

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

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

## **Expertise 4**

Wissenschaftliche Begleitung zur  
„Neuordnung der fahrzeugtechnischen Berufe“

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

## **Diagnosefacharbeit**

Zwischenbericht

Bremen und Flensburg, März 2002

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Diagnosefacharbeit</b>	<b>3</b>
1.1	Diagnose	3
1.2	Zusammenhang mit Service- und Reparaturaufgaben	3
1.3	Diagnose als Aufgabenbereich für Facharbeiter	5
<b>2</b>	<b>Diagnoseaufgaben</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Evaluation der Diagnoseaufgaben</b>	<b>9</b>
3.1	Expertenbefragung	9
3.2	Ergebnisse der Befragung	10
3.3	Häufigkeit der Diagnoseaufgaben	13
3.4	Bedeutung der Diagnoseaufgaben	13
3.5	Schwierigkeit der Diagnoseaufgaben	14
<b>4</b>	<b>Kompetenzentwicklung für die Diagnosefacharbeit</b>	<b>15</b>
4.1	Einschätzung der Experten	15
4.2	Diagnoseaufgaben für das erste Ausbildungsjahr	22
4.3	Diagnoseaufgaben für das zweite Ausbildungsjahr	22
4.4	Diagnoseaufgaben für das dritte Ausbildungsjahr	23
4.5	Diagnoseaufgaben für das vierte Ausbildungsjahr	23
4.6	Diagnoseaufgaben für Zusatzangebote	24

# 1 Diagnosefacharbeit

## 1.1 Diagnose

Einer der wichtigsten Aufgabenbereiche in den fahrzeugtechnischen Berufen ist die Lokalisierung und Behebung von Störungen. Ob Land- und Baumaschinen, Motorräder, Pkw oder Lkw: fehlerhaft funktionierende oder gar völlig funktionslose Fahrzeuge können erst instandgesetzt werden, wenn die Fehlerursache gefunden ist. Der Prozess des Auffindens der Fehlerursache mit dem Ziel, die Fehlersymptome zu beseitigen, ist die „Diagnose“.

Die zugehörigen Arbeitsaufträge stellen Facharbeiter meist vor ein großes Problem. Sie können nicht einfach abgearbeitet werden, sondern erfordern Kompetenzen zur Lösung von Problemen. Der Problemlöseprozess ist zudem nicht nur durch die „Fehlersuche“ gekennzeichnet, denn die Ansprüche an die Qualität einer Diagnose werden hoch gesteckt:

- Der Fehler soll schnell gefunden werden;
- Der Zeitaufwand für die Diagnose soll kalkulierbar sein;
- Der Fehler soll dauerhaft beseitigt werden;
- Die Sicherheitsvorschriften des Herstellers und des Gesetzgebers sind zu beachten;
- Die Gründe für das Auftreten des Fehlers sind zu identifizieren;
- Die Kunden verlangen noch vor der Diagnose Auskunft über die entstehenden Kosten und die Dauer des Werkstattaufenthalts – ein unauflösbarer Widerspruch zu der Tatsache, dass die Fehlerursache ja noch unbekannt ist;
- Evtl. durch die Fehlfunktion in Mitleidenschaft gezogene Systeme sind zu überprüfen;
- Ersatzteile müssen frühzeitig bereitgestellt werden, um die nachfolgende Reparatur nicht zu verzögern.

Moderne Fahrzeuge weisen eine hohe Komplexität auf, die das Einlösen der aufgeführten Ansprüche zu einem schwierigen Anliegen machen. Dabei sind in der Werkstatt mehrere Fachkräfte in die Arbeitsprozesse involviert, so dass Kundenberatung, Absprachen, Organisation der Arbeitsabläufe, Abstimmung mit dem Hersteller und die Informationsbeschaffung mit computergestützten Werkzeugen die Diagnosearbeit kennzeichnet. Die Diagnose weist daher hohe Gestaltungsanforderungen auf. Entsprechend sorgfältig sind die Aufgaben für Facharbeiter im Rahmen der Diagnose zu analysieren und zu strukturieren, um für die Berufsausbildung stimmige Ausbildungsinhalte bestimmen zu können.

## 1.2 Zusammenhang mit Service- und Reparaturaufgaben

In den 1980er Jahren bezog sich die Diagnose auf isoliert arbeitende Systeme. Aufträge zur Fehlersuche konnten entsprechend früh auf die „Zündanlage“, die „Gemischaufbereitung“ oder die „Spannungsversorgung eines Radios“ eingeschränkt werden. Damit waren Fehlerursachen mit Hilfe von relativ einfachen Regeln aufzufinden. Im Gegensatz dazu sind die Systeme moderner Fahrzeuge

- hochgradig miteinander vernetzt,
- mit elektronische Steuerungen und Regelungen versehen und
- mit einer technischen Intelligenz ausgestattet, die sich zusehends auf die einzelnen Systeme verteilt (verteilte künstliche Intelligenz).

Die Anzahl der möglichen Fehlerquellen für ein Fehlersymptom ist aus diesen Gründen um Faktoren der Größenordnung 30 (bei minimal ausgestatteten Kleinwagen) bis zu über 1 Billionen!<sup>1</sup> (bei Fahrzeugen der Luxusklasse und komplexen Landmaschinen) gestiegen.

Als technische Antwort sind im Kfz-Service Diagnosesysteme eingeführt worden, die auf der Basis von Expertensystemen arbeiten. Solche Systeme sind in der Lage, den Zustand von Bauteilen, Teilsystemen und Fahrzeug mit Hilfe von Strategien zu analysieren, um Fehlerursachen auf die Spur zu kommen. Sie sind dabei so programmiert, dass ihr Vorgehen demjenigen eines menschlichen Experten entsprechen soll. Eine Voraussetzung für den Einsatz solcher Diagnosesysteme ist die *Diagnosefähigkeit* des Fahrzeugs. Darunter versteht man die Möglichkeit, dass die Zustände von Fahrzeugsystemen durch den Zugang mit Hilfe eines Diagnosesystems ermittelt werden können. Die Fähigkeit der Selbstüberwachung mit der Option der „Selbstheilung“ (Adaption) oder zumindest der Ergebnisübertragung über eine Schnittstelle an ein Diagnosegerät nennt man *integrierte Diagnose* oder *Eigendiagnose*.

Die gestiegenen Kundenanforderungen führen in Verbindung mit dem computerisierten Fahrzeug dazu, dass Diagnosefacharbeit zu einem Aufgabenbereich geworden ist, der nicht mehr isoliert von anderen Aufgaben bearbeitbar ist:

- Von der Diagnose hängt das Zeitmanagement im Autohaus entscheidend ab. Durch sie wird einerseits der Reparaturumfang festgelegt und andererseits ist der Zeitaufwand für die Diagnoseaufgaben selbst im Vergleich zu anderen Arbeiten am schwierigsten zu bestimmen.
- Die Diagnose ist ein Qualitätssicherungs-Instrument. Um so genauer die Diagnose erstellt wird, desto höher wird die Kundenzufriedenheit ausfallen, weil der Reparaturaufwand auf die wirklich notwendigen Arbeiten eingeschränkt und die vom Kunden zu zahlenden Ersatzteile und Reparaturzeiten minimiert werden.
- Werkzeuge für die Fehlersuche wie Messgeräte und Fehlersuchanleitungen haben sich zu komplexen Informations- und Kommunikationssystemen gewandelt, mit denen nicht mehr nur Fehlersuche betrieben wird. Diagnoseaufgaben werden mit computergestützten Werkzeugen<sup>2</sup> bearbeitet, die mit allen anderen Aufgaben eines Kfz-Betriebes zusammenhängen: Auftragsverwaltung, Ersatzteilbestimmung, Verfahren der Gewährleistung und Garantie, Beschaffung von Reparaturunterlagen und technischen Informationen bis hin zum Lernen am Arbeitsplatz mit computerbasierten Medien (CBT).
- Aufgaben des Standardservice können zu einem großen Teil nicht mehr ohne DIS bearbeitet werden. Beispiele sind das Zurücksetzen von Wartungsintervallanzeigen, das Auslesen von Fehlerspeichern, das Beschaffen der richtigen Servicepläne, das routinemäßige Update von Steuergeräteprogrammen (z.B. bei Volvo)

---

<sup>1</sup> Im VW Golf V wird es bereits in der Kompaktklasse bis zu 40 miteinander vernetzte Steuergeräte mit  $2^{40}=1.099.511.627.776$  verschiedenen Fehlermöglichkeiten geben.

<sup>2</sup> Im Folgenden „Diagnose- und Informationssysteme“ (DIS) genannt.

und die Durchführung einfacher Funktionstests an aktiven Fahrwerken, intelligenten Beleuchtungseinrichtungen etc.

- Im Rahmen von Reparaturaufgaben müssen zusehends häufiger Probleme gelöst werden, die mit der Konfiguration von Fahrzeugsystemen sowie der Einstellung und Justage etwa einer variablen Ventilsteuerung oder einer Klimaautomatik zusammenhängen. Die in modernen Fahrzeugen verbauten mechatronischen Systeme erlauben solche Reparaturaufgaben nur mit Hilfe von DIS.
- Zusatzinstallationen wie das Nachrüsten von Standheizung, Navigationssystemen, Regensensor, Hifi-Anlagen etc. sind heute mit Eingriffen in die Vernetzungsarchitektur eines Fahrzeuges verbunden. Für diese Aufgaben gilt wie für viele Reparaturaufgaben, dass sie nur mit Hilfe von DIS und Diagnosekenntnissen durchführbar sind.
- Diagnoseaufgaben haben eine sehr hohe strategische Bedeutung für die Kfz-Werkstatt. Die Identifizierung von Störungsursachen und Fehlerquellen sichert den „guten Ruf“ einer Werkstatt und die Auslastung mit Reparaturaufgaben. Repariert kann nur werden, was zuvor diagnostiziert worden ist. Die Lokalisierung der Fehlerursache und der auszutauschenden oder zu reparierenden Komponente wird zu einem Schlüssel für das erfolgreiche Werkstattgeschäft.

### **1.3 Diagnose als Aufgabenbereich für Facharbeiter**

Kfz-Mechaniker beschäftigen sich mit den folgenden fünf Aufgabenbereichen (vgl. Abb. 1):

1. Standardservice
  - Pflege- und Aufbereitungsaufgaben
  - Wartungsarbeiten inkl. Sommer-, Winter- und Urlaubscheck
  - Inspektionsarbeiten
  - Administrative und Service-Dienstleistungen
2. Diagnoseaufgaben
  - Routine-Diagnose
  - Aufgaben im Zusammenhang mit der integrierten Diagnose
  - Regelbasierte Diagnose
  - Erfahrungsbasierte Diagnose
3. Reparaturaufgaben
  - Verschleißbehebung
  - Schadensbehebung
  - Aggregate-Reparatur
4. Zusatzinstallationen und Konfigurationsaufgaben
  - Standarderweiterungen
  - Sondererweiterungen, Nachrüstungen komplexer Systeme
  - Konfigurationsaufgaben
5. Karosserieinstandsetzung / Unfallschadensbehebung

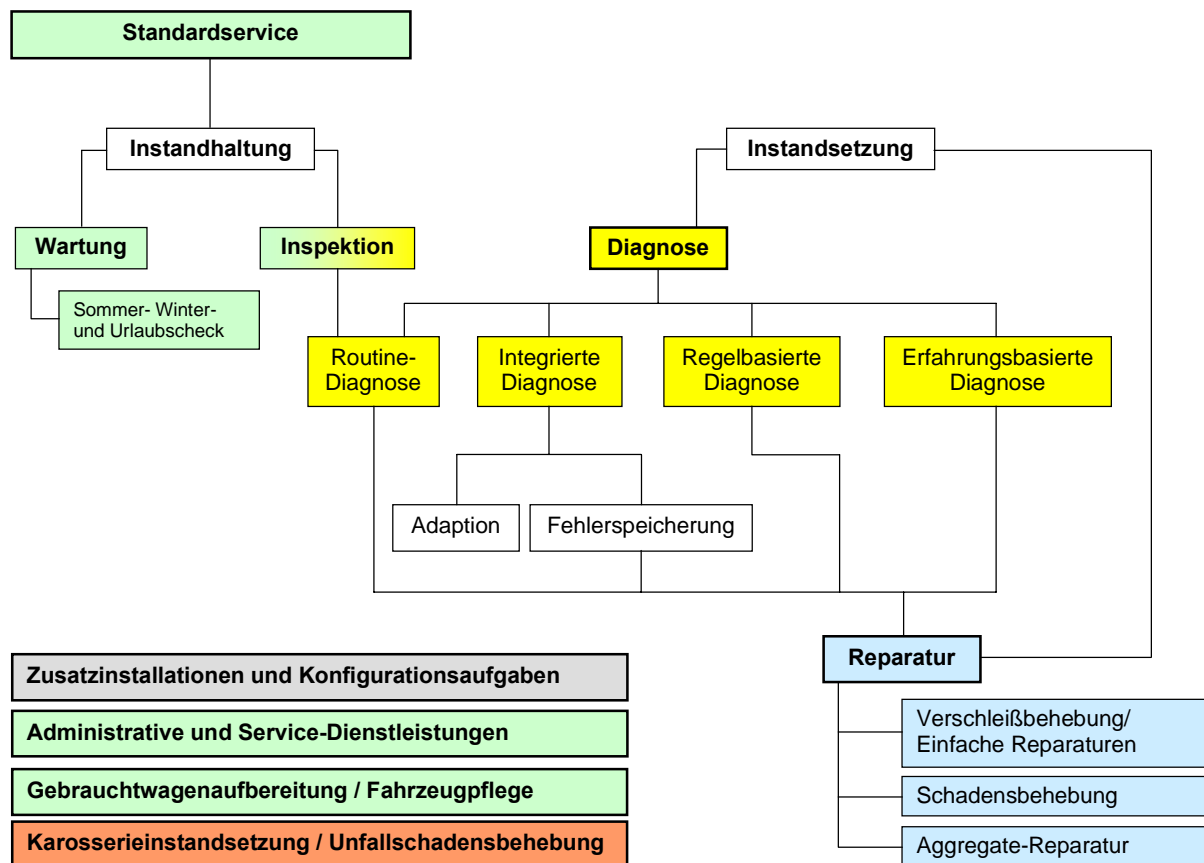


Abb. 1: Aufgabenbereiche von Kfz-Mechanikern

In jeder Werkstatt findet man als Kerngeschäft Aufgaben des Standardservice, Reparaturaufgaben und die im Vorfeld notwendigen Diagnoseaufgaben. Karosserie-Instandsetzungsaufgaben sind entweder Karosseriefachbetrieben oder eigenständigen Werkstattbereichen vorbehalten. In der Fahrzeug-Reparaturwerkstatt findet man allenfalls einfache Demontage- und Montagearbeiten, Arbeiten im Fahrzeuginnenraum und einfache Schweißarbeiten. Zusatzinstallationen und Konfigurationsaufgaben haben in den letzten Jahren erheblich zugenommen, fallen aber nur in den Werkstätten häufig an, in denen Fahrzeuge der Ober- und Luxusklasse instandgesetzt werden.

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

- Ca. 43% der Arbeitsaufgaben entfallen auf den Standardservice. Dieser Anteil variiert in kleinen und großen Werkstätten sowie in Abhängigkeit des betreuten Fahrzeugparks (Kleinwagen ... Luxusklasse) bzw. in freien / markengebundenen Werkstätten nur geringfügig.
- Ca. 41% der Arbeitsaufgaben entfallen auf Reparaturaufgaben. Dieser Anteil liegt in freien und kleinen Werkstätten tendenziell höher als in markengebundenen und großen Werkstätten.
- Ca. 12% der Arbeitsaufgaben entfallen auf Diagnoseaufgaben. In markengebundenen Werkstätten mit einem überdurchschnittlichen Anteil an Ober- und Luxusklassefahrzeugen steigt dieser Anteil zu Lasten der Standardservice und Reparaturaufgaben bis auf 26%. Bezogen auf die einzusetzende Arbeitszeit ist der Anteil zu verdoppeln; d.h. ca. 24% (Freie; kleine W.) bis zu 52% (große markengebundene) der Arbeitszeit wird für Diagnoseaufgaben aufgewendet.

- Ca. 3% der Arbeitsaufgaben entfallen auf Aufgaben der Karosserieeinstandsetzung.
- Unter 1% der Aufgaben entfallen auf Zusatzinstallationen. In Werkstätten mit einem hohen Anteil an Ober- und Luxusklassefahrzeugen liegt der Anteil wesentlich höher.

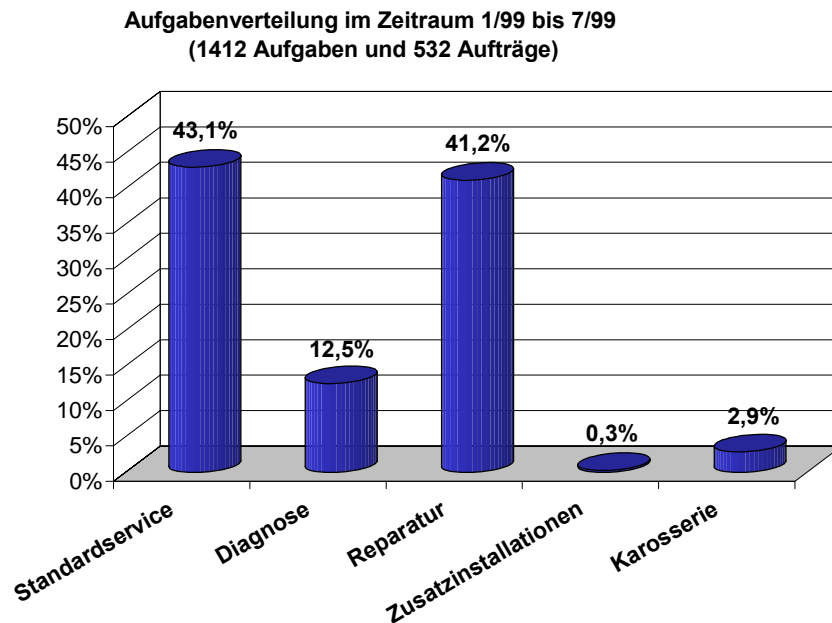


Abb. 2: Aufgabenverteilung in einer kleinen Vertragswerkstatt

## 2 Diagnoseaufgaben

Mit Hilfe von Arbeitsprozessstudien und Aufgabenanalysen konnten die folgenden 24 Diagnoseaufgaben gefunden werden, mit denen sich Kfz-Mechaniker auseinandersetzen:

1. Identifizierung des Fahrzeugs mit Diagnose- und Informationssystemen.
2. Wartungsintervallanzeigen setzen und zurücksetzen im Rahmen der Inspektion.
3. Auslesen und Zurücksetzen von Fehlerspeichern im Rahmen der Inspektion.
4. Sichtprüfung und Funktionskontrolle aller mechanischen Systeme im Rahmen der Inspektion und Dokumentation für Kunde und Betrieb.
5. Lokalisierung von Geräuschen und Gerüchen.
6. Fehlersuche an einfachen Systemen der elektrischen Anlage (Funktionsstörungen an Beleuchtung, Anlasser, Batterie, Signalanlage, Sicherungen).
7. Routineprüfung der Systeme zur aktiven Sicherheit im Rahmen der Inspektion (Prüfstraße: Bremsen, Spur, Stoßdämpfer, ...; Scheinwerferverstellung; Dichtheitsprüfung: Bremshydraulik, Luftfeder).
8. Prüfprogramme, Grundeinstellungen (Codier-Aufgaben) und Updates an einfachen Fahrzeugsystemen mit festen Abläufen der Diagnosesysteme (Motormanagement, Heizungs- und Klimaautomatik, Radio-Hifi, Bordcomputer, Zentralverriegelung, Navigationssystem).

9. Fehlersuche und Ermittlung von Ursachen für erhöhten Verschleiß durch Nutzung von Informationssystemen (Servicemitteilungen, Kundendienstbeanstandungslisten, ...).
10. Ermittlung der Nebenbedingungen für Fehlersymptome (Wahrnehmungen) durch das Führen von Kundengesprächen.
11. Beurteilen von Fehlersymptomen und Festlegen der notwendigen Prüf- und Reparaturaufgaben durch Probefahrten.
12. Stellglieddiagnose – Funktionsprüfung von Aktoren mit Diagnosesystemen.
13. Routine-Emissionsprüfung (Abgasuntersuchung) im gesetzlich vorgegebenen Rahmen inkl. E-OBD.
14. Abgasdiagnose mit Abgastester und Ermittlung von Fehlerursachen durch Analyse der Abgaszusammensetzung.
15. OnBoardDiagnose (OBD) mit Ermittlung der Motorbetriebsbedingungen (Freeze-Frame-Daten) und Beurteilung des Lambda-Regelkreises.
16. Motordiagnose mit rechnergestützten Diagnosesystemen (dynamische Kompressionsdruckprüfung, Zylindervergleich, Rundlauf, Zündspannungsverlauf, Einspritzsignale, ...) unter Berücksichtigung der Adaptionmöglichkeiten.
17. Fahrwerkdiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Radaufhängung; Vermessung: Spur, Sturz, Nachlauf, Spurdifferenzwinkel, ...).
18. Bremsendiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Bremsenprüfstand).
19. Diagnose der Energie- und Bordspannungsversorgung (Ruhestrommessung, Generatorprüfung, Verfahren zur Prüfung der Batterie, Beseitigung von Kurzschlüssen, Signalverfolgung mit Hilfe von Schaltplänen und Fehlersuchanleitungen).
20. Fehlersuche bei sporadisch auftretenden Fehlern mit Schaltplan, Stromlaufplan, Anschlussplan, Herstellerinformationen, Messtechnik unter Verwendung eigener Prüfstrategien.
21. Fehlersuche mit rechnergestützten Diagnosesystemen an vernetzten Fahrzeugsystemen (ABS, ESP, Fahrdynamikregelungen; Infotainment- und Komfortsysteme wie Navigationssystem, Klimaautomatik, Bordtelefon/Handy; elektrohydraulische und elektropneumatische Verdecksteuerungen etc.) und Sicherheitssystemen (Airbag, Gurtstraffer, elektronische Lenkhilfen etc.).
22. Administrative Diagnoseaufgaben (Garantie- und Gewährleistungsabwicklung).
23. Motorleistungsprüfung (Prüfstand).
24. Bauteildiagnose an Fahrzeugbaugruppen.

Diese Diagnoseaufgaben wurden aus mehreren Hundert Tätigkeiten und weit über Tausend Arbeitsaufträgen extrahiert. In der angegebenen Form stellen sie nur zum Teil vollständige Arbeitshandlungen dar. Kein Facharbeiter erhält beispielsweise einen Auftrag für eine „Bauteildiagnose an Fahrzeugbaugruppen“. Geprüft werden konkrete Bauteile wie eine Kupplung oder eine Ventilsteuerung. Hier wurden Teilaufgaben zusammengefasst. Andererseits stehen viele der Diagnoseaufgaben isoliert von den Arbeitsprozessen, in denen sie eingebunden sind. Der dieser Liste zugrunde liegende Kompromiss ist notwendig, um einerseits konkret genug zu bleiben und an-

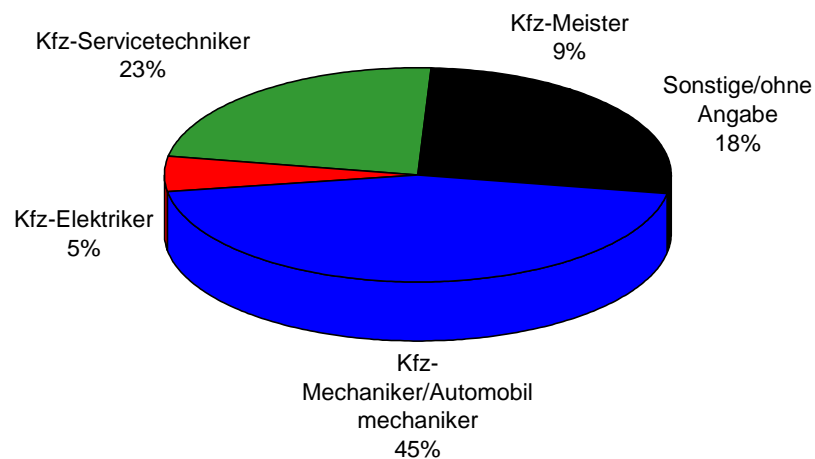


dererseits nicht auf völlig isoliert stehende Tätigkeiten zu stoßen, für die allenfalls Verrichtungs-Qualifikationen, nicht aber erforderliche Kompetenzen ermittelt werden können.

### 3 Evaluation der Diagnoseaufgaben

#### 3.1 Expertenbefragung

Die ermittelten Diagnoseaufgaben wurden zu einem Fragebogen zusammengestellt. In Expertenworkshops bei Kundendienstschulen, einer Meisterschule und in Werkstätten wurden mit diesem dann 74 Experten zu ihrer Einschätzung der Aufgaben befragt. Die befragte Gruppe der Experten setzt sich nach Abb. 3 zusammen. Zusätzlich wurden 39 Betriebsleiter in die Untersuchung einbezogen.



biat - Universität Flensburg 2002

Abb. 3: Profil der Befragten

Beurteilt wurde(n)

- die Häufigkeit von Arbeitsaufgaben,
- die Bedeutung von Arbeitsaufgaben,
- die Schwierigkeit von Arbeitsaufgaben,
- die Einschätzung der Experten, wann welche Arbeitsaufgabe erlernt werden sollte (zu Beginn, in der Mitte oder am Ende der Ausbildung oder in der Weiterbildung).

Den Experten wurden die 24 Diagnoseaufgaben in einem Fragebogen vorgelegt, in dem eine Abstufung für die Häufigkeit, Bedeutung und Schwierigkeit in einer Skala von 0 bis 5 vorgesehen war. Außerdem sollten die Befragten beurteilen, wie sie die zukünftige Entwicklung der benannten Aufgabe einschätzen. Eine ansteigende Entwicklung wurde mit dem Symbol  $\uparrow$  gekennzeichnet und für die Mittelwertbildung mit „1“ gewertet, eine gleichbleibende Entwicklung mit dem Symbol  $\circ$  und dem Wert „0“ und die Einschätzung einer fallenden Entwicklung mit  $\downarrow$  bzw. „-1“ (vgl. Tabelle 1).

Bitte beurteilen Sie die aufgeführten Diagnoseaufgaben:





1. Wie **häufig** muss die Aufgabe *jetzt* ausgeführt werden?  
(0=nie – 1=selten – 2=manchmal – 3=regelmäßig – 4=häufig – 5=sehr häufig)  
Wie häufig wird sie in *Zukunft* sein?  
(↑ steigende Häufigkeit –  gleichbleibende Häufigkeit – ↓ sinkende Häufigkeit)
2. Wie **wichtig** ist die Aufgabe *jetzt* für die Ausübung des Berufs?  
(0=unwichtig – 1=nicht so wichtig – 2=einigermaßen wichtig –  
3=sollte normalerweise beherrscht werden – 4=wichtig – 5=Beherrschung ist unverzichtbar)  
Wie wichtig wird sie in *Zukunft* sein?  
(↑ steigende Bedeutung –  gleichbleibende Bedeutung – ↓ sinkende Bedeutung)
3. Wie **schwierig** ist die Aufgabe zur Zeit (*jetzt*)?  
(0=Anfängerniveau – 1=sehr leicht – 2=leicht – 3=nicht so einfach – 4=schwer – 5=sehr schwer)  
Wie schwierig wird sie in *Zukunft* sein?  
(↑ schwieriger –  gleich schwierig – ↓ leichter)
4. In welchem Abschnitt der Ausbildung sollte die Aufgabe erlernt werden?  
( zu Beginn der Ausbildung;  in der Mitte der Ausbildung;  
 im letzten Teil der Ausbildung;  in der Weiterbildung)

Tabelle 1: Fragestellung

### 3.2 Ergebnisse der Befragung

Tabelle 2 zeigt die Ergebnisse der Befragung. Deutlich wird die hohe Bedeutung von Diagnoseaufgaben, die den Einsatz von rechnergestützten Diagnosesystemen erfordern. Mit Ausnahme der Motorleistungsprüfung waren die Experten sich darin einig, dass alle aufgeführten Diagnoseaufgaben von einem Facharbeiter im Kfz-Handwerk beherrscht werden sollten. Als besonders schwierig wird die Fehlersuche bei sporadisch auftretenden Fehlern empfunden.

Die Experten waren dazu herausgefordert, die Liste der Diagnoseaufgaben zu ergänzen. Hiervon wurde allerdings kein Gebrauch gemacht. Die Liste wurde als vollständig angesehen. Die insgesamt hohe Wertung der Häufigkeit und der Bedeutung bestätigt die durch Arbeitsprozessanalysen ermittelten Diagnoseaufgaben als die für den Beruf relevanten.

Rang Nr.	Aufg. Nr.	Diagnoseaufgabe	Häufigkeit		Bedeutung		Schwierigkeit	
			Bewertung	Entwick- lung	Bewertung	Entwick- lung	Bewertung	Entwick- lung
1.	20.	Fehlersuche bei sporadisch auftretenden Fehlern mit Schaltplan, Stromlaufplan, Anschlussplan, Herstellerinformationen, Messtechnik unter Verwendung eigener Prüfstrategien	3,1	0,8	3,9	0,8	4,2	0,8
2.	5.	Lokalisierung von Geräuschen und Gerüchen	3,1	0,5	3,6	0,5	3,8	0,5
3.	21.	Fehlersuche mit rechnergestützten Diagnosesystemen an vernetzten Fahrzeugsystemen	3,1	0,9	4,0	0,8	3,8	0,7
4.	11.	Beurteilen von Fehlersymptomen und Festlegen der notwendigen Prüf- und Reparaturaufgaben durch Probefahrten	3,6	0,7	3,9	0,6	3,6	0,6
5.	10.	Ermittlung der Nebenbedingungen für Fehlersymptome (Wahrnehmungen) durch das Führen von Kundengesprächen	3,1	0,7	3,7	0,8	3,6	0,8
6.	19.	Diagnose der Energie- und Bordspannungsversorgung (Ruhestrommessung, Generatorprüfung, Verfahren zur Prüfung der Batterie, Beseitigung von Kurzschlüssen, Signalverfolgung mit Hilfe von Schaltplänen und Fehlersuchanleitungen)	3,1	0,8	3,8	0,8	3,5	0,7
7.	8.	Prüfprogramme, Grundeinstellungen (Codier-Aufgaben) und Updates an einfachen Fahrzeugsystemen mit festen Abläufen der Diagnosesysteme	3,2	0,9	3,8	0,9	3,5	0,7
8.	16.	Motordiagnose mit rechnergestützten Diagnosesystemen (dynamische Kompressionsdruckprüfung, Zylindervergleich, Rundlauf, Zündspannungsverlauf, Einspritzsignale, ...) unter Berücksichtigung der Adaptionmöglichkeiten	2,8	0,7	3,8	0,8	3,4	0,6
9.	9.	Fehlersuche und Ermittlung von Ursachen für erhöhten Verschleiß durch Nutzung von Informationssystemen (Servicemitteilungen, HST, Kundendienstbeanstandungslisten, ...)	3,2	0,6	3,7	0,7	3,4	0,6
10.	15.	OnBoardDiagnose (OBD) mit Ermittlung der Motorbetriebsbedingungen (Freeze-Frame-Daten) und Beurteilung des Lambda-Regelkreises	2,6	0,9	3,6	0,8	3,3	0,6
11.	14.	Abgasdiagnose mit Abgastester und Ermittlung von Fehlerursachen durch Analyse der Abgaszusammensetzung	2,8	0,5	3,4	0,6	3,2	0,6

Rang Nr.	Aufg. Nr.	Diagnoseaufgabe	Häufigkeit		Bedeutung		Schwierigkeit	
			Bewertung	Entwick- lung	Bewertung	Entwick- lung	Bewertung	Entwick- lung
12.	22.	Administrative Diagnoseaufgaben (Garantie- und Gewährleistungsabwicklung)	2,8	0,5	3,1	0,5	3,2	0,6
13.	12.	Stellglieddiagnose – Funktionsprüfung von Aktoren mit Diagnosesystemen	3,2	0,7	3,8	0,8	3,1	0,7
14.	24.	Bauteilediagnose an Fahrzeugbaugruppen:	2,1	0,1	2,7	0,1	3,0	0,3
15.	7.	Routineprüfung der Systeme zur aktiven Sicherheit im Rahmen der Inspektion	3,5	0,2	3,8	0,4	3,0	0,5
16.	17.	Fahrwerkdiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Radaufhängung; Vermessung: Spur, Sturz, Nachlauf, Spurdifferenzwinkel, ... )	2,8	0,2	3,4	0,2	3,0	0,5
17.	6.	Fehlersuche an einfachen Systemen der elektrischen Anlage (Funktionsstörungen an Beleuchtung, Anlasser, Batterie, Signalanlage, Sicherungen)	3,2	0,3	3,5	0,5	2,9	0,5
18.	13.	Routine-Emissionsprüfung (Abgasuntersuchung) im gesetzlich vorgegebenen Rahmen inkl. E-OB	3,3	0,5	3,8	0,6	2,7	0,5
19.	4.	Sichtprüfung und Funktionskontrolle aller mechanischen Systeme im Rahmen der Inspektion und Dokumentation für Kunde und Betrieb	3,6	0,3	3,8	0,4	2,6	0,4
20.	23.	Motorleistungsprüfung (Prüfstand)	1,0	0,1	1,8	0,1	2,5	0,2
21.	18.	Bremsendiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Bremsenprüfstand)	3,4	0,2	3,6	0,3	2,5	0,3
22.	3.	Auslesen und Zurücksetzen von Fehlerspeichern im Rahmen der Inspektion	4,1	0,7	4,0	0,7	2,3	0,5
23.	1.	Identifizierung des Fahrzeugs mit Diagnose- und Informationssystemen	3,5	0,9	3,8	0,9	2,2	0,4
24.	2.	Wartungsintervallanzeigen setzen und zurücksetzen im Rahmen der Inspektion	3,6	0,7	3,9	0,6	1,9	0,4

Tabelle 2: Mittelwerte der Beurteilung der Diagnoseaufgaben - sortiert nach deren Schwierigkeit

### 3.3 Häufigkeit der Diagnoseaufgaben

Für jeden Facharbeiter in der Werkstatt gehört das Auslesen von Fehlerspeichern zu den Routineaufgaben, die bei jeder Inspektion anfallen. Ähnlich häufig sind Sichtprüfungen und Funktionskontrollen sowie das Zurücksetzen von Wartungsintervallanzeigen. In der Zukunft wird von den Experten erwartet, dass Aufgaben im Zusammenhang mit der OBD, die Fehlersuche an vernetzten Fahrzeugsystemen und Identifizierungsaufgaben erheblich häufiger anfallen werden. Hervorgehoben wurde von ihnen, dass die Zahl der Arbeiten unter Einsatz rechnergestützter Diagnose- und Informationssysteme ständig steigt und in Zukunft ihrer Einschätzung nach weiter steigen wird. Die Bauteildiagnose, die in den 1980er Jahren häufig vorkam, kommt dagegen nur relativ selten vor.

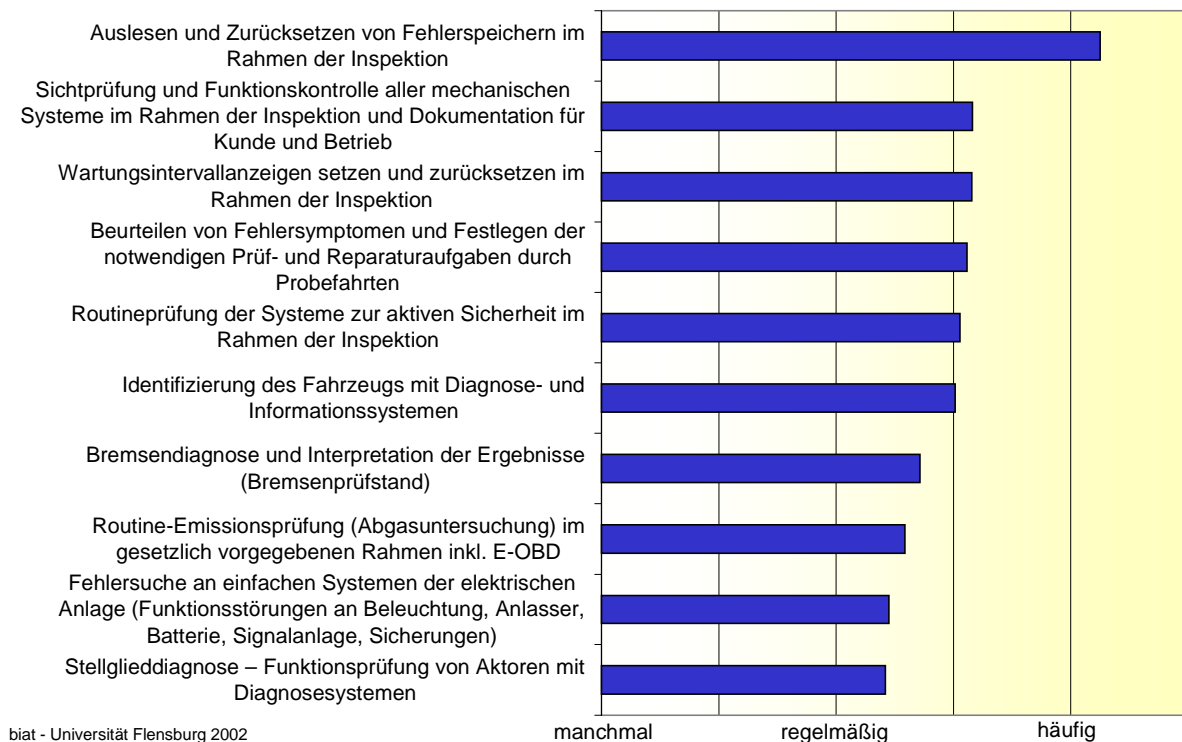


Abb. 4: Die 10 häufigsten Diagnoseaufgaben

### 3.4 Bedeutung der Diagnoseaufgaben

Keine der aufgeführten Aufgaben wurde von den Experten als unwichtig für den Beruf betrachtet. Besonders relevant sind ihrer Einschätzung nach Arbeiten unter Einsatz von rechnergestützten Diagnosesystemen, das Arbeiten mit Schaltplänen, die Entwicklung eigener Prüfstrategien und die Beurteilung der Fehlersymptome sowie die Festlegung der notwendigen Prüf- und Reparaturmaßnahmen.

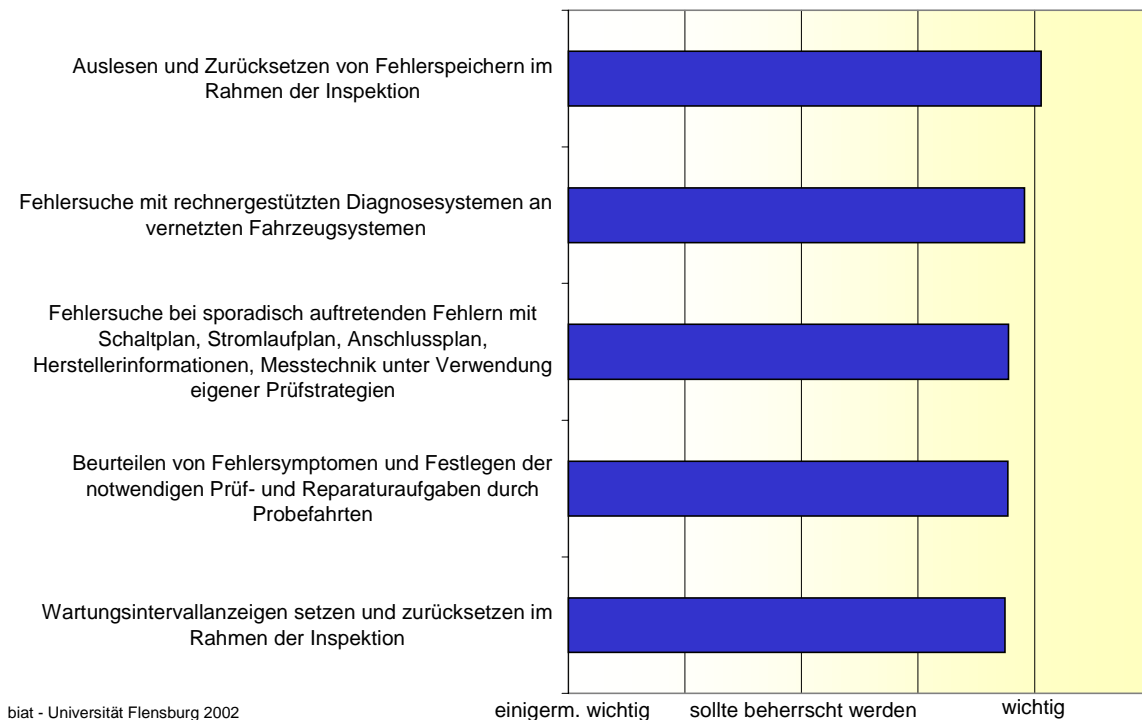


Abb. 5: Die 5 bedeutendsten Diagnoseaufgaben

### 3.5 Schwierigkeit der Diagnoseaufgaben

Wie nicht anders zu erwarten war, werden alle Diagnoseaufgaben als besonders schwierig angesehen, die nicht nach klar festgelegten Arbeitsanweisungen bearbeitbar sind. Außerdem ist deutlich zu erkennen, dass Probefahrten, das Vorgehen ausgehend von vom Kunden geäußerten Fehlersymptomen und die Ermittlung von Rahmenbedingungen, unter denen die Fehler auftreten, als kompliziert einzuschätzen sind.

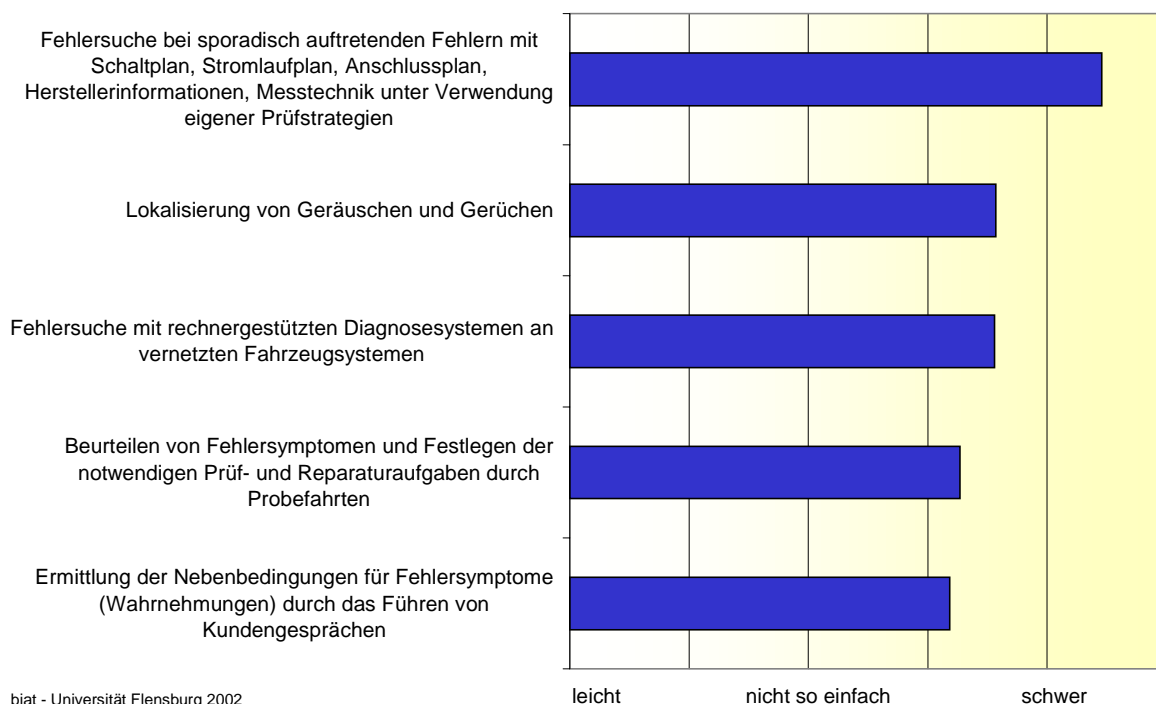


Abb. 6: Die 5 schwierigsten Diagnoseaufgaben

## 4 Kompetenzentwicklung für die Diagnosefacharbeit

Unter den bewerteten Diagnoseaufgaben lassen sich Aufgaben finden, die schon zu Beginn der Ausbildung erlernt werden können und solche, die erst am Ende der Ausbildung oder in der Weiterbildung zu beherrschen sind.

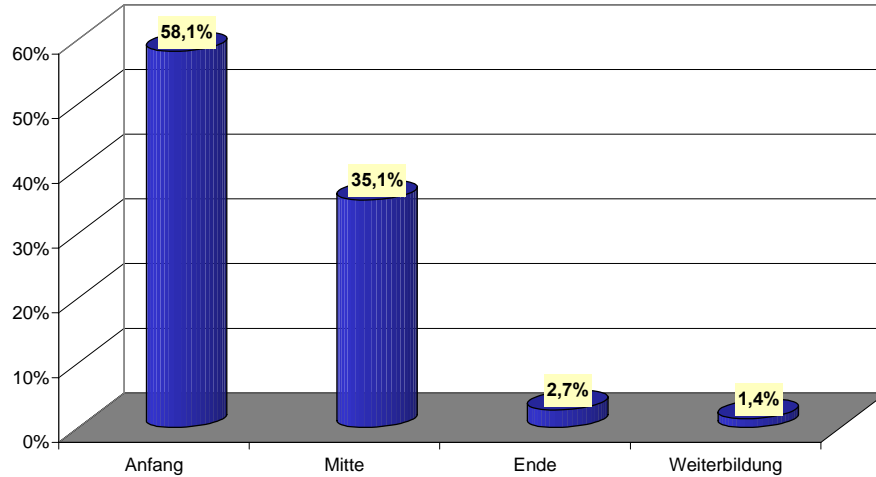
Im Folgenden werden die Einschätzungen der befragten Experten zur Anordnung der Ausbildungsinhalte/Diagnose im Ausbildungsverlauf vorgestellt. Basierend auf den Experteneinschätzungen wird anschließend ein Vorschlag zur Strukturierung der Diagnoseaufgaben unterbreitet.

### 4.1 Einschätzung der Experten

Auf den folgenden Seiten haben wir die Einschätzung der Experten zu den Zeiträumen des Erlernens von Diagnoseaufgaben zusammengefasst. Für die meisten Diagnoseaufgaben haben die Anordnungsvorschläge eine hohe Korrelation mit dem Schwierigkeitsgrad. Die Einschätzung zu einigen Aufgaben weist allerdings Besonderheiten auf:

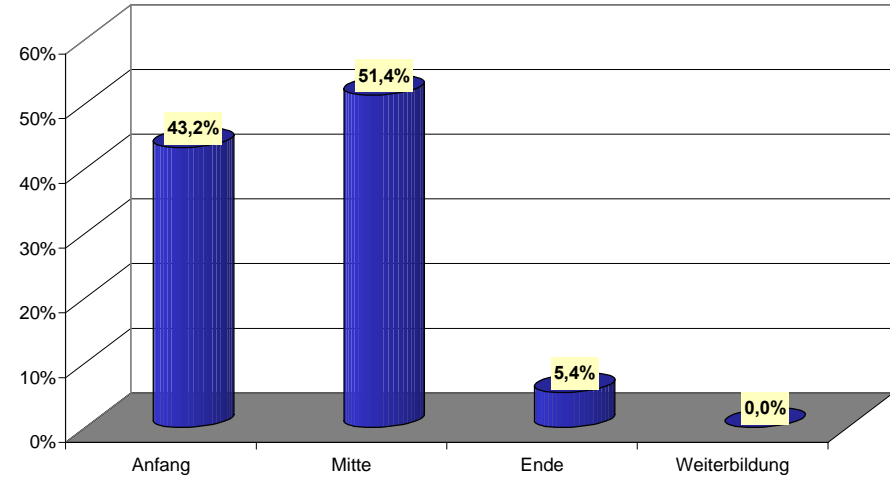
- Die *Motorleistungsprüfung* kommt in der Praxis nur selten vor (1,0). Die meisten Werkstätten besitzen keinen Motorleistungsprüfstand. Für den Beruf wird diese Aufgabe zudem als wenig Bedeutsam eingeschätzt (1,8). Die Experten waren daher überwiegend der Ansicht, dass die Motorleistungsprüfung als Zusatzqualifikation angeboten werden sollte.
- Die *Bauteilediagnose an Fahrzeugbaugruppen* ist eine Aufgabe, die ein weites Spektrum an unterschiedlich schweren Diagnoseproblemen beinhaltet. Sie ist eine Aufgabe, die für einfache Diagnosen bereits zu Beginn der Ausbildung übernommen werden kann und für komplexe Baugruppen (etwa ein Automatikgetriebe) erst zum Ende der Ausbildung oder in der Weiterbildung zu beherrschen ist.
- Diagnoseaufgaben, für die es gesetzlich vorgeschriebene Schulungsmaßnahmen gibt, werden von ihrem Schwierigkeitsgrad her von den Experten eher in der Mitte der Erstausbildung angeordnet, während z.B. die eigenverantwortliche Übernahme einer *Abgasuntersuchung* formal erst einem Gesellen (StVzO §47b, Abs. 2, Nr. 4) mit absolvierter Schulung möglich ist. In der Praxis wird diese allerdings oft bereits von Auszubildenden im 2. Ausbildungsjahr durchgeführt und dann vom Verantwortlichen unterzeichnet.

**Wartungsintervallanzeigen setzen und zurücksetzen im Rahmen der Inspektion**



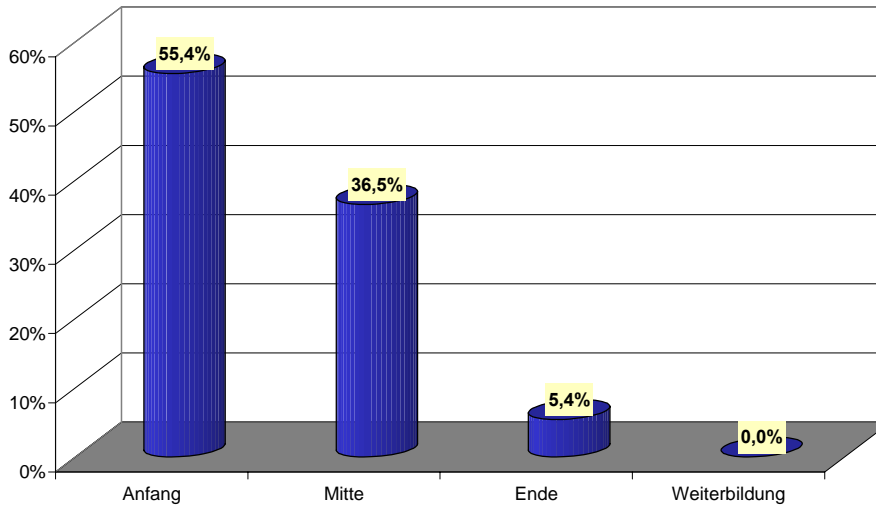
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Auslesen und Zurücksetzen von Fehlerspeichern im Rahmen der Inspektion**



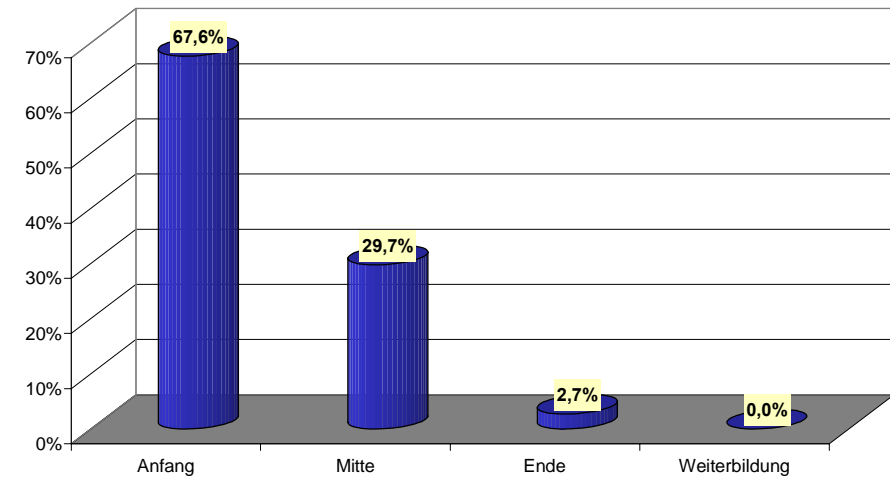
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Identifizierung des Fahrzeugs mit Diagnose- und Informationssystemen**



Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Sichtprüfung und Funktionskontrolle aller mechanischen Systeme im Rahmen der Inspektion und Dokumentation für Kunde und Betrieb**

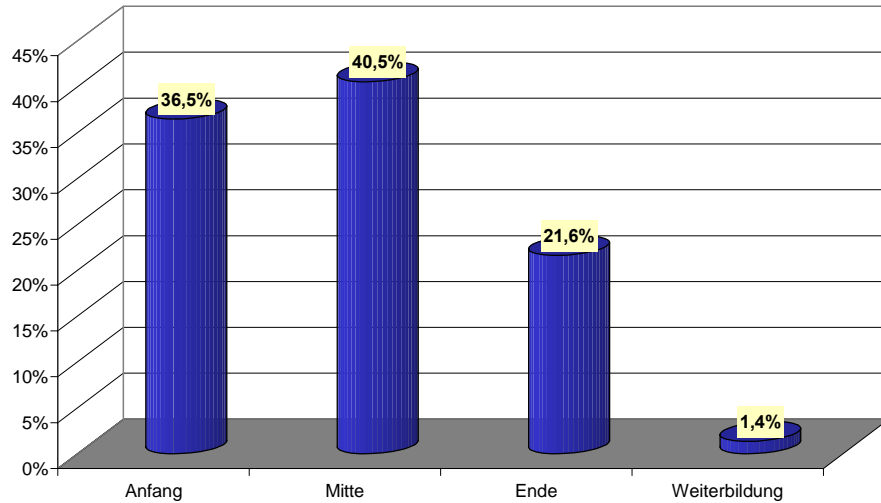


Differenz zu 100%: Keine Festlegung

Experteneinschätzung zum Zeitpunkt des Erlernens von Diagnoseaufgaben - Aufgaben zu Beginn der Erstausbildung

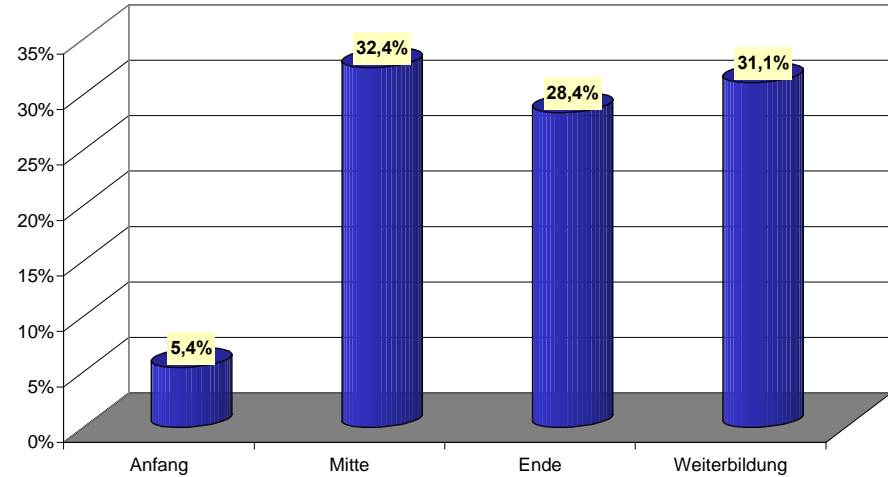


**Bremsendiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Bremsenprüfstand)**



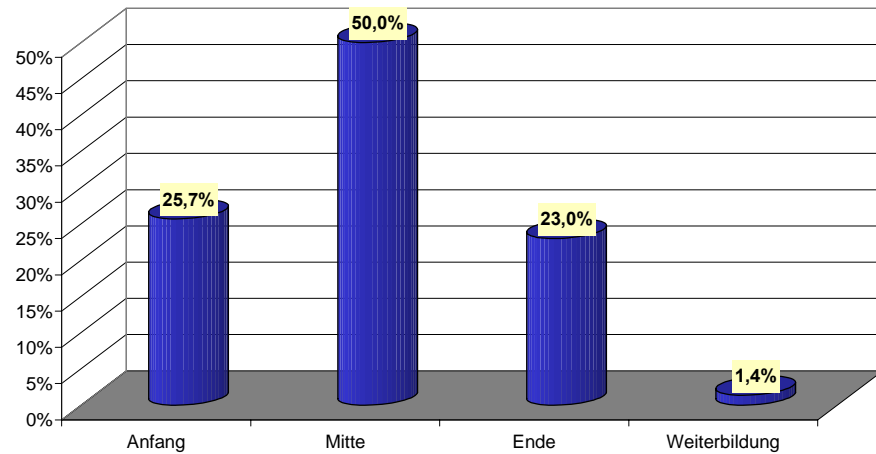
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Routine-Emissionsprüfung (Abgasuntersuchung) im gesetzlich vorgegebenen Rahmen inkl. E-OBd**



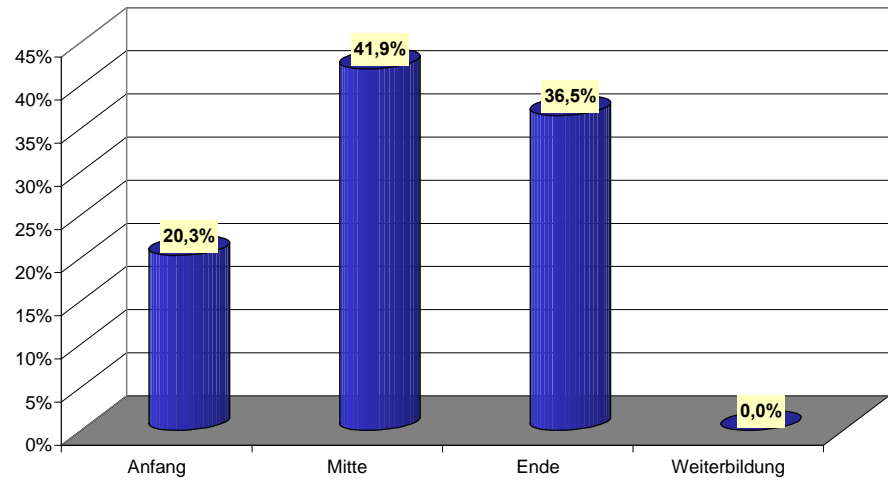
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Fehlersuche an einfachen Systemen der elektrischen Anlage (Funktionsstörungen an Beleuchtung, Anlasser, Batterie, Signalanlage, Sicherungen)**



Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Routineprüfung der Systeme zur aktiven Sicherheit im Rahmen der Inspektion**

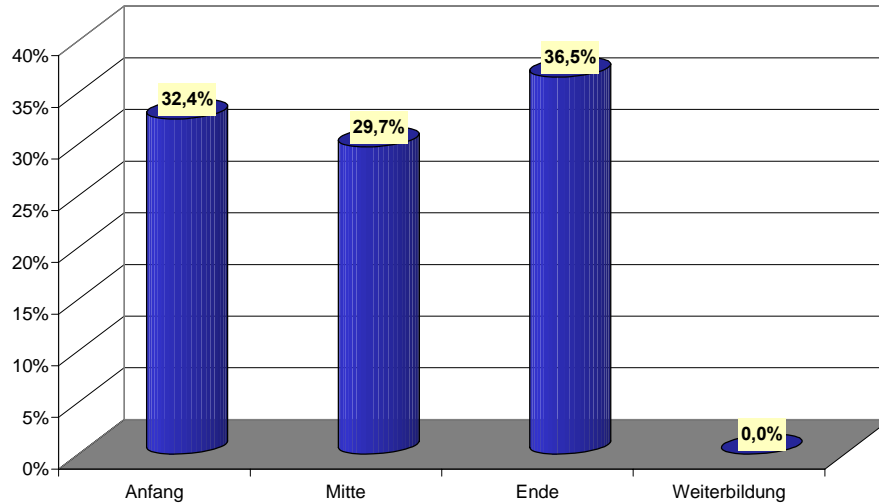


Differenz zu 100%: Keine Festlegung

- 17 -

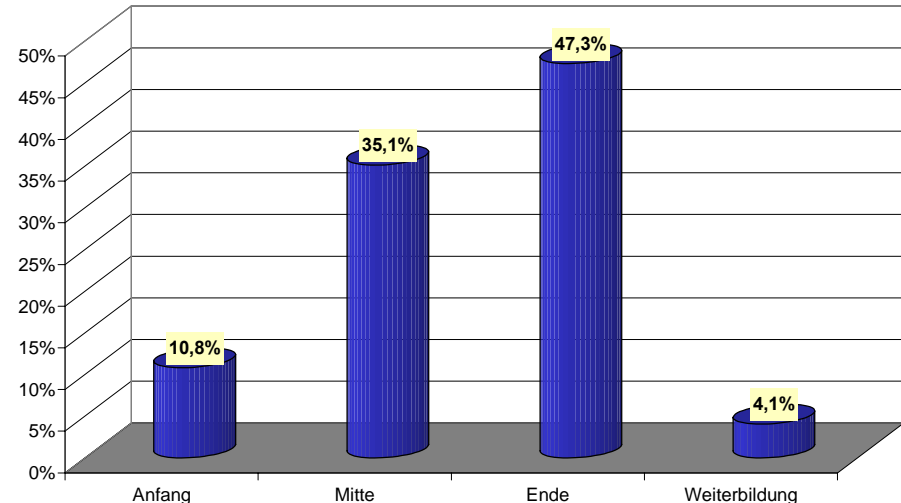
Experteneinschätzung zum Zeitpunkt des Erlernens von Diagnoseaufgaben - Aufgaben in der Mitte der Erstausbildung

**Bautelediagnose an Fahrzeugbaugruppen**



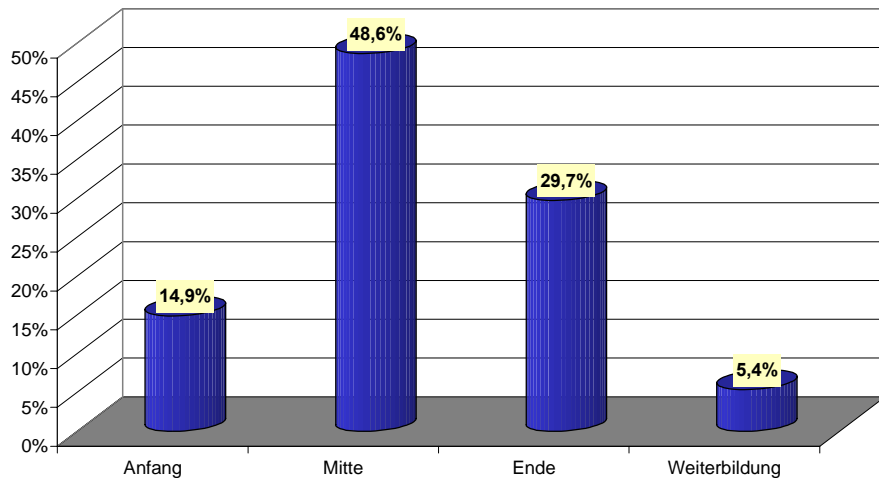
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Stellglieddiagnose – Funktionsprüfung von Aktoren mit Diagnosesystemen**



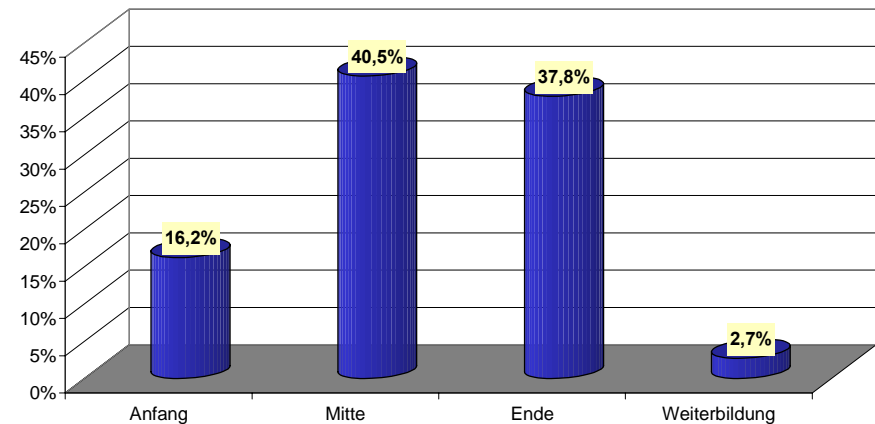
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Fahrwerkdiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Radaufhängung; Vermessung: Spur, Sturz, Nachlauf, Spurdifferenzwinkel, ...)**



Differenz zu 100%: Keine Festlegung

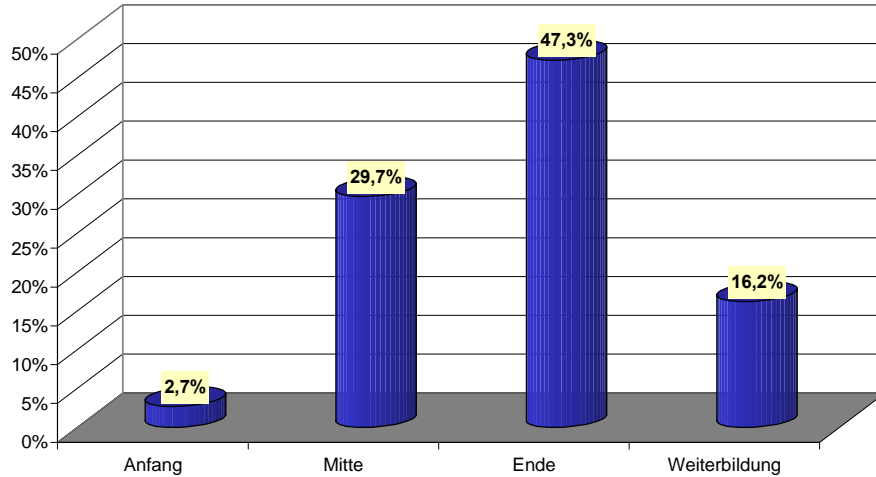
**Diagnose der Energie- und Bordspannungsversorgung (Ruhestrommessung, Generatorprüfung, Verfahren zur Prüfung der Batterie, Beseitigung von Kurzschlüssen, Signalverfolgung mit Hilfe von Schaltplänen und Fehlersuchanleitungen)**



Differenz zu 100%: Keine Festlegung

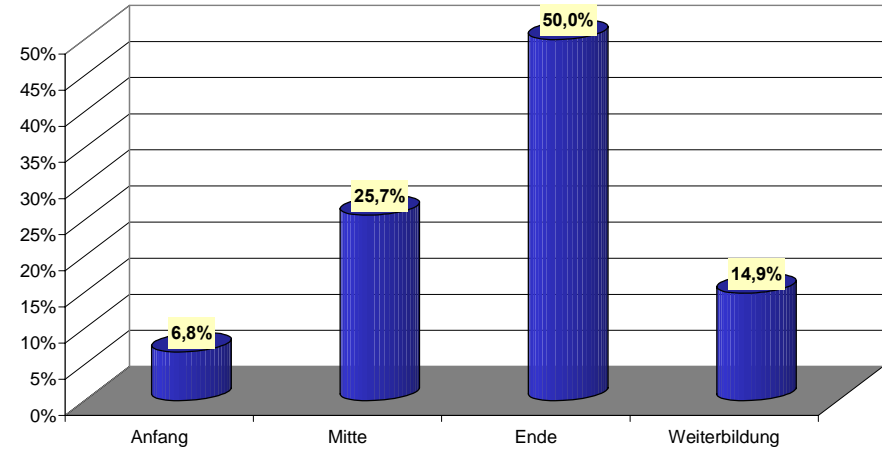
Experteneinschätzung zum Zeitpunkt des Erlernens von Diagnoseaufgaben - Aufgaben in der Mitte der Erstausbildung

**OnBoardDiagnose (OBD) mit Ermittlung der Motorbetriebsbedingungen (Freeze-Frame-Daten) und Beurteilung des Lambda-Regelkreises**



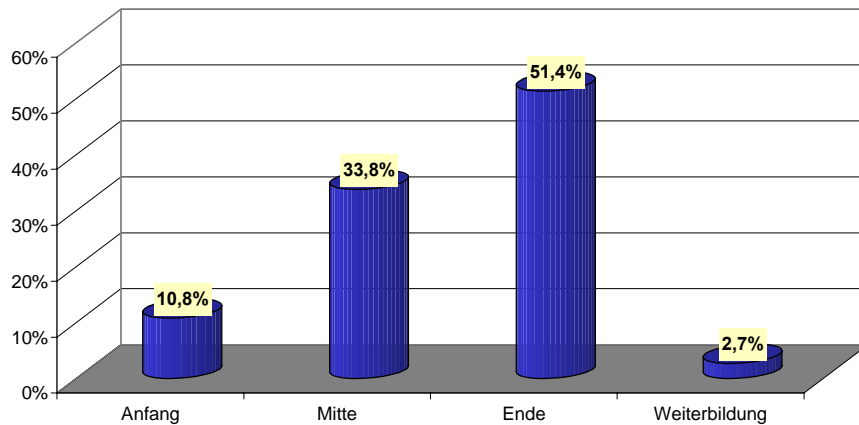
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Fehlersuche und Ermittlung von Ursachen für erhöhten Verschleiß durch Nutzung von Informationssystemen (Servicemitteilungen, HST, Kundendienstbeanstandungslisten, ...)**



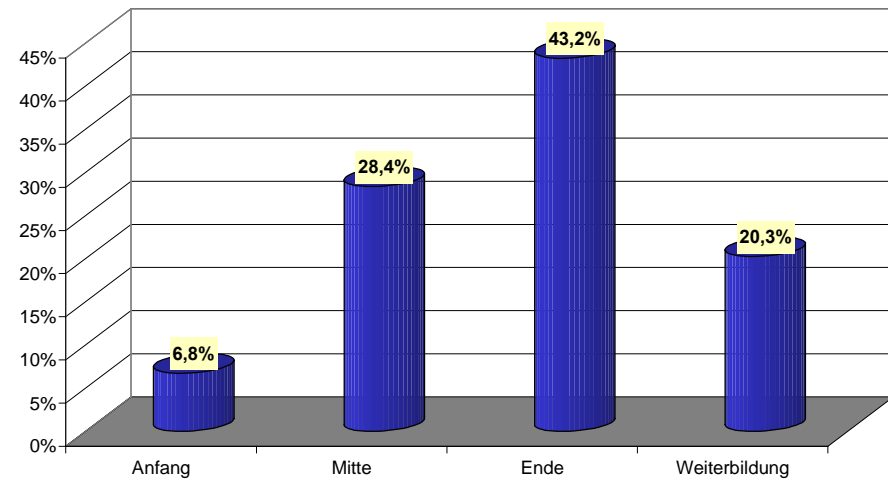
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Motordiagnose mit rechnergestützten Diagnosesystemen (dynamische Kompressionsdruckprüfung, Zylindervergleich, Rundlauf, Zündspannungsverlauf, Einspritzsignale, ...) unter Berücksichtigung der Adaptionmöglichkeiten**



Differenz zu 100%: Keine Festlegung

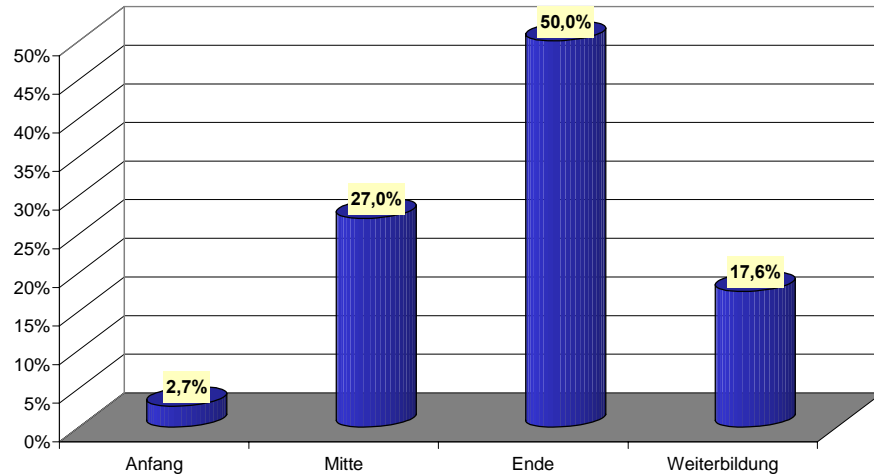
**Prüfprogramme, Grundeinstellungen (Codier-Aufgaben) und Updates an einfachen Fahrzeugsystemen mit festen Abläufen der Diagnosesysteme**



Differenz zu 100%: Keine Festlegung

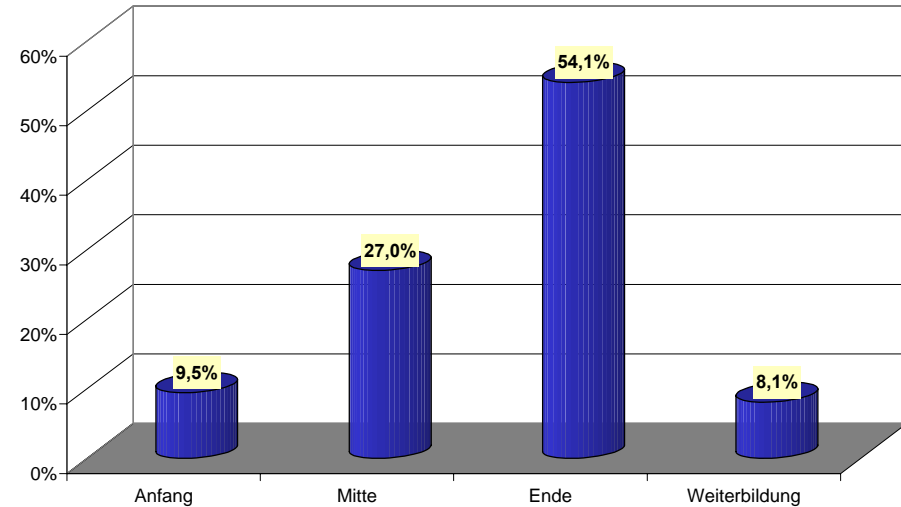
Experteneinschätzung zum Zeitpunkt des Erlernens von Diagnoseaufgaben - Aufgaben im letzten Drittel der Erstausbildung

**Abgasdiagnose mit Abgastester und Ermittlung von Fehlerursachen durch Analyse der Abgaszusammensetzung**



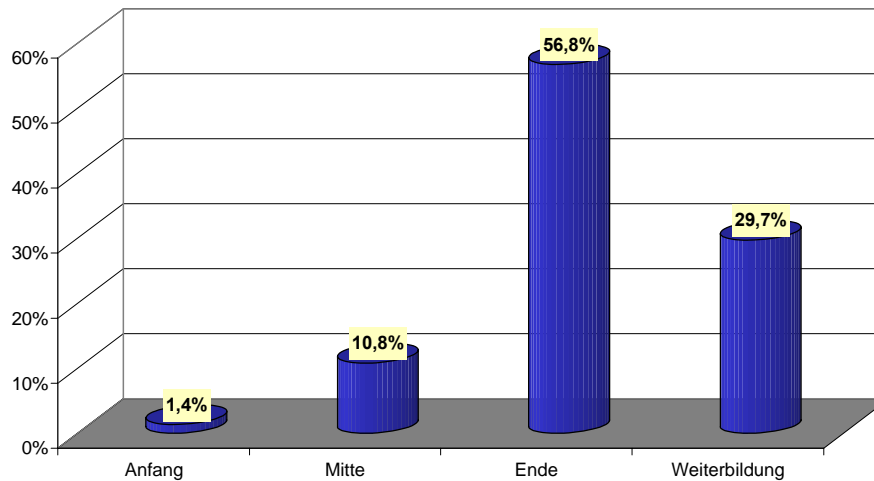
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Lokalisierung von Geräuschen und Gerüchen**



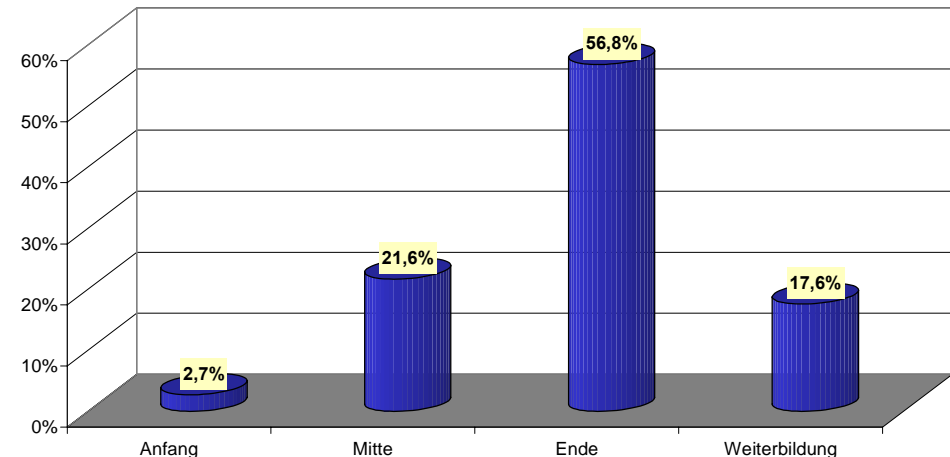
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

**Beurteilen von Fehlersymptomen und Festlegen der notwendigen Prüf- und Reparaturaufgaben durch Probefahrten**



Differenz zu 100%: Keine Festlegung

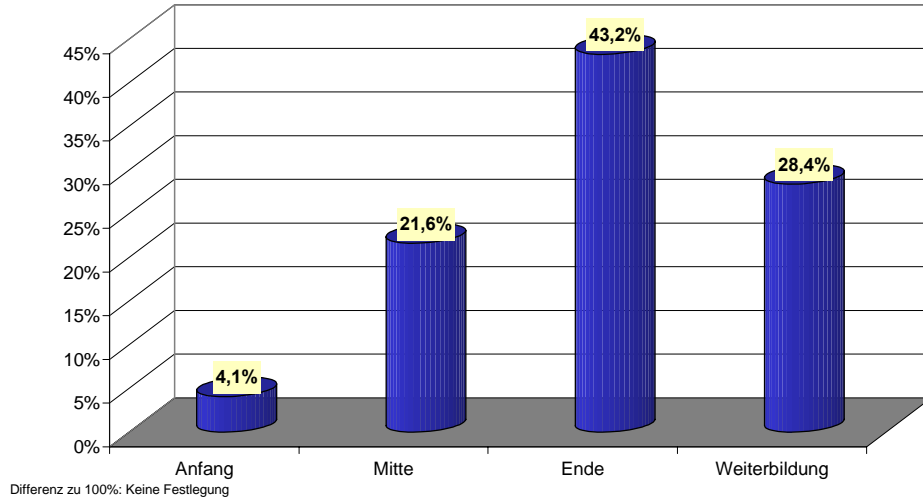
**Fehlersuche bei sporadisch auftretenden Fehlern mit Schaltplan, Stromlaufplan, Anschlussplan, Herstellerinformationen, Messtechnik unter Verwendung eigener Prüfstrategien**



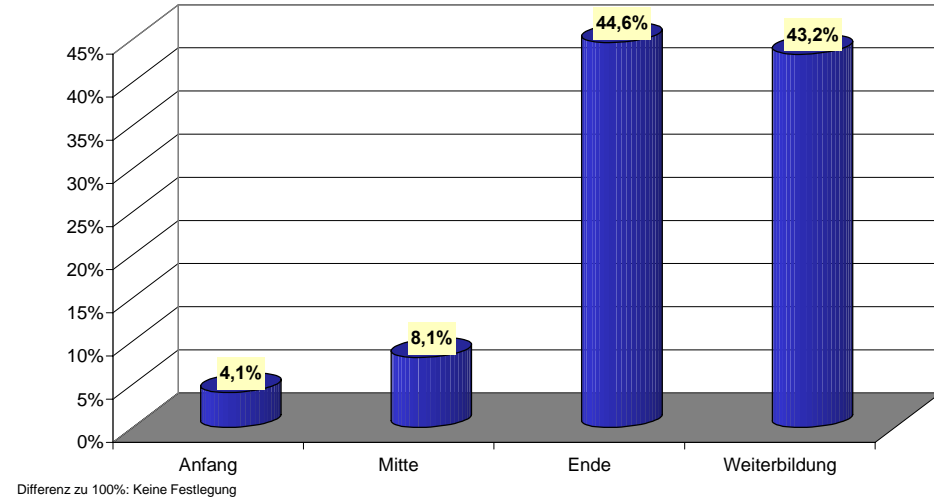
Differenz zu 100%: Keine Festlegung

Experteneinschätzung zum Zeitpunkt des Erlernens von Diagnoseaufgaben - Aufgaben im letzten Drittel der Erstausbildung

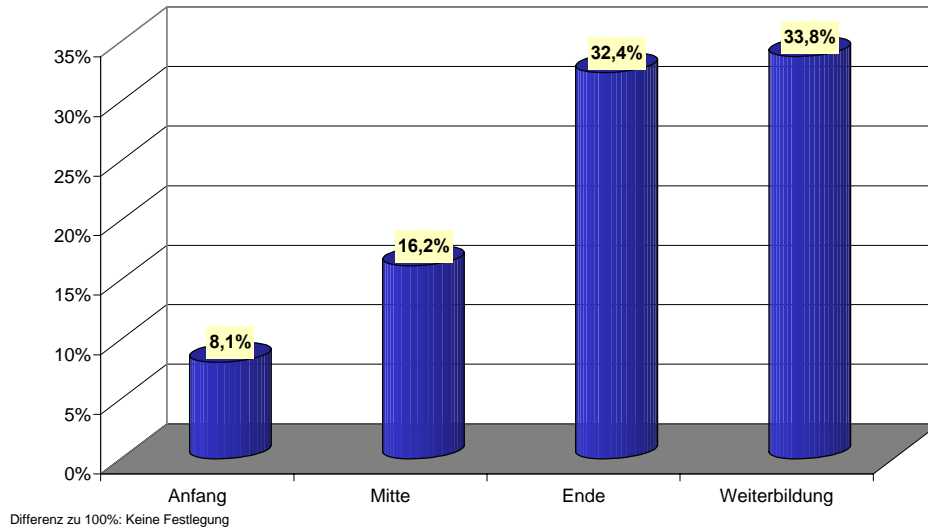
**Fehlersuche mit rechnergestützten Diagnosesystemen an vernetzten Fahrzeugsystemen**



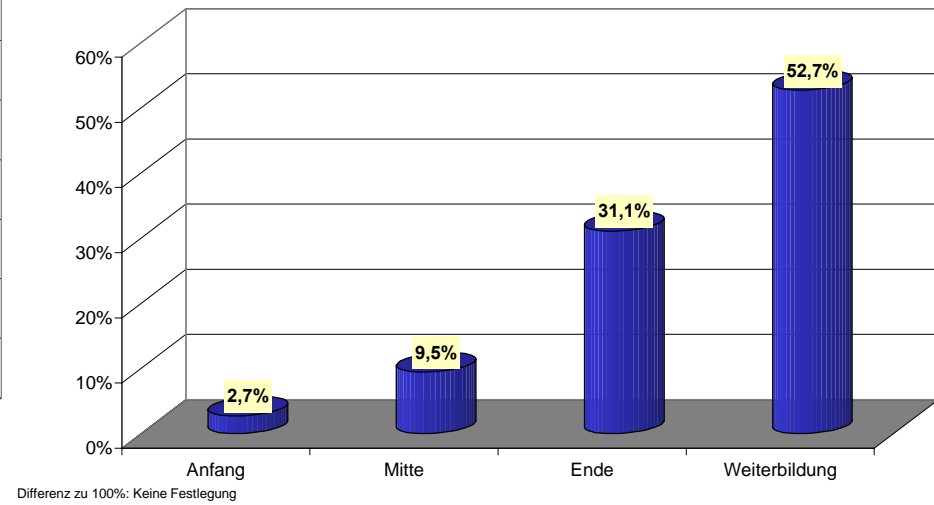
**Ermittlung der Nebenbedingungen für Fehlersymptome (Wahrnehmungen) durch das Führen von Kundengesprächen**



**Motorleistungsprüfung (Prüfstand)**



**Administrative Diagnoseaufgaben (Garantie- und Gewährleistungsabwicklung)**



**Aufgaben im letzten Drittel der Erstausbildung**

**Zusatzangebote und Weiterbildung**

## 4.2 Diagnoseaufgaben für das erste Ausbildungsjahr

Die in Tabelle 3 aufgeführten Diagnoseaufgaben führen Auszubildende an die Arbeit mit rechnergestützten Diagnose- und Informationssystemen heran. Mit Hilfe dieser Aufgaben erwerben sie Kenntnisse über den Aufbau von Fahrzeugen und deren Systeme, über elementare Arbeitsabläufe im Standardservice sowie zu den computergestützten Qualitätssicherungsmaßnahmen und sie machen erste Erfahrungen mit Fehlern und Störungen.

Diagnoseaufgabe	Zuordnung zum Handlungsfeld (Teil des Ausbildungsberufsbildes)
Sichtprüfung und Funktionskontrolle aller mechanischen Systeme im Rahmen der Inspektion und Dokumentation für Kunde und Betrieb	<b>Standardservice, Standarddiagnose und kleine Inspektion</b>
Wartungsintervallanzeigen setzen und zurücksetzen im Rahmen der Inspektion	
Identifizierung des Fahrzeugs mit Diagnose- und Informationssystemen	
Auslesen und Zurücksetzen von Fehlerspeichern im Rahmen der Inspektion	

Tabelle 3: Diagnoseaufgaben für das erste Ausbildungsjahr

## 4.3 Diagnoseaufgaben für das zweite Ausbildungsjahr

Mit Hilfe der in Tabelle 4 aufgeführten Diagnoseaufgaben werden Routineaufgaben der Diagnose erlernt, mit denen Auszubildende ein Verständnis für die regelgeleiteten Abläufe im Service entwickeln. Im Rahmen der aufgeführten Arbeiten werden auch Systemzusammenhänge erlernt, weil diese z.B. bei der Beseitigung von Funktionsstörungen an der elektrischen Anlage analysiert werden müssen, um Fehlern auf die Spur zu kommen.

Diagnoseaufgabe	Zuordnung zum Handlungsfeld (Teil des Ausbildungsberufsbildes)
Bremsendiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Bremsenprüfstand)	<b>Schadensbehebung und standardisierte Diagnoseverfahren</b>
Fahrwerkdiagnose und Interpretation der Ergebnisse (Radaufhängung; Vermessung: Spur, Sturz, Nachlauf, Spurdifferenzwinkel, ...)	
Routine-Emissionsprüfung (Abgasuntersuchung) im gesetzlich vorgegebenen Rahmen inkl. E-OB	<b>Servicedienstleistungen (Abgasuntersuchung, Hauptuntersuchung, Inspektion)</b>
Routineprüfung der Systeme zur aktiven Sicherheit im Rahmen der Inspektion	
Bauteilediagnose an Fahrzeugbaugruppen	<b>Diagnose und Reparatur von Aggregaten, Baugruppen und -elementen</b>
Fehlersuche an einfachen Systemen der elektrischen Anlage (Funktionsstörungen an Beleuchtung, Anlasser, Batterie, Signalanlage, Sicherungen)	

Tabelle 4: Diagnoseaufgaben für das zweite Ausbildungsjahr

#### 4.4 Diagnoseaufgaben für das dritte Ausbildungsjahr

Es erfolgt eine vertiefte Auseinandersetzung mit Fehlerabhängigkeiten, in dessen Rahmen Detailkenntnisse über Fahrzeugsysteme und die Funktionen der einzelnen Teilsysteme erschlossen werden. Die Auszubildenden entwickeln Kompetenzen für die systematische Fehlersuche und lösen auch problembehaftete Diagnosefälle mit verschiedenen Diagnosesystemen und -methoden.

Diagnoseaufgabe	Zuordnung zum Handlungsfeld (Teil des Ausbildungsberufsbildes)
Stellglieddiagnose – Funktionsprüfung von Aktoren mit Diagnosesystemen	<b>Expertendiagnose und Fehlerbehebung</b>
Abgasdiagnose mit Abgastester und Ermittlung von Fehlerursachen durch Analyse der Abgaszusammensetzung	
OnBoardDiagnose (OBD) mit Ermittlung der Motorbetriebsbedingungen (Freeze-Frame-Daten) und Beurteilung des Lambda-Regelkreises	
Motordiagnose mit rechnergestützten Diagnosesystemen (dynamische Kompressionsdruckprüfung, Zylindervergleich, Rundlauf, Zündspannungsverlauf, Einspritzsignale, ...) unter Berücksichtigung der Adaptionmöglichkeiten	
Diagnose der Energie- und Bordspannungsversorgung (Ruhestrommessung, Generatorprüfung, Verfahren zur Prüfung der Batterie, Beseitigung von Kurzschlüssen, Signalverfolgung mit Hilfe von Schaltplänen und Fehlersuchanleitungen)	
Fehlersuche und Ermittlung von Ursachen für erhöhten Verschleiß durch Nutzung von Informationssystemen (Servicemitteilungen, HST, Kundendienstbeanstandungslisten, ...)	<b>Expertenreparatur</b>
Prüfprogramme, Grundeinstellungen (Codier-Aufgaben) und Updates an einfachen Fahrzeugsystemen mit festen Abläufen der Diagnosesysteme	<b>Sondererweiterungs- und Zusatzinstallatio- nen</b>

Tabelle 5: Diagnoseaufgaben für das dritte Ausbildungsjahr

#### 4.5 Diagnoseaufgaben für das vierte Ausbildungsjahr

Diagnoseaufgabe	Zuordnung zum Handlungsfeld (Teil des Ausbildungsberufsbildes)
Lokalisierung von Geräuschen und Gerüchen	<b>Expertendiagnose und Fehlerbehebung</b>
Beurteilen von Fehlersymptomen und Festlegen der notwendigen Prüf- und Reparaturaufgaben durch Probefahrten	
Fehlersuche mit rechnergestützten Diagnosesystemen an vernetzten Fahrzeugsystemen	
Fehlersuche bei sporadisch auftretenden Fehlern mit Schaltplan, Stromlaufplan, Anschlussplan, Herstellerinformationen, Messtechnik unter Verwendung eigener Prüfstrategien	

Tabelle 6: Diagnoseaufgaben für das vierte Ausbildungsjahr

Die Auszubildenden lösen im Rahmen der aufgeführten Diagnoseaufgaben Diagnosefälle, die nur mit Erfahrung und einem geübtem Umgang mit dem Kunden, mit Herstellerunterlagen sowie Diagnose- und Informationssystemen zu lösen sind. Sie erwerben tiefgehende Kenntnisse über die Fahrzeugsysteme und über alle Hilfsmittel, die im Rahmen der Diagnose eingesetzt werden können (z.B. Geräusch-Datenbanken der Hersteller, ausgefeilte rechnergestützte messtechnische Zugänge etc.).

#### 4.6 Diagnoseaufgaben für Zusatzangebote

Die in Tabelle 7 aufgeführten Diagnoseaufgaben erfordern einen geschulten Umgang mit dem Kunden, ein hohes Maß an Erfahrung und tiefgehende Kenntnisse über die Arbeitsabläufe für die Garantie- und Gewährleistungsabwicklung. Auszubildende sollten solche Aufgaben nach Möglichkeit schon innerhalb der Erstausbildung kennen lernen. Die Motorleistungsprüfung ist ein typisches Beispiel für eine regional- und betriebsabhängig zu erlernende Arbeitsaufgabe. Sie könnte als Zusatzangebot gewählt werden.

Diagnoseaufgabe	Zuordnung zum Handlungsfeld (Teil des Ausbildungsberufsbildes)
Administrative Diagnoseaufgaben (Garantie- und Gewährleistungsabwicklung)	<b>Reklamationen</b>
Ermittlung der Nebenbedingungen für Fehlersymptome (Wahrnehmungen) durch das Führen von Kundengesprächen	
Motorleistungsprüfung (Prüfstand)	<b>Expertendiagnose und Fehlerbehebung</b>

*Tabelle 7: Diagnoseaufgaben für Zusatzangebote*