradigm change marks one of the key factors in the general technical changes of fire departments. Therefore, the next steps in this technical development will all be found in the expansion and continuous improvement of digital processes in vehicle and equipment workshops. Through the "Digitale Agenda 2014" generic digital strategies were established by our federal government. Those goals and implementations have a rather big impact on all societal areas and are the underlying conditions for the new designed production processes and workflows in industry and craftsmanship.

The Agenda acquires the connection of the industrial production and all its supportive areas, e.g. workshops with modern telecommunications. Fire departments especially rely on the extension of their internal digital infrastructure. Above all, assembling a cellular radio system with 5G-technology is of exceptional importance.

Those infrastructures build the base for the digital development of equipment and vehicle workshops. Through those technical premises "Werkstatt 4.0" can be achieved. Here, workflows will turn more and more efficient in coming years. Future establishments in workshop – software design shall enable fire departments to portray all internal business processes of workshops as well as all external electronic workflows of connected departments. Ideally, those portrays shall turn out to be free from media breakage.

Vehicle workshops do not only take part in extensive technical changes concerning vehicles but also regarding employees, handling of said developments. Employees will be confronted with vehicles equipped with their common -and well known- physical core but that will also be expanded by telecommunications and connected to the internet. Finally, environmental protection has a significant role for this developmental process since alternative propulsion systems have become a valid point of consideration in civil services.

As much improvement as can be taken from these technical developments, it is necessary to declare that those changes lead to immense adjustments for all employees involved. In addition, executives will have to take over an important part. They are going to be in charge of the successful establishment and implementation of the newly introduced software solutions as well as the redesign of workflows.

This research paper will aim to depict the current situation of fire departments and give a future prospect on future digital influence.

By doing so, several interviews were conducted with firefighters and numerous institutions.

Inhalt

1	Einleitung	1
2	Zielsetzung und angewandte Methoden in der Facharbeit	2
3	Digitalstrategie der Bundesregierung.....	3
3.1	Werkstatt 4.0.....	3
3.2	Mobilfunknetz 5G	3
3.3	Internet der Dinge (Internet of Things, IoT).....	4
4	Befragung zur Digitalisierung von Werkstätten und Fahrzeugwerkstätten.....	5
4.1	Fragestellungen Gerätewerkstatt.....	5
4.2	Fragestellungen Gerätewerkstatt.....	5
4.3	Auswertung der Fragebögen	6
4.4	Kernpunkte der Auswertung	6
5	Arbeitsabläufe in Gerätewerkstätten	7
5.1	Verfahrensweise vor der Einführung von Werkstatt- Software.....	7
5.2	Ist-Stand der Digitalisierung in der Atemschutzwerkstatt	7
5.3	Ausblick in die Zukunft von Gerätewerkstätten	8
5.4	Folgen der Digitalisierung für alle Beteiligten.....	9
5.5	Change Management	10
5.6	Herausforderung für Führungskräfte.....	10
5.7	Anforderungen an die Mitarbeiter	10
6	Arbeitsabläufe in Fahrzeugwerkstätten (ist-Stand)	11
6.1	BF Brandenburg a. d. H. und Delmenhorst.....	11
6.2	BF Essen und Bremen.....	11
6.3	BF Hamburg und Berlin	12
7	Zunehmende Digitalisierung in der Zukunft und weitere Einflussfaktoren.....	14
7.1	Weitere Einflussfaktoren	14
7.1.1	Euro 6	14
7.1.2	Verwendung von Bremsenprüfständen (BPS) für die Durchführung von HU- und SP ab dem 01.01.2020	15
7.1.3	Chassis.....	15
7.1.4	Fahrerassistenzsysteme	15
7.1.5	Autonomes Fahren	15
7.1.6	Alternative Antriebe	16
8	E-Mobilität als Antriebsart der Zukunft bei FW.....	17
9	Fahrzeugwerkstätten der Zukunft	18

9.1	Vernetzung	18
9.2	Ferndiagnose.....	18
9.3	Sprechende Teile.....	18
9.4	Kfz-Kennzeichenerkennung.....	19
9.5	Ersatzteile im 3 D-Druck	19
9.6	Augmented Reality (AR)	19
9.7	E-Mobilität.....	19
9.8	Mitarbeiterqualifizierung.....	20
10	Zusammenfassung und Ausblick	21
	Literaturverzeichnis	22
	Abkürzungsverzeichnis	26
	Abbildungsverzeichnis.....	27
	Anhang.....	28
	Eidesstattliche Erklärung	30
	Datenträger	31

1 Einleitung

Digitalisierung im Feuerwehrdienst bedeutet weit mehr als digitale Alarmierung und digitaler Funk. Durch digitale Prozesse innerhalb der FW können viele Arbeiten, die heute mühsam auf Papier erledigt werden, vereinfacht und deutlich schneller erledigt werden.

So lassen sich heute ganze Bereiche digital abbilden und verwalten. Beispielsweise die Kleiderkammer einer FW: Wer hat wann welche Ausrüstung erhalten? Wie oft war welches Kleidungsstück beim Waschen und wann zuletzt? Am Ende haben diese Informationen ja relevante Auswirkungen auf die Einsatztauglichkeit, da es z.B. Herstellervorgaben für maximale Waschzyklen einzuhalten gilt. Welche Tabelle wird so genau gepflegt und wer hat die Zeit für aufwändige manuelle Einträge?

Ähnliches trifft für die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) Pflichtprüfungen von Ausrüstungsgegenständen zu. Auch diese lassen sich komplett digital und rechtssicher durchführen – dicke Ordner, gefüllt mit Protokollen und Unterlagen, sollten der Vergangenheit angehören.

Doch in Zukunft wird die Vernetzung noch deutlich tiefer gehen. So wäre es durchaus denkbar, dass über eine zentrale Ansicht auf einem Display sämtlich Fahrzeuge samt Status dargestellt werden. Über digitale Schnittstellen kann so jeder die aktuellen Tankfüllstände (Kraftstoff, Öl, Wasser, Schaum, Aggregat etc.) sehen, wie hoch der Reifendruck ist, ob Pflichtprüfungen anstehen – kurz, wie der Gesamtstatus jedes Fahrzeugs ist.

Auch im Einsatz gibt es heute schon viele Erleichterungen durch Digitalisierung in den FW. Angefangen von dynamischen Einsatzkarten, die relevanten Punkte (Hydranten, Sammelpunkte etc.) im Zielgebiet anzeigen, über Gefahrenstoffdatenbanken, bis hin zu Rettungskarten für KFZ.

Häufig müssen FW auch überörtlich ausrücken. Hier ist das Zielgebiet dann meist ein weißer Fleck und für die Besatzung nur mit Einweisung der örtlichen Kräfte sinnvoll zu erreichen. Schon heute gibt es Lösungen, welche die Einsatzdaten der Leitstelle sofort und automatisch auf ein Navigationsgerät im jeweiligen Fahrzeug übertragen und dafür sorgen, dass es nicht zu einer Zeitverzögerung durch mangelnde Ortskenntnis kommt.

Doch die Technik bietet noch viele weitere Möglichkeiten. Dynamische Karten mit Hilfe von Augmented Reality (erweiterte Realität), die bereits Gebäudepläne mit Daten der BMA, Einspeisung für Löschwasser oder ähnliches integriert haben. Tablets, welche die Einsatzleitung ständig mit aktuellsten Informationen aller Fahrzeuge und Einsatzkräfte versorgen. Welche Fahrzeuge sind alarmiert? Wer ist bereits am Einsatzort?

Grundsätzlich sollten sich FW gleich welcher Größe dem digitalen Wandel stellen und von den Vorteilen profitieren. Eine sinnvolle Planung, wie dieser Prozess in absehbarer Zeit umgesetzt werden soll, ist der erste Schritt. (HESS UND WEISSPFENNIG 2017)

2 Zielsetzung und angewandte Methoden in der Facharbeit

Das Thema „Werkstätten der Zukunft der Feuerwehren“ wird im Rahmen dieser Facharbeit inhaltlich aufgearbeitet. Bei der Erarbeitung des Themas wurde deutlich, dass die Betrachtung der verschiedenen Werkstattbereiche, sehr umfangreich und komplex ist.

Es wurde neben der Internet- und Literaturrecherche eine umfangreiche Datengewinnung mittels Fragebögen zu verschiedenen Fragestellungen durchgeführt. Für die Befragung war es notwendig, Überlegungen anzustellen, worin sich die BF in Deutschland bei dem Thema: Digitalisierung unterscheiden. Als Parameter für diese Betrachtung wurde die Größe der FW verwendet. Die Einteilung erfolgt nach drei Stufen: klein, mittel und groß. Zur Datengewinnung wurden folgende BF befragt: Berlin, Hamburg, Essen, Bremen, Delmenhorst und Brandenburg an der Havel (a. d. H.). Die Auswahl erfolgte nicht nach einem bestimmten Muster und ist als Stichprobe zu verstehen.

Es wurde ein Fach-Interview mit Carsten Göwecke (Ständiger Vertreter des Landesbranddirektors Berlin und Vorsitzender des Referat 6 vfdb e.V. - Fahrzeuge und technische Hilfeleistung –) zum Thema „Technische Entwicklung im Umfeld des Feuerwehrfahrzeuges“ durchgeführt.

Im weiteren Verlauf der Erarbeitung, sind verschiedenen Institutionen besucht worden um einen Ausblick in die Zukunft zu ermöglichen. Es sei hier angemerkt, dass eine genaue Voraussage zu der Fragestellung nicht möglich ist, da die Entwicklung von vielen Faktoren abhängig ist. Es fließen in diese Facharbeit Gesprächsergebnisse von Gesprächen mit Vertretern der Kfz-Innung Berlin, des Oberstufenzentrums (OSZ) Kraftfahrzeugtechnik, der Gesellschaft für Technische Überwachung (GTÜ), der Mercedes-Benz Niederlassung Berlin und der Fima Hübner Kraftfahrzeugtechnik ein.

In der weiteren Vorgehensweise wird die Fragestellung „Wie können sich die Werkstätten einer BF unter dem Aspekt einer zunehmenden Digitalisierung der Geräte und Fahrzeuge entwickeln?“ in zwei Themenfelder aufgeteilt. Themenfeld eins befasst sich mit der Entwicklung von Gerätewerkstätten und der Fragestellungen, wie der derzeitige Stand der verwendeten Technik ist und wie sich die Anforderungen an die Mitarbeiter (MA) bei einer zunehmenden Digitalisierung entwickeln. Bei dem Themenfeld zwei, werden die Fahrzeugwerkstätten betrachtet. Wie sieht das Flottenmanagement heute aus, wie ist die Verfahrensweise bei notwendigen Reparaturen, was kann durch Fahrzeugwerkstätten der FW zurzeit geleistet werden? Wie werden sich die Arbeitsschwerpunkte durch die Digitalisierung verschieben, welche flankierenden Maßnahmen müssen durchgeführt werden, um den Anforderungen, die an eine Werkstatt 4.0 gestellt werden, gerecht zu werden?

Aus den Ergebnissen werden abschließend Elemente einer möglichen Werkstatt der Zukunft dargestellt, hierbei wird der Stand der Technik zum Zeitpunkt der Erarbeitung sowie der nahen Zukunft beschrieben.

3 Digitalstrategie der Bundesregierung

Das Thema Digitalisierung ist eines der wichtigsten Themen des 21 Jahrhunderts, so hat die Bundesregierung schon im August 2014 mit der Digitalen Agenda (BMWI 1; 2019) bestimmt, wie die digitalpolitischen Ziele für die Bundesrepublik Deutschland aussehen.

Die Digitale Agenda ist ein zentraler Baustein deutscher Wirtschafts- und Innovationspolitik. Für die die FW ist der Ausbau der digitalen Infrastrukturen besonders wichtig. Diese Infrastrukturen sind Grundvoraussetzung für die digitale Entwicklung von Geräte- und Fahrzeugwerkstätten.

Der digitale Wandel (BMWI (2) 2019) verändert unsere Art zu leben, zu arbeiten und zu lernen fundamental und mit rasanter Geschwindigkeit. Innovation und digitale Transformation (siehe Anhang: Abbildung 3). ist ein Handlungsfeld der Digital Agenda, eine der Kernaufgaben ist die Förderung der Industrie 4.0 (siehe Anhang: Abbildung 4).

Die industrielle Produktion soll mit moderner Informations- und Kommunikationstechnik verzahnt werden. Technische Grundlage hierfür sind intelligente und digital vernetzte Systeme.

In der Zukunft werden Menschen, Maschinen, Anlagen, Logistik und Produkte direkt miteinander kommunizieren und kooperieren. Das Netz soll zudem alle Phasen des Lebenszyklus des Produktes einschließen. Beginnend von der Idee eines Produkts über die Entwicklung, Fertigung, Nutzung und Wartung bis zum Recycling.

Mit der Entwicklung der Industrie 4.0 und hier speziell mit dem Ausbau und der Sicherstellung moderner und leistungsfähiger Mobilfunknetze, werden alle Grundlagen für die Entwicklung von digitalen Werkstätten geschaffen.

3.1 Werkstatt 4.0

In Anlehnung an die Digital Agenda wird im Bereich der Werkstätten in der Zukunft von der Werkstatt 4.0 gesprochen. Grundvoraussetzung für eine Werkstatt 4.0 ist die Steigerung des digitalen Reifegrades, in der Zukunft wird diese Steigerung durch die Verwendung modernster Mobilfunknetze erreicht.

3.2 Mobilfunknetz 5G

Das heute verwendete Mobilfunknetz 4G (LTE) ist im Verhältnis zu den Funknetzen der Vergangenheit schon wesentlich leistungsfähiger, wird aber für die Anforderungen der Zukunft nicht ausreichen. Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Implementierung der Werkstatt 4.0 ist das im Aufbau befindliche Mobilfunknetz 5G.

Durch die Entscheidung vom 17.11.2019 bei der Digitalklausur der Bundesregierung (DIE ZEIT ONLINE 2019), Investitionen in Höhe von 1,1 Milliarden zu tätigen, um einen flächendeckenden 5G Standard zu gewährleisten, wird deutlich, dass alle notwendigen Maßnahmen getroffen werden, um eine umfassende Digitalisierung zu ermöglichen.

Der künftige Mobilfunkstandard und Nachfolger von LTE-Advanced (LTE-ANBIETER 2019) wird das Mobilfunknetz so leistungsfähig machen wie nie zuvor und die technischen Voraussetzungen für das Internet der Dinge (Englisch: Internet of Things, IoT) bieten.

3.3 Internet der Dinge (Internet of Things, IoT)

Im Internet der Dinge (Englisch: Internet of Things, IoT) bekommen Gegenstände eine eindeutige Identität und können miteinander kommunizieren oder Befehle entgegennehmen. Mit dem IoT lassen sich Anwendungen automatisieren und Aufgaben ohne Eingriff von außen erledigen. (BIG DATA INSIDER 2019)

Im Allgemeinen wird der Begriff IoT für die Vernetzung von Gegenständen des Alltags oder von Maschinen im industriellen Umfeld per Internet verwendet. Geräte bekommen eine eindeutige Identität (Adresse) im Netzwerk und werden mit elektronischer Intelligenz ausgestattet. Dadurch sind sie in der Lage, über das Internet zu kommunizieren und Aufgaben voll automatisiert auszuführen.

Neben der Möglichkeit der Kommunikation der Geräte untereinander, man spricht hier auch häufig von Maschine zu Maschine - Kommunikation (Englisch: Machine-to-Machine-Kommunikation, M2M), stellen viele der vernetzten Objekte über das Internet eine Schnittstelle zur Verfügung, über die sich die Geräte durch einen Benutzer von einem beliebigen Ort aus bedienen und steuern lassen. (BLEY 2010)

Im Jahr 2020 werden laut International Data Corporation (IDC)-Prognose weltweit rund zwei Milliarden mit dem Internet verbundene Smartphones im Umlauf sein. Dazu gesellen sich je nach Prognose bis zu 50 Milliarden vernetzte Geräte, Fahrzeuge und Maschinen, ein Großteil davon in der Produktion. Diese kommunizieren miteinander, mit der Cloud und mit Nutzern. (T-SYSTEMS 2019) Das ist vor allem für die Werkstatt 4.0 von entscheidender Bedeutung. Fahrzeuge melden der Werkstatt selbstständig und zeitnah erkannte Fehler, noch bevor das Fahrzeug größeren Schaden nehmen kann. Der Werksattmitarbeiter ist also schon vor dem Eintreffen des Fahrzeugs informiert und in der Lage z.B. mittels Augmented Reality (siehe Kapitel 9.6) den genauen Fehler zu analysieren und zu reparieren, somit, ohne zeitlich aufwendige Fehleranalyse. (MARKGRAF 2019)

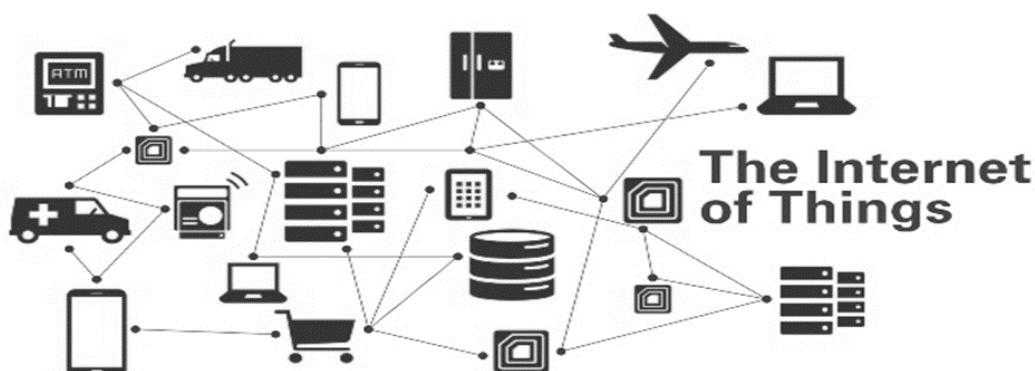


Abbildung 1: The Internet of Things (ORACLE UNIVERSITY 2016)

4 Befragung zur Digitalisierung von Werkstätten und Fahrzeugwerkstätten

Im Rahmen der Recherche zu dieser Facharbeit konnte festgestellt werden, dass wenige Informationen zum digitalen Reifegrad bei FW vorhanden sind. Zur Datenerhebung wurden je zwei Fragebögen an sechs BF versendet. Die Fragestellungen richteten sich jeweils an die Bereiche der Geräte- und Fahrzeugwerkstätten. Zur Datengewinnung wurden die BF: Berlin, Hamburg, Essen, Bremen, Delmenhorst und Brandenburg a.d.H. befragt. Die Auswahl der BF erfolgte nicht nach einem bestimmten Muster und ist als Stichprobe zu verstehen.

4.1 Fragestellungen Gerätewerkstatt

Folgende Fragestellungen wurden durch Mitarbeiter der Gerätewerkstätten beantwortet:

1. Was sind ihre Erfahrungen der letzten Jahre, was wurde an digitaler Technik eingeführt?
2. Wie wurde die Technik von den Mitarbeitern der verschiedenen Werkstätten angenommen?
3. Wo gab es bei der Einführung Schwierigkeiten?
4. Wie fand die Ausbildung der (Werkstatt-) Mitarbeiter statt?
5. Hatten ältere Mitarbeiter mehr, bzw. andere Probleme als jüngere Mitarbeiter und wenn ja, welche Kompensationsmaßnahmen wurden ergriffen?

4.2 Fragestellungen Gerätewerkstatt

Folgende Fragestellungen wurden durch Mitarbeiter der Fahrzeugwerkstätten beantwortet:

1. Wie groß ist der aktuelle Fahrzeugbestand?
2. Welche Hersteller sind im Fuhrpark vertreten?
3. Anzahl der Werkstattmitarbeiter?
4. Qualifikationen bzw. Berufsabschluss der derzeitigen Mitarbeiter?
5. In welchem Volumen/Umfang werden (Euro oder %) werden Aufträge an Fremdfirmen vergeben?
6. Welche Digitalisierung hat bereits stattgefunden?
7. Erhöht sich durch die Digitalisierung die Vergabe von Aufträgen an Fremdfirmen?
8. Wie sieht die Qualifizierung der Mitarbeiter durch die Digitalisierung der Werkstätten in der Zukunft aus?
9. Müssen neue Berufsfelder integriert werden?
10. Wird die Digitalisierung von den Mitarbeitern positiv angenommen?
11. Persönliche Einschätzung zu der Fragestellung, wo geht der Trend bei Fahrzeugwerkstätten mit zunehmender Digitalisierung hin?

Alle befragten FW gaben zu den gestellten Fragestellungen Antworten ab.

4.3 Auswertung der Fragebögen

Die Auswertung der Fragebögen hat zum Grad der Digitalisierung verschiedene Digitale Reifegrade bei den befragten FW ergeben. (BIALEK 2019)

Der Digitale Reifegrad ist von verschiedenen Faktoren abhängig:

- Anzahl der MA
- Umfang der betreuten Technik
- Anzahl der Fahrzeuge
- Ausstattung der Werkstätten und
- Finanzielle Mittel.

Größere FW haben durch ihre Aufbauorganisation bessere Möglichkeiten Software zu etablieren. Die FW Berlin verfügt beispielhaft über eine personell gut ausgestattete IT-Abteilung.(SCHIERZ 2019) Die MA aus dem IT-Bereich können andere Abteilungen nach der Installation von Software und bei Problemen in der Anwendung zeitnah unterstützen. Diese Verfahrensweise verhindert lange Ausfälle der Systeme und ist kostengünstig. Ein weiterer Faktor für den digitalen Reifegrad ist die finanzielle Ausstattung der BF. Neben der einmaligen Anschaffung der Werkstatt-Software, fallen Kosten für die Administration, Anpassung der Software und regelmäßige Schulungen der Mitarbeiter an.

Eine einheitliche Verwendung von Werkstatt-Software findet nicht statt. Jede FW hat in der Regel eigene Hersteller, deren Software verwendet wird. Eine klare Aussage, warum die eine oder die andere Software verwendet wird, kann nicht getroffen werden und ist auch nicht Thema dieser Facharbeit. Zum jetzigen Zeitpunkt wird in Kleiderkammern, Atemschutz-, Pumpen-, Schlauch- Medizinprodukte-, Funk- und Fahrzeugwerkstätten Werkstatt-Software verwendet. Nicht alle befragten FW verwenden auch in allen aufgeführten Werkstätten Software. (FRIESEN 2019)

Die auf dem Markt angebotenen Softwarelösungen sind umfangreich und bieten für jeden Bedarf auch Lösungen an. Von einer Auflistung der verschiedenen Firmen bzw. Produkte wird an dieser Stelle abgesehen, es geht bei der Betrachtung nicht um spezielle Firmen bzw. spezielle Produkte sondern um die Möglichkeiten und Vorteile, die allgemein durch die Verwendung von Werkstatt-Software bestehen.

Im weiteren Verlauf der Facharbeit werden die Werkstätten: Geräte- und Fahrzeugwerkstätten getrennt voneinander Betrachtet.

4.4 Kernpunkte der Auswertung

Bei der Auswertung der Fragebögen wird auf zwei Aspekte abgezielt:

1. Technische Entwicklung der Werkstätten und
2. Auswirkungen für die Mitarbeiter.

5 Arbeitsabläufe in Gerätewerkstätten

Um einen Einblick in die Arbeitsweisen von Werkstätten zu bekommen wird exemplarisch die Verfahrensweise in der Atemschutzwerkstatt betrachtet. Eine Atemschutzwerkstatt ist bei allen befragten FW vorhanden und für den Dienstbetrieb unerlässlich. Besondere Bedeutung bekommt die Arbeit in der Atemschutzwerkstatt durch das Einhalten von rechtlichen Vorgaben und Prüfterminen, welche durch die DGUV vorgegeben werden. Diese Vorgaben haben großen Auswirkungen auf den Einsatzdienst und ggf. beim Eintreten eines Atemschutzunfalls. (DGUV 2019)

5.1 Verfahrensweise vor der Einführung von Werkstatt- Software

Alle befragten FW stellten die Arbeitsabläufe in den Atemschutzwerkstätten in der Vergangenheit ähnlich dar.

Vor der Einführung von Digitaltechnik wurden alle Einzelteile mit Hilfe von Karteikarten verwaltet. Jedem Einzelteil wurde eine Karteikarte zugeordnet, diese Karte wurde analog bzw. händisch gepflegt. Die Anzahl der zu dokumentierenden Einzelteile lag, je nach Personalstärke der FW, zwischen 500 bis über 10000 Einzelteilen. (NAWARA 2019) Jede einzelne Prüfung, z.B. die Überprüfung von Atemschutzmasken wurden in dieser Karte eingetragen. Der Arbeitsaufwand bzw. die Belastungen für die Mitarbeiter wurden durch rechtlich festgelegte Prüfintervalle besonders erhöht. Diese Eintragungen waren nicht rechtssicher, da jeder Kollege jederzeit Zugriff auf die Karteikarten hatte.

In einer Übergangsphase vor Einführung der Digitalisierung und der Verwendung von professioneller Software wurden durch ambitionierte Mitarbeiter erstellte Datenbanken, z.B. auf Excel-Basis, verwendet. Diese Datenbanken stellten schon eine Arbeitserleichterung dar, aber man war in dieser Phase von bestimmten MA abhängig, die diese Datenbanken pflegten. Beim Ausfall dieser MA, konnten keine Anpassungen durchgeführt werden und eine adäquate Dokumentation der Lagerhaltung war somit kaum möglich. (TOMCZAK 2019)

5.2 Ist-Stand der Digitalisierung in der Atemschutzwerkstatt

Die Auswertung der Fragebögen zeigt, dass alle befragten FW heute mit komplexen Softwarelösungen arbeiten, welche in Komplettlösungen integriert sind. Die Atemschutzwerkstätten verfügen allgemein über gut ausgebildete Atemschutzgerätewarte. Zu den umfangreichen Tätigkeiten der MA gehören die Demontage vor der Reinigung, das Reinigen, Desinfizieren, Trocknen, Prüfen und Testen aller Ausrüstungsgegenstände. Hierbei ist die Software nur ein Baustein, einer modernen Atemschutzwerkstatt. (SCHIERZ 2019)

Bei der Ausstattung haben die befragten FW die Bedürfnisse der MA zum Thema Arbeits- und Gesundheitsschutz berücksichtigt. So ist der Kompressor zum Füllen der Atemluftbehälter, getrennt von der Füllleiste, in einem anderen Raum untergebracht. Das Befüllen erfolgt somit geräuschlos. Arbeitsplätze für Reparaturen verfügen über ergonomische Arbeitshöhen und gewährleisten so ein rückenschonendes Arbeiten.

Zu den handwerklichen Tätigkeiten der Atemschutzgerätewarte kommen noch digitalisierte Tätigkeiten hinzu. Der Einsatz der Software erleichtert die tägliche Arbeit, hilft Zeit und Kosten zu sparen und gewährleistet die Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation von Wartungs-, Service- und Prüftätigkeiten.

Die Programme optimieren die Geräte- und Materialverwaltung und integrieren die Prüfprozesse umfassend. Alle durchgeführten Arbeiten werden im Programm dokumentiert und können jederzeit überprüft und abgerufen werden. Entscheidend hierbei ist, dass jeder Prüfung ein Atemschutzgerätewart über seine Zugangskennung rechtssicher zugeordnet werden kann und die lückenlose Nachweisführung die Prüfvorgänge so juristisch einwandfrei macht.

Ein weiteres Ergebnis der Befragung ist, dass das Erlernen und Bedienen der Programme für die MA eine große Herausforderung darstellt. Bei den MA handelt es sich häufig um lebensältere und gesundheitlich eingeschränkte Einsatzkräfte, welche nicht über umfassende Computerkenntnisse verfügen. (NAWARA 2019)

5.3 Ausblick in die Zukunft von Gerätewerkstätten

Die im Vorfeld dargestellten Abläufe und Prozesse wurden ausschließlich am Beispiel der Atemschutzwerkstatt dargestellt. Der Ausblick in die Zukunft der Gerätewerkstätten der FW bezieht alle Werkstätten mit ein.

Durch künftige Etablierung von weiterer Werkstatt-Software wird es in der Zukunft möglich sein, alle Geschäftsprozesse zwischen den Werkstätten untereinander sowie mit allen Dienststellen der FW in einem elektronischen Workflow medienbruchfrei abzubilden. (QUELLE 2019)

Die Software ermöglicht im Werkstattbereich umfangreiche Auswertungen zu zeitlichem Aufwand und entstandenen Kosten für die Instandhaltung und Reparatur von Geräten und Ausrüstungsgegenständen. Eine zentrale Warenleitstelle verwaltet den Ersatzteilbestand sowie das Verbrauchsmaterial und nutzt das Programm für notwendige und zeitnahe Bestellungen.

Durch die medienbruchfreie Verknüpfung aller Bereiche sind z.B. Reparatur- und Bestellvorgänge nachvollziehbarer und Auswertungen erheblich schneller darstellbar.

Durch die softwarebasierte Verknüpfung der Werkstätten mit den Feuerwachen sind medienbruchfreie Workflows in der Instandhaltungssteuerung und Materialbewirtschaftung vom Beginn bis zum Abschluss eines Geschäftsprozesses durchführ- und darstellbar. (DRÄGER 2019)

Folgende Geschäftsprozesse werden in der Zukunft medienbruchfrei dargestellt und somit optimiert:

- Meldung von Mängeln und Schäden an Geräten und Ausrüstungsgegenständen innerhalb eines einheitlichen Systems ohne Medienbruch mit paralleler Dokumentation der Vorgänge. Durch diese Meldung wird ein Reparaturauftrag ausgelöst.
- Die FW werden in die Lage versetzt, gesetzlich vorgeschriebene Prüfnachweise rechtssicher elektronisch zu dokumentieren, Insbesondere die Forderungen der DGUV.
- Informationen der Feuerwachen und anderer Standorte des Einsatzdienstes über ihre Geräte und Fahrzeuge mit Daten über notwendige Prüfungs- und Wartungstermine sowie die Historie dieser Geräte und Fahrzeuge zur Unterstützung der Aufgaben im Rahmen der Halterverantwortlichkeit.
- Dokumentierte Fahrzeug- und Geräteüberprüfung mit mobilen Eingabegeräten, dies auch vor dem Hintergrund der Umsetzung der Anforderungen aus gesetzlichen Bestimmungen (z.B. elektronisches Medizinproduktbuch).
- Unterstützung bei der Vollzähligkeitsüberprüfung der Fahrzeugausstattung durch elektronisch verfügbare Beladepläne und mobile Eingabegeräte.
- Selbständige Führung und Überwachung der Lagerbestände sowie Abforderung und Lieferung von Materialien aus der Warenleitstelle, welche als zentrale Beschaffungsstelle der FW an die Standorte des Einsatzdienstes mit der Möglichkeit von automatisierten Bestellungen in der Warenleitstelle bei Unterschreitung definierter Mindestbestände an den Standorten des Einsatzdienstes. Dies gilt insbesondere für das Verbrauchsmaterial des Rettungsdienstes. (QUELLE 2019)

5.4 Folgen der Digitalisierung für alle Beteiligten

Digitalisierung von Arbeitsprozessen bedeutet in erster Linie eine Veränderung der gewohnten Arbeitsabläufe für alle Beteiligten. Bei diesen Veränderungsprozessen nehmen die Führungskräfte eine besondere Rolle ein. Innerhalb der FW haben die Führungskräfte nicht nur die Personalverantwortung, die Führungskräfte sind speziell bei Veränderungen der Arbeitsabläufe für die Initiierung und Begleitung der Prozesse verantwortlich. Aus Führungskräften werden somit nach heutigen Maßstäben Change Manager.

Für die Mitarbeiter ändern sich durch die Digitalisierung von Arbeitsabläufen häufig die Anforderungen. Der User (Anwender) einer Software wird nicht automatisch zum IT-Fachmann, muss aber die Abläufe innerhalb des Programms verstehen und bei Fehlern angemessen reagieren. Diese Anforderung an den MA hat Folgen, da gewohnte und über lange Zeiträume genutzte Handlungsstrategien nicht bzw. nur noch in reduziertem Umfang benötigt und neue Handlungsstrategien erlernt werden. Bei diesen Prozessen müssen die MA angemessen durch die Organisation bzw. durch ihre Vorgesetzten unterstützt werden.

5.5 Change Management

Unternehmen sehen sich in der heutigen Zeit einer stetig wandelnden Umwelt gegenübergestellt. (ZELESNIAK UND GROLMAN 2019) Geläufige Begriffe wie Digitalisierung oder Globalisierung sind keinem Unternehmen mehr fremd, weshalb sich der Fokus verstärkt auf den richtigen Umgang mit Wandel, sowohl in der Ausbildung als auch in der Managementpraxis, gerichtet hat. Change Management beschreibt daher all jene Techniken, die zur richtigen Steuerung eines Wandlungsprozesses von Nöten sind (LAUER 2014, 3).

Durch Change Management soll es innerhalb von Organisationen zu nachhaltigen Verbesserungen kommen. Hierbei zielt Change Management entweder auf eine radikale Änderung von Strukturen, Verhaltensweisen, Strategien und Prozessen eines Unternehmens, oder es setzt sich mit fortwährenden Verbesserungen schon bestehender Abläufe auseinander. (ONPULSON 2019)

5.6 Herausforderung für Führungskräfte

Die Rolle der Führungskraft hat sich im Laufe der letzten Jahre entscheidend gewandelt. Sich nur auf Aufgaben wie das Planen, Entscheiden und Delegieren zu konzentrieren, wird, bedingt durch neue Organisationsstrukturen und mit dem Ausbau der Digitalisierung, nicht mehr ausreichend sein. (VOGT 1999, 101) Vielmehr zählen mittlerweile Menschenführung, Zukunftssicherung und das Change Management zu den neuen Aufgaben einer Führungskraft. Sie müssen stets die Zukunft des Unternehmens im Blick haben, müssen sich mit der Aus- und Weiterbildung ihrer Mitarbeiter beschäftigen und in Zeiten des Wandels möglichst alle negativen Einflüsse von ihrem Unternehmen fernhalten. (DOPPLER UND LAUTERBURG 2019, 74) Zu diesen negativen Einflüssen zählt insbesondere das Überfordern von MA.

5.7 Anforderungen an die Mitarbeiter

Ein Unternehmen kann mit seinen geplanten Veränderungen nur dann Erfolg haben, wenn der Wandel zuvor von seinen Mitarbeitern akzeptiert wurde. Diese erhoffte Akzeptanz betrifft gleichermaßen die innere Einstellung (Einstellungsakzeptanz) wie auch die Verhaltensakzeptanz (KRÜGER UND BACH 2014).

Für das Change Management können Mitarbeiter zu Initiatoren von Veränderungen werden, weil diese bedingt durch ihre Alltagserfahrungen früher als die Vorgesetzten erkennen können, wann sich z.B. Arbeitsabläufe neuen Gegebenheiten anpassen sollten. (KRÜGER UND BACH 2014)

6 Arbeitsabläufe in Fahrzeugwerkstätten (ist-Stand)

Bei der Auswertung der Fragebögen war deutlich zu erkennen, dass die Einteilung und Befragung von unterschiedlich großen FW für die Bearbeitung der Themenstellung sinnhaft war.

Die beantworteten Fragebögen unterstreichen deutlich, dass kein einheitlicher Umgang mit der Digitalisierung von Fahrzeugwerkstätten bei den FW erkennbar ist.

Der Grad der Digitalisierung hängt von folgenden Faktoren ab:

- Anzahl des Personals in den Werkstätten
- Größe des Fuhrparks und
- Verfahrensweisen bzw. Arbeitsabläufe.

6.1 BF Brandenburg a. d. H. und Delmenhorst

Es handelt sich um kleinere BF mit einem Fahrzeugbestand von ca. 40-50 Fahrzeugen.

Bei der Anzahl der MA in den Fahrzeugwerkstätten ist ein Unterschied erkennbar, die FW Delmenhorst betreibt keine Werkstatt und hat somit auch keine MA, die Reparaturen oder Tätigkeiten durchführen können. (FRIESEN 2019) Die BF Brandenburg a. d. H. verfügt über einen MA, der Kleinstreparaturen an den Einsatzfahrzeugen durchführt. (BIALEK 2019)

Der Umgang mit Digitalisierung in Fahrzeugwerkstätten wird in der Zukunft eher unberücksichtigt bleiben und sich auf das Erkennen von Fehlermeldungen und dem Umgang mit diesen beschränken. Mitarbeiter der Abteilung Technik werden parallel zu anderen Aufgaben den Fuhrpark betreuen und bei Bedarf Termine in Werkstätten planen und eine notwendige Redundanz im Fuhrpark für den Einsatzdienst einplanen. Diese MA führen weiterhin auch notwendige Einweisungen in verbaute Software-Lösungen (für den Einsatzdienst) für die MA durch und stehen in engem Kontakt zu den Herstellern. (FRIESEN 2019)

6.2 BF Essen und Bremen

Es handelt sich bei diesen FW um mittlere BF mit einem Fahrzeugbestand von ca. 280 Fahrzeugen. In den Fahrzeugwerkstätten arbeiten jeweils zwischen 5 und 6 MA, die neben Reparaturen und Unterstützung bei TÜV-Prüfungen auch Wartungsarbeiten am Fuhrpark durchführen. Die Mitarbeiter verfügen über unterschiedliche Berufsqualifikationen: Meister für Kfz-Technik, Kfz-Mechaniker, Kfz-Mechatroniker, Kfz-Elektriker und Karosserieschlosser. (JACOBI 2019)

Durch diese Berufsqualifikationen können viele Tätigkeitsfelder abgedeckt und Reparaturen schnell und kostengünstig durchgeführt werden.

Es wird in beiden Werkstätten mit digitalisierter Technik gearbeitet. Der Verwendung von Systemtechnik zur Fehleranalyse oder der Einsatz von Steuergeräten für das

Motormanagement sind hier bereits fester Bestandteil der Arbeitsabläufe. Die Anpassung der Prüfplätze an die gesetzlichen Vorgaben (siehe Kapitel 7.1.2) ist in Planung bzw. schon umgesetzt.

Als kritisch betrachtet wird, dass die Markenvielfalt der Fuhrparks (MAN, Mercedes, Iveco, Scania, VW, BMW und diverse weitere Hersteller) auch verschiedenste Systemtechnik erfordert und es kaum möglich ist, alle MA so zu qualifizieren, dass jeder MA die komplette Technik beherrscht und einsetzen kann. (WARNKEN 2019) Eine weitere Problemstellung stellt das Arbeitsaufkommen dar, das vorhandene Personal kann dem Arbeitsaufkommen nicht gerecht werden. So werden z.B. bei der BF Essen von ca. 1500 Reparaturen jährlich 1200 Reparaturen an Fremdfirmen vergeben. Diese Verfahrensweise führt zu längeren Ausfällen von Einsatzfahrzeugen und verursacht zudem hohe Personalkosten, bspw. durch Transferfahrten zwischen Dienststelle und Werkstatt.

Für die Zukunft ist jedoch eine umfassende Neuorganisation geplant. So plant die BF Essen sich in einem Zehn-Jahres-Plan den Herausforderungen der Zukunft sowohl digital als auch personell zu stellen. Im Rahmen dieser Neuorganisation steht neben der weiteren Digitalisierung der Technik, besonders der MA an sich als solcher im Fokus. Ein umfassendes Fortbildungsprogramm, welches sich dynamisch an die Veränderungen der technischen Möglichkeiten anpasst, wird wesentlicher Bestandteil in der Zukunft sein. (TOMCZAK 2019)

6.3 BF Hamburg und Berlin

Beide BF verfügen über Großwerkstätten, die mit Werkstätten großer Nutzfahrzeughersteller vergleichbar sind, was beispielhaft an der personellen Ausstattung erkennbar ist. Im Werkstattbereich der Berliner FW arbeiten zurzeit 60 MA mit den gleichen Qualifikationen der MA der Werkstätten der BF Essen und Bremen (siehe Kapitel 6.2). Der Fuhrpark bei der FW Berlin umfasst ca. 750 Fahrzeuge und der FW Hamburg ca. 650 Fahrzeuge. Bei beiden FW sind noch zusätzlich div. Anhänger, Abrollbehälter und Boote zu betreuen.

Der Stand der Digitalisierung ist hoch, viele Reparaturen an neueren Fahrzeugen können mit passenden Herstellerdiagnosegeräten durchgeführt werden. Von Vorteil hierbei ist, dass durch die Beschaffung von Nutzfahrzeugen weniger Hersteller (MAN und Mercedes) viele Fahrzeuge mit der gleichen Software bearbeitet werden können. Im PKW-Sektor ist die Verwendung eines Allzweckdiagnosegeräts Standard und eröffnet die Möglichkeit, alle anfallenden Arbeiten in der eigenen Werkstatt durchzuführen. (QUELLE 2019)

Es gibt aber auch Grenzen der Leistungsfähigkeit von Werkstätten, so ist die Berliner FW zurzeit nicht in der Lage, Reparaturen an Fahrzeugen der Marke Iveco durchzuführen, da die Werkstatt nicht über die erforderliche Software verfügt. Auch FW-Kräne werden ausschließlich beim Hersteller repariert und gewartet. Eine Vergabe an Fremdfirmen führt zwangsläufig zu höheren Ausgaben, so lagen die Kosten für Reparaturen bei Fremdfirmen in Berlin im Jahr 2018 bei 3,5 Millionen Euro. (MARTIN 2019)

Der Grad der Digitalisierung beider FW wird nach Auswertung der Fragebögen besonders bei der Verwendung von Einsatzfahrzeugen neuerer Generation deutlich. Diese Fahrzeuge zeichnen während des Betriebs diverse Fahrzeugparameter auf. Die Daten werden im Fahrzeug gespeichert und an einen zentralen Datenspeicher übertragen und informieren sofort über den Zustand des Fahrzeugs. Alle Fahrzeugkomponenten unterliegen somit einer ständigen automatischen Überprüfung, wodurch alle Abweichungen frühzeitig erkennbar sind und alle Meldungen zum Fahrzeugzustand selbstständig versendet werden.

Der Vorteil für die Werkstatt ist, dass das ständige Abgleichen von Fahrzeugparametern zu einem frühzeitigen Erkennen von Fehlern führt, die somit schnell behoben werden können.

Die Diagnose aus der Ferne trägt so zu verringerten Standzeiten und einer rechtzeitigen Überprüfung der Fahrzeuge bei. Eine weitere Arbeitserleichterung für die MA ist, dass durch das ständige Abgleichen von Fahrzeugdaten (z.B. Betriebsstunden oder Kilometerleistung) regelmäßige Service-Überprüfungen automatisch in die Serviceplanung eingetragen werden und der Werkstattmeister praktisch so von dem Einsatzfahrzeug über notwendige Arbeiten selbstständig informiert wird. (ROSENBAUER 2019)

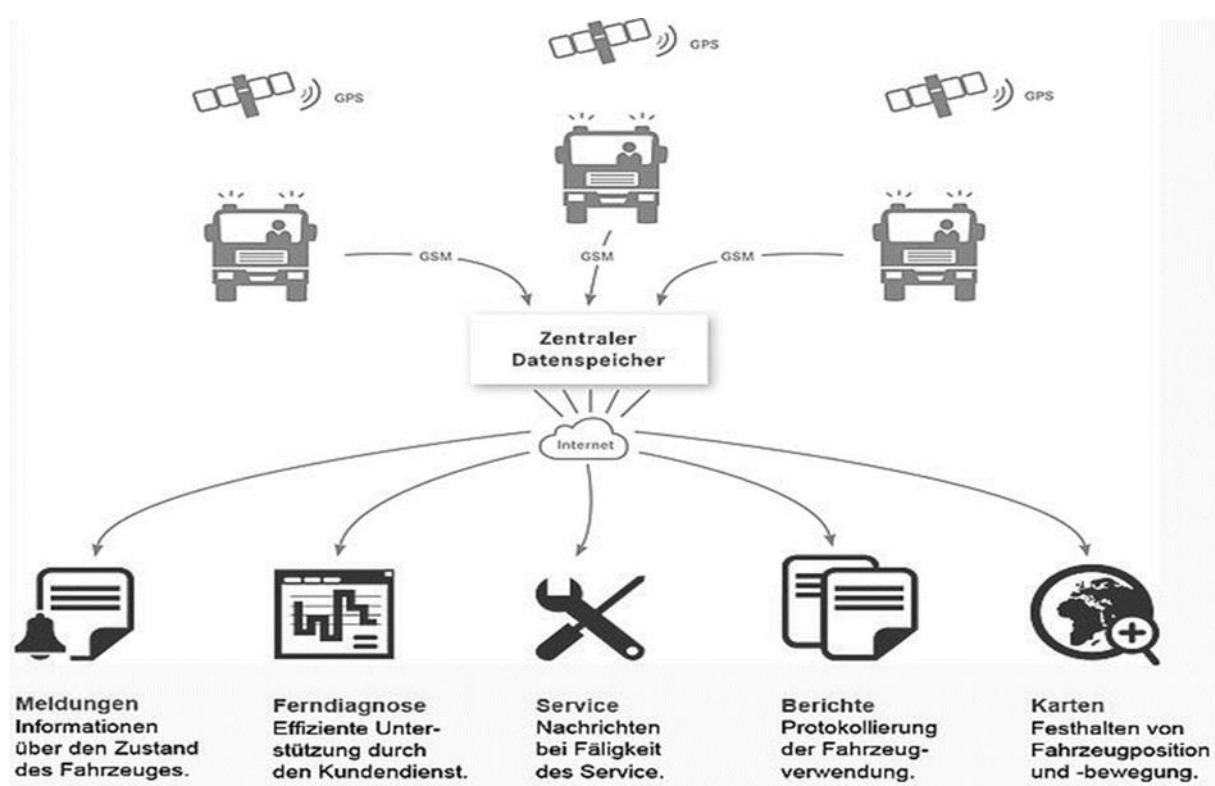


Abbildung 2: Rosenbauer service4fire 2019

7 Zunehmende Digitalisierung in der Zukunft und weitere Einflussfaktoren

Die Vernetzung der Fahrzeuge und die Digitalisierung im Werkstattalltag schreiten voran. In diesem Zusammenhang ist, wie bereits im Kapitel 3.1 beschrieben, von der Werkstatt 4.0 die Rede.

Die rasanten Fortschritte der digitalen Technologie resultieren sowohl aus einer stetigen Verbesserung der Leistung der Hardware als auch aus der neuen Rolle der Software, welche umfassend und vielfältig ist. Beide Entwicklungen führen zu dramatischen Veränderungen in der Automobilindustrie. Kraftfahrzeuge entwickeln sich zu digitalisierten und vernetzten Produkten. Die zukünftigen Fahrzeuge haben immer noch einen physischen Kern, sind jedoch um Informations- und Kommunikationstechnologie ergänzt und mit dem Internet verbunden. Inzwischen fallen bei einigen Fahrzeugmodellen etwa 50 Prozent der Kosten für die Entwicklung dieser innovativen Technologien an. Es ist bereits abzusehen, dass in der Zukunft über 90 Prozent der Innovationen auf der Digitalisierung beruhen. Die Menge der Software in Kraftfahrzeugen dürfte sich alle 18 Monate verdoppeln. (HERMANN UND BRENNER 2018, 123)

Ein weiterer Faktor für Veränderungen in Fahrzeugwerkstätten sind rechtliche Rahmenbedingungen, welche Auswirkungen auf die Ausstattung der Werkstätten und auf die Qualifikationen der MA haben. (IMMHOF 2019)

7.1 Weitere Einflussfaktoren

Zusätzlich zur Digitalisierung kommen in der Zukunft weitere Faktoren auf die Fahrzeugwerkstätten zu, welche Auswirkungen auf die Abläufe innerhalb der Werkstatt und auf die Qualifikationen der MA haben werden.

7.1.1 Euro 6

Seit dem 1. Januar 2014 gilt für alle neu zugelassenen Lkw die Abgasnorm Euro VI. Zurzeit haben zwar fast alle Bundesländer Ausnahmeregelungen für Einsatzfahrzeuge der FW geschaffen, sodass neu beschaffte Einsatzfahrzeuge nur die Abgasnorm Euro V erfüllen müssen, dennoch stellt sich für FW bei der Beschaffung die Frage: Euro V oder Euro VI? Denn einerseits bieten nicht mehr alle Fahrgestellhersteller Euro-V-Fahrgestelle an, andererseits gibt es in manchen Kommunen politische Vorgaben zur Erfüllung der aktuellen Abgasnorm Euro VI – oder es gibt keine Ausnahmegenehmigung mehr.

Mit Euro VI werden die Grenzwerte für LKW bei Partikeln um etwa 67 % und bei Stickstoffoxiden sogar um 80 % gegenüber Euro V gesenkt. Auch ein Grenzwert für die Partikelanzahl – bislang gab es nur Grenzwerte für die Partikelmasse – wird mit Euro VI eingeführt. (UMWELTBUNDESAMT 2019)

Diese Werte können nur durch spezielle Technik eingehalten werden, sogenannte Abgasnachbehandlungssysteme sorgen für die Einhaltung der Grenzwerte.

7.1.2 Verwendung von Bremsenprüfständen (BPS) für die Durchführung von HU- und SP ab dem 01.01.2020

Ab dem 01.01.2020 müssen alle BPS der Richtlinie für die Anwendung, Beschaffenheit und Prüfung von Bremsprüfständen (Bremsenprüfstands-Rili) entsprechen. Diese fordert u.a., dass der BPS über eine standardisierte Datenschnittstelle zur Übertragung der Messdaten an die Prüf- und Untersuchungssoftware des Prüfingenieurs verfügen muss. (IMHOF 2019)

7.1.3 Chassis

Die Anforderungen an einen emissionsarmen LKW-Betrieb, Effizienzsteigerungen bei Motoren und der Peripherie und auch die Anforderung an leistungsstarke Triebwerke lässt trotz steigender Kompaktheit die Chassis zunehmend höher werden. Diese Entwicklung zeigt sich bei den neuen Modellen der namhaften Chassis-Hersteller, die Kabinenoberkanten wandern um teilweise 40 - 60 mm nach oben. Weiterhin ist durch die komplexen Abgassysteme und strengeren Gesetzesanforderungen das Modifizieren von Chassis-Kabinen und Anbauteilen in immer geringerem Umfang möglich. Somit schränkt sich die Optimierbarkeit für den Anwendungsbereich bei der FW deutlich ein. (RONACHER ET. AL. 2014)

7.1.4 Fahrerassistenzsysteme

Die Unfälle, bei denen LKW beteiligt sind, sind in den letzten Jahren zwar rückläufig, dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Forschung und Entwicklung von Sicherheitssystemen. Parallel zur der Entwicklung bei PKW werden Sicherheitssysteme stetig weiterentwickelt und verbaut. Gründe dafür sind die steigende Anzahl der Verkehrsteilnehmer allgemein und der wachsende Anteil an Nutzfahrzeugen im Straßenverkehr. (RONACHER ET. AL. 2014)

Sicherheit in Nutzfahrzeugen ist ein Thema mit äußerst hohem Stellenwert. Neben einer Menge passiver Maßnahmen, die immer auf dem aktuellsten Stand der Technik sind, wurden mittlerweile auch Sicherheitsmaßnahmen eingebaut, die aktiv in das Fahrverhalten des Fahrers eingreifen. Diese Fahrerassistenzsysteme haben bei Wirkungsanalysen großes Potenzial bewiesen.

Aktuelle Sicherheitssysteme, die bei Nutzfahrzeugen Anwendung finden:

- Elektronisches Stabilitätsprogramm (ESP)
- Abstandsgeregelter Tempomat (ACC)
- Spurassistent (LGS)
- Emergency Brake Assistant (EBA)
- Lane Guard System (LGS)

Diese Systeme bilden die Basis für das autonome Fahren. (HÜBNER 2019)

7.1.5 Autonomes Fahren

An 90 % aller Unfälle ist der Fahrer schuld, womit er den größten Risikofaktor im Verkehr darstellt.

Mit den Systemen, die derzeit entwickelt werden, um Fahrzeuge selbständig fahren zu lassen, wird der Mensch am Steuer bald überflüssig sein. Der Autopilot kann selbständig beschleunigen, bremsen oder sogar Überholmanöver durchführen, während der Fahrer – nun nicht viel mehr als ein Passagier – sich im Fahrzeug über das Wetter informieren oder Musik hören kann. Von außen ist es nahezu nicht erkennbar, dass das Fahrzeug voller neuartiger Technik steckt.

Laut dem aktuellen Stand der Entwicklung wären Fahrzeuge schon dieser Tage dazu fähig, ohne Mitwirken eines Fahrers zu fahren. Dabei werden sämtliche, bereits vorhandene Fahrerassistenzsysteme gekoppelt, gemeinsam ausgewertet und das Fahrzeug geregelt. (HERMANN UND BRENNER 2018,14)

7.1.6 Alternative Antriebe

Für Europa wird bis zum Jahr 2025 ein Anstieg von 80 % in der Güterverkehrsleistung vorausgesagt. Vorwiegend aufgrund der damit verbundenen großen Mengen an CO₂-Emissionen und dem damit in Wechselwirkung stehenden Klimawandel sind die Entwicklung alternativer Antriebe unabdinglich.

Power-to-Liquids- oder Power-to-Gas-Kraftstoffe (PtL /PtG) durch die sich – mit Hilfe von Strom – Wasserstoff und Methan beziehungsweise flüssige Kraft- und Rohstoffe herstellen lassen und alternative Antriebe wie Elektroantriebe mit Batterien oder Brennstoffzellen sind zwingend erforderlich, damit LKW bis zum Jahr 2050 weitgehend treibhausgasneutral unterwegs sind. (UMWELTBUNDESAMT 2016)

Zum jetzigen Zeitpunkt werden bei FW Fahrzeuge mit E-Mobilität als Fahrzeuge der Zukunft in Betracht gezogen. Die Antriebsarten bei den Elektrofahrzeugen können unterschiedlich sein:

- Hybrid (HEV) – Kombination von Verbrennungs- und Elektromotor
- Mild Hybrid – Hybrid mit Elektromotor begrenzter Leistung, der unterstützend zum Verbrennungsmotor arbeitet (ähnlich einem Turbolader)
- Plug-in-Hybrid (PHEV) – Hybridfahrzeug mit Auflademöglichkeit am Stromnetz
- E-Auto mit Range Extender (REX) – Zusätzlicher Verbrennungsmotor eines Elektroautos, der nicht das Fahrzeug antreibt, sondern über einen Generator die Batterie lädt
- Batterie (BEV) – „reine“ Elektrofahrzeuge ohne Verbrennungsmotor. Energieversorgung über Batterie, Aufladung per Ladestation
- Brennstoffzelle – Elektrofahrzeuge mit Brennstoffzelle. Diese stellt durch Elektrolyse von Wasserstoff und Sauerstoff elektrische Energie für den Antrieb und die Batterie bereit (WINTER 2019)

8 E-Mobilität als Antriebsart der Zukunft bei FW

In einem Fachinterview mit Herrn Carsten Göwecke wurde deutlich, dass zum heutigen Zeitpunkt die E-Mobilität bei FW als zukunftsträchtigste Antriebsart zu sehen ist. Die Berliner FW geht bei alternativen Antrieben mit der Erprobung eines elektrisch betriebenen Lösch- und Hilfeleistungsfahrzeuges (eLHF) neue, zukunftsorientierte Wege. (GÖWECKE 2019)

Bislang wurden die bis zu 14 Tonnen schweren Fahrzeuge für den Fahrbetrieb und zur Nutzung von Nebenantrieben mit Dieselverbrennungsmotoren ausgestattet. Die Nutzung dieser Motorentechnik führt derzeit jedoch zu einem hohen Schadstoffausstoß und hat während des Betriebs der Fahrzeuge eine erhebliche Lärmelastung zur Folge.

Das übergeordnete Ziel des Projektes „eLHF“ ist die Beschaffung und die modellhafte Erprobung eines innovativen Lösch- und Hilfeleistungsfahrzeuges (LHF), das mit einem elektrischen Antrieb für den Fahrbetrieb und für den Betrieb der Löschechnik ausgestattet werden soll.

Ziel des Projektes „eLHF“ ist es, den Regeleinsatzdienst des Lösch- und Hilfeleistungsfahrzeuges zu mehr als 80% in einem rein elektrischen Betriebsmodus darzustellen. Hierfür soll in erster Linie ein im Fahrzeug verbauter Batteriespeicher genutzt werden. Dieser wird in der Bereitschaftszeit des Fahrzeugs auf der jeweiligen Feuerwache über ein Schnellladesystem geladen. Der Batteriespeicher soll die Einsatzfahrten und den Betrieb der gesamten Löschechnik - wie die Feuerlöschkreiselpumpe und die Druckluftschaumanlage - auf der Einsatzstelle rein elektrisch sicherstellen.

Das Projekt birgt zudem das Potenzial, Lösungen für ein spezielles hochkomplexes Anwendungsfeld der Elektromobilität darzustellen, welches sich insbesondere durch hohe Betriebs- und Einsatzsicherheit sowie Katastrophenschutzfestigkeit auszeichnet. (BERLINER FW 2019)

9 Fahrzeugwerkstätten der Zukunft

Die Digitalisierung wird die Fahrzeugwerkstätten in der Zukunft deutlich verändern. Ist in einigen Fahrzeugwerkstätten bei FW die Buchung von Terminen über eine Online-Buchung möglich, werden sich in den nächsten Jahren weitere digitale Elemente ausbreiten.

9.1 Vernetzung

Durch den Zugriff auf die digitalen Daten des Fahrzeugs durch die Werkstatt liegen alle Informationen vor, welche für Reparaturen notwendig sind. Als Beispiel hierfür ist folgendes Szenario denkbar: Ein LHF bekommt durch einen Steinschlag einen Sprung in der Seitenscheibe. Die Werkstatt erhält vom Fahrzeug über eine Cloud automatisch die Nachricht und kann sich bereits auf die Reparatur vorbereiten. Dank vernetzter Logistik in der Werkstatt 4.0 steht das Austauschteil schon bereit, wenn das LHF eintrifft. (LANZINGER 2017)

9.2 Ferndiagnose

Die Ferndiagnose, Fernwartung und vorausschauende Wartungen werden den Arbeitsalltag in Werkstätten deutlich verändern. Voraussetzung für diese Online-Diagnose ist jedoch eine leistungsfähige Internetverbindung (siehe Kapitel 3.2).

So kann davon ausgegangen werden, dass die Systeme der Eigendiagnose in Fahrzeugen immer genauer werden, während sie gleichzeitig in ständiger Verbindung mit der Werkstatt stehen. Datenströme zwischen Fahrzeug und Werkstatt werden in Echtzeit ausgetauscht. (ROSENBAUER 2019)

Durch die digitale Vernetzung lassen sich gleich zahlreiche Prozesse innerhalb der Arbeitsabläufe massiv optimieren, was wiederum zu einer gesteigerten Produktivität bei gleichzeitiger Kosteneinsparung führt.

Auf diese Weise wissen die Mechaniker schon vor der Ankunft eines Fahrzeuges, welche Arbeitsschritte auf sie warten.

Durch Ferndiagnosen lassen sich die Arbeiten an Löschfahrzeugen, Drehleitern Rettungswagen usw. wesentlich schneller durchführen, was den allgemeinen Arbeitsablauf und die Rückführung in den Einsatzbetrieb deutlich effizienter gestaltet. (MARTIN 2019)

9.3 Sprechende Teile

In der Zukunft werden sogenannte Smart Parts (sprechende Ersatzteile) in den Fahrzeugen verbaut sein. Diese Teile verfügen über eine Eigenintelligenz, denkbar hier ist z.B. eine Wasserpumpe, die selbstständig mittels Sensoren erkennt, wann sie sich an der Verschleißgrenze befindet. Mit Hilfe der Sensoren wird die Information kabellos an das Fahrzeug und über eine Cloud an die Werkstatt übermittelt. (LANZINGER 2017)

9.4 Kfz-Kennzeichenerkennung

Mit Hilfe der Kfz-Kennzeichenerkennung wird das Fahrzeug beim Durchfahren der Zufahrt zur Fahrzeugwerkstatt automatisch gescannt, dabei werden der Fahrzeugzustand und Beschädigungen erkannt und dokumentiert. Diese Daten und weitere Fahrzeugdaten werden verknpt und fließen in die digitale Direktannahme des Werkstattmeisters ein. Die gesammelten Daten stehen den Mechanikern in der Werkstatt per Knopfdruck zur Verfügung. (WINTER 2019)

9.5 Ersatzteile im 3 D-Druck

Die Ersatzteilversorgung in der Werkstatt aus dem 3D-Drucker klingt zurzeit noch wie eine Vision, ist aber in naher Zukunft denkbar. Ein aktuelles Beispiel aus der Formel 1 zeigt aber, dass die Möglichkeit, Ersatzteile mittels 3D-Drucker herzustellen, heute schon gegeben ist.

Ferrari setzt schon seit dem Jahr 2014 auf 3D-Drucktechnologie und verbaut im Ferrari 312P Kolben, also ein bewegliches Teil des Brennraums, das die beim Verbrennungsvorgang frei werdende Energie in mechanische Arbeit umwandelt, dass im 3D-Druck-Verfahren hergestellt wird. (WINTER 2019)

9.6 Augmented Reality (AR)

Augmented-Reality-Anwendungen (AR) erweitern computergestützt die Wirklichkeit um nützliche Zusatzinformationen. AR, im Deutschen auch erweiterte Realität genannt, ist ein Konzept, das vor allem in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen hat. Auf einem Tablet Computer werden passende Erläuterungen, Bilder oder Videos zu den ausstehenden Reparaturen in das reale Bild eingeblendet, sobald der Mechaniker die Kamera des Gerätes auf einen Bereich im Motorraum richtet (siehe Anhang: Abbildung 5), zu dem AR-Informationen vorliegen. (BOSCH 2015) Die Informationen enthalten neben Reparaturbeschreibungen auch die genauen Artikelnummern der benötigten Ersatzteile, welche mittels Schnittstelle zum Ersatzteillager parallel schon wärend der Fehleranalyse bestellt werden können. Langes Bltern in Reparaturbeschreibungen und Ersatzteillisten ist somit nicht mehr nötig.

9.7 E-Mobilität

In den nächsten Jahren wird der Anteil an alternativ angetriebenen Fahrzeugen deutlich ansteigen. (DISPAN 2017) Wie in Kapitel 8 beschrieben, wird die E-Mobilität dabei eine große Rolle einnehmen. Es ist davon auszugehen, dass Elektrofahrzeuge (BEV) ohne Verbrennungsmotor die Zukunft sein werden. Bei dieser Fahrzeuggeneration ergeben sich deutlich niedrigere Wartungs- und Reparaturumfnge, weiterhin sinkt auch der Ersatzteilbedarf, es entfallen sämtliche verbrennungsmotorischen Bauteile sowie der mechanische Antriebsstrang. Bei Verschleissreparaturen entfällt nicht nur die Kupplung, sondern auch die komplette Abgasanlage. Ein weiterer Vorteil ist, dass Aufgrund der Energie-Rekuperation (Rückgewinnung von Energie bei Bremsen) von einem um ein Drittel reduzierten

Verschleiß bei Bremsbelägen und –scheiben ausgegangen werden kann. (WINTER 2019)

Die Fahrzeugkomponenten eines BEV sind im Verhältnis zu herkömmlichen Fahrzeugen mit einem Elektromotor, einer Traktionsbatterie und der Leistungselektronik eher einfach.

Bei Fahrzeugen dieser Generation fallen bei der Wartung deutlich geringere Arbeitszeiten an, da hier Kontrollen der Systemtechnik digital durchgeführt werden können. Die Wartungsarbeiten sind im handwerklichen Bereich auf das Austauschen von Kühlmittel in Batterie –und Leistungselektronik-Kühlkreisläufen reduziert oder ggf. auf das Wechseln kompletter Komponenten beschränkt. Durch die innovative Technik entfallen die Reparaturen, die bei herkömmlichen Nutzfahrzeugen zu langen Standzeiten führen. (IMHOF 2019)

9.8 Mitarbeiterqualifizierung

Die Arbeiten in der Fahrzeugwerkstatt werden sich in der Zukunft stark verändern. Das Aufgabengebiet der Diagnose und Fehlersuche wird gegenüber Wartungs- und Reparaturarbeiten an Bedeutung gewinnen. Bei den Reparaturarbeiten wird der Austausch von Modulen dominieren. (WINTER2019) Die Folge wird sein, dass einfache Kfz-Mechatroniker, die allein ihre Erstausbildung haben, in der Zukunft weniger benötigt werden. Die Weiterentwicklung zu höheren Qualifikationsniveaus und die Spezialisierung auf einen Arbeitsschwerpunkt werden in der Zukunft für den Werkstattmitarbeiter immer wichtiger. Der Bedarf an hochqualifizierten Kraftfahrzeugmechatronikern mit dem Schwerpunkt System- und Hochvolttechnik wird ansteigen. Diese Fachrichtung beinhaltet spezielle Ausbildungsschwerpunkte (OSZ KRAFTFAHRZEUGTECHNIK 2019), die bei dem Umgang mit digitaler Fahrzeugtechnik unabdingbar sind, wie z.B.:

- System- und Hochvolttechnik,
- Fahrzeuge und Systemkomponenten identifizieren, ihre
- entsprechende Vorgänge bei Fehlerdiagnosen einhalten,
- Fehlersuchstrategien festlegen,
- Bauteile in bestehende Fahrzeugsysteme nachrüsten und
- Umgang mit Hochvoltsystemen und deren Komponenten.

10 Zusammenfassung und Ausblick

Das Thema Digitalisierung ist eines der wichtigsten Themen des 21. Jahrhunderts und hat enorme Auswirkungen auf die Entwicklung von Geräte- und Fahrzeugwerkstätten bei FW.

Bei der Entwicklung der Werkstätten (Atemschutz-, Pumpen-, Funk-, Medizinproduktewerkstatt usw.) wurde bei der Erarbeitung der Facharbeit deutlich, dass die FW sich, unabhängig von ihrer Größe, ähnlich schnell entwickeln und über einen vergleichbaren Reifegrad bei dem Stand der Digitalisierung verfügen. Arbeitsabläufe in den Werkstätten sind durch die verwendete Software etabliert und finden bei den MA eine hohe Akzeptanz. Notwendige unterstützende Maßnahmen wurden erkannt und werden durch Vorgesetzte durchgeführt. Es ist davon auszugehen, dass sich der Reifegrad in der Zukunft deutlich erhöhen wird, ein Grund hierfür ist die Dynamik, mit der die Firmen die Entwicklung von Software-Lösungen vorantreiben. Unterstützt wird dies durch den Ausbau des Mobilfunknetzes 5G und der Verwendung des Internets der Dinge.

Bei der Entwicklung von Fahrzeugwerkstätten ist eine einheitliche Entwicklung der FW nicht erkennbar und auch in der Zukunft nicht möglich. Betrachtet man den Fahrzeugbestand und die Anzahl der MA in den Werkstätten wird klar, dass es für kleinere FW in der Zukunft nicht möglich sein wird, mit der Digitalisierung Schritt zu halten und die Reparaturen und Wartungen weiterhin an Fremdfirmen vergeben werden müssen.

Bei der Entwicklung mittlerer bis großer FW stellt sich die Situation anders dar. Je nach Personalstärke und in Abhängigkeit des Fahrzeugbestandes werden die Fahrzeugwerkstätten die notwendige Technik nachrüsten, um die Digitalisierung optimal zu nutzen. Für Großwerkstätten wie Berlin oder Hamburg werden die digitalisierten Möglichkeiten in der Zukunft dazu führen, dass Entwicklungen wie z.B. umfassende Vernetzung, Ferndiagnose, sprechende Teile, Ersatzteile im 3D-Druck, Augmented Reality und E-Mobilität zu deutlichen Erleichterungen im Werkstattalltag führen werden.

Dieser Prozess stellt eine große Herausforderung dar und benötigt neben der technischen Umsetzung weitere Veränderungen im Arbeitsalltag. Das Berufsbild der MA wird sich in der Zukunft verändern und den technischen Anforderungen anpassen. So ist davon auszugehen, dass die E-Mobilität in naher Zukunft eine entscheidende Rolle bei FW einnehmen wird. Der Kfz-Mechatroniker von heute kann diesen Anforderungen nur bedingt gerecht werden und muss für die kommenden Aufgaben qualifiziert werden. Für Neueinstellungen kommen vorrangig Bewerber mit dem Ausbildungsschwerpunkt System- und Hochvolttechnik in Frage.

Der Erfolg der Digitalisierung hängt neben den beschriebenen Faktoren im Wesentlichen von den Vorgesetzten ab. Die Führungskräfte sind, speziell bei Veränderungen der Arbeitsabläufe, für die Initiierung und Begleitung der Prozesse verantwortlich. Aus Führungskräften werden somit nach heutigen Maßstäben Change Manager und müssen sich dessen auch bewusst sein.

Literaturverzeichnis

BERLINER FW (2019): eLHF

<https://www.berliner-feuerwehr.de/forschung/elhf/>. Abgerufen am: 18.11.2019

BIG DATA INSIDER (2019): Was ist das Internet of things?

<https://www.bigdata-insider.de/was-ist-das-internet-of-things-a-590806/> Abgerufen am: 16.10.2019

BIALEK, M (22.10.2019): Stand der Digitalisierung der Geräte- und Fahrzeugstätten bei der BF Brandenburg a.d.H..(A. Wendt, Interviewer), Leiter Amt 37 Brandenburg a.d.H.

BLEY, J (2010): Wie Maschinen Kommunizieren?

<https://www.connect.de/ratgeber/machine-to-machine-kommunikation-m2m-1022552.html> Abgerufen am: 21.10.2019

BMWI-BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT UND ENERGIE (2019):

(1)Digitale Agenda.

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/digitale-agenda.html>
Abgerufen am: 09.10.2019

(2)Digitale Transformation in der Industrie.

<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/industrie-40.html> Abgerufen am: 09.10.2019

BOSCH (2015): Bosch setzt auf Augmented Reality-Anwendungen für Werkstatt, Schulung und Verkauf.

<https://www.bosch-presse.de/pressportal/de/de/bosch-setzt-auf-augmented-reality-anwendungen-fuer-werkstatt-schulung-und-verkauf-42966.html>. Abgerufen am: 16.11.2019

DGUV (2013): Grundsatz 305-002 - Prüfgrundsätze für Ausrüstung und Geräte der Feuerwehr (bisher: BGG/GUV-G 9102).

DIE ZEIT ONLINE (2019): Kabinett beschließt Investitionen in Mobilfunkausbau.

<https://www.zeit.de/digital/mobil/2019-11/digitalklausur-mobilfunkausbau-digitalisierung-andreas-scheuer-bundeskabinett> Abgerufen am: 19.11.2019

DISPAN, J (2017): Study 370 Branchenanalyse im Kraftfahrzeuggewerbe für die Hans Böckler Stiftung. 1. Aufl. Düsseldorf

DOPPLER, K UND LAUTERBURG, C (2019): Change Management. Den Unternehmenswandel gestalten. 14. Aufl. Frankfurt/New York

DRÄGER (2019): Drägerware Werkstatt Software 5000/7000.

https://www.draeger.com/de_de/Applications/Products/Workshop-Solution-and-Breathing-Gas-Supply/Software-for-Workshop-Management/Draegerware-Workshop-Software-5000-7000. Abgerufen am: 30.10.2019

EUROMICRON (2019): Industrie 4.0

<https://www.euromicron.de/kompetenzen/industrie-4-0>. Abgerufen am: 17.11.2019

FRIESEN; R (2019): (1) Auswertung Fragebogen Gerätewerkstätten (Rückgabe am: 05.11.2019) und (2) Auswertung Fragebogen Fahrzeugwerkstätten (Rückgabe am: 05.12.2019); Abteilungsleiter Technik FW Delmenhorst

GÖWECKE, C (22.11. 2019): Techn. Entwicklung im Umfeld des Feuerwehrfahrzeugs. (A. Wendt, Interviewer), Ständiger Vertreter des Landesbranddirektors Berlin und Vorsitzender des Referat 6 vfdb e.V.

HERRMANN, A UND BRENNER, W (2018): Die Autonome Revolution. 1. Aufl. Frankfurt

HESS UND WEISSPFENNIG (2017): Feuerwehr 4.0 – der Weg in eine digitale Zeit.

<https://www.hess-weisspfennig.de>. Abgerufen am: 28.10.2019 von <https://www.weisspfennig.de/feuerwehr-4-0-der-weg-in-eine-digitale-zeit>

HÜBNER, E (29.10.2019): Technische Entwicklung in der Kfz-Technik. (A. Wendt, Interviewer) Kfz-Meister

IMHOF,J (18.10.2019): Auswirkungen der Digitalisierung bei gesetzlichen Kfz-Prüfungen. (A. Wendt, Interviewer) Kfz-Sachverständiger und Prüfingenieur

JACOBI, M (2019): Auswertung Fragebogen Gerätewerkstätten (Rückgabe am: 19.11.2019); stellvertretender Referatsleiter technischer Betrieb FW Bremen

KRÜGER, W UND BACH, N (2014): Excellence in Change. Wege zur strategischen Erneuerung. 5.Aufl. Wiesbaden

LANZINGER, R (2017): Und dann kam das Auto. Werkstatt 4.0: Wie die Digitalisierung die Arbeit in den Kfz-Werkstätten verändert. Fachartikel: Krafthand Ausgabe 9 vom 13. Mai 2017

LAUER, T (2014): Change Management. Grundlagen und Erfolgsfaktoren. 2. Aufl. Berlin/Heidelberg

LTE-ANBIETER INFO (2019): Ratgeber-Portal für Internet via LTE

<https://www.lte-anbieter.info/lte-advanced/> Abgerufen am: 14.10.2019

MARKGRAF, I (2019): Augmented Reality

<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/augmented-reality-53628> Abgerufen am: 01.11.2019

MARTIN, K (2019): Auswertung Fragebogen Fahrzeugwerkstätten (Rückgabe am: 08.11.2019) Service Zentraler Fahrzeuge und Geräte Leiter Fahrzeuginstandsetzung der Berliner FW

NAWARA, F (2019): Auswertung Fragebogen Gerätewerkstätten (Rückgabe am: 28.10.2019); Leiter Atemschutzwerkstatt FW Essen

ONPULSON (2019): Change-Management.

<http://www.onpulson.de/lexikon/change-management/> Abgerufen am: 17.11.2019

ORACLE UNIVERSITY (2016): Metamorphosis of the Refrigerator: Why IOT Skills Are Essential for the Future.

<https://blogs.oracle.com/oracleuniversity/metamorphosis-of-the-refrigerator:-why-iot-skills-are-essential-for-the-future>. Abgerufen am: 06.12.2019

OSZ KRAFTFAHRZEUGTECHNIK (2019): Kraftfahrzeugmechatroniker/in mit Schwerpunkt System- und Hochvolttechnik

<http://www.osz-kfz.de/berufsfelder/kfz-mechatroniker-in/system-und-hochvolttechnik.html>. Abgerufen am: 29.10.2019

QUELLE, S (2019): (1) Auswertung Fragebogen Gerätewerkstätten (Rückgabe am: 24.10.2019) und (2) Auswertung Fragebogen Fahrzeugwerkstätten (Rückgabe am: 02.12.2019); Technische Qualitätssicherung FW Hamburg

SCHIERZ, H (2019): Auswertung Fragebogen Gerätewerkstätten (Rückgabe am: 18.10.2019) Service Zentraler Fahrzeuge und Geräte (SE FG PB 3) Berliner FW

RONACHER, A ET. AL (2014): Die Zukunft der Feuerwehrtechnik (Technischer Bericht, Teil 2), Herausgeber: Referat 6 „Fahrzeuge und Technische Hilfeleistung“ vfdb

ROSENBAUER (2019): Service4fire Fahrzeugmanagement.

<https://www.rosenbauer.com/de/int/rosenbauer-world/produkte/software/flottenmanagement/service4fire>. Abgerufen am: 19.10.2019

TOMCZAK, S (2019): Auswertung Fragebogen Fahrzeugwerkstätten (Rückgabe am: 04.11.2019); Leiter Fachgebiet Fahrzeug- und Gerätewesen FW Essen

T-SYSTEMS (2019): Netze der Zukunft

<https://www.t-systems.com/de/blickwinkel/netze/software-defined-radio/sdr-775188> Abgerufen am: 27.10.2019

UMWELTBUNDESAMT (2019): Schwere Nutzfahrzeuge.

<https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr-laerm/emissionsstandards/schwere-nutzfahrzeuge>. Abgerufen am: 05.12.2019

VOGT, G (1999): Nomaden der Arbeitswelt. Virtuelle Unternehmen/Kooperation auf Zeit. 1. Aufl. Zürich

WARNKEN, S (2019): Auswertung Fragebogen Fahrzeugwerkstätten (Rückgabe am: 14.11.2019); Referatsleiter technischer Betrieb FW Bremen

WINTER, M (29.10. 2019): Auswirkungen der Digitalisierung auf Berufsqualifikationen im Kfz-Handwerk. (A. Wendt, Interviewer) Leitender Fachlehrer für Elektro- und Steuerungstechnik, OSZ Kraftfahrzeugtechnik Berlin

ZELESNIAK, E UND GROLMAN, F (2019): Change Management Definition-Was ist Change Management?

<https://organisationsberatung.net/change-management-definition-was-ist-change-management/> Abgerufen am: 23.10.2019

Abkürzungsverzeichnis

BEV	Battery Electric Vehicle
BF	Berufsfeuerwehr
BMA	Brandmeldeanlage
BMWi	Bundeswirtschaftsministerium
BPS	Bremsenprüfstand
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V.
FW	Feuerwehr
GTÜ	Gesellschaft für Technische Überwachung
HEV	Hybrid Electric Vehicle
HU	Hauptuntersuchung
IDC	International Data Corporation
IoT	Internet of Things
IT	Informationstechnik
Kfz	Kraftfahrzeug
LTE-Advanced	Long-Term-Evolution-Advanced
MA	Mitarbeiter
M2M	Machine to Machine
OSZ	Oberstufenzentrum
PKW	Personenkraftwagen
PtG	Power to Gas
PtL	Power to Liquids
REX	Range Extender
Rili	Richtlinie
SP	Sicherheitsprüfung
Vfdb	Vereinigung zur Förderung des Deutschen Brandschutzes e.V.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: The Internet of Things (Metamorphosis: Why IOT Skills Are Essential for the Future 2016).....	4
Abbildung 2: Rosenbauer service4fire 2019.....	13
Abbildung 3: Die Handlungsfelder der Digitalstrategie (Digital Agenda Bundesregierung 2014).....	28
Abbildung 4: Industrie 4.0; Euromicron Trendpaper 2019	28
Abbildung 5: Augmented Reality für Kfz-Werkstatt; Bosch 2015.....	29

Anhang



Abbildung 3: Die Handlungsfelder der Digitalstrategie (BMWI (2) 2019)

Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion

Übersicht der industriellen Revolutionen

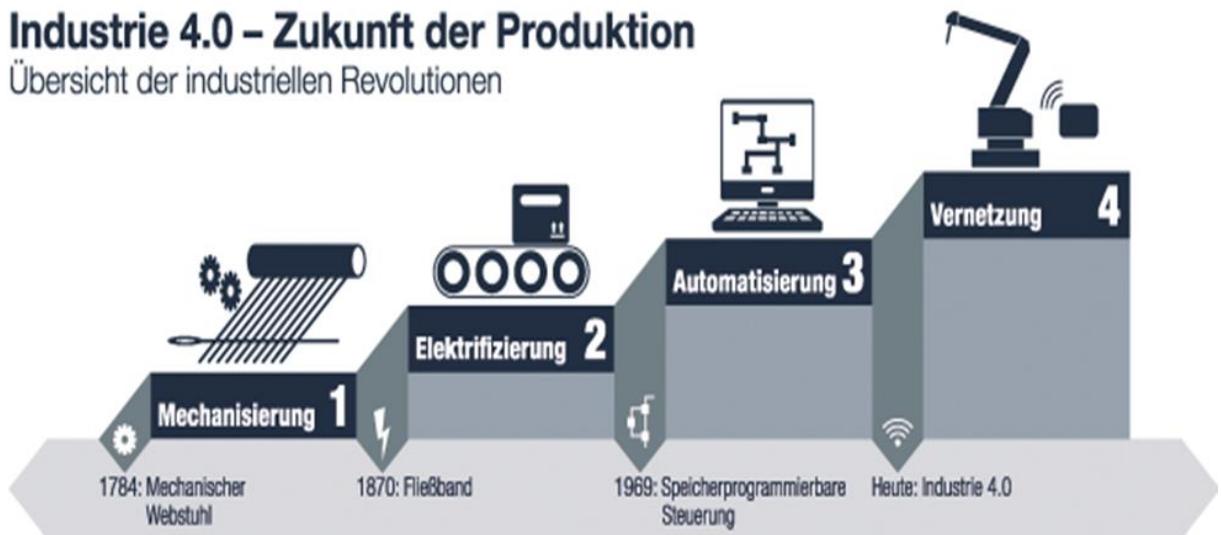


Abbildung 4: Industrie 4.0 (EUROMICRON 2019)

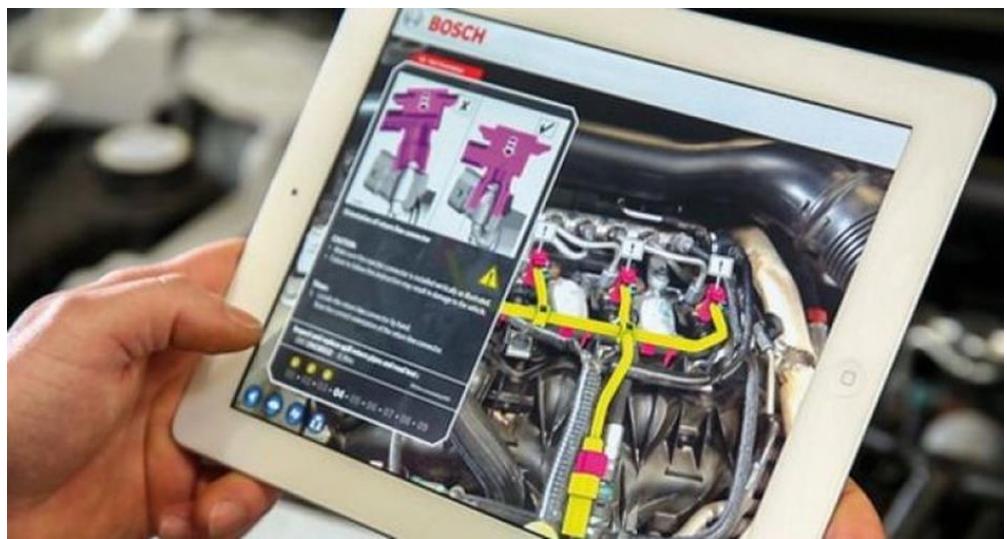


Abbildung 5: Augmented Reality für Kfz-Werkstatt (BOSCH 2015)

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, Axel Wendt, die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der von mir angegebenen Quellen angefertigt zu haben. Alle aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche gekennzeichnet.

Die Arbeit wurde noch keiner Prüfungsbehörde in gleicher oder ähnlicher Form vorgelegt.

Berlin, 14.12.2019

.....
Axel Wendt

Datenträger