

Prof. Dr. Felix Rauner, Dipl.-Berufspäd. Hermann Hitz – ITB

Prof. Dr. Georg Spöttl, Dipl.-Ing. Matthias Becker – biat

Expertise 5

Wissenschaftliche Begleitung zur
„Neuordnung der fahrzeugtechnischen Berufe“

**Aufgabenanalyse für die Neuordnung
der Berufe im Kfz–Sektor**

**Berufliche Arbeitsaufgaben
im Nutzfahrzeugsektor**

Zwischenbericht

Bremen und Flensburg, Juni 2002

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | Identifizierung Beruflicher Arbeitsaufgaben in Nutzfahrzeug-Werkstätten | 3 |
| 1.1 | Besonderheiten im Nutzfahrzeugsektor | 3 |
| 1.2 | Zur Durchführung der Aufgabenanalysen | 4 |
| 2 | Ergebnisse | 6 |
| 2.1 | Aufgabenverteilung in Nfz-Werkstätten | 6 |
| 2.2 | Arbeitsaufgaben im Nutzfahrzeugsektor | 10 |
| 2.2.1 | Generelle Herausforderungen für den Schwerpunkt Nutzfahrzeugtechnik | 10 |
| 2.2.2 | Reparaturaufgaben | 11 |
| 2.2.3 | Diagnoseaufgaben | 12 |
| 2.2.4 | Zusatzinstallationsaufgaben | 17 |
| 3 | Bewertung und Empfehlungen für die Ausgestaltung des Schwerpunktes Nutzfahrzeugtechnik im Ausbildungsrahmenplan | 19 |
| 3.1 | Fahrzeugkommunikation – eine Querschnittsaufgabe | 19 |
| 3.2 | Empfehlungen zur Ausgestaltung des Ausbildungsrahmenplans | 20 |

1 Identifizierung Beruflicher Arbeitsaufgaben in Nutzfahrzeug-Werkstätten

1.1 Besonderheiten im Nutzfahrzeugsektor

Mit 2.649.097 Lkw, 86.461 Bussen und 1.951.077 Zugmaschinen (Bestand 2002) macht der Bestand im Vergleich zum Pkw-Sektor mit weit über 43 Mio. Fahrzeugen nur 11% aus. Unter den rund 47000 Werkstätten im Kfz-Gewerbe finden sich ca. 2000 Lkw-Werkstätten der Hersteller und Importeure sowie eine nicht genauer bekannte Zahl freier Lkw-Werkstätten; insgesamt sicher ein Anteil unter 10% aller Kfz-Werkstätten.

Von den technologischen Umstrukturierungen im letzten Jahrzehnt ist der Nutzfahrzeugsektor aus einer Reihe von Gründen meist noch vor dem Pkw-Sektor betroffen. Die daraus resultierenden Auswirkungen auf die erforderlichen Kompetenzen der im Nutzfahrzeugsektor Beschäftigten und Auszubildenden muss seinen Niederschlag in der Ausgestaltung des Schwerpunktes „Nutzfahrzeugtechnik“ des Berufes Kfz-Mechatroniker finden. Im Folgenden wird darauf eingegangen, worin die Besonderheiten beim Ausüben des Berufes in diesem Sektor bestehen.

Die nahezu ausschließliche gewerbliche Nutzung von Nutzfahrzeugen (NFZ) und der ausgesprochen hohe Marktdruck in diesem Segment führt zu einer weiten und früh einsetzenden Verbreitung von Fahrzeugkommunikationsgeräten, wie Funkanlagen, Telefon, Navigation etc.

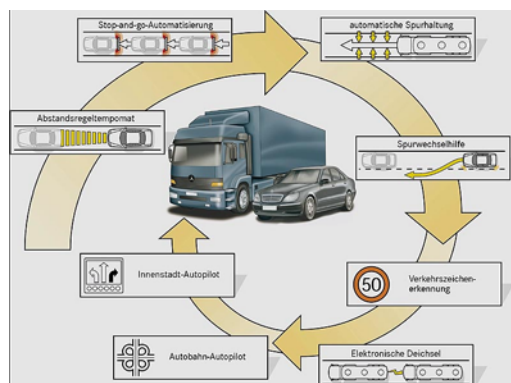


Abbildung 1: Fahrerassistenzsysteme in Mercedes-Benz Lkw (Daimler-Chrysler)

Neben diesen Aspekten lassen Laufleistungen von deutlich mehr als 1 Mio. km und unterschiedlichste Belastungsarten, wie Baustellen-, Kurz- oder/und Langstreckeneinsatz sowie hohe mechanische, thermische und chemische Belastung erwarten, dass die große Verbreitung der Fahrzeugkommunikationstechnik (FKT) sich ebenfalls in den Werkstattaufgaben niederschlagen. Dem gegenüber sind Fahrzeugausfälle wegen technischer Probleme und daraus resultierende Standzeiten für Diagnose und Reparatur ebenso wie routinemäßige Werkstattaufenthalte den in diesem Sektor besonders stark ausgeprägten Interessen nach geringen Ausfallzeiten ausgesetzt.

Die angeführten Besonderheiten führen zu Nfz-spezifischen Herausforderungen für die Werkstätten im Bereich der Fahrzeugkommunikationstechnik und Diagnose. Eine Untersuchung der hiermit verbundenen Arbeitsaufgaben und Arbeitsprozesse soll zu gut begründeten Ausgestaltungsempfehlungen für die Ausbildungsrahmenpläne führen.

1.2 Zur Durchführung der Aufgabenanalysen

Analysiert wurden in diesem Vorhaben in zwei Niederlassungen mit fünf Werkstätten namhafter Hersteller im Zeitraum August 2001 bis Ende April 2002 rund 500 durchgeführte Arbeitsaufträge und die jeweils zugehörigen Rechnungen. Deren Analyse führte zur Identifikation von insgesamt 2201 Teilarbeitsaufgaben. Sie bildeten die Grundlage für weitere Analysen der Arbeitsprozesse.

Darüber hinaus wurden halbstrukturierte Fachinterviews mit Experten aus den Werkstätten und der Serviceleitung geführt. Für die Auswahl der Experten war wichtig, dass sie über einen mehrjährigen Zeitraum hinweg einen unmittelbaren Werkstattbezug im Umgang mit Aufgaben zu Problemlösungen in der Fahrzeugkommunikationstechnik verfügen und damit als anerkannte Experten zu bezeichnen sind.

Für eine inhaltliche Auswertung war eine Strukturierung der Arbeitsinhalte vorzunehmen, die zu einer eindeutigen Charakteristik führt und damit eine Abgrenzung und Zuordnung von Aufgabenbereichen ermöglicht. Zugrundegelegt wurden die in Expertise 4 (S. 5) dargelegten Aufgabenbereiche: Aufgaben des Standardservice, Diagnoseaufgaben, Reparaturaufgaben, Zusatzinstallationen und Konfigurationsaufgaben, Aufgaben der Karosserieinstandsetzung und Unfallbehebung.

Charakterisierung der Aufgabenbereiche:

- Reparaturen:

Hierunter fallen alle vorkommenden Verschleiß- und Schadensreparaturen an einzelnen Bauteilen, Baugruppen, Aggregaten und Systemen.

- Standardservice:

Hierunter sind alle Aufgaben zu zählen, die im Zusammenhang mit Wartungs- und Inspektionsarbeiten, Fahrzeugpflege/-aufbereitung sowie Administrativen und Service-Dienstleistungen stehen.

- Diagnose:

Hierunter fallen alle Aufgaben, denen ein mehr oder weniger offensichtliche oder aber, wie am häufigsten, eine zunächst vermutete Funktionsstörung zugrunde liegt. Ausgangspunkt für eine Diagnose ist stets eine subjektiv bemerkte oder, in modernen Fahrzeugen stark zunehmende, objektiv diskret erfasste oder auch angezeigte Fehlfunktion.

- Karosserie:

Hierzu zählen alle Aufgaben der Karosserieinstandsetzung und Unfallschadenbehebung.

- Zusatzinstallationen:

Dazu zählen insbesondere Standard- und Sondererweiterungen sowie Nachrüstungen.

Kriterien für die Auswahl der Betriebe

Der Nutzfahrzeugsektor ist stärker als der Pkw-Sektor durch Niederlassungen geprägt. Aufgabenanalysen und Arbeitsprozessstudien wurden daher in MAN und Mercedes-Benz Niederlassungen durchgeführt. Der Marktanteil von MAN-Lkw liegt in Europa bei über 16% (im Jahr 2002), der von Mercedes-Lkw bei über 19% (vgl. Abbildung 2). Damit sind mit MAN und Mercedes die beiden führenden europäischen Hersteller bei den Untersuchungen berücksichtigt. Dies gilt insbesondere auch für die technologischen Innovation dieser Hersteller.

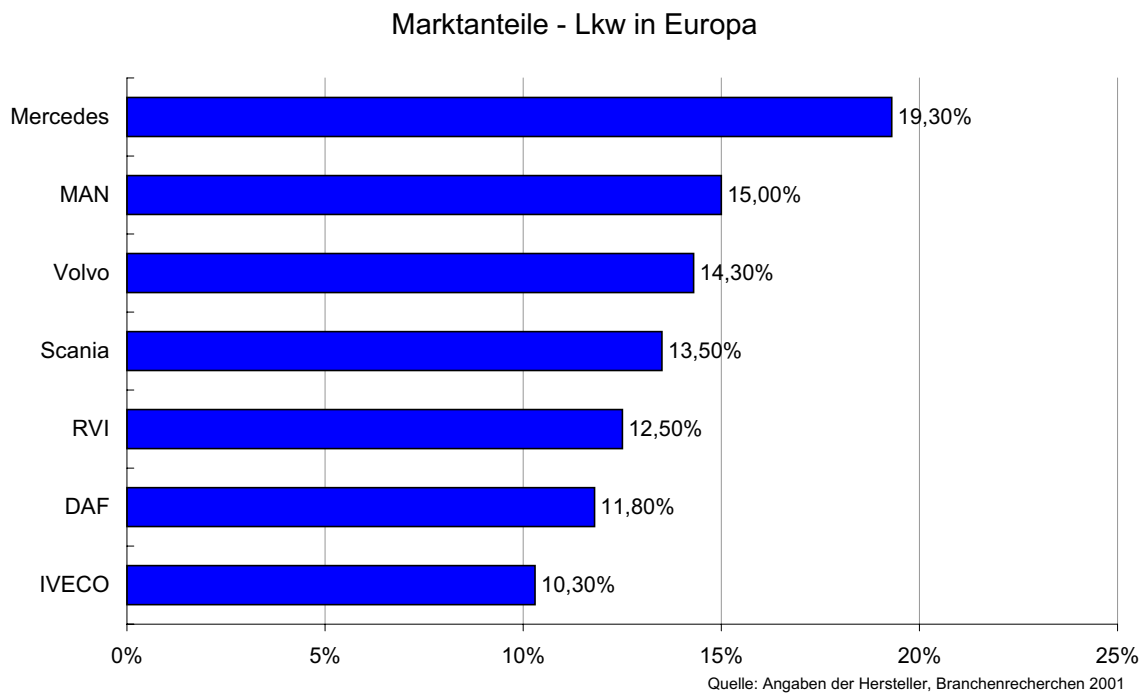


Abbildung 2: Marktanteile der Lkw-Hersteller in Europa

Zu den Kriterien:

a) Niederlassung

In diesen Fällen ist der jeweilige NFZ-Hersteller Eigentümer und Betreiber. Dieser Status lässt frühzeitiger als in anderen Werkstätten erkennen, wie sich technische Neuerungen und Veränderungen in der Fahrzeugarchitektur in den täglich zu bewältigenden Arbeitsprozessen der Werkstätten niederschlagen und wie den Herausforderungen begegnet wird. Das gilt darüber hinaus auch für Werkstattaufgaben, auf die der Hersteller in einer Einführungsphase ein besonderes Augenmerk legt. Die Verbreitung von Informationen kann in den Niederlassungen zu einem früheren Zeitpunkt und oftmals auch in einer größeren Tiefe und Breite erwartet werden.

b) Hoher Verbreitungsgrad der Marke und eine Angebotsvielfalt in Bezug auf Nutzlast, Nutzungsart und Ausstattungsmerkmalen für Fahrerassistenz und Infotainment

Die Erfüllung dieser Kriterien lassen am ehesten den Durchdringungsgrad von Fahrzeugkommunikationstechnik innerhalb des Nfz-Sektors erkennen. Sie erhöht die Aussagefähigkeit zu den vorgefundenen Arbeitsprozessen in den Werkstätten sowie die sie unterstützenden Bewältigungsstrategien durch die Hersteller.

2 Ergebnisse

2.1 Aufgabenverteilung in Nfz-Werkstätten

In den Werkstätten sind Aufgaben des Standardservice, der Reparaturen und der Diagnose das Kerngeschäft. Zusatzinstallationen und die Karosserie betreffende Aufgaben sind wichtige Zusatzfelder zur Komplettierung des Serviceprinzips „Alles aus einer Hand“. Größere Werkstätten übernehmen neben Instandsetzungsaufgaben an der Karosserie auch Lackier- und Richtarbeiten sowie umfangreichere Karosseriereparaturen, allerdings in eigenständigen und von der Reparaturwerkstatt abgetrennten Werkstattbereichen.

Werkstattbereichsunterteilungen, die sich im Pkw-Service zum Teil für Motorreparatur, Getriebereparatur, Motortest, Einspritzpumpenreparatur, Elektrikreparatur etc. finden lassen, sind zwar räumlich noch vorhanden. Die Arbeitsorganisation in den Lkw-Werkstätten ist jedoch mittlerweile nach den Prinzipien der Teamorganisation ausgerichtet.

Die räumlich von der Werkstatt abgetrennten, einseitig offenen Räume werden für diese Aufgaben nur noch begrenzt und dann von den jeweiligen Teams genutzt. Nur noch der Bereich für Elektrikreparatur wird aufrecht erhalten, jedoch nunmehr vornehmlich als Mediothek für den sehr umfangreichen Bestand an technischer Literatur – aufgrund seiner Abgegrenztheit gewährleistet er zudem die notwendige Ruhe und Konzentration für Problemlösungsaufgaben – und für Fahrtschreiberprüfungen nach §57 STVZO.

Es konnte festgestellt werden, dass auf die aus der einschlägigen empirischen Qualifikationsforschung zum Mechatroniker-Konzept (vgl. u. a. Rauner, Spöttl 2002) aus dem Bereich der Pkw-Werkstätten bereits vorliegende Prinzip zur Ordnung der Arbeitsaufgaben ohne Einschränkungen auch für den Nutzfahrzeugsektor verwendet werden konnte (vgl. dazu auch Expertise 4, S. 5f).

Durch Auftragsanalysen in den Niederlassungen konnte die durchschnittliche Verteilung der Arbeitsaufgaben auf die Aufgabenbereiche wie folgt ermittelt werden:

- 42% der Arbeitsaufgaben entfallen auf **Reparaturaufgaben**. Dieser Aufgabenbereich ist der mit Abstand wichtigste, zumal sein Anteil in kleinen und unabhängigen Werkstätten zum gegenwärtigen Zeitpunkt tendenziell noch höher liegt. Das könnte sich unter dem Einfluss der forcierten Implementierung vernetzter und diagnosefähiger Systeme in großen Werkstätten verändern, zumal, wie die Analyse deutlich werden lässt, Reparaturen zu größer werdenden Anteilen der Arbeitsaufgaben eine zunehmend komplexer werdende Diagnose voraussetzen. Dazu sind jedoch adäquate und leistungsfähige Diagnosewerkzeuge, zielorientierte und zutreffende technische Informationen und anwenderorientierte Weiterbildungen nahezu unabdingbar. Die Auswirkungen in den Zeiten des technischen Aufgabenwandels sind in Niederlassungen und großen herstellerebenen Werkstätten früher spürbar, als in kleinen und freien Werkstätten.
- 26,5% der Arbeitsaufgaben entfallen auf den **Standardservice**. Dieser Anteil variiert geringfügig in großen und kleinen, herstellerebenen und unabhängigen Werkstätten. Insgesamt weist der Standardservice jedoch zur Zeit im Teilbereich der formalisierten Wartungs- und Inspektionsaufgaben eine deutlich fallende Tendenz auf. Die zeit- und laufleistungsabhängigen Intervalle verringern sich sowohl auf der Zeit- als auch auf der Inhaltsachse. Unter ande-

rem ist durch die flexibilisierten „Longtime“-Intervalle ein Ölwechsel erst bei bis zu 100.000km notwendig. Ein weiteres Beispiel zeigt: Unter anderem durch die Implementierung sogenannter „intelligenter Technik“ in eine neue Modellreihe der schweren Nfz-Gruppe und seines älteren Äquivalents ist für eine Jahresinspektion eine Zeitreduzierung von über 60% erreicht worden.

- 25,5% der Arbeitsaufgaben entfallen auf **Diagnoseaufgaben**. Dieser Aufgabenbereich verzeichnet zu Lasten von Standardservice und Reparatur eine deutlich steigende Bedeutung für die Arbeitsaufgaben in den Werkstätten. Werden dazu die Arbeitzeitanteile berücksichtigt, so wird die Bedeutung dieses Aufgabenbereichs für die Werkstätten noch deutlicher. Dabei muss berücksichtigt werden, dass in dem angegebenen Zeitanteil für Diagnoseaufgaben von gering erscheinenden ca. 18,8% weitgehend nur die mittlerweile durch vorgegebene Arbeitswerte formalisierten Diagnosezeiten enthalten sind. Die formalisierten Arbeitswerte beruhen einerseits auf Zeitangaben für mittlerweile standardisierte Ablaufroutinen mit Hilfe der Diagnosetester wie beispielsweise: Auslesen und Löschen von Fehlerspeichern, Kurztests, geführte Plausibilitätsprüfungen mit Hilfe von Diagnose-Assistenz-Systemen und geführte Stellglied-Testabläufe. Andererseits beruhen sie auf den annähernd tatsächlichen Zeitaufwand für nicht vollends standardisierte Diagnoseabläufe. Beispielsweise ist es für die Fehlerermittlung an einem Nfz notwendig, Kabelstrang, Schalter, Steckverbindungen und Fühler nach Stromlaufplan zu überprüfen. Der Diagnosevorgang selbst besteht aus nicht ausdifferenzierbaren Anteilen der regelbasierten und der erfahrungsgeleiteten Diagnose. Die Fälle, die jedoch eine gewisse Abgrenzung von den eigentlichen Reparaturarbeiten erlauben, da die Austauschzeiten für Kabelstrang, Schalter, Fühler standardisiert sind, werden zunehmend mit dem annähernd tatsächlichen Zeitaufwand erfasst.

Darüber hinaus ist ein nicht genau zu bestimmender Anteil an Diagnosezeiten in den Reparaturzeiten enthalten. Aus der Analyse der Arbeitsaufgaben kann der durchschnittliche zeitliche Anteil dafür mit etwa 10% bis 15% angenommen werden.

- 3,4 % der Arbeitsaufgaben entfallen auf Aufgaben der **Karosserieinstandsetzung**. Diese Arbeitsaufgaben weisen vor allem durch die konstruktiven Merkmale der Modulbauweise von Nfz deutliche Unterschiede zu Pkw auf: Durchgehender lastaufnehmender Leiterraum mit darunter verschraubten Achsen, eingebauter Unterflur-Antriebsstrang, aufgesetzte Fahrerkabine, aufgesetzter Lastenaufbau oder Auflieger, Beplankungen, Abdeckungen und Einstiegsmulden im Frontschürzen- und Seitenbereich. Nahezu alle Bauteile sind verschraubt und können einfach ausgetauscht werden. Abschnittsreparaturen an festen Kastenaufbauten und der Fahrerkabine, sowie der Austausch von Scheiben und Lackierarbeiten bilden neben elektronischen und lasergestützten Fahrzeugrahmen- und Achsvermessungen noch Gemeinsamkeiten mit dem Pkw-Sektor. Bei leichteren und mittleren Schäden können Beplankungen und Abdeckungen ausgetauscht werden. Stärkere Schäden an der Fahrerkabine führen aufgrund der modularen Bauweise zu Austausch und Umbau der beschädigten Bauteile. Darüber hinaus beschäftigt sich der eigenständige Berufszweig der Metallbauer mit der Fachrichtung Fahrzeugbau ausschließlich mit Konstruktion, Neubau und Reparatur von Nfz-Sonderaufbauten für Zugmaschine, Auflieger und Anhänger. Sie decken einen Großteil des Auftragsaufkommens ab, der deshalb in den Nfz-Werkstätten sehr niedrig ist.

- 2,7% der Aufgaben entfallen auf **Zusatzinstallationen**. Dieser Anteil differiert in den Werkstätten zur Zeit nur geringfügig. Ausstattung und Eigenschaften in den unterschiedlichen Segmenten der Nfz sind für Neu- und Gebrauchtfahrzeuge vergleichsweise stabil und über die Nutzungszeit relativ konstant durch die Verwendungszwecke definiert. Änderungen des Verwendungszwecks führen in der Regel zu umfangreicheren Umbauten des Nfz, die dann von den spezialisierten Fahrzeugbaubetrieben durchgeführt werden. Daneben nimmt die Verbreitung von Zugmaschinen zu, die zu diesem Zweck problemlos den Auflieger wechseln können. Die wenigen anfallenden Aufgaben umfassen zur Zeit vor allem noch den getriebeseitigen Einbau von Nebenantrieben mit elektrischer Zu- und Abschaltung, sowie Autopilotsystemen, Telefonen, Funkgeräten, Gesundheitssitzen und Zusatzscheinwerfern.

Aufgabenverteilung Nutzfahrzeuge

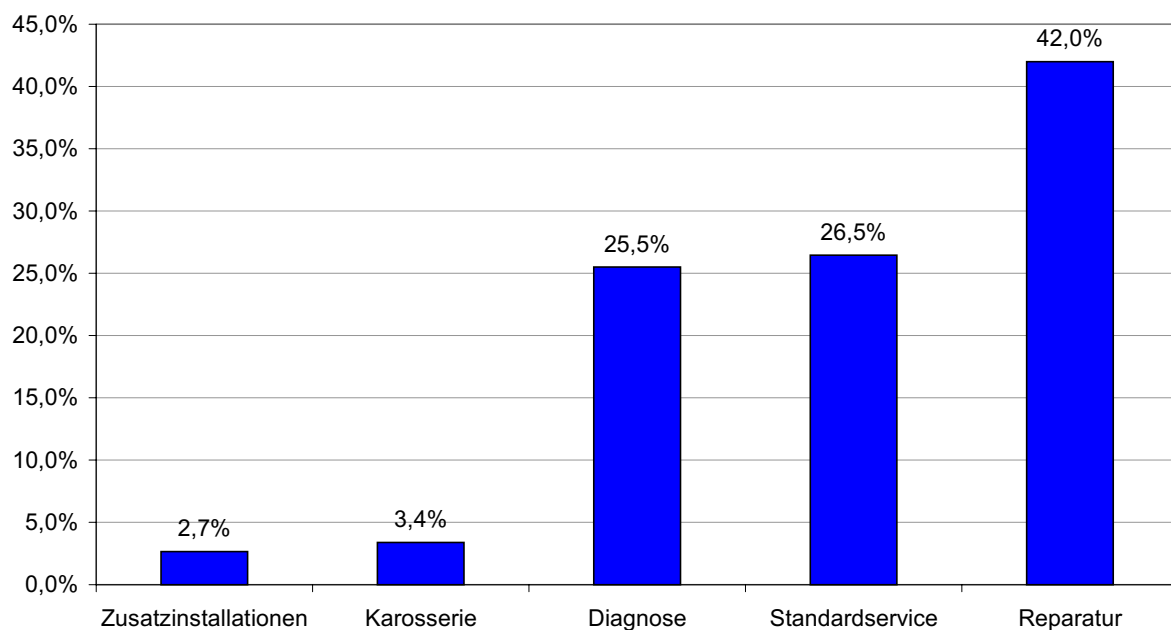


Abbildung 3: Aufgabenverteilung in den untersuchten Niederlassungen

Arbeitszeitanteile am Gesamtaufkommen

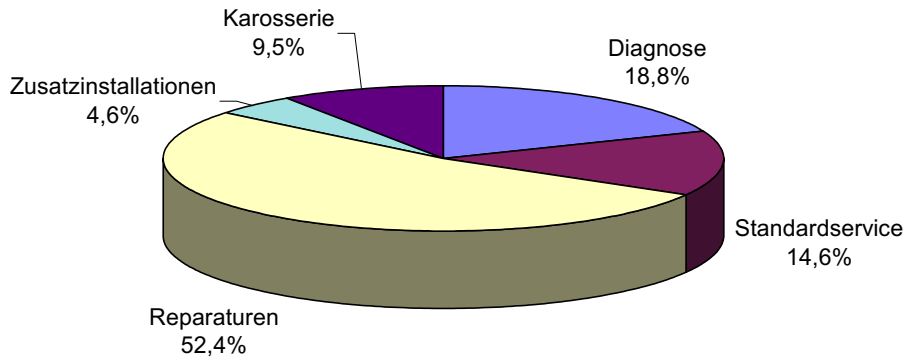


Abbildung 4: Verteilung der Arbeitszeitanteile für die Aufgabenbereiche in den untersuchten Niederlassungen

Reparaturaufgaben Lkw

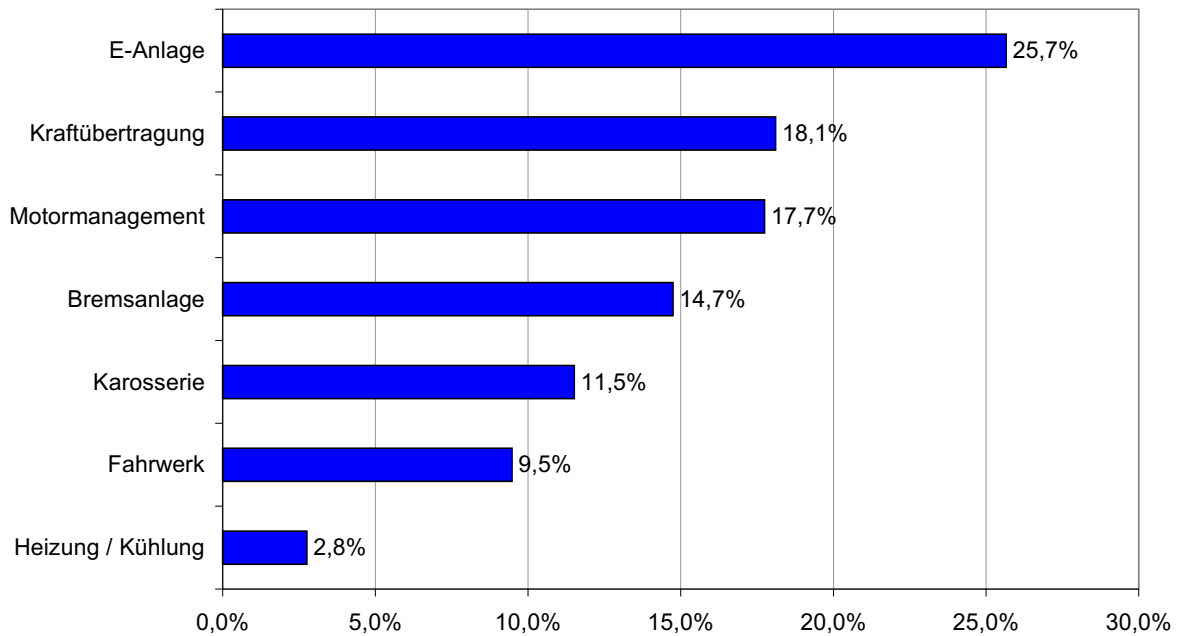


Abbildung 5: Verteilung der Reparaturaufgaben auf Baugruppen, Anlagen und Systemen

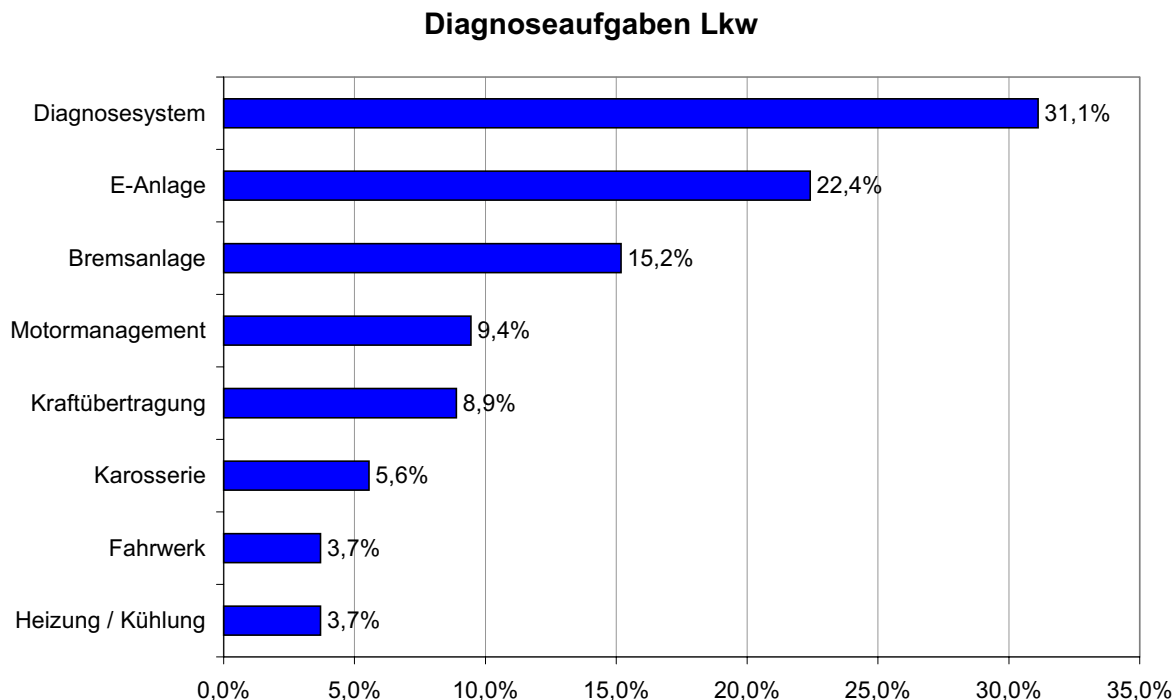


Abbildung 6: Verteilung der Diagnoseaufgaben auf Baugruppen, Anlagen und Systeme

2.2 Arbeitsaufgaben im Nutzfahrzeugsektor

2.2.1 Generelle Herausforderungen für den Schwerpunkt Nutzfahrzeugtechnik

Unter der Bezeichnung „intelligente Technik“ sind mehrere aufeinander aufbauende Entwicklungen zu verstehen: Zum einen die zunehmende Einführung elektrischer und mikroelektronischer Systeme (E/E-Systeme) und ihre Vernetzungen vor allem für Sicherheit, Infotainment, Komfort und Energiemanagement. Das ermöglicht die Ausweitung elektrischer und computergestützter Zustandsüberwachung bereits durch die integrierte Diagnose, die zunehmend auch Rückschlüsse auf den Zustand mechanischer, pneumatischer und hydraulischer Systeme zulassen. Die Systemüberwachungen sind in Bordcomputer mit Bildschirm, Fahrerinformationsdisplay und zahlreichen Kontrollleuchten in der Fahrerkabine zusammengeführt.

Um beispielsweise von den z. Z. 28 Funktionssystemen (vgl. Anlage 1) eines modernen Nfz die Fehlercodes und Texthinweise auslesen zu können, muss kein externer Diagnosetester mehr angeschlossen werden. Das ist in modernen Fahrzeugen jedem Fahrer und Mechaniker durch einfache Menüführung und Knopfdrücken zugänglich und möglich.

Beispielsweise können die Bremsklotzstärken jeder Radbremse aus dem Bordcomputer des Fahrerinformationssystems (FIS) abgefragt werden. Für die Konstrukteure von Nfz steht nicht mehr in ihrem Pflichtenheft, dass die Reibbelagstärke von außen durch Sichtkontrolle möglich sein muss. Sie können verdeckt gebaut und damit zur Verbesserung von Sicherheit und Verschleißverhalten vor von außen einwirkenden Risikofaktoren wie Wasser, Schmutz und Kräfteinwirkungen geschützt werden. Für die Fachkräfte in der Werkstatt entfällt diese Serviceaufgabe ebenso wie die zur Sichtprüfung evtl. erforderliche Demontage der Räder. Diese Aufgaben werden ersetzt durch das Auslesen des jeweiligen Menüpunktes des FIS über den Bordcompu-

ter. Ein weiteres Beispiel: Die Funktion zur Absicherung der einzelnen Druckluftkreise der elektro-pneumatischen Bremsanlage (EPB) gegeneinander erfolgt über Druck-Sensoren für jeden Bremskreis im Mehrkreisschutzventil. Die ansonsten für Diagnose und vorgeschriebene Sonderprüfung (SP) erforderlichen Druckmessungen mit an Prüfanschlüssen anzuschließenden Manometern entfallen in diesen Fällen und sind ebenfalls ersetzt durch das Auslesen des zuständigen Menüpunktes im FIS über den Bordcomputer.

2.2.2 Reparaturaufgaben

a) Wird die Aufteilung der Reparaturaufgaben auf einzelne Systeme und Baugruppen betrachtet, dann fällt vor allem der hohe Anteil an Arbeiten an der elektrischen Anlage auf. Hierin spiegelt sich noch nicht die Implementierung busvernetzter, sogenannter „intelligenter Technik“ wider. Vor allem der zur Zeit noch hohe Anteil an elektrischen Kabelsträngen, Steckverbindungen, Schaltern, E-Motoren, Leuchten und Fühlern etc. in den mechanischen, hydraulischen und pneumatischen Systemen und der elektrischen Anlage äußert sich in zahlreichen Arbeitsaufgaben und erfordert in diesen Fällen die klassischen Diagnose- und Reparaturverfahren. Dieser zur Zeit noch hohe Anteil in einigen Nfz-Segmenten überdeckt noch den rasch zunehmenden Anteil von Reparaturen in modernen Nfz.

b) In modernen Nfz ist dieser Anteil der Reparaturaufgaben wegen der geringer werdenden Störanfälligkeit insgesamt geringer, in Teilbereichen wie der Beleuchtungsanlage sogar deutlich geringer geworden. Sie verlieren jedoch nicht ihren Stellenwert. Zumindest für eine längere Übergangszeit wird es nach wie vor neben Busverbindungen in bestimmten Teilbereichen der E/E-Systeme die bekannten elektrischen Kabel, Stecker und Schalter etc. geben. Das wird davon abhängig sein, ob eine Realisierung technisch machbar und sinnvoll erscheint und welche Kostenerwägungen und welches Kundenverhalten dazu führen, auf E-Systeme mit ihren Kabeln und Schaltern in noch weitaus stärkerem Maße zu verzichten.

Die Aufgabenstruktur hat sich in diesem Aufgabenbereich vor allem dahingehend verändert, dass in Reparaturfällen die Austauschaufgaben weiter zunehmen zu Lasten der klassischen Reparaturaufgaben.

c) Es lässt sich ebenfalls feststellen, dass es trotz hoher Laufleistungen und starker Materialbeanspruchungen nicht die zeitaufwendigen Motorüberholungen, Kupplungs-, Getriebe- oder Einspritzpumpenreparaturen sind, die die Arbeitsaufgaben in den Werkstätten dominieren. Der zunehmende Austausch von Steuerungs- und Regelungsaktuatoren, Sensoren, Schaltern, Steckverbindungen, der Austausch bzw. die Reparatur von Kabelbäumen, E-Motoren, automatisierten Kupplungs- und Schaltbetätigungen und Ladeluftanlagen etc., zeigen auch in diesem Sektor eine Verlagerung hin zu zunehmend systemischer und mittels Mikroprozessor steuer- und regelbarer vernetzter Technik an.

Beispiel c1

Motorbremse und Retarder bzw. Intarder weisen in modernen Nfz mit der Betriebsbremse, ALB und ABS/ASR eine vernetzte Struktur auf. Das ermöglicht das automatische Zuschalten von Motorbremse und Retarder bzw. Intarder bei den Bremsvorgängen in Abhängigkeit von Geschwindigkeit, Beladung und Lastzustand. Dadurch kann ein Austausch der Bremsbeläge oder Bremsklötze auf bis zu 500.000km hinausgeschoben, Bremsscheiben und -trommeln müssen wegen geringerer Abnutzung seltener bearbeitet oder erneuert werden.

- d) Die klassischen Reparaturaufgaben werden in absehbarer Zeit noch nicht wegfallen. Reparaturhäufigkeit und erforderlicher Zeitaufwand nehmen jedoch insgesamt weiter ab, während fast gleichzeitig neue Aufgaben hinzukommen, die jedoch einen auf die einzelne Aufgabe bezogen geringeren Zeitanteil für Diagnosen und Reparaturen beanspruchen.

Beispiel d1:

Für Prüfen und Instandsetzen (komplette Überholung) einer Verteiler-Einspritzpumpe in älteren Nfz sind inklusive Aus- und Einbau sowie der notwendigen Einstellarbeiten ca. 1,5 Manntage einzuplanen, da in aller Regel auch die Einspritzdüsen mit einbezogen werden. In modernen Hochdruck-Einspritzanlagen ist die Reparatur des Pumpen- und Einspritzdüsenäquivalents, die über Nockenwelle angetriebenen Injektor-Steckpumpen (je Zylinder eine) von den Herstellern nicht mehr vorgesehen. Die Diagnose erfolgt in der Regel mit dem Diagnosetester: Fehler auslesen, Fehler löschen, Kurztest und evtl. noch eine Überprüfung mit Hilfe des Diagnose-Assistenz-Systems. Im Falle einer - offensichtlichen - Undichtheit ist bereits eine Sichtprüfung eindeutig. Die anschließende Reparatur ist der Austausch einer oder mehrerer Injektor-Steckpumpen. Für den gesamten Ablauf sind noch ca. 1,2 Mannstunden für eine Steckpumpe vorgesehen. Prüf- und/oder Einstellarbeiten wie beispielsweise des Förderbeginns sind nicht mehr notwendig.

Herkömmliche Prüf- und Messverfahren sind aus mehreren Gründen nicht mehr geeignet, im erforderlichen Maße Aufschluss über die inneren Funktionsabläufe und Zustände geben. Deshalb sind an ihre Stelle rechnergestützte Diagnoseverfahren getreten.

2.2.3 Diagnoseaufgaben

Wie die Aufgabenanalyse zeigt, werden durchschnittlich ca. 31% aller Diagnoseaufgaben unter Zuhilfenahme eines Diagnosesystems durchgeführt. Das umfasst den Bordcomputer und den Diagnosetester um Fehler auszulesen und zu löschen, Kurztests durchzuführen, das Diagnose-Assistenzsystem einzusetzen und erfahrungsgelenkte rechnergestützte Diagnosen durchzuführen.

Dieser Anteil ist zur Zeit deutlich herstellerabhängig. In Servicebetrieben von Herstellern, die bereits seit einigen Jahren auf die E/E-Systemtechnik in Nfz gesetzt haben, hat dieser Anteil die 50%-Marke überschritten, mit weiter steigender Tendenz.

Eine Bedeutungsverlagerung wird weiterhin deutlich, wenn in modernen Nfz das zeitliche Verhältnis standardisierter Diagnoseverfahren zum Reparaturaufwand sowie die Anteile standardisierter Diagnosen am Gesamtaufkommen betrachtet werden.

- a) Die zeitlichen Anteile der zumeist auf die Anwendung auf Regeln basierender Diagnoseverfahren zur Reparatur in klassischen E-Systemen weist häufig ein Verhältnis in Richtung von etwa 2:1 bis 4:1 auf. Das bedeutet, die aufzuwendende Zeit für den Aufgabenbereich der Diagnose ist mindestens doppelt so hoch wie die anschließende Reparatur.

Beispiel a1:

*Der Arbeitsauftrag lautet: Ladebord prüfen, keine Funktion
Auf die Diagnosepunkte, E-Anlage geprüft, E-Anlage nach Stromlaufplan geprüft, Kabelsatz der Fußschaltung freigelegt und geprüft, entfallen insgesamt 35 Arbeitswerte (AW). Auf die anschließende Reparatur: Kabelsatz am Fußschalter instandgesetzt (gelötet), entfallen dann noch 8 AW.*

- b) In modernen Nfz hingegen kehrt sich häufig das Zeitverhältnis Diagnose-Reparatur um, bei gleichzeitiger Reduzierung der erforderlichen Bearbeitungszeiten.

Beispiel b1:

*Der Arbeitsauftrag lautet: Fehlerspeicher zeigt GS Kupplungspedal, prüfen und beheben
Auf die Diagnosepunkte: Fehlerspeicher auslesen und löschen, Kupplungsbetätigung prüfen entfallen 6 AW. Für das anschließende Nachziehen eines Schlauchanschlusses und das Entlüften der hydraulischen Kupplungsbetätigung werden 12 AW benötigt.*

- c) Festzustellen ist ebenfalls, dass in klassischen E-Systemen häufiger mehrere Fehler gleichzeitig zu suchen und zu beheben sind. Das bedeutet, die Mechaniker haben stets die gesamte Steuer- bzw. Regelstrecke zu überprüfen.

Beispiel c1:

*Der Arbeitsauftrag lautet: Kontrollleuchte Differenzialsperre leuchtet nicht, prüfen
Auf die Diagnosepunkte: E-Anlage geprüft, Kabelstrang nach Stromlaufplan geprüft, Kontrollschalter für Achssperre geprüft entfallen insgesamt 18 AW. Für die anschließende Reparatur: Kabel instandgesetzt (abgequetscht), Schalter Achssperre ausgetauscht (zeitweise keine Funktion), Leuchtkörper der Kontrollleuchte erneuert (defekt), werden 7 AW aufgewendet.*

- d) Werden die Diagnosen in klassischen E-Systemen mit denen in modernen E/E-Systemen verglichen, so wird deutlich, dass die im Fehlerspeicher abgelegten Fehlercodes mit den zugeordneten Klartext-Angaben in E/E-Systemen teilweise nicht den tatsächlichen Zustand wiedergeben. Einige gewichtige Argumente sprechen dafür, dass in diesen Fällen die Adaption von Zuliefer- und Herstellersystemen nicht optimal aufeinander abgestimmt sind und sich unplausible Wechselwirkungen einstellen können. Eine Darstellungsform ist dann, dass Fehlermeldungen abgelegt werden, die keine wirklichen Fehler sind.

Beispiel d1:

*Der Auftrag lautet: ABS-Kontrolle leuchtet, E-Anlage prüfen
Die Diagnosepunkte: Fehlerspeicher auslesen: ABS-Sensor 2. Achse links Unterbrechung, Fehlerspeicher löschen, Sensor 2. Achse links geprüft, ergab keine Störungshinweise. Eine anschließende längere Probefahrt mit mehrfachen Brems tests erbrachte keine erneute Fehleranzeige.*

- e) Eine weitere ist, dass real aufgetretene und richtig abgelegte Fehler eines E/E-Systems zusätzlich Fehlermeldungen in anderen Systemen auslösen können. In solchen Situationen werden zutreffende und unzutreffende Fehlermeldungen miteinander vermischt. Auch in diesen Fällen kann, wie im obigen Beispiel, von Adaptionsproblemen unterschiedlicher Zulieferer und Systeme mit denen des Herstellers ausgegangen werden. Die Diagnosen werden dadurch unnötigerweise erschwert und dadurch auch verlängert.

Beispiel e1:

Der Auftrag lautet: E-Anlage prüfen, (Bordcomputer) zeigt Fehler BS und MR. Es werden folgende Diagnoseschritte nacheinander durchgeführt: Fehlerspeicher ausgelesen und gelöscht; der Kurztest mit dem Diagnosetester (geführte Diagnose) druckt folgendes Ergebnis aus:

- *BS (Bremssystem EPB)
Bremsschalter K1, Signal hat Unterbrechung, sowie:
Polrad an der Vorderachse rechts hat Taumelschlag*
- *MR (Motorregelung)
Interner Fehler im Steuergerät*
- *FR (Fahrregelung)
Ungültiges V-Signal, sowie:
Neutralstellungsschalter X4 defekt, Schalter verklebt, sowie:
Kühlmittelstandsschalter ist defekt, sowie:
Bremslichtrelais im Grundmodul hat Unterbrechung oder Messwert vom PSM ist unplausibel*
- *PSM (Parametrierbares Sondermodul)
Unplausible Ansteuerung des Magnetventils am Digitalausgang 3*

Bei der anschließenden Reparatur wurde lediglich der Neutralstellungsschalter X4 (Schaltgetriebe-Nebenantrieb) geprüft und erneuert, sowie der zugehörige Kabelstrang auf Beschädigungen geprüft und durchgemessen. Anschließend erfolgte eine Probefahrt mit erneuter Fehlerauslese. Für Diagnose und Reparatur wurden jeweils 11 AW benötigt.

In diesem Fall verfügte der Mechaniker über eine große Erfahrung mit ähnlichen und gleichgelagerten Fällen. Folgende Überlegungen waren für seine Vorgehensweise wichtig: „Wenn da so viele Fehler abgelegt sind, ist da meistens ein langer Wurm drin, und den müssen wir finden. (unter „Wurm“ versteht er einen Fehler, der sich wie ein roter Faden durch mehrere Einzelsysteme zieht; Anmerkung des Verfassers) BS hängt mit MR zusammen. Wenn also das Polrad einen Taumelschlag haben soll, und die ABS-Lampe nicht leuchtet, dann spinnt BS und dann auch MR, denn in dem Steuergerät ist nur ganz selten was und das gibt dann das unplausible Signal (Geschwindigkeitssignal) in der Fahrregelung. Ausgang 3 – Stromlaufplan – geht auch zu FR, beide unplausibel. Dann schau ich mir erst mal den Neutralschalter an, da scheint das alles zusammen zu laufen.“

- f) Diagnosen/Reparaturen erhalten ein weiteres Gesicht. Es kommen zunehmend Programmier- und Parametrieraufgaben hinzu. D.h. die die Fahrzeugeigenschaften bestimmenden Kennfelddaten und Steuer-/Regelungsprogramme werden „repariert“ und auch neuen Fahrzeugentwicklung und Kundenwünschen/-beschwerden angepasst (software in the loop). Das ist durch die Verwendung überschreibbarer oder frei programmierbarer Datenspeicher, sogenannter „Flashproms“ möglich. Es ist in diesen Fällen kein Steuergerätetausch mehr erforderlich. Aufgaben wie Datenspeicherinhalt aus dem Steuergerät abrufen und in

externem Speicher zwischenspeichern, Datenspeicherinhalt in neues Steuergerät übertragen, entfallen und werden ersetzt durch automatisierte Updating-Verfahren bzw. zielgerichtetes Ändern einzelner Parameter.

Beispiel f1:

Der Arbeitsauftrag lautet: Fahrzeug nach Kundenwunsch auf 14 to ablasten, Hauptuntersuchung

Die Aufgaben: Parameter in der Steuerelektronik neu programmiert (damit ist gemeint, dass die in dem frei programmierbaren Speicher der ECU abgelegten Werte zur Ansteuerung der Elektromagnetventile im Ventilblock u. a. die Luftdrücke in den einzelnen Luftfederelementen bestimmen; über den hierin eingesteuerten Druck lässt sich auch die jeweilige Achslast bestimmen; Anmerkung des Verfassers)

Beispiel f2:

Der Arbeitsauftrag lautet: Fahrzeug hängt einseitig, steht schief, prüfen Auf die Diagnose- und (Reparatur)Aufgaben mit dem Diagnosetester, Niveauregulierung ECAS (Electronically Controlled Air Suspension) geprüft, Niveauregulierung neu parametrisiert entfallen insgesamt 10 AW.

- g) In Folge der Implementierung der Fahrzeugkommunikationstechnik werden die Diagnoseverfahren vereinfacht und diese mit zusätzlichen Diagnosefunktionen versehen.

Mit diesen, die Diagnose unterstützenden Verfahren soll den im Zuge zunehmender Vernetzung aufgetretenen Problemen mit FKT und ihrer Diagnose in den Werkstätten erfolgreich begegnet werden. Lange Such- und damit Standzeiten sowie eine sprunghaft angestiegene Anzahl an Fehlreparaturen – beispielsweise wurden alle vom System als fehlerhaft angezeigten Komponenten einfach ausgetauscht oder auch viele Fehler trotz langer Suche nicht gefunden – und die Suche nach problembegegnenden neuen Weiterbildungskonzepten etc. deuten auf eine komplexe Problemlage mit dieser Technik.

- Fehlermeldungen in Form von Codenummern werden ergänzt durch Klartextangaben und eindeutig erkennbare Zeichen. Damit sind die sogenannten Codebücher, die erst Aufschluss über die Bedeutung der Codenummern geben konnten überflüssig geworden.

- Kurztest-Verfahren zeigen bereits Systemzusammenhänge auf, die wertvolle Hinweise über die Fehlerursachen geben können. Sie sind Teil des Diagnose-Assistenz-Systems (DAS). Bei eindeutigen Fehlern sind keine weiteren Tests erforderlich. Erfahrene Mechaniker können damit für ihre individuelle Diagnosestrategie sehr komplexe Systemzusammenhänge aufklären, wie das Beispiel e1 deutlich werden lässt. In weiteren Fällen reicht auch ein noch so großer Erfahrungsschatz nicht mehr aus, um mit angemessenem Aufwand einen Fehler zu erkennen, wie das Beispiel g1 in der zweiten Diagnosestufe Kurztest erkennen lässt.

- Systemdiagnose

Die DAS-Systeme werden um die Funktion der Systemdiagnose erweitert, da die steigende Anzahl der Steuergeräte im Fahrzeug und deren Vernetzung eine Diagnose des Gesamtsystems zwingend erforderlich machte. Sie verfügt über ein eigenständiges Diagnosewissen im Fahrzeug (On-Board) und führt selbständig Prüfschritte aus. Das Diagnosewissen basiert auf der Bewertung und Auswertung

von Prozessgrößen. Das sind Informationsaus- und -eingänge sowie Betriebszustände der Steuergeräte und Komponenten.

Um einen Gesamtüberblick zu bekommen, protokolliert die Systemdiagnose die jeweils in einem Busnetzsystem zusammengefassten Steuergeräte und Komponenten und verwaltet die fehlerrelevanten Botschaften, die von den Steuergeräten in das Busnetzsystem gesendet werden. Diese Fehlermeldungen werden dann in den Checklisten der Systemdiagnose überprüft und ausgewertet. Dabei werden den Fehlermeldungen entsprechende Codes zugeordnet.

Bei der Auswertung werden

- Fehlercodes der Steuergeräte,
- beeinträchtigte Funktionen und
- verdächtige Komponenten

berücksichtigt und aufgelistet.

Zur Eingrenzung der gesendeten Fehlermeldungen werden weitere Systemtests von der Systemdiagnose vorgeschlagen. Nach deren, auch busnetzübergreifenden, Ausführung ändert sich entsprechend die Anzahl und / oder die Art der Fehlermeldungen. Dadurch ergibt sich solange ein anderes oder neues Fehlerbild, bis der eigentliche Fehler gefunden und angezeigt wird.

- In einem weiteren Schritt zum Ausbau der Diagnose-Assistenz-Systeme werden Simulationsfunktionen hinzukommen. Mit ihrer Hilfe sollen Fehlersituationen, die beispielsweise nur in bestimmten Drehzahl- und Lastbereichen auftreten, künstlich generiert und somit für den Mechaniker in der Werkstatt erst sichtbar gemacht werden.

Beispiel g1:

Der Arbeitsauftrag lautet: Schaltung nimmt Gänge nicht an, Schaltbetätigung befunden und instandsetzen; Motorbremse hat schlechte Wirkung, Motor hat schlechte Leistung, prüfen.

Es werden folgende Diagnoseaufgaben nacheinander durchgeführt: Fehlerauslese Bordcomputer, zeigt GS Kommunikationsstörung mit Steuergerät MR; der folgende Kurztest mit dem Diagnostester druckt folgendes Ergebnis aus:

WS (Wartungssystem)

CAN-Empfangs-Timeout der Daten des Steuergerätes MR (Motorregelung)

BS (Bremssteuerung) EPB

OK

FR (Fahrregelung)

Magnetventil 1, X3 hat Unterbrechung

GS (Gangsteuerung)

Kommunikationsstörung mit Steuergerät MR Motorregelung

MR (Motorregelung)

Kein Transpondercode über Klemme 50

ENR (Niveauregelung)

OK

ZHE (Zusatzheizung)

INS (Instrument)

K-Modul defekt

FTCO (Flachtachograf)

OK

Danach erfolgen weitere vorgeschlagene Systemtests, die zu einem Systemtest Steuergerät GS Gangsteuerung führen. Hier wird dem Mechaniker folgendes Ergebnis angezeigt:

Anzahl der Schaltabbrüche

| | | |
|--------|------------------------------------------------------|----|
| Nr. 29 | Zähler Splitabbrüche | 0 |
| Nr. 30 | Zähler Gangabbrüche | 2 |
| Nr. 31 | Zähler Gassenabbrüche | 0 |
| Nr. 32 | Zähler Rangeabbrüche | 0 |
| Nr. 33 | Zähler Kupplungsabbrüche | 12 |
| Nr. 34 | Zähler Kupplungsabbrüche (Gang rutscht noch rein) | 52 |

Die nachfolgende Reparatur umfasste: Stellmotor Ganggebergerät erneuert; Gegenzahnrad gebrochen, erneuert; Stecker am Gangsensor erneuert.

Die beiden anderen Beanstandungen wiesen keinen realen Zusammenhang mit der Fehlermeldung zur Schaltbetätigung auf.

2.2.4 Zusatzinstallationsaufgaben

Einige absehbare Veränderungen werden auch Auswirkungen auf diesen Aufgabenbereich haben:

- a) Eingriffe in ein bestehendes E/E-Netz der Fahrzeugkommunikationssysteme werden von den Fahrzeugherstellern zukünftig nicht mehr zugelassen werden, um dadurch hervor gerufene mögliche Fehlerquellen und andere E-Netzauswirkungen wie beispielsweise die Beeinflussung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) etc., gänzlich auszuschalten. Darüber hinaus sind die Auswirkungen von Adaptierungen in E/E-CAN-Bus-Netzen zu berücksichtigen; tritt die nachträglich verbaute Zusatzinstallation auch als Botschaftssender auf, ist die Akzeptanzprüfung bereits vorhandener Stationen bei Bedarf zu erweitern. Das ist nur vom Hersteller möglich.
- b) Das bedeutet, dass der nachträgliche Einbau beispielsweise von Zusatzscheinwerfern nur noch möglich sein wird, wenn dafür im Netz eine definierte Schnittstelle vorgesehen ist. Auch die Zusatzscheinwerfer selbst müssen Standards zur Netzverträglichkeit nachweisen. In E/E-Busvernetzungen können nachträgliche Netzeinbindungen nur vorgenommen werden, wenn sie schon im Neufahrzeug in der Netzstruktur berücksichtigt sind. Deshalb wird es zukünftig vorrangig softwareseitige Lösungen geben. D. h. viele Applikationen sind in der Hard- und Software bereits vorbereitet und werden auf Kundenwunsch in der Werkstatt nur noch freigeschaltet (vgl. hierzu auch den nächsten Punkt).
- c) Die Mobilkommunikationssysteme werden durch Fahrerdispositionssysteme ergänzt, die den Anteil in diesem Aufgabenbereich vorübergehend steigern können. Einige Systeme sind zur Zeit in einer Erprobungsphase. Mit Hilfe dieser Systeme wird ein engerer Informationsaustausch zwischen Fuhrpark und Fahrer sowie der Werkstatt erreicht.
 - SMS-Mitteilungsdienst zwischen Fahrer und Fuhrpark über die Telefonfunktion, Anzeige jeweils über das Fahrerinformationsdisplay des Bordcomputers
 - ein Pannen-Notrufsystem (24h-Notdienst) zu den Werkstätten des Herstellervertriebsnetzes

- Senden von Servicedaten nach Abruf aus dem FIS für Wartungsplanungen,
- Telediagnose – Analyse und Auswertung von in HTML-Seiten aus dem Internet abgelegten Daten und Informationen zu den Betriebsbedingungen und –zuständen des Fahrzeugs.

Ob sie im Gegenzug in Nfz den Einbau von Einzelgeräten und -anlagen für Funk, Telefon und Navigation etc. reduzieren oder ersetzen werden, ist noch nicht endgültig abzusehen. Gewichtige Argumente, wie beispielsweise „i-Drive“ im neuen 7er BMW sprechen jedoch dafür.

- d) Mit Hilfe dieser vernetzten Mobilkommunikationssysteme werden über nur noch einen zentralen Bildschirm unterschiedliche Einzelgerätefunktionen wie beispielsweise Telefon mit Spracherkennungssteuerung, Navigation, Klimaregelung, Radio etc, zu Softwarefunktionen in einem zentralen Rechner vereinigt und zu einem multifunktionalen Infotainment-System.
- e) Jede Einzelfunktion tritt dem Mechaniker dann nur noch als ein gespeichertes Programm mit jeweils eigener Datenstruktur entgegen, die wiederum nur bei Programmaufruf in seinen Funktionen sichtbar wird.

3 Bewertung und Empfehlungen für die Ausgestaltung des Schwerpunktes Nutzfahrzeugtechnik im Ausbildungsrahmenplan

3.1 Fahrzeugkommunikation – eine Querschnittsaufgabe

Auf der Grundlage der Ergebnisse der kontrastiven Aufgabenanalyse und der vertiefenden Experteninterviews bestätigt sich eindeutig der Querschnittscharakter der FKT-Werkstattaufgaben auch in den Nutzfahrzeugwerkstätten.

- Alle mit der FKT zusammen hängenden Aufgaben sind in enger Verbindung mit der Fahrzeugarchitektur zu sehen.
- Aufgaben der FKT gewinnen in den Werkstätten zunehmend an Bedeutung.

Bisherige Versuche, vor allem in großen Werkstätten, die Diagnose arbeitsorganisatorisch von der anschließenden Reparatur zu trennen, oder aber Diagnosefälle generell nur von Servicetechnikern durchführen zu lassen, erweisen sich bereits zum gegenwärtigen Zeitpunkt als produktivitätshemmend. Aus der Auftragsanalyse wurde ersichtlich, dass eine weit überwiegende Anzahl der Arbeitsaufträge zumindest einen Auftragsbestandteil der Diagnose zum Gegenstand hatte oder sich dieser während der Auftragsbearbeitung ergeben hat. Dazu trägt auch das Verhalten der Speditionen bei, in aller Regel nur im Falle unbedingten Erfordernisses die Werkstatt aufzusuchen.

Alle Mechaniker oder zumindest ein sehr großer Anteil sind mit Diagnoseaufgaben, Reparaturen und Zusatzinstallationen konfrontiert. Ein eigenständiger Schwerpunkt „Fahrzeug-Kommunikationstechnik“ lässt sich weder empirisch noch aus der kontrastiven Aufgabenanalyse ableiten. Es lässt sich kein Beschäftigungsfeld erkennen, in denen derart spezialisierte Fachkräfte so eingesetzt werden können, dass sie vollkommen ausgelastet wären. Die Anzahl der Aufgaben pro Auftrag, die unterschiedlichen Komplexitätsniveaus und Schwierigkeitsgrade der einzelnen Aufgaben sowie ihre Verteilung auf zunehmend alle Aufgabenbereiche messen einer sehr früh beginnenden, konsequent entwicklungslogisch aufeinander aufgebauten Konfrontation der Auszubildenden mit diesen Arbeitsaufgaben einen zentralen Stellenwert zu. Das kommt ebenfalls in den Experteninterviews eindeutig zum Ausdruck. Dazu einige Beispiele:

Interviewpartner X: „Das muss man von Anfang an machen, die Grundlagen legen und dann kontinuierlich weitermachen, sonst kann ich die kaum irgendwo richtig einsetzen.“

Interviewpartner Y: „Ich bin ja mit dem Computer aufgewachsen und hab da keine Probleme, aber trotzdem, damit muss man möglichst frühzeitig anfangen und vor allem muss man das selber tun. Durch anlesen oder so kann man das nicht wirklich lernen.“

Interviewpartner Z: „Woher sollen die denn später als Gesellen die Erfahrungen damit herhaben, wenn sie in der Ausbildung nicht wenigstens die Grundlagen gelernt haben. Denn von einem Geselle muss ich schon einiges erwarten können. Und nur als Schrauber? Dass geht ja heute schon nicht mehr richtig.“

3.2 Empfehlungen zur Ausgestaltung des Ausbildungsrahmenplans

Eine nutzfahrzeugspezifische Ausprägung der vorliegenden Aufgabenbereiche, die eine Schwerpunktbildung im 3. und 4. Ausbildungsjahr rechtfertigen, lässt sich bestätigen. Sie sind in Tabelle 3 eingearbeitet. Einige Beispiele sollen im folgenden die nutzfahrzeugspezifische Ausprägung der Arbeitsaufgaben deutlich machen. Des Weiteren wird daran auch der Querschnittscharakter der FKT erkennbar:

- **Sondererweiterungs- und Zusatzinstallationen:**
Funkanlagen, Nebenantriebe von Getrieben einbauen mit Parametrieren der Antriebsdrehzahl im Steuergerät für Nebenantrieb und Umparametrieren der Leerlaufdrehzahl des Motors in der Motorregelung für den geschalteten Zustand, Ablasten von Fahrzeugen durch Umparametrieren der Druckluft-Steuerdaten in der elektronischen Niveauregelung (ECAS).
- **Beseitigen von Unfallschäden:**
Die Modulbauweise der Nfz ermöglicht in leichteren Fällen den einfachen Austausch verschraubter An- und Einbauteile rund um das Fahrzeug. Eine erforderliche Lackierung wird jedoch an Fachwerkstätten vergeben. Der Austausch von Seiten, Front- und Heckscheiben zählt ebenfalls noch zum Aufgabenbereich. Die Grenzen der Durchführbarkeit in den Werkstätten liegen dort, wo Richt- und Austrennarbeiten erforderlich werden. Das Vermessen von Rahmen und Achsen mit elektronischen und lasergestützten Messgeräten dient einerseits der Schadensfeststellung, andererseits aber auch als Diagnosemittel für andere Schadensursachen wie beispielsweise „Rahmenverzug durch Überladung“ oder Beanstandungen wie beispielsweise „Fahrzeug läuft aus der Spur“.
- **Expertenreparatur:**
Nfz unterscheiden sich in Nutzungsart, verbauter Technik und höheren physikalischen, thermischen und chemischen Belastungen von anderen Fahrzeugen. Mehrstufige Schaltgetriebe mit Vor- und Nachschaltgruppe, Retarder, automatisierter Kupplung und Schaltung, oder auch Ladebord und druckluftgestützte Federungs- und Bremssysteme weisen im Expertenwissen für Diagnose (z.B. Fehlersymptom, Systemzusammenhänge, etc.) und Reparatur (z.B. Schadensbild an der Rangegruppe des Getriebes) eine Nfz-spezifische Ausprägung auf.
- **Sicherheitsprüfung:**
Diese Aufgabe kommt ausschließlich im Nfz-Sektor vor. Sie umfasst die sicherheitstechnische Zustands- und Funktionsuntersuchung des gesamten Fahrzeuges einschließlich seiner sicherheitsrelevanten E/E-Systeme.
- **Reklamationen:**
Dieser Aufgabenbereich ist mit dem anderer Fahrzeuge weitestgehend identisch und weist allenfalls geringfügige sektorspezifische Besonderheiten auf.

Eine sorgfältige und planmäßige Vernetzung von Erst- und Weiterbildung eröffnet die Möglichkeiten, von Beginn an in der Erstausbildung die notwendigen, breit angelegten Grundlagen zu erlernen und zwar in der Form der Konfrontation mit Aufgaben, die einen kontinuierlich ansteigenden Grad an Komplexität und Schwierigkeit aufweisen. Diese sind in der Weiterbildung intensiv und aggregatespezifisch fortzusetzen und zu vertiefen.

Die Möglichkeiten eines beruflichen Aufstiegs zum Kfz-Servicetechniker oder Meister sind bereits in der Erstausbildung anzulegen. Daher sollten Diagnose- und Reparaturaufgaben in elektrischen Systemen und die zunehmende Zahl der FKT-Aufgaben in E/E-Systemen bereits von Beginn an von allen Auszubildenden eines kraftfahrzeugtechnischen Berufes erlernt werden.

Wird, wie hier empfohlen, die Richtung verfolgt, dass FKT fester Bestandteil für alle Schwerpunkte ist, dann ist zu empfehlen, ab dem 2. Ausbildungsjahr die in Tabelle 2 genannten „Arbeitsaufgaben“ zur Grundlage für die Ausbildungsrahmenpläne zu machen. Die Inhalte des 2. Ausbildungsjahres sind für alle Schwerpunkte identisch. Eine Differenzierung in Schwerpunkte setzt erst mit Beginn des 3. Ausbildungsjahres ein. Die Inhalte des Schwerpunktes Nutzfahrzeugtechnik mit integrierter FKT sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Berufliche Arbeitsaufgaben / Handlungsfelder

Kfz-Mechatroniker

Schwerpunkt Nfz-Technik / Fzg-Kommunikationstechnik für alle Schwerpunkte

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| <p style="text-align: center;">FACHBILDUNG – SCHWERPUNKT NUTZFAHRZEUGTECHNIK</p> <p>5 Reklamationen</p> <p>4 Sicherheitsprüfung</p> <p>3 Expertenreparatur</p> <p>2 Beseitigen von Unfallschäden</p> <p>1 Sondererweiterungs- und Zusatzinstallationen (Nachrüsten und Konfigurieren von Fzg-Kommunikationstechnik)</p> | 3. und 4. Ausbildungsjahr |
| <p style="text-align: center;">FACHBILDUNG – ALLE SCHWERPUNKTE</p> <p>4 Diagnose und Reparatur von Aggregaten, Baugruppen und -elementen</p> <p>3 Servicedienstleistungen (Abgasuntersuchung, Hauptuntersuchung, Inspektion)</p> <p>2 Standarderweiterungen und Zusatzinstallationen</p> <p>1 Schadensbehebung und standardisierte Diagnoseverfahren</p> | 2. Ausbildungsjahr |
| <p style="text-align: center;">GRUNDBILDUNG</p> <p>4 Administrative Dienstleistungen</p> <p>3 Fahrzeugpflege und Gebrauchtwagenaufbereitung</p> <p>2 Verschleißbehebung</p> <p>1 Standardservice, Standarddiagnose und kleine Inspektion</p> | 1. Ausbildungsjahr |
| <p style="text-align: center;">BERUFSÜBERGREIFENDE HANDLUNGSFELDER</p> <p>Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes</p> <p>Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht</p> | |

Tabelle 1: Zentrale Arbeitsaufgaben in Kfz-Werkstätten

Fzg.-Kommunikationstechnik ist als Querschnittsaufgabenbereich „integriert“

Hinweis: Die Spezifizierung der Handlungsfelder/ beruflichen Arbeitsaufgaben in den folgenden Tabellen beziehen und beschränken sich auf die Fzg-Kommunikationstechnik und verwandte Aufgaben (Diagnose, Konfiguration, Zusatzinstallation). Weitere Detaillierungen der Handlungsfelder auch ohne Bezug zur FKT sind möglich und können auf Wunsch nachgereicht werden.

| Detailierung der Arbeitsaufgaben | Zuordnung zum Handlungsfeld (Teil des Ausbildungsberufsbildes) | Aufg. Nr. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Bremsendiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Bremsenprüfstand) | Schadensbehebung und standardisierte Diagnoseverfahren | 1 |
| Fahrwerkdiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Radaufhängung; Vermessung: Spur, Sturz, Nachlauf, Spurdifferenzwinkel, ...) | | |
| Zubehörteile der FKT (Antennen, einfache Hifi-, Beleuchtungselemente, ...) installieren, konfigurieren und überprüfen und die dafür notwendigen Werkzeuge und technischen Unterlagen nutzen. | Standarderweiterungen und Zusatzinstallationen | 2 |
| Routine-Prüfungen (Emissionen, Verkehrs- und Betriebssicherheit ...) im gesetzlich vorgegebenen Rahmen inkl. E-OB | Servicedienstleistungen (Abgasuntersuchung, Hauptuntersuchung, Inspektion,) | 3 |
| Routineprüfung der Systeme zur aktiven Sicherheit im Rahmen der Inspektion | | |
| Bauteildiagnose an Fahrzeugbaugruppen (Kupplung, Getrieben, Motor, Kühlung, Klima, Heizung, ...) | Diagnose und Reparatur von Aggregaten, Baugruppen und –elementen | 4 |
| Fehlersuche an einfachen Systemen der elektrischen Anlage, (Funktionsstörungen an Beleuchtung, Anlasser, Batterie, Signalanlage, ...) Kabelstrang, Stromlaufplan, Fehlersuchanleitung | | |

Tabelle 2: Werkstatt-Kernaufgaben für das **zweite** Ausbildungsjahr - Fzg.-Kommunikationstechnik ist „integriert“

| Detailierung der Arbeitsaufgaben | Zuordnung zum Handlungsfeld (Teil des Ausbildungsberufsbildes) | Aufg. Nr. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-----------|
| Prüfprogramme, Grundeinstellungen (Codier- und Parametrier- und Anlern-Aufgaben) und Updates an Fahrzeugsystemen mit festen Abläufen der Diagnosesysteme | Sondererweiterungs- und Zusatzinstallationen | 1 |
| Erweiterungen und Umrüstungen fachgerecht installieren, anschließen, einstellen, überprüfen und handhaben der dafür notwendigen Werkzeuge und technischen Unterlagen (Telefon, Funkgeräte, Autopilotensysteme, Nebenantriebe, Sitze, Auf- und Ablasten, Freischalten, Parametrieren...). | | |

| Detaillierung der Arbeitsaufgaben | Zuordnung zum Handlungsfeld (Teil des Ausbildungsberufsbildes) | Aufg. Nr. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|
| <p>Werkzeuge, Mess- und Prüfeinrichtungen zur genauen Aufnahme und Spezifizierung von Unfallschäden auswählen. Sicherung und Übermittlung von Schadensdaten an Kunden, Versicherer und Hersteller.</p> <p>Reparatur von Unfallschäden durch Austausch verschraubter Anbauteile und Glasscheiben</p> | Beseitigung von Unfallschäden | 2 |
| <p>Stellglieddiagnose, Funktionsprüfung von Sensoren, Aktuatoren und Systemzuständen mit Diagnoseassistenzsystemen (automatisierte Kupplung und Schaltung, Ladebord, Fahrregelung, ...)</p> <p>Diagnose der Energie- und Bordspannungsversorgung (Ruhestrommessung, Generatorprüfung, Beseitigung von Kurzschlüssen, Signalverfolgung mit Hilfe von Stromlaufplänen und Fehlersuchanleitungen)</p> <p>Abgasdiagnose mit Abgastester und Ermittlung von Fehlerursachen durch Analyse der Abgaszusammensetzung sowie On-Board-Diagnose (OBD) mit Ermittlung der Motorbetriebsbedingungen (Freeze-Frame-Daten) und Beurteilung des Lambda-Regelkreises und weiterer Regelkreise</p> <p>Motordiagnose mit rechnergestützten Diagnosesystemen und Leistungsprüfstand (Zylindervergleich, Einspritzsignale, Drehmoment- und Leistungsdiagramm, Kraftstoff- und Ladedruck, Fahrregelung, Motorregelung, ...) unter Berücksichtigung der Adaptionsmöglichkeiten</p> <p>Rekonstruieren nichtredundanter und flüchtiger Fehler. Systematische Fehlerdiagnose experimentell, symptom- und erfahrungsgelenkt sowie kooperativ durchführen. Ermittlung der Nebenbedingungen für Fehlersymptome (Wahrnehmungen) durch das Führen von Kundengesprächen</p> | Expertenreparatur | 3 |
| <p>Expertenprüfungen im gesetzlich vorgegebenen Rahmen, Zustände erheben und beurteilen (tragende Teile, Rahmen, Aufbau, Achsen, Aufhängungen, Dämpfer, Stabilisatoren, Lenkung, Motor, Kupplungen, Zugeinrichtungen, Schaltung, Bremsventile, Bremszylinder, Leitungen, Schläuche, ...)</p> <p>Funktionszustände an E/E-Systemen, pneumatischen, hydraulischen und kombinierten Systemen mit Hilfe von Diagnosesystemen, Mess- und Prüfmitteln erheben und beurteilen (pneumatische und elektro-pneumatische Bremsanlagen, ABS, ALB, Luftfederung, Niveauregelung, Fahrdynamikregelung, ...)</p> | Sicherheitsprüfung | 4 |
| <p>Administrative Aufgaben (Garantie- und Gewährleistungsabwicklung), Kundenreklamationen, Wiederholreparaturen</p> <p>Ermittlung der Nebenbedingungen für Fehlersymptome (Wahrnehmungen) durch das Führen von Kundengesprächen</p> | Reklamationen | 5 |

Tabelle 3: Werkstatt-Aufgaben für das **dritte** und **vierte** Ausbildungsjahr mit dem Schwerpunkt „Nutzfahrzeugtechnik“- Fzg.-Kommunikationstechnik ist „integriert“

Anlage 1

Derzeit überwachte Elektronik-Systeme

Motorsystem

- FR Fahrregelung
- MR Motorregelung

Schaltung

- GS Gangsteuerung

Schaltautomatik (umfasst Schaltung)

- AGE Automatische-Gang-Ermittlung (alt: AG)
- KS Kupplungs-Steuerung

Bremssystem

- BS Bremssystem
- ABS Antiblockiersystem
- RS Retarder-Steuerung
- IS Intarder-Steuerung (alternativ zu RS)

Wartungssystem

- WS Wartungssystem
- FSS II Flexibles-Service-System Version II (alternativ zu WS)

Abstandsregelung

- ART Abstand-Regel-Tempomat

Elektronische Niveauregelung/Wankregelung

- ENR (alt: NR)

Übertragungssystem

- CAN Controller-Area-Network
- KOM KOMmunikationsschnittstelle

Traktionssystem

- ASR Antriebs-Schlupf-System

Rückhaltesystem

SRS Sicherheits-Rückhalte-System

Diebstahlsicherungssystem

ZVA Zentralverriegelungsanlage

WSP Wegfahr-Sperre

FFB Funk-Fern-Bedienung

EDW Einbruch-Diebstahl-Warnanlage

EAS Elektronisches Antriebs-System (geplant)

EKL Elektronische Kennfeld-Lenkung

EHZ Elektronisch-Hydraulische-Zusatzlenkung

KB Kupplungsbetätigung

EAB Elektrische-Anhänger-Bremse

ESR Elektronische-Stoßdämpfer-Regelung (geplant)

FMR Fahrzeug-Motor-Regelung

GI Groß-Instrument

KOM KOMmunikationssystem

KSA Komfort-Schließ-Anlage

MKR Motor-Kupplung-Regelung

PSM Parametrierbares-Sonder-Modul

RET RETarder

HZR Heizungsregelung

KB Kupplungsbetätigung

FLA Flammanlage

Anlage 2

Abweichungen von der durchschnittlichen Bearbeitungsdauer

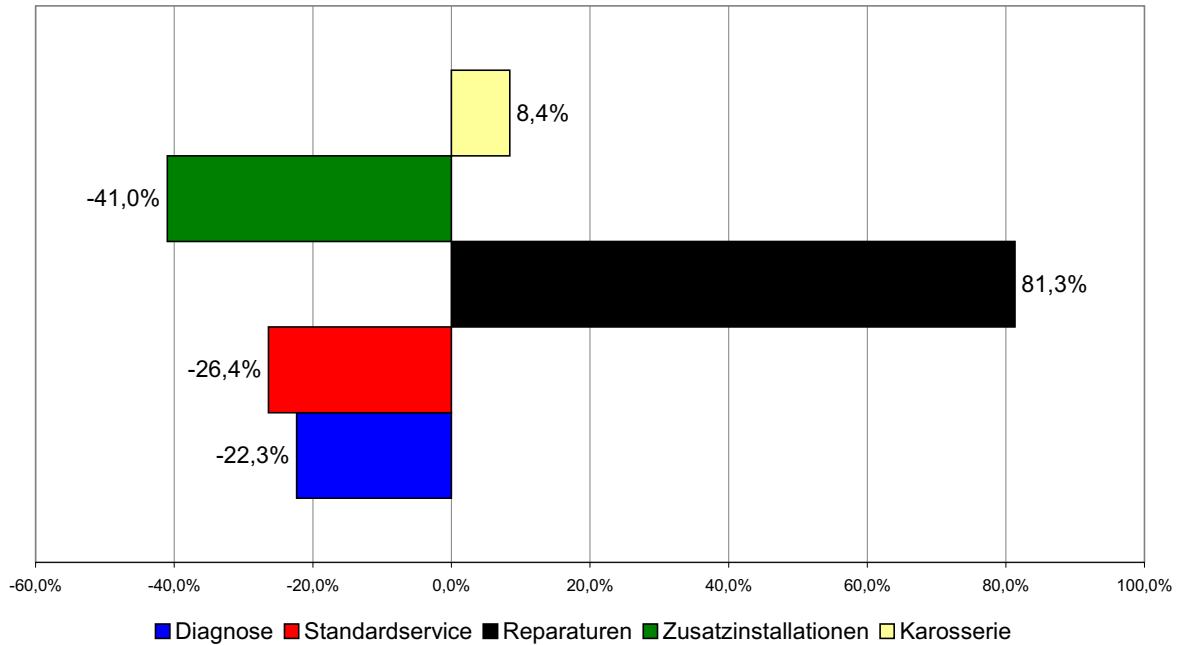


Abbildung 1: Darstellungen der Bearbeitungsdauer bezogen auf den Mittelwert aller Aufgaben

Standardservice Lkw

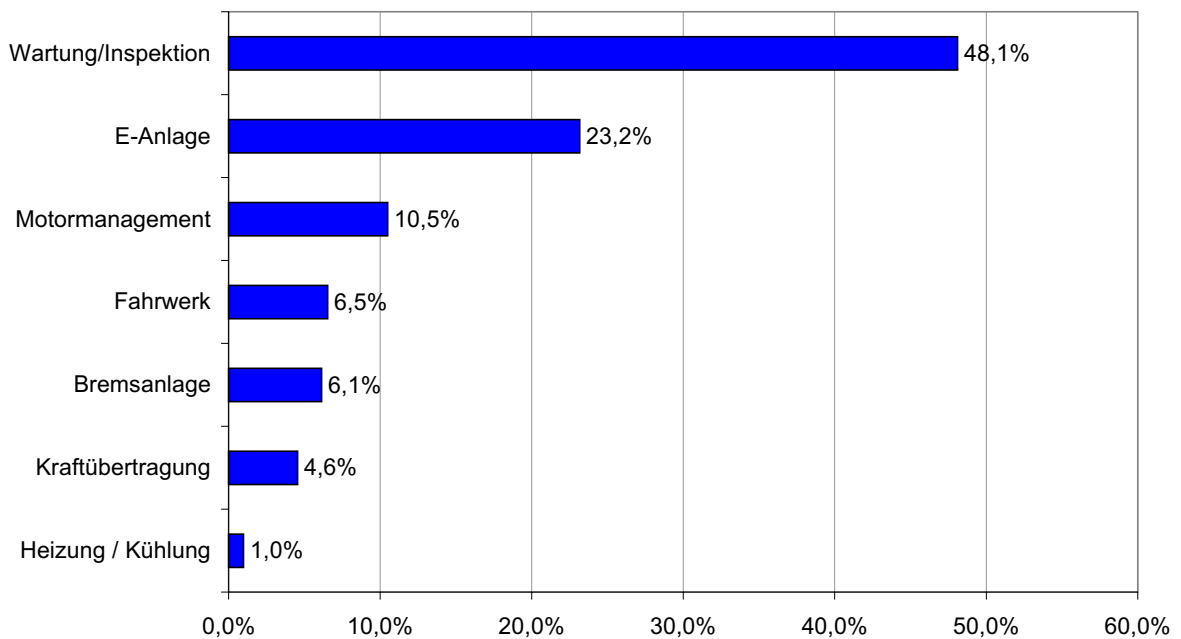


Abbildung 2: Verteilung der Aufgaben zum Standardservice auf Baugruppen, Anlagen und Systemen

Zusatzinstallationen Lkw

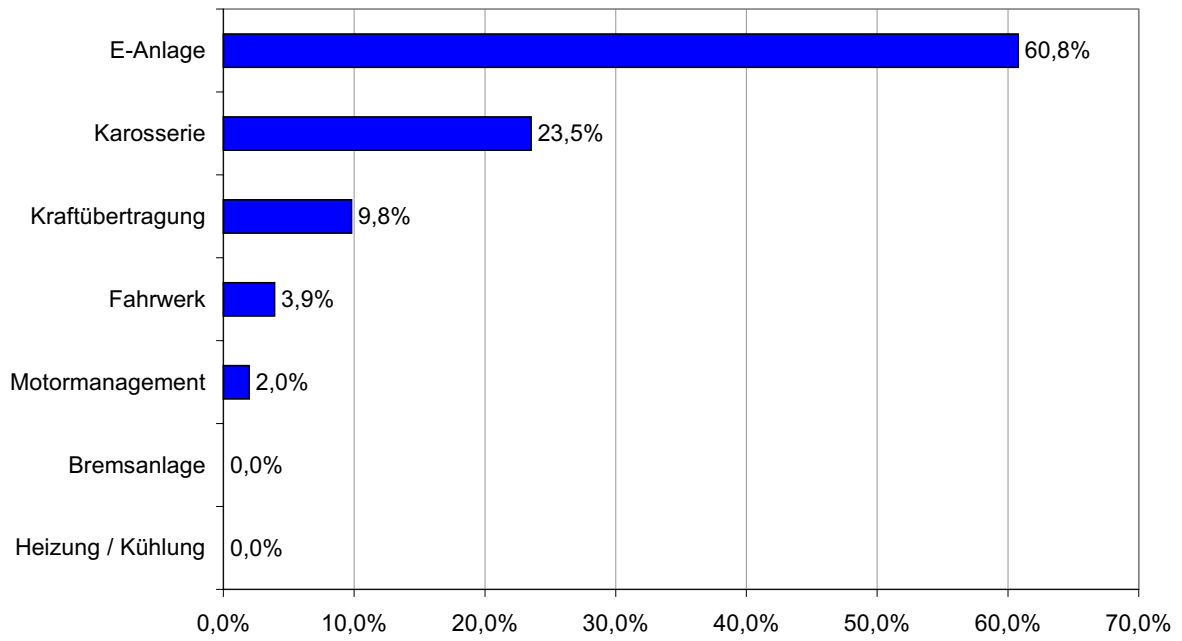


Abbildung 3: Verteilung der Zusatzinstallationen auf Baugruppen, Anlagen und Systemen