



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

bmb+f

Mechatroniker/Mechatronikerin

Umsetzungshilfen für die Abschlussprüfung
Gestaltungshilfen für die Zwischenprüfung

VDMA

BMBF PUBLIK



Mechatroniker/Mechatronikerin

**Umsetzungshilfen
für die Abschlussprüfung**

**Gestaltungshilfen
für die Zwischenprüfung**

Entwicklungsprojekt

Umsetzungshilfe für die Abschlussprüfung Mechatroniker
auf der Grundlage der Ausbildungsverordnung 04.03.1998
FKZ: K 3426.00

Durchführungsträger:

VDMA – Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V.
Projektleitung: Dipl. Wirt.-Ing. Karlheinz Müller
Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Wissenschaftliche Beratung:

Univ.-Prof. Dr. Klaus Ullrich Breuer
Universität Mainz, FB 03 – Wirtschaftspädagogik
Jakob-Welder-Weg 9
55099 Mainz

Laufzeit:

September 2000 bis März 2001

Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) erstellt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung war an der Abfassung der Aufgabenstellung und der wesentlichen Randbedingungen beteiligt.



Alle Rechte vorbehalten; Nachdruck, Verarbeitung, Verbreitung oder Vervielfältigung (durch Kopieren jeglicher Art) des Werkes oder einzelner Teile daraus sind ohne Zustimmung des Herausgebers nicht gestattet.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Konzeption des Ausbildungsberufes	7
Mechatronik – ein neues Fachgebiet	7
Mechatronische Systeme – eine neue Komplexität.....	8
Mechatroniker/Mechatronikerin – ein neuer Ausbildungsberuf.....	9
Mechatroniker-Ausbildung – ein neues Umsetzungskonzept.....	11
Konzeption der Abschlussprüfung Teil A	12
Begründung und Struktur der Umsetzungshilfen.....	13
Durchführung Abschlussprüfung Teil A	23
Abläufe bei der Vorbereitung und Durchführung	23
Auswahl des betrieblichen Auftrages	28
Beantragung der Genehmigung des betrieblichen Auftrages	33
Genehmigung des betrieblichen Auftrags durch den Prüfungsausschuss.....	39
Durchführung des Betrieblichen Auftrages – Anfertigen der Dokumentation.....	40
Bewertung der Ergebnisse des betriebliche Auftrags und der Dokumentation	46
Fachgespräch.....	50
Gestaltung der Zwischenprüfung	53
Erläuterungen prüfungsrelevanter Vorschriften	58
Handlungskompetenz	58
Zwischenprüfung	58
Zulassung zur Abschlussprüfung	60
Konzeption der Abschlussprüfung	61
Gegenstand der Abschlussprüfung.....	64
Teil A der Abschlussprüfung	65
Teil B der Abschlussprüfung	70
Daten des Entwicklungsprojektes	74
Projektantrag	74
Projektablauf.....	78
Mitglieder des Fachbeirats.....	79
Mitglieder des Facharbeitskreises.....	80
Anhang.....	82
Ausbildungsprofil Mechatroniker	82
Ausbildungsrahmenplan – Abschlussrelevante Qualifikationen.....	83
KMK-Rahmenlehrplan – Abschlussrelevante Qualifikationen.....	85
Qualifizierung von Ausbilder/innen, Prüfer/innen und Lehrer/innen.....	88
Literaturverzeichnis	92

Vorwort

1997 ergriff der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) die **Initiative** zur Anerkennung eines neuen Ausbildungsberufes. In Jahresfrist entwickelten Experten aus der Arbeits- und Ausbildungspraxis von **VDMA** und **IG Metall** gemeinsam mit dem Bundesinstitut für Berufsbildung (BiBB) die Ausbildungsvorschriften. Seit August 1998 kann in diesem neuen Berufsbild des Mechatronikers ausgebildet werden.

Bereits im ersten Ausbildungsjahr wurden rund 1.300 Ausbildungsverträge abgeschlossen. Bis zum 30.8.2000 kamen 8.300 neue Verträge hinzu, so daß jetzt bereits annähernd **10.000 Ausbildungsverhältnisse** bestehen. Dies weist auf die hohe Akzeptanz hin, die dieser Beruf von Anfang an gefunden hat.

Die **Umsetzung und Ausgestaltung der neuen Form der Abschlussprüfung** – der betriebliche Auftrag – stellt jedoch für alle Beteiligten eine besondere Herausforderung dar. Im Interesse der weiteren Verbreitung dieses attraktiven Ausbildungsberufs war es daher geboten, aus der originären Praxis aus unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern und Wirtschaftszweigen, Umsetzungshilfen für die Betriebe, Prüfungsausschüsse, Ausbilder und Auszubildenden zu erarbeiten.

Das **Bundesministerium für Bildung und Forschung** (BMBF) hat deshalb im Frühjahr 1999 den VDMA auch mit der Durchführung zur Entwicklung und Erprobung von **Umsetzungshilfen** für den Teil A – Betrieblicher Arbeitsauftrag der Mechatroniker-Abschlussprüfung – beauftragt. Das Projekt wird vom **Kuratorium der Deutschen Wirtschaft für Berufsbildung** (KWB) und dem **Deutschen Industrie- und Handelstag** (DIHT) **unterstützt**.

Dieses Projekt – das von Vertretern der Ministerien und der genannten Institutionen beratend begleitet wird, steht nun kurz vor dem Abschluss. In nur 9 Monaten wurden von den am Neuordnungsverfahren beteiligten **Arbeitgeber- und Arbeitnehmer-Sachverständigen unter Einbeziehung von Experten aus dem Kammerbereich** – bezüglich prüfungsrechtlicher und organisatorischer Fragen – sowie **wissenschaftlicher Expertise** Beispiele und Kriterien erarbeitet, sowie Fragestellungen definiert. Vom Fachbeirat wurde die Empfehlung gegeben, auch Aussagen für die Ausgestaltung der Zwischenprüfung in die Erarbeitung einzubeziehen.

Da die meisten der am Projekt beteiligten Sachverständigen **Vorsitzende oder Mitglieder von Prüfungsausschüssen** sind, war es möglich mit dem ersten Mechatroniker- Prüfungsdurchgang Erfahrungen zu sammeln und die entwickelten Umsetzungshilfen einzubringen und unter realen Bedingungen zu erproben.

Außerdem konnten durch die Sachverständigen alle für die Mechatroniker-Ausbildung relevanten Branchenfelder wie Maschinen- und Anlagenbau, Elektrotechnik und Elektronik, Telekommunikationstechnik, Automobilbau inklusive Zulieferbereiche, Energieversorgung, Chemie- und Grundstoffindustrie in die Erarbeitung einbezogen werden.

Die entwickelten Umsetzungshilfen sollen die Rechtssicherheit, Aussagefähigkeit, Praktikabilität und vor allem die Wirtschaftlichkeit der neuen Prüfungsform unterstützen und sichern.

Ausdrücklich sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass die Mitglieder des Facharbeitskreises – die die inhaltliche Entwicklung dieser Umsetzungshilfen geleistet haben – diese nicht als eine final abgeschlossene Entwicklungsarbeit, sondern als eine „**offene**“ **Handreichung** sehen, die die Ausbildungs- und Prüfungspraxis unterstützt und sich auf der Basis der damit verbundenen Erfahrungen kontinuierlich weiterentwickelt.

An dieser Stelle soll all denjenigen gedankt werden, die die Arbeit in diesem Entwicklungsprojekt durch ihre fachliche oder organisatorische Unterstützung vorangetrieben haben. An erster Stelle stehen dabei die Experten des Facharbeitskreises, die ihre Erfahrungen als Ausbilder, Prüfungsausschussmitglieder, Vorsitzende von Prüfungsausschüssen und als Kammermitarbeiter eingebracht haben. Der Dank gilt auch den Auszubildenden, die in unterschiedlicher Weise an der Realisierung der Betrieblichen Aufträge beteiligt waren.

Wir bedanken uns ausdrücklich auch bei den Mitgliedern des Fachbeirates für ihre Anregungen und die konstruktive Begleitung des Vorhabens.

Frankfurt/Main, April 2001

Karlheinz Müller

Klaus Ullrich Breuer

Konzeption des Ausbildungsberufes

Mechatronik – ein neues Fachgebiet

Mechatronik ist ein aus **MECHANIK** und Elek**TRONIK** zusammengesetztes Kunstwort. Diese Bezeichnung wurde bereits in den 70er Jahren geprägt, doch sind erst in den letzten Jahren allgemein akzeptierte Definitionen für diesen neuen Technikbereich entstanden.

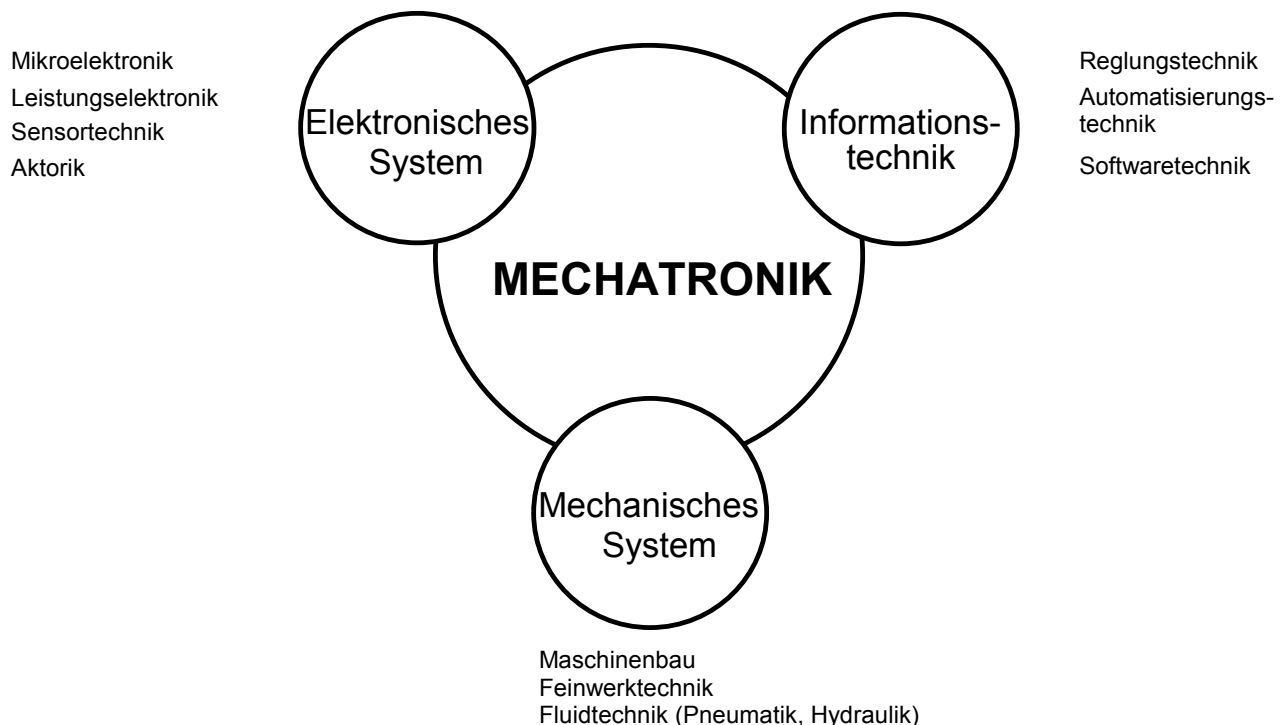
Mechatronik ist entsprechend diesen Festlegungen ein interdisziplinäres Gebiet, in dem drei Systembereiche zusammenwirken:

- *Mechanische Systeme* (Maschinenbau, Feinwerktechnik)
- *Elektronische Systeme* (Mikroelektronik, Leistungselektronik, Sensorik, Aktorik)
- *Informationstechnik* (Regelungs- und Automatisierungstechnik, Softwaretechnik)

Mechatronik verknüpft diese Technologiefelder integrativ zu einem Gesamtsystem (vgl. Bild). Dabei ist das "System" entsprechend den Normfestlegungen (DIN 40 150) die „Gesamtheit der zur selbständigen Erfüllung eines Aufgabenkomplexes erforderlichen technischen und organisatorischen Mittel.“

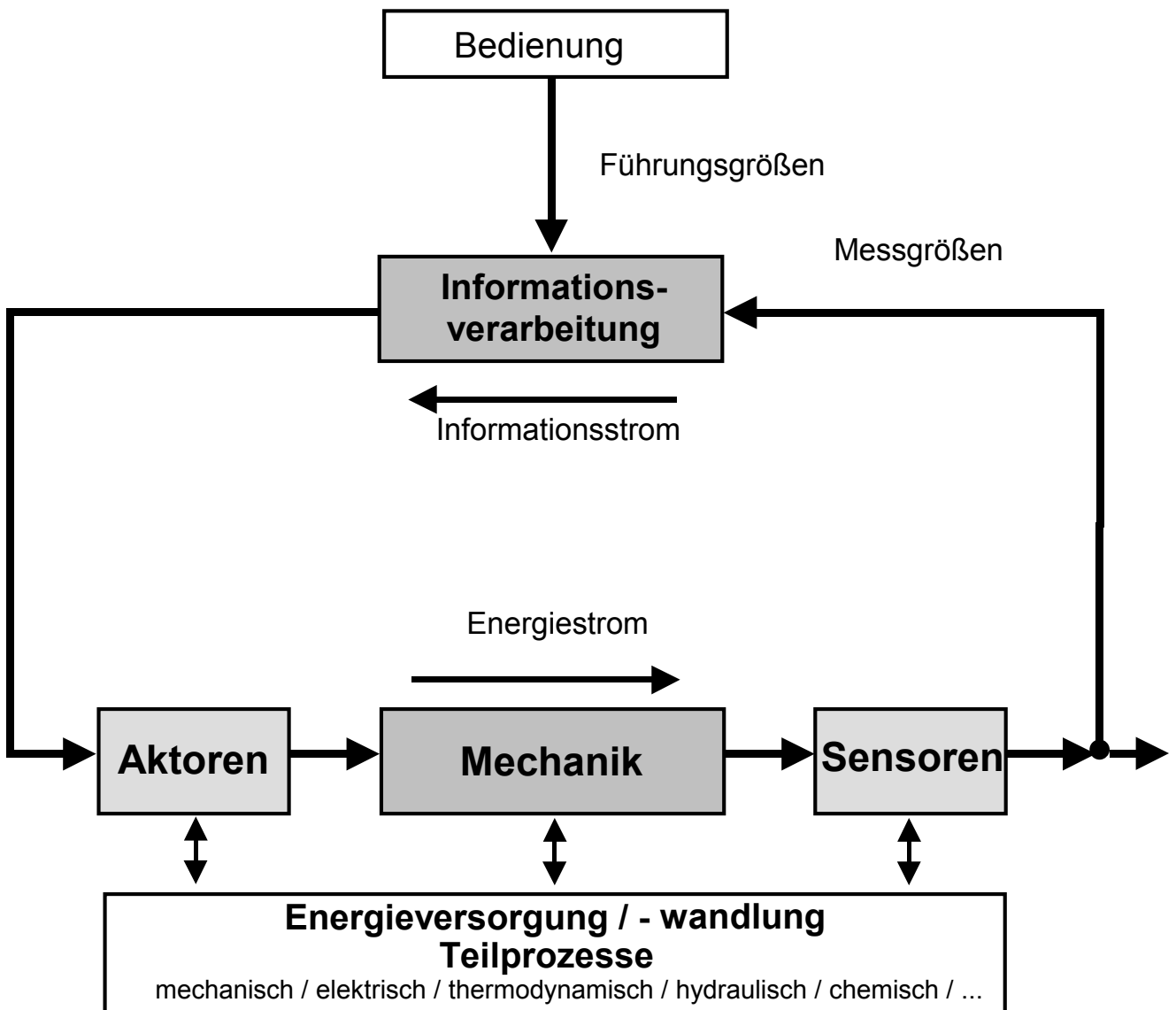
Mechatronische Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass der mechanische Prozess und das elektronische System von Anfang an als räumlich und funktionell integriertes Gesamtsystem konzipiert sind.

Mechatronik erfordert deshalb ein vernetztes Denken und Handeln. Dies gilt sowohl für die technische Ebene des Systems als auch für die kommunikative Ebene der verbundenen Prozesse. Heutzutage wird noch zu oft nach „klassischer Manier“ in Teilbereichen gedacht; es gilt aber, das Gesamtsystem zu betrachten.



Mechatronische Systeme – eine neue Komplexität

Bei einer Werkzeugmaschine wird zum Beispiel der mechanische Bearbeitungsprozess über *Aktoren* gesteuert; *Sensoren* erfassen die dafür notwendigen Daten. Ein elektronisches System wirkt aufgrund dieser *Messgrößen* und den von außen kommenden *Führungsgrößen der Bedienung* in steuerndem oder regelndem Sinne auf den mechanischen Prozess ein. So ein mechatronisches System ist deshalb durch einen *Energiestrom* und einen *Informationsstrom* gekennzeichnet. In der Regel sind in mechatronischen Systemen zusätzlich zur Mechanik auch elektrische, thermodynamische, hydraulische und auch chemische *Teilprozesse* mit den entsprechenden Energieformen eingeschlossen.



Mechatroniker/Mechatronikerin – ein neuer Ausbildungsberuf

Der Beruf Mechatroniker/Mechatronikerin ist ein **Querschnittsberuf**, der für **unterschiedlich strukturierte Betriebe** und in **unterschiedlichen Branchen** konzipiert wurde. Hinter den unterschiedlichen Betriebstypen stehen **unterschiedliche Arbeitsprozesse**, für die die Mechatroniker/innen vorgesehen sind, beispielsweise

- ➔ in Betrieben des Maschinen- und Anlagenbaus für die Vormontage, Montage und Inbetriebnahme mechatronischer Systeme,
- ➔ in Serviceabteilungen und –betrieben für das Ändern mechatronischer Systeme,
- ➔ in Instandhaltungsabteilungen und Servicebetrieben für Revisionen, vorbeugende Instandhaltung, Fehlersuche und Instandsetzung mechatronischer Systeme,
- ➔ in Betrieben, die Maschinen und Anlagen einsetzen (mit Maschinen und Anlagen produzieren, transportieren etc.), für das Betreiben mechatronischer Systeme, also für das Umrüsten, Optimieren, Überwachen und Instandhalten mechatronischer Systeme.

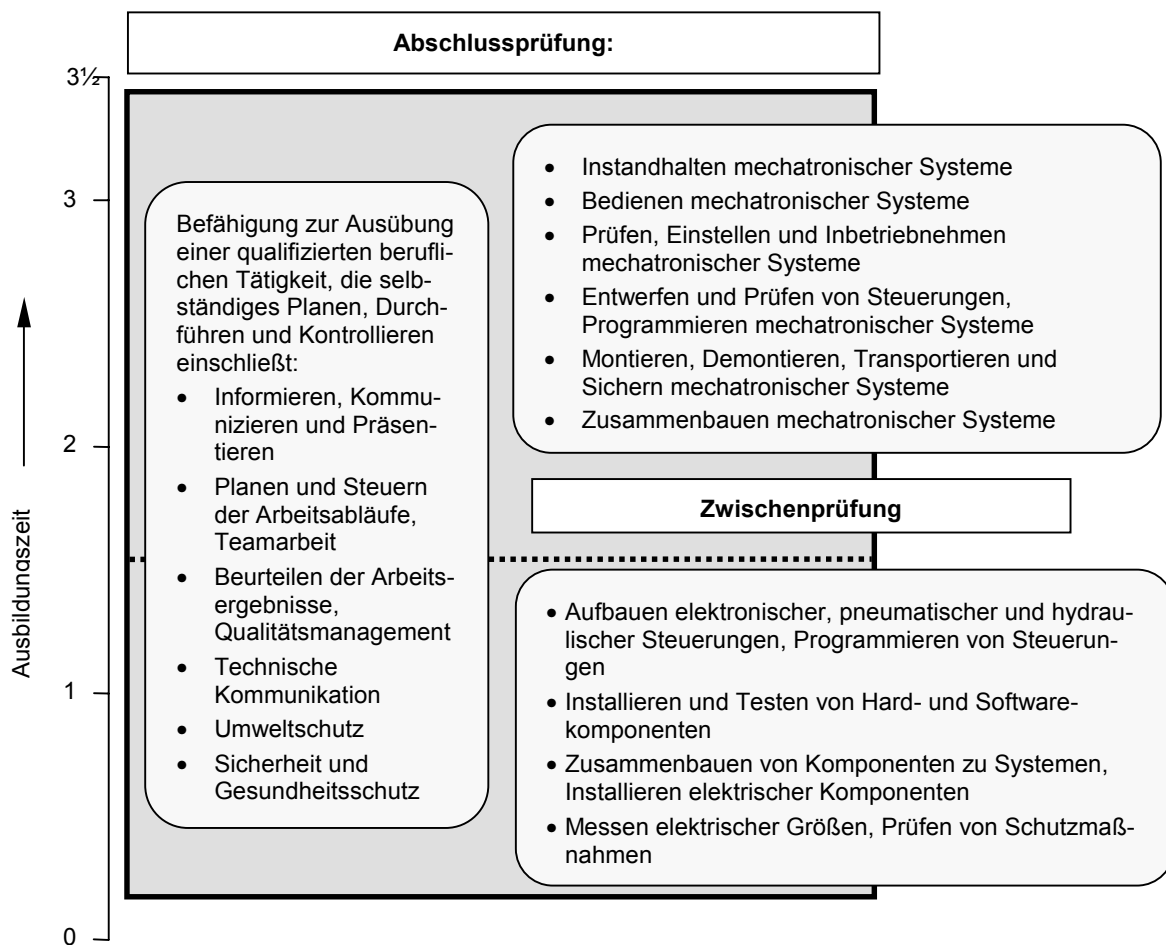
(siehe Anhang >Ausbildungsprofil<)

- Gegenstand der Berufsausbildung sind nicht nur einzelne „Techniken“ wie Mechanik oder Elektrotechnik sondern mechatronische Systeme in ihren speziellen Anwendungen.
- Bei der Montage und Demontage mechatronischer Systeme liegt der Aufgabenschwerpunkt auf dem **Umgang mit fertigen Komponenten**, die zu Systemen zusammengefügt werden und **weniger auf der Herstellung von Bauteilen**.
- Bei der Inbetriebnahme und der Instandsetzung der Systeme müssen **die funktionellen Zusammenhänge** auf der Systemebene beherrscht, sowie die Signale an den Schnittstellen nach außen und zu den Komponenten, geprüft werden.
- Die Ausbildungsinhalte in Ausbildungsbetrieb und Berufsschule wurden so konzipiert, dass die Mechatroniker/innen **Elektrofachkräfte** sind.
- Mit der zunehmenden Bedeutung von Qualitätsmanagementsystemen nach DIN ISO 9000 ff in den Betrieben muss auch dieser Aspekt bei der Ausbildung berücksichtigt werden, u.a. beim :
 - Anwenden der vorhandenen **Qualitätsmanagementsysteme**,
 - Durchführen kontinuierlicher Verbesserungsprozesse,
 - Einsatz von freigegebenen Werkzeugen, Materialien und Komponenten,
 - Einhalten der Prozeduren für die Freigabe der zu bearbeitenden Systeme,
 - systematischem Dokumentieren von verwendeten Materialien und Komponenten, von Arbeitsschritten und Arbeitsabläufen sowie von technischen Prüfungen,
 - Übergeben der Systeme und Freigabe für die Benutzung.

- Bedingt durch die Veränderungen der Arbeitsorganisation in den Betrieben erhält der Gesichtspunkt „**Handlungskompetenz**“ in der täglichen Betriebspraxis eine hohe Bedeutung.
- Dem Berufsbild des Mechatronikers liegt ein erweitertes Verständnis von beruflicher Handlungskompetenz zugrunde. Die Auszubildenden sollen im besonderen Maße Qualifikationen erwerben, die zur **Gestaltung des Arbeitsprozesses** befähigen.

Diese Qualifikationen haben im Ausbildungsrahmenplan des Mechatronikers einen zeitlichen Anteil von ca. 30 Prozent, u.a.:

- Beschaffen und Bewerten von Informationen;
- Planen von Arbeitsabläufen nach funktionalen, fertigungstechnischen, wirtschaftlichen, organisatorischen und informatorischen Kriterien;
- Planen der Teamarbeit, Verteilen der Aufgaben im Team;
- Handhaben von EDV-Anlagen; Anwenden von Software;
- Dokumentieren von Änderungen in der Hard- und Software;
- Anfertigen von Protokollen, Berichten und Skizzen;
- Bewerten, Dokumentieren und Präsentieren von Arbeitsergebnissen.



Mechatroniker-Ausbildung – ein neues Umsetzungskonzept

Die Konzeption des Berufes legt es nahe, von Anfang an mechatronische Systeme in den Mittelpunkt der Ausbildung zu stellen.

Obwohl in der Ausbildungsordnung die während der Ausbildung zu erwerbenden Qualifikationen systematisch dargestellt sind, können viele der zu erwerbenden Qualifikationen handlungs- und transferorientiert an diesen Systemen erworben werden. Bestimmte Qualifikationen wird man trotzdem systematisch erlernen und einüben – die Anwendung und Vertiefung der Qualifikationen kann dann an einem mechatronischen System im Rahmen eines Ausbildungsprojektes erfolgen.

Die Ausbildungsordnung weist aus, dass die ersten Berufsbildpositionen (1 bis 8, d. h. im Schaubild auf Seite 10 im wesentlichen die Inhalte des linken Rahmens) „während der gesamten Ausbildung“ oder „im Zusammenhang mit anderen im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Ausbildungsinhalten“ zu vermitteln sind. Die Ausbildung muss deshalb so organisiert sein, dass die Auszubildenden von Anfang an diese Qualifikationen erwerben können – und zwar zusammen mit den anderen „fachlichen“ Qualifikationen.

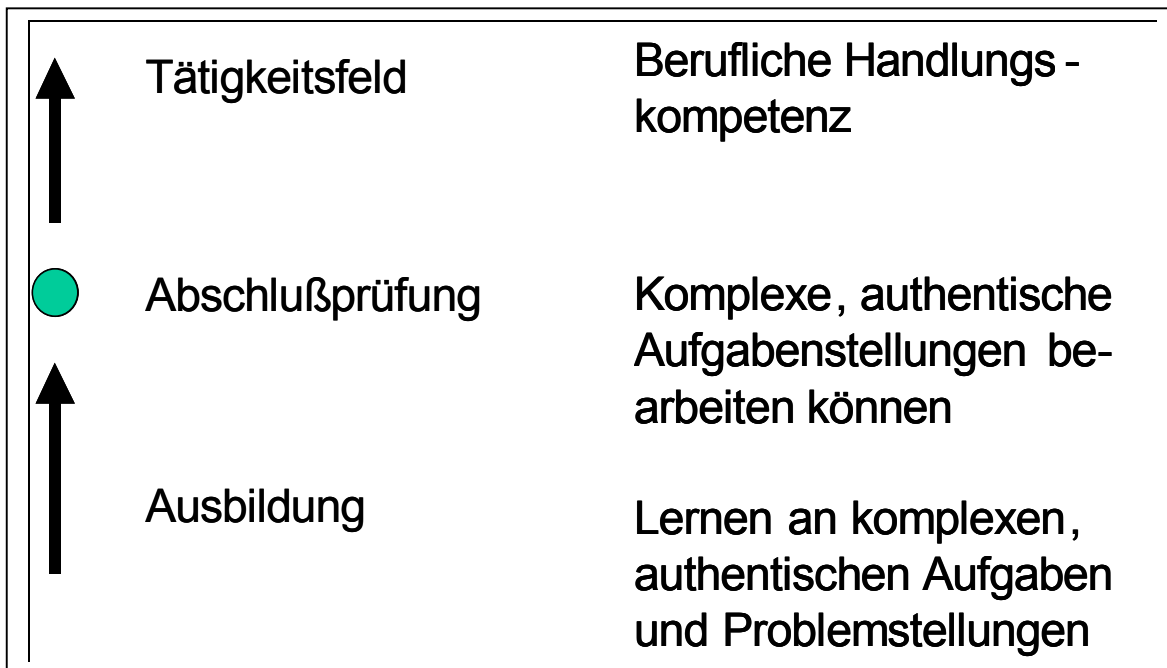
Mit zur Konzeption des Berufes gehört die Qualifizierung in den spezifischen betrieblichen Praxisfeldern. Dabei soll die Ausbildung an den speziellen Systemen und in den Abläufen des Ausbildungsbetriebes im unmittelbaren betrieblichen Einsatz erfolgen. Nur in der komplexen Betriebswirklichkeit an realen mechatronischen Systemen lassen sich die Qualifikationen zur Gestaltung der Arbeitsprozesse und zur Erstellung, Änderung, Instandhaltung oder zum Betreiben mechatronischer Systeme erwerben.

Konzeption der Abschlussprüfung Teil A

Wenn die Ausbildung im unmittelbaren betrieblichen Einsatz erfolgt, ist es naheliegend, auch diese betriebliche Praxis zum Prüfungsgegenstand zu machen. Für den Mechatroniker/Mechatronikerin wurde deshalb eine neue Form der Abschlussprüfung konzipiert, durch die geprüft wird, was die Fachkräfte in ihrer beruflichen Praxis können sollen:

- Handeln im Einsatzfeld mit realen Arbeitsaufgaben an realen Arbeitsgegenständen
- Ganzheitliches, prozesshaftes Arbeiten

In der Verordnung ist dazu ein **betrieblicher Auftrag** vorgegeben, der vom Prüfling in Teil A der Abschlussprüfung durchgeführt und dokumentiert werden soll. Durch die dargelegten Intentionen und Vorgaben der Verordnung kommen solche Verfahren der Leistungsmessung und -beurteilung in den Blick, die in der gegenwärtigen Diskussion um die Anlage bzw. Ausrichtung von Prüfungen unter dem Stichwort *authentische Prüfungen* angesprochen werden. Solche authentischen Prüfungen stellen – im Gegensatz zu traditionellen Prüfungen – berufspraktische Kompetenzen in den Mittelpunkt der Leistungsmessung und –beurteilung. Sie wechseln von einer zeitpunktbezogenen Sicht zu einer prozessorientierten Sichtweise. Sie nutzen Techniken, die es ermöglichen, Ergebnisse zu beurteilen, die in einem Prozess entstehen (siehe Schaubild).



Diese Orientierungen unterstützen, dass die Prüfung zentrale berufliche Kompetenzen zum Gegenstand macht, und so dazu beiträgt, die Handlungskompetenz der Auszubildenden zu fördern. Die Ausrichtung von Prüfungen gründet in dem einfachen Gedanken, dass die Ausbildung in der Orientierung auf die (Abschluß-)Prüfung insbesondere die dort geforderten Leistungsfähigkeiten befördert. In einem zielorientierten Verständnis kann die Prüfung, wenn sie entsprechende Leistungsanforderungen stellt, also zu einer Gelenkstelle werden, über die Aspekte beruflicher Handlungskompetenz befördert werden.

Begründung und Struktur der Umsetzungshilfen

Für die Durchführung der Prüfung werden in den Umsetzungshilfen drei zentrale Instrumente vorgeschlagen:

- **Beurteilungsmatrix „Betrieblicher Auftrag“**
für die Auswahl/ Genehmigung eines betrieblichen Auftrages
- **Bewertungsmatrix „Betrieblicher Auftrag/ Dokumentation“**
für die Bewertung der Dokumentation des betrieblichen Auftrages
- **Bewertungsmatrix „Fachgespräch“**
für die Vorbereitung und Bewertung des Fachgespräches über den betrieblichen Auftrag

Den Bezugspunkt für die Entwicklung dieser Umsetzungshilfen für die Durchführung des Prüfungsteils A bilden die Vorgaben der Verordnung, weil darüber die Ausbildung in den Unternehmen und die zugehörigen Prüfungen geregelt werden. In diesem Sinne ist das entwickelte Vorgehen als eine Operationalisierung der Verordnung zu verstehen.

Bei der Erarbeitung der Umsetzungshilfen wurde davon ausgegangen, dass das Ergebnis der Bearbeitung des betrieblichen Auftrages auf der Basis der Dokumentation bewertet werden kann.

Die entwickelten Hilfen für die Durchführung der Prüfung stellen eine lernzielorientierte Umsetzung der Vorgaben dar. Dazu haben die Mitglieder des Facharbeitskreises aktiv beigetragen, die bereits im Ordnungsverfahren selbst beteiligt waren, und die Intentionen in die Entwicklungsarbeiten einbringen konnten, die im Text der Verordnung transportiert werden.

Zu diesen Intentionen gehören der erweiterte Kompetenzbegriff für die Ausbildung, der in der Formulierung **Befähigung zum selbständigen Planen, Durchführen und Kontrollieren** ausgedrückt wird. Dazu gehört die Orientierung auf die **mechatronischen Systeme** und die Positionen des Berufsbildes, welche für die abschließende Phase der Ausbildung und damit für die Facharbeiterqualifikation maßgeblich sind.

Die Vorgaben der Ausbildungsordnung

- Definition der Qualifikation nach § 4 Abs. 2 (Befähigung zum selbständigen Planen, Durchführen und Kontrollieren)
- wesentliche Inhalte des Ausbildungsrahmenplans
- Anforderungen aus § 8 (Abschlussprüfung) schlagen sich in der Spalte „Aufgaben“ der Beurteilungsmatrix und Bewertungsmatrix nieder.

Bundesgesetzblatt

Teil I

1998 Ausgegeben zu Bonn am 11. März 1998

Verordnung über die Berufsausbildung zum Mechatroniker /zur Mechatronikerin Vom 4. März 1998

Auf Grund des § 25 des Berufsbildungsgesetzes vom 14. August 1969 (BGBl. I S. 1112) der zuletzt gemäß Artikel 35 der Sechsten Zuständigkeitsanpassungs-Verordnung vom 21. September 1997 (BGBl. I S. 2390) geändert worden ist, verordnet das Bundesministerium für Wirtschaft im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie:

§ 1 Staatliche Anerkennung des Ausbildungsberufes
Der Ausbildungsberuf Mechatroniker/ Mechatronikerin wird staatlich anerkannt.

§ 2 Ausbildungsdauer

Die Ausbildung dauert dreieinhalb Jahre.

§ 3 Ausbildungsberufsbild

- (1) Gegenstand der Berufsausbildung sind mindestens die folgenden Fertigkeiten und Kenntnisse:
- Berufsbildung, Arbeits- und Tarifrecht,
 - Aufbau und Organisation des Ausbildungsbetriebes,
 - Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit,
 - Umweltschutz,
 - Betriebliche und technische Kommunikation,
 - Planen und Steuern von Arbeitsabläufen, Kontrollieren und Beurteilen der Arbeitsergebnisse,
 - Qualitätsmanagement,
 - Prüfen, Anreissen und Kennzeichnen,
 - Manuelles und maschinelles Spannen, Trennen und Umformen,
 - Fügen,
 - Installieren elektrischer Baugruppen und Komponenten,

- Messen und Prüfen elektrischer Größen,
- Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten,
- Aufbauen und Prüfen von elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Steuerungen,
- Programmieren mechatronischer Systeme,
- Zusammenbauen von Baugruppen und Komponenten zu Maschinen und Systemen,
- Montieren und Demontieren von Maschinen, Systemen und Anlagen, Transportieren und Sichern,
- Prüfen und Einstellen von Funktionen an mechatronischen Systemen,
- Inbetriebnehmen und Bedienen mechatronischer Systeme,
- Instandhalten mechatronischer Systeme.

§ 4 Ausbildungsrahmenplan

- (1) Die Fertigkeiten und Kenntnisse nach § 3 sollen nach der in der Anlage enthaltenen Anleitung zur sachlichen und zeitlichen Gliederung der Berufsausbildung (Ausbildungsrahmenplan) vermittelt werden. Eine von dem Ausbildungsrahmenplan abweichende sachliche und zeitliche Gliederung des Ausbildungsinhaltes ist insbesondere zulässig, soweit betriebspraktische Besonderheiten die Abweichung erfordern.
- (2) Die in dieser Rechtsverordnung genannten Fertigkeiten und Kenntnisse sollen so vermittelt werden, daß der Auszubildende zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit im Sinne des § 1 Abs. 2 des Berufsbildungsgesetzes befähigt wird, die insbesondere selbständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren einschließt. Diese Befähigung ist auch in den Prüfungen nach den §§ 7 und 8 nachzuweisen.

Aufgaben	
Planung	Informationsbeschaffung/ Analyse des Ausgangszustandes
	Arbeits- und Ablaufplanung
	Materialdisposition
Durchführung/ Kontrolle	Montieren/ Demontieren
	Verdrahten/ Verbinden
	Einstellen/ Abgleichen
	Programmieren/ Konfigurieren
	Fehlersuche/ Störungsbeseitigung
Dokumentation	Inbetriebnehmen
	Ändern/ Erstellen

Beurteilungsmatrix für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrages zum Bauen/Errichten <input type="checkbox"/> , Ändern <input type="checkbox"/> , Instandhalten <input type="checkbox"/> eines mechatronischen Systems. (Zutreffendes bitte ankreuzen)						
Bei der Auswahl der Teilaufgabe muss für jedes Aufgabenfeld die vorgegebene Mindestpunktzahl erreicht werden.						
Name Prüfling:		Prüfnummer:				
Aufgaben	Teilaufgaben	Punkte	Anwahl-Punkte	Mindestpunktzahl	Zeit in Std.	
Planung	Informationsbeschaffung/ Analyse des Ausgangszustandes	Technische Unterlagen beschaffen	1	4 Pkt.		
		Fehlerbeschreibungen/Kundenwünsche auswerten	1			
		Fehlfunktionen unter tech./org. Bedingungen feststellen	1			
	Arbeits- und Ablaufplanung	Technische Unterlagen auftragsbezogen auswerten	1			
		Technische/organisatorische Schnittstellen u. zeitliche Rahmenbedingungen klären	1			
		Funktionelle Ablauf festlegen/ändern	1			
Materialdisposition	Elektr./pneum./hydraul. Schaltungsunterlagen festlegen/ändern	1				
	Mech. Teile aufnehmen/ Änderungen planen	1				
Durchführung/Kontrolle	Montieren/ Demontieren	Detaillierte Arbeitsablaufplanung einschließlich einer Zeitplanung erstellen unter Beachtung von Zeitvorgaben, Betriebsabläufen, Vorgaben des Auftraggebers, Verfügbarkeit des Systems und von Prüf- und Hilfsmitteln	1	2 Pkt.		
		Arbeitsorganisieren, Freigabebeanträge erstellen, Hilfs- und Prüfmittel disponieren, Zielvorgaben mit Auftraggeber abstimmen, Arbeitsleistung mit Kollegen und anderen Arbeitsbereichen festlegen und abshopern	1			
		Verbindungsleim-, Leitungen und Komponenten auswählen	1			
	Verdrahten/ Verbinden	Material disponieren und beschaffen	1	1 Pkt.		
		Hydraulik- oder Pneumatikbaugruppen einbauen/ auswechseln und anschließen	1			
	Einstellen/ Abgleichen	Mech. Baugruppen/ Maschinenelemente montieren/ anpassen/ auswechseln	1	3 Pkt.		
		Elektr. Baugruppen/ Komponenten zum Schalten, Steuern, Regeln und Messen einbauen/ auswechseln und verdrahten/ anschließen	1			
	Dokumentation	Programmieren/ Konfigurieren	weitere betriebspezifische Teilaufgaben: ⁴⁾	1	2 Pkt.	
			Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen, Sollwerte prüfen, Betriebswerte messen	1		
			Steuerungsprogramme erstellen/ ändern/ anpassen/ testen	1		
Fehlersuche/ Störungsbeseitigung		Elektronische Baugruppen/ Software parametrisieren	1	2 Pkt.		
		Programmabläufe überwachen, Fehler feststellen/ beheben	1			
		weitere betriebspezifische Teilaufgaben: ⁴⁾	1			
Inbetriebnehmen	Fehler und Störungen in elektrischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1	2 Pkt.			
	Fehler und Störungen in pneumatischen oder hydraulischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1				
	weitere betriebspezifische Teilaufgaben: ⁴⁾	1				
	Funktionsseinheiten prüfen/ System optimieren	1				
Ändern/ Erstellen	Freigabe/ Übergabe an den Kunden	1	2 Pkt.			
	weitere betriebspezifische Teilaufgaben: ⁴⁾	1				
	GBV 2A (VBG 4) VDE 0100/ VDE 0113 Prüfung	1				
	Sicherheitsvorrichtungen prüfen	1				
	Prüfprotokoll mittels Standardsoftware erstellen	1				

Bewertungsmatrix betrieblicher Auftrag/Dokumentation					
Aufgabe	Beurteilungsmerkmale	Auswahl	Punkte 10/9/7/5/3/0	Gewichtung	Punkte
Planung	Auftragsbeschreibung	Wie verständlich und nachvollziehbar ist die Auftragsbeschreibung und die Auftragszielsetzung?	1	40 %	
	Informationsbeschaffung	Wie vollständig wurden notwendige Informationen beschafft und die Rahmenbedingungen geklärt?			
	Arbeits- und Ablaufplanung	Wie logisch und in sich nachvollziehbar ist die Arbeits- und Ablaufplanung unter Beachtung der Vorgaben?			
	Materialdisposition	Wie zweckmäßig wurden die Unterlagen/ Zeichnungen/ Pläne ausgewertet und notwendige Komponenten ausgewählt?			
		Summe:		x 4/n	
Durchführung/Kontrolle	Montieren/ Demontieren	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Montieren/ Demontieren in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?		50 %	
	Verdrahten/ Verbinden	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Verdrahten/ Verbinden in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?			
	Einstellen/ Abgleichen	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Einstellen/ Abgleichen durchgeführt worden?			
	Programmieren/ Konfigurieren	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte bei den Programmier- und Konfigurationsarbeiten in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?			
	Fehlersuche/ Störungsbeseitigung	Wie systematisch und zielorientiert wurde die Fehlersuche und Störungsbeseitigung durchgeführt?			
	Inbetriebnehmen	Wie fachgerecht wurden Funktionsprüfungen und die Übergabe/ Freigabe durchgeführt?			
		Summe:		x 5/n	
Dokumentation	Ändern/ Erstellen	Wie systematisch, übersichtlich und fachgerecht ist die Dokumentation gestaltet?	1		
		Summe:			
		Punkte	Beschreibung		
		10	Das Arbeitsergebnis ist einwandfrei		
		9	Das Arbeitsergebnis weist sehr geringe Mängel auf		
		7	Das Arbeitsergebnis weist geringe Mängel auf		
		5	Das Arbeitsergebnis weist fachlich gerade noch vertretbare Mängel auf		
		3	Das Arbeitsergebnis weist größere Mängel auf		
		0	Das Arbeitsergebnis weist fachlich nicht mehr vertretbare Mängel auf oder keine Prüfungsleistung erbracht.		

Die folgenden Ausführungen nehmen Bezug auf die Konzeption der Abschlussprüfung und der Umsetzungshilfen (siehe Schaubild Seite 15). Sie gehen von einer Reihe zentraler Fragen aus, zu denen Antworten entwickelt werden.

Kann jetzt die Praxis an den Arbeitsplätzen in den Unternehmen die Anforderungen in der Prüfung diktieren?

Jeder Ausbildungsberuf ist als ein Bündel von Qualifikationen definiert, die (mindestens) zu vermitteln sind. Diese Qualifikationsbündel sind in der Regel breiter angelegt als die Anforderungen, die an einem einzelnen Arbeitsplatz oder in einfachen Arbeitsaufträgen gefordert werden. Deshalb sind die Auszubildenden in der Wahl eines betrieblichen Auftrages auch nicht frei. Sie sind vielmehr gefordert, einen solchen betrieblichen Auftrag für die Prüfung vorzuschlagen, zu bearbeiten und zu dokumentieren, in denen das Bündel der zu vermittelnden Qualifikationen greifbar wird. Für die Ermittlung solcher prüfungsrelevanter Aufträge ist eine **Beurteilungsmatrix** (s. S. 16) entwickelt worden. Sie spiegelt die Anforderungen der Prüfung, die Vorgaben der Ausbildungsordnung und den Rahmenlehrplan im Lichte der Intentionen wider, die mit dem Ausbildungsberuf Mechatroniker / Mechatronikerin verbunden sind. Diese Matrix ist so angelegt, dass sie zur Ermittlung einer ganzheitlichen Aufgabe anleitet, in der die verschiedenen Qualifikationen des Berufsbildes hinreichend breit vertreten sind. Das eröffnet inhaltlich einen breiten Spielraum. Das erlaubt unterschiedliche, individuelle und auch betriebsspezifische Akzentsetzungen. Das fordert aber immer einen betrieblichen Auftrag von entsprechender Vielseitigkeit oder Komplexität, so dass die geforderte Breite der Qualifikationen eingefordert wird.

Für wen ist die Beurteilungsmatrix gedacht?

In erster Linie, und das verdeutlicht der Name, für den **Auszubildenden** und den **Prüfungsausschuss**. Der Auszubildende kann damit prüfen, ob sein Vorschlag für einen betrieblichen Auftrag eine angemessene Breite und Tiefe aufweist. Dem Prüfungsausschuss dient die Matrix, zusammen mit den übrigen Bestandteilen des Antrags, dazu, die notwendige Breite in den eingehenden Qualifikationen zu prüfen. Das Ergebnis wird entweder in der Zulassung des betrieblichen Auftrages, der Erteilung von Auflagen für eine Nachbesserung oder aber der Ablehnung des Auftrages bestehen. So wird die vorgegebene Breite und Tiefe des Berufsbildes in der Prüfung sichergestellt. Darüber hinaus kann die Beurteilungsmatrix anderen, die an der Ausbildung direkt oder indirekt beteiligt sind, Hilfestellungen bieten. Beispiele dafür sind:

- Ausbildungswillige Unternehmen können mit der Matrix prüfen, ob ihre betrieblichen Strukturen die Bearbeitung entsprechend komplexer betrieblicher Aufträge hergeben. Das kann zu einer Bestätigung führen. Das kann auch zum Hinweis auf Lücken führen, die ggf. über die Kooperation mit anderen Betrieben oder mit anderen Ausbildungsorten abgedeckt werden können.
- Ausbilder können die Aufträge, die sie von ihren Auszubildenden bearbeiten lassen, mit Hilfe der Matrix auf ihren ‚Abstand zum Ziel‘ beurteilen. So können sie ihre Auszubildenden gezielt an das Niveau von Komplexität heranführen, das in der Prüfung verlangt wird.
- Ausbilder können die Matrix auch heranziehen, um damit den besonderen Charakter eines Arbeitsauftrages zu ermitteln. Über die Matrix zeigt sich, welche Schwerpunkte oder auch welche ‚weißen Flecke‘ mit einem Auftrag verbunden sind. So lassen sich Aufträge in der Ausbildung gezielt variieren.
- Berufsschullehrer können Projekte analysieren und die Aktivitäten in Lernfeldern einordnen.
- Ausbildungsberater können Jugendlichen an der Matrix die Komplexität des Berufes erläutern.

Beurteilungsmatrix

-Muster-

für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrages

zum Bauen/Errichten , Ändern , Instandhalten

eines mechatronischen Systems. (Zutreffendes bitte ankreuzen)

Bei der Auswahl der Teilaufgaben muss für jedes Aufgabenfeld die vorgegebene Mindestpunktzahl erreicht werden.

Name Prüfling:	Prüfnummer:
----------------	-------------

	Aufgaben	Teilaufgaben	Punkte	Auswahl-Punkte	Mindestpunktzahl	Zeit in Std.
Planung	Informationsbeschaffung/ Analyse des Ausgangszustandes	> Technische Unterlagen beschaffen	1		4 Pkt.	
		> Fehlerbeschreibungen/Kundenwünsche auswerten	1			
		> Fehlfunktionen unter tech./org. Bedingungen feststellen	1			
		> Technische Unterlagen auftragsbezogen auswerten	1			
		> Technische/organisatorische Schnittstellen u. zeitliche Rahmenbedingungen klären	1			
		> Funktionelle Abläufe festlegen/ändern	1			
		> Elektr./ pneum./ hydraul. Schaltungsunterlagen festlegen/ändern	1			
		> Mech. Teile aufnehmen/ Änderungen planen	1			
	Arbeits- und Ablaufplanung	> Detaillierte Arbeitsablaufplanung einschließlich einer Zeitplanung erstellen unter Beachtung von Zeitvorgaben, Betriebsabläufen, Vorgaben des Auftraggebers, Verfügbarkeit des Systems und von Prüf- und Hilfsmitteln	1		2 Pkt.	
		> Arbeit organisieren, Freigabeanträge erstellen, Hilfs- und Prüfmittel disponieren, Zielvorgaben mit Auftraggeber abstimmen, Arbeitsteilung mit Kollegen und anderen Arbeitsbereichen festlegen und absprechen	1			
Materialdisposition	> Verbindungselem., Leitungen und Komponenten auswählen	1		1 Pkt.		
	> Material disponieren und beschaffen	1				
Durchführung/Kontrolle	Montieren/ Demontieren	> Hydraulik- oder Pneumatikbaugruppen einbauen/ austauschen und anschließen	1		3 Pkt.	
		> Mech. Baugruppen/ Maschinenelemente montieren/ anpassen/ austauschen	1			
		> Elektr. Baugruppen/ Komponenten zum Schalten, Steuern, Regeln und Messen einbauen/ austauschen und verdrahten/ anschließen	1			
	Verdrahten/ Verbinden	> weitere betriebsspezifische Teilaufgaben: *)	1		1 Pkt.	
		> Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen, Sollwerte prüfen, Betriebswerte messen	1			
	Einstellen/ Abgleichen	> Steuerungsprogramme erstellen/ ändern/ anpassen/ testen	1		2 Pkt.	
		> Elektronische Baugruppen/Software parametrieren	1			
		> Programmablauf überwachen, Fehler feststellen/ beheben	1			
		> weitere betriebsspezifische Teilaufgaben: *)	1			
	Programmieren / Konfigurieren	> Fehler und Störungen in elektrischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1		2 Pkt.	
		> Fehler und Störungen in pneumatischen oder hydraulischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1			
		> weitere betriebsspezifische Teilaufgaben: *)	1			
	Fehlersuche/ Störungsbeseitigung	> Funktionseinheiten prüfen/ System optimieren	1		2 Pkt.	
		> Freigabe/ Übergabe an den Kunden	1			
> weitere betriebsspezifische Teilaufgaben: *)		1				
> GBV 2A (VBG 4) VDE 0100/ VDE 0113 Prüfung		1				
> Sicherheitseinrichtungen prüfen		1				
Inbetriebnehmen	> Prüfprotokoll mittels Standardsoftware erstellen	1		2 Pkt.		
	> Schaltungsunterlagen/ techn. Kommunikationsmittel mit Hilfe von Standardsoftware ändern	1				
	> Skizzen/ Zeichnungen/ Pläne erstellen/ ändern	1				
	> Beschreibungen erstellen/ ändern	1				
	> Übergabebericht erstellen	1				
Dokumentation	Ändern/ Erstellen	> Prüfprotokoll mittels Standardsoftware erstellen	1		1 Pkt.	
		> Schaltungsunterlagen/ techn. Kommunikationsmittel mit Hilfe von Standardsoftware ändern	1			
		> Skizzen/ Zeichnungen/ Pläne erstellen/ ändern	1			
		> Beschreibungen erstellen/ ändern	1			
		> Übergabebericht erstellen	1			

*) Bei der Wahl von betriebsspezifischen Teilaufgaben muss sichergestellt werden, dass weiterhin die in der Matrix (Spalte 2 – Aufgaben) genannten Qualifikationen erfüllt werden.

Worin besteht die eigentliche Leistung eines Prüflings bei der Erstellung der Dokumentation zum betrieblichen Auftrag?

Für die Dokumentation geben diese Umsetzungshilfen die Erstellung eines **Ablaufprotokolls** und seine Unterfütterung mit **praxisbezogenen Unterlagen** vor (s. S. 19 und 45).

Das Ablaufprotokoll (s. S. 19 und 43) sieht drei Spalten vor. Die erste bildet den Arbeitsschritt ab. Die zweite die Zeit. Die dritte die zugehörigen Kontrollen, Entscheidungen und Konsequenzen. Die Forderungen an den Prüfling bestehen zunächst darin, eine fachlich angemessene Auflösung des Gesamtrahmens in die Arbeitsschritte vorzunehmen. Das sollte in angemessenen zeitlichen Teilschritten erfolgen, wobei die Wahl der Zeitschritte ggf. mit der Bedeutung der Arbeitsschritte zusammenhängen kann. Das kann z.B. die Unterscheidung zwischen mehreren wichtigen Einzelschritten im Gegensatz zu einem zeitlich umfangreicheren Routineschritt betreffen.

Die dritte Spalte kann als Indikator für eine angemessene Selbstkontrolle bei der Arbeit am betrieblichen Auftrag betrachtet werden. Nach der bekannten Darstellung der Phasen einer vollständigen beruflichen Handlung (siehe Schaubild) spiegeln sich hier insbesondere die drei Rückkopplungsschleifen wider.

Auf der niedrigsten Ebene erfolgt die unmittelbare Kontrolle beim Ausführen einzelner Arbeitsschritte. Das kann mit speziellen Prüfungen verbunden sein; das kann die Korrektur von Abweichungen einschließen, die ggf. zu dokumentieren sind. Auf der nächsten Ebene erfolgt die Bestimmung von Teilschritten, ihrer Angemessenheit und ihres Abschlusses. Das ist ggf. auch mit zusätzlichen Belegen zu dokumentieren.

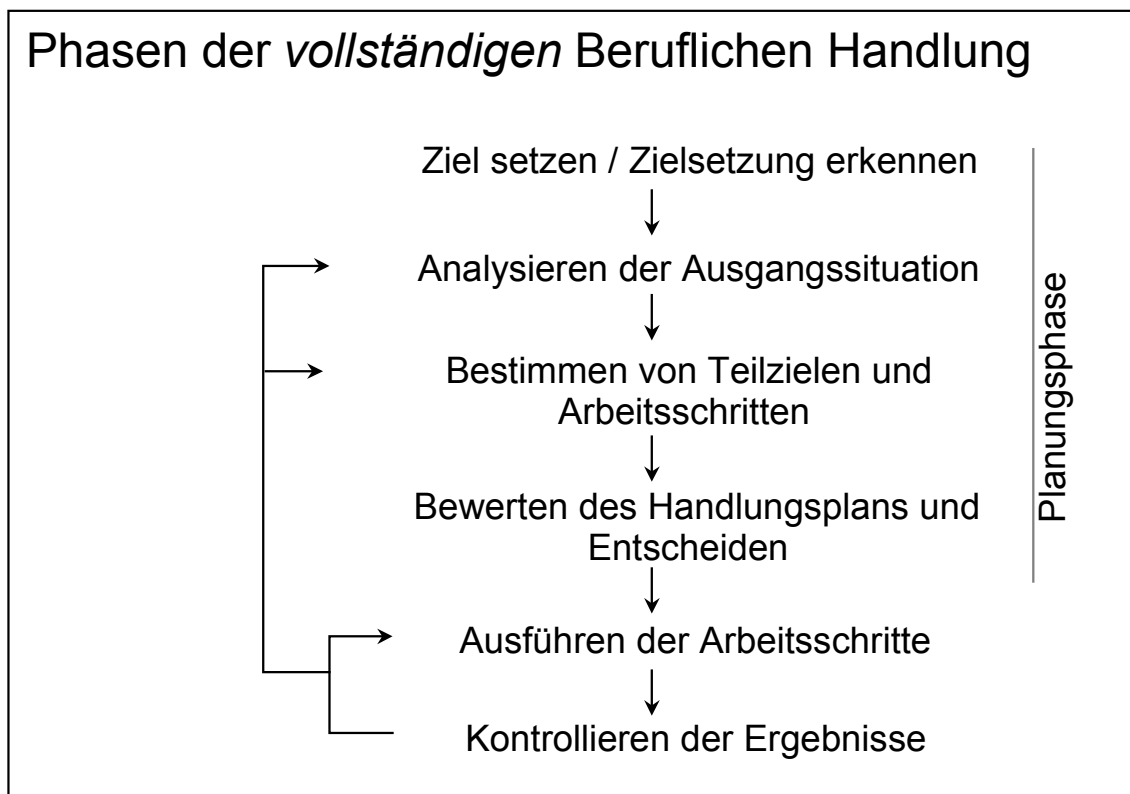


Schaubild Elemente einer vollständigen beruflichen Handlung (nach Blum & Hensgen 1995)

Im weiteren geht es um die Ebene der Zielsetzungen und ihrer Fortschreibung. Das wird z.B. beim Fehlen von notwendigen Hilfsmitteln notwendig oder bei einer nachträglichen Änderung von Einzelheiten eines Auftrages. Auch hier wird eine Dokumentation auf der Ebene der Steuerung des Auftrages erwartet.

Es ist zu erwarten, dass über das Protokoll zur Durchführung des betrieblichen Auftrages und über seine Unterfütterung mit praxisbezogenen Unterlagen, eine breitere Darstellung des Wissens und Könnens zur Auftragsabwicklung dargestellt wird, als über die klassischen Prüfungen. Das gilt insbesondere für den Rückgriff auf implizite Wissens Elemente und auf Erfahrungswissen zur Steuerung von komplexen Abläufen in mechatronischen Systemen.

Erstellung der Dokumentation

Beurteilungsmatrix
für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrages
zum Bauen/Errichten , Ändern , Instandhalten
eines mechatronischen Systems. (Zutreffendes bitte ankreuzen)
Bei der Auswahl der Teilaufgaben muss für jedes Aufgabenfeld die vorgegebene Mindestpunktzahl erreicht werden.

Name Prüfling: _____ Prüfnummer: _____

Aufgaben	Teilaufgaben	Punkte	Auswahl-Punkte	Mindestpunktzahl	Zeit in Std.	
Planung	Informationsbeschaffung/ Analyse des Ausgangszustandes	> Technische Unterlagen beschaffen	1	4 Pkt.		
		> Fehlerbeschreibungen/Kundenwünsche auswerten	1			
		> Fehlfunktionen unter techn./org. Bedingungen feststellen	1			
		> Technische Unterlagen auftragsbezogen auswerten	1			
		> Technische/organisatorische Schnittstellen u. zeitliche Rahmenbedingungen klären	1			
	Arbeits- und Ablaufplanung	> Funktionelle Abläufe festlegen/ändern	1			
		> Elektr. / pneum. / hydraul. Schaltungsunterlagen festlegen/ändern	1			
		> Mech. Teile aufzeichnen/ Änderungen planen	1			
		> Detaillierte Arbeitsablaufplanung einschließlich einer Zeitplanung erstellen unter Beachtung von Zeitvorgaben, Betriebsabläufen, Vorgaben des Auftraggebers, Verfügbarkeit des Systems und von Prüf- und Hilfsmitteln	1			
		> Arbeit organisieren, Freigabeanträge erstellen, Hilfs- und Prüfmittel disponieren, Zielvorgaben mit Auftraggeber abstimmen, Arbeitsteilung mit Kollegen und anderen Arbeitsergebnissen festlegen und abstimmen	1			
Durchführung/Kontrolle	Materialdisposition	> Verbindungsgliedern, Leitungen und Komponenten auswählen	1	3 Pkt.		
		> Material disponieren und beschaffen	1			
	Montieren/ Demontieren	> Hydraulik- oder Pneumatikbaugruppen einbauen/ auswechseln und anschließen	1			
		> Mech. Baugruppen/ Maschinenelemente montieren/ anpassen/ auswechseln	1			
	Verdrabten/ Verbinden	> Elektr. Baugruppen/ Komponenten zum Schalten, Steuern, Regeln und Messen einbauen/ auswechseln und verdrabten/ anschließen	1			
		> weitere betriebspezifische Teilaufgaben: **	1			
	Einstellen/ Abgleichen	> Baugruppen des Sensors und Aktors einstellen und abgleichen, Sollwerte prüfen, Betriebswerte messen	1			
		> Steuerungsprogramme erstellen/ ändern/ anpassen/ testen	1			
	Programmieren/ Konfigurieren	> Elektronische Baugruppen/Software parametrieren	1			2 Pkt.
		> Programmierlauf überwachen, Fehler feststellen/ beheben	1			
Fehlersuche/ Störungsbehebung	> weitere betriebspezifische Teilaufgaben: **	1	2 Pkt.			
	> Fehler und Störungen in elektrischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1				
Inbetriebnehmen	> Fehler und Störungen in pneumatischen oder hydraulischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1	2 Pkt.			
	> weitere betriebspezifische Teilaufgaben: **	1				
	> Freigabe/ Übergabe an den Kunden	1				
	> GBV 2A (VGB 4) VDE 0100/ VDE 0113 Prüfrufe	1				
Dokumentation	> Sicherheitsvorkehrungen prüfen	1	1 Pkt.			
	> Prüfprotokoll mittels Standardsoftware erstellen	1				
	> weitere betriebspezifische Teilaufgaben: **	1				
Ändern/ Erstellen	> Skizzen/ Zeichnungen/ Pläne erstellen/ ändern	1	2 Pkt.			
	> Beschreibungen erstellen/ ändern	1				
	> Übergabebereicht erstellen	1				

** Bei der Wahl von betriebspezifischen Teilaufgaben muss sichergestellt werden, dass weiterhin die in der Matrix (Spalte 2 – Aufgaben) genannten Qualifikationen erfüllt werden.

Beim Ausführen der in der Beurteilungsmatrix angegebenen Teilaufgaben wird eine Dokumentation vom Prüfling angefertigt.

↓

Prüfprotokoll

Stückliste

Zeichnung

Ablaufprotokoll

Zum betrieblicher Auftrag.....(Unterschrift)
gesehen und genehmigt durch den betrieblichen Betreuer:.....(Unterschrift)

Arbeitsschritte	Dauer, Zeit	Kontrolle, Entscheidung, Konsequenzen, Hinweise zur Dokumentation

Sind Prüfer mit der Beurteilung von Dokumentationen zu betrieblichen Aufträgen nicht überfordert?

Wenn man die Prüfer auf sich allein gestellt ließe, dann würde es sicher schwer für sie. Dann ließe sich vor allem vorhersagen, dass ein und dieselbe Dokumentation von verschiedenen Prüfern auch sehr unterschiedlich beurteilt würde. Deshalb ist für die Prüfer eine Bewertungsmatrix (s. S. 21 und 48) entwickelt worden. Sie bietet ein einheitliches Bezugssystem für die Beurteilung der Dokumentationen an. Wenn Prüfer sich in diese Beurteilungshilfe aktiv hineindenken, wenn sie über ihre Kammer Gelegenheit bekommen, ein gemeinsames Verständnis der Beurteilungsgesichtspunkte zu entwickeln, und wenn sie die Matrix gezielt anwenden, können solche Schwierigkeiten abgefangen werden.

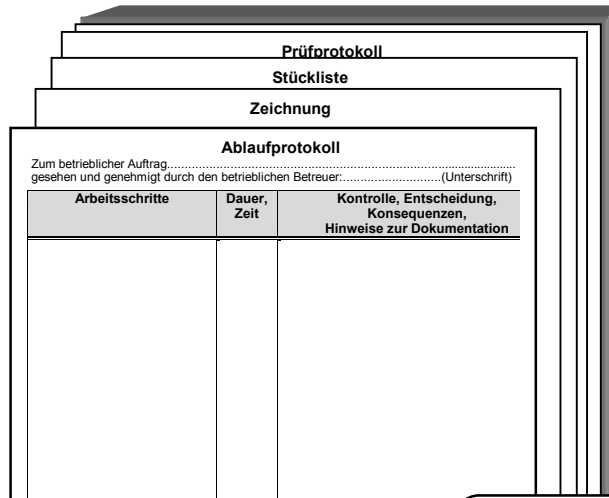
Aus anderen Zusammenhängen ist bekannt, dass die Beurteilung solcher Dokumentationen sehr wohl schwierig ist. Deshalb hat man dort Beurteilungsrichtlinien oder Anweisungen mit Kriterien und Beschreibungen von Leistungsebenen entwickelt. Das ist hier genau so geschehen. Wichtig wird es sein, sich in die vorgelegten **Umsetzungshilfen** hinein zu denken sich auf dieser Basis auf die ersten Prüfungen einzulassen und die dabei gewonnenen Erfahrungen im Kreis der Prüfer zu überdenken. Das sollte die Verständigung auf bestimmte Standards umfassen.

Kann man über die Dokumentation zu einem betrieblichen Auftrag die Leistung eines Prüflings überhaupt bewerten?

Zu diesem Gedanken ist zunächst anzumerken, dass wir das Wissen oder Können von anderen nie direkt messen oder ablesen können, sondern immer über **Indikatoren** erschließen. Daraus, dass ein Azubi eine bestimmte Schaltung richtig aufbauen kann, schließen wir auf seine Befähigung, auch andere, ähnliche Schaltungen aufbauen zu können. Daraus dass ein Azubi in einer schriftlichen Prüfung bestimmte Aufgaben richtig löst, schließen wir auf den Grad seines Wissens zu diesem Fachgebiet. Wir dokumentieren diese Verallgemeinerung auch, indem wir nicht mehr sagen, welche Aufgaben richtig gelöst worden sind, sondern eine Note vergeben und so z.B. gute Leistungen im Lernfeld „Vorbeugende Instandhaltung“ bescheinigen. Das ist nicht neu. Wir haben versucht, das Problem über die **Operationalisierung von Lernzielen** zu lösen und darüber u.a. eine Tendenz entwickelt, vornehmlich einfacheres Wissen abzufragen, und die anspruchsvolleren Ziele zu vernachlässigen.

Bei der Ausbildung der Mechatroniker steht nun nicht mehr das Wissen um bestimmte Einzelheiten oder das Beherrschen von bestimmten Techniken im Mittelpunkt, sondern die Befähigung, solche Kenntnisse oder Techniken in einem durch ein mechatronisches System und sein betriebliches Umfeld vorgegebenen Zusammenhang zielgerichtet anwenden und nutzen zu können. Darüber hinaus wird die zielgerichtete **Planung, Abwicklung und Kontrolle von Prozessen** verlangt. Damit verschiebt sich auch das **Ziel der Leistungsmessung und -beurteilung**. Wir wollen nicht primär wissen, wie ein Auszubildender zu einem bestimmten Zeitpunkt handeln kann, sondern in welchem Ausmaß er in der Lage ist, den Prozess der Montage, der Instandsetzung oder der Inbetriebnahme eines mechatronischen Systems zu planen, zu vollziehen und zu kontrollieren. Diesen Prozess lassen wir uns von dem Auszubildenden dokumentieren. Dazu lassen wir ein Ablaufprotokoll erstellen und es mit praxisbezogenen Unterlagen unterfüttern. Diese Sammlung von Belegen beurteilen wir mit Hilfe der Bewertungsmatrix daraufhin, wie stimmig die Planungs- und Ausführungsprozesse durchgeführt worden sind und **wie systematisch oder fachlich angemessen das Vorgehen des Auszubildenden gewesen ist**. Daran kann man sich verdeutlichen, dass eine entsprechende Dokumentation nicht eine einfache Ansammlung von Belegen ist, sondern eine wohl durchdachte Zusammenstellung von Belegen in der Hinsicht, dass wichtige oder kritische Teilschritte eines Ablaufes dokumentiert werden.

Bewertung Betrieblicher Auftrag/Dokumentation – Fachgespräch



Die Dokumentation wird anhand der Bewertungsmatrix beurteilt. Bewertet werden die Aufgaben, die vom Prüfling in der Beurteilungsmatrix markiert wurden.

Die bei der Durchsicht und Bewertung der Dokumentation entstehenden Fragestellungen sind Grundlage für das Fachgespräch.

Bewertungsmatrix betrieblicher Auftrag/Dokumentation				
Aufgabe	Beurteilungsmerkmale	Auswahl	Punkte 10%/7,5/3,0	Gewichtung
Planung	Auftragsbeschreibung	Wie verständlich und nachvollziehbar ist die Auftragsbeschreibung und die Auftragszielsetzung ?	1	40 %
	Informationsbeschaffung	Wie vollständig wurden notwendige Informationen beschafft und die Rahmenbedingungen geklärt ?		
	Arbeits- und Ablaufplanung	Wie logisch und in sich nachvollziehbar ist die Arbeits- und Ablaufplanung unter Beachtung der Vorgaben ?		
	Materialdisposition	Wie zweckmäßig wurden die Unterlagen/ Zeichnungen/ Pläne ausgewertet und notwendige Komponenten ausgewählt?		
		Wie zweckmäßig wurden Material, Betriebsmittel und Werkzeuge geplant und disponiert?		
Summe:				x 4/n
Durchführung/Kontrolle	Montieren/ Demontieren	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Montieren/ Demontieren in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?		50 %
	Verdrahten/ Verbinden	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Verdrahten/ Verbinden in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?		
	Einstellen/ Abgleichen	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Einstellen/ Abgleichen durchgeführt worden?		
	Programmieren/ Konfigurieren	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte bei den Programmier- und Konfigurationsarbeiten in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?		
	Fehlersuche/ Störungs-beseitigung	Wie systematisch und zielorientiert wurde die Fehlersuche und Störungs-beseitigung durchgeführt ?		
	Inbetrieb-nehmen	Wie fachgerecht wurden Funktionsprüfungen und die Übergabe/ Freigabe durchgeführt ? Wie fachgerecht wurden Sicherheitsprüfungen durchgeführt ?		
Summe:				x 5/n
Dokumentation	Ändern/ Erstellen	Wie systematisch, übersichtlich und fachgerecht ist die Dokumentation gestaltet ?	1	
Summe:				

Punkte	Beschreibung
10	Das Arbeitsergebnis ist einwandfrei
9	Das Arbeitsergebnis weist sehr geringe Mängel auf
7	Das Arbeitsergebnis weist geringe Mängel auf
5	Das Arbeitsergebnis weist fachlich gerade noch vertretbare Mängel auf
3	Das Arbeitsergebnis weist größere Mängel auf
0	Das Arbeitsergebnis weist fachlich nicht mehr vertretbare Mängel auf oder keine Prüfungsleistung erbracht.

Bewertungsmatrix Fachgespräch			
Beurteilungsmerkmale	Fragen zum betrieblichen Auftrag	Gewichtung	Punkte
Darstellung fachbezogener Probleme und deren Lösung	a)	33,3 %	
	b)		
	c)		
Aufzeigen der für den Auftrag relevanten fachlichen Hintergründe	a)	33,3 %	
	b)		
	c)		
Begründung für die Vorgehensweise bei der Ausführung des Auftrages	a)	33,3 %	
	b)		
	c)		
Summe:		100 %	

Sollten solche Umsetzungshilfen den Prüfern vorbehalten bleiben?

Prüfungsfragen und Prüfungsunterlagen werden gemeinhin unter Verschluss gehalten. Die Fragensammlung eines Prüfers ist sein persönliches Eigentum. Für einen Prüfling kann es deshalb entscheidend sein, an welche(n) Prüfer er gerät. Wenn es im Einzelfall der Prüfer mit dem „Spezialgebiet X“ ist, wird es für ihn schwer, eine gute Note zu erhalten.

Die entwickelten Umsetzungshilfen unterstützen im Gegensatz dazu eine Annäherung an eine „gläserne Prüfung“. Alle Beteiligten und Interessierten können nachvollziehen, welche Leistungen zu erbringen sind, was bewertet wird und wie bewertet wird. Das kann Auszubildende unterstützen, zielgerichtet zu lernen, das kann Ausbildern helfen, gezielt zu schulen, das kann Prüfern helfen, sich untereinander zu verständigen. Das kann helfen, die Stärken und Schwächen von Auszubildenden zu dokumentieren. Das kann Auszubildenden helfen, ihr Können selbst angemessen einzuschätzen.

Das erhöht die **Transparenz** der Abschlussprüfung zum Mechatroniker, unterstützt die **Gleichbehandlung** der Prüflinge und die **Fairness** des Verfahrens.

Können Prüflinge die Bearbeitung eines betrieblichen Auftrages über die Vorlage einer Dokumentation nicht vortäuschen?

Natürlich ist es denkbar, dass ein Auftrag „nur auf dem Papier abgewickelt“ wird. Das geschieht in unserer Gesellschaft immer wieder, auch wenn unsere Regeln es eigentlich nicht vorsehen. In unseren konventionellen Prüfungen werden Leistungen z.B. über Täuschungen erschlichen oder vorgetäuscht, indem die „unbekannten“ Aufgaben z.B. vorher geübt werden.

Zunächst tätigt ein Unternehmen mit einer **Ausbildung eine erhebliche Investition**. Dazu möchte man in der Regel eine Bilanz erstellen und dazu ein aussagekräftiges Ergebnis bekommen. Mit dieser Erwartung wird man den Auszubildenden anhalten, seinen betrieblichen Auftrag auch selbständig durchzuführen und zu dokumentieren. Was oder wem nutzt ein „guter“ Mechatroniker, wenn er letztlich im Unternehmen nicht zu gebrauchen ist? Der Aspekt, dass bei einem authentischen betrieblichen **Auftrag ein Mehrwert** entsteht, ist ein anderer Aspekt. Welches Unternehmen verzichtet einfach auf Erträge aus seiner Arbeit?

Schließlich **bescheinigen Auszubildender und betrieblicher Betreuer** eine eigenständige Bearbeitung und Dokumentation des betrieblichen Auftrages. Warum sollten sie das Ergebnis der Prüfung über unlautere Praktiken gefährden?

Schließlich wird ein **Fachgespräch** zum Auftrag geführt. Wer sollte sich dort eine schlechte Bewertung holen wollen, weil er nicht weiß, worüber er redet?

Durchführung Abschlussprüfung Teil A

Wie bei allen anderen Ausbildungsberufen müssen die Auszubildenden durch den Ausbildenden zur Abschlussprüfung angemeldet werden. Die Kammer prüft, ob die Zulassungsvoraussetzungen vorliegen, d. h.:

- ob der Auszubildende in das Verzeichnis der Berufsausbildungsverhältnisse eingetragen ist,
- ob der Auszubildende die Ausbildungszeit zurückgelegt hat oder dessen Ausbildungszeit nicht später als 2 Monate nach dem Prüfungstermin endet;
- ob der Auszubildende an der Zwischenprüfung teilgenommen hat;
- ob der Auszubildende sein Berichtsheft geführt hat.

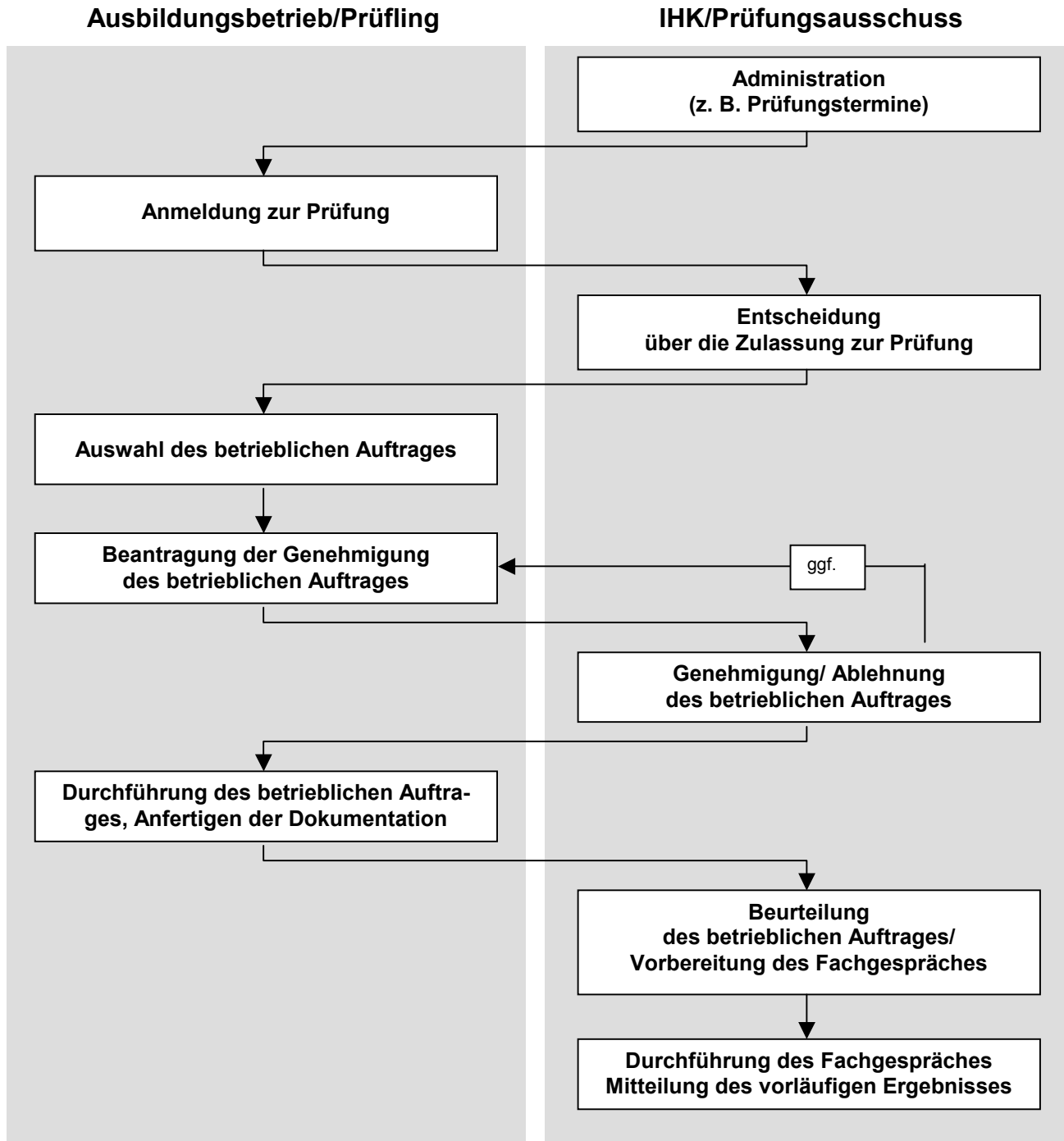
Nach der Zulassung zur Abschlussprüfung kann der Teil A der Abschlussprüfung vorbereitet werden.

Abläufe bei der Vorbereitung und Durchführung

- Die IHK informiert über die zeitlichen Vorgaben (Zeitfenster) zur Durchführung des betrieblichen Auftrages.
- Ausbildungsbetrieb und Auszubildender wählen einen betrieblichen Auftrag aus.
- Ausbildungsbetrieb und Auszubildender beantragen diesen Auftrag beim Prüfungsausschuss der zuständigen Stelle.
- Der Prüfungsausschuss prüft den betrieblichen Auftrag. Wenn der Auftrag nicht genehmigungsfähig ist, gibt der Prüfungsausschuss Hinweise auf die Mängel. Dem Antragsteller wird Gelegenheit gegeben, den Antrag zu ändern oder nachzubessern.
- **Nach der Genehmigung kann** der betriebliche Auftrag durch den Prüfling innerhalb der beantragten Zeit **durchgeführt und dokumentiert werden**.
- Der Prüfungsausschuss bewertet die Qualität der Durchführung des betrieblichen Auftrages anhand der Dokumentation. Bei der Durchsicht der Dokumentation wird das Fachgespräch vorbereitet.
- Der Prüfungsausschuss führt dann mit dem Prüfling das Fachgespräch. Dieses wird danach bewertet. Dem Prüfling wird im Anschluss das vorläufige Prüfungsergebnis mitgeteilt.

(siehe Schaubild Seite 24)

Abläufe bei der Vorbereitung und Durchführung des Teils A der Abschlussprüfung



Zeitlicher Ablauf

In der Regel führt die Kammer im Jahr zwei Abschlussprüfungen durch. Die Termine liegen, wenn nicht aussergewöhnliche Umstände eine besondere Regelung notwendig machen, vor Ende der Ausbildungszeit.

Durch die neue Prüfungsstruktur beim Mechatroniker, wird ein geänderter Prüfungsablauf und damit ein geändertes Organisationskonzept notwendig. Wichtig ist bei der Festlegung des Organisationskonzeptes, dass folgende Grundsätze berücksichtigt werden:

- Der zeitliche Ablauf für die Beantragung, Genehmigung und Durchführung des betrieblichen Auftrages muss so bemessen sein, dass die ausbildenden Unternehmen geeignete Aufträge zur Verfügung stellen können und der Prüfungsausschuss das Genehmigungsverfahren und die Bewertung des betrieblichen Auftrages in einem vertretbaren Zeitaufwand durchführen kann.
- Für die Planung des Genehmigungsverfahrens ist zu beachten, dass es Betriebe gibt, in denen die Zeitspanne zwischen Auftragseingang und Auftragsausführung sehr gering ist. Dies erfordert ein unverzügliches Genehmigungsverfahren.

Aufgrund der unterschiedlichen Anzahl und Strukturen von Ausbildungsbetrieben in einem Kammerbezirk, können unterschiedliche Organisationskonzepte zur Anwendung kommen.

Zwei Abläufe haben sich herausgebildet:

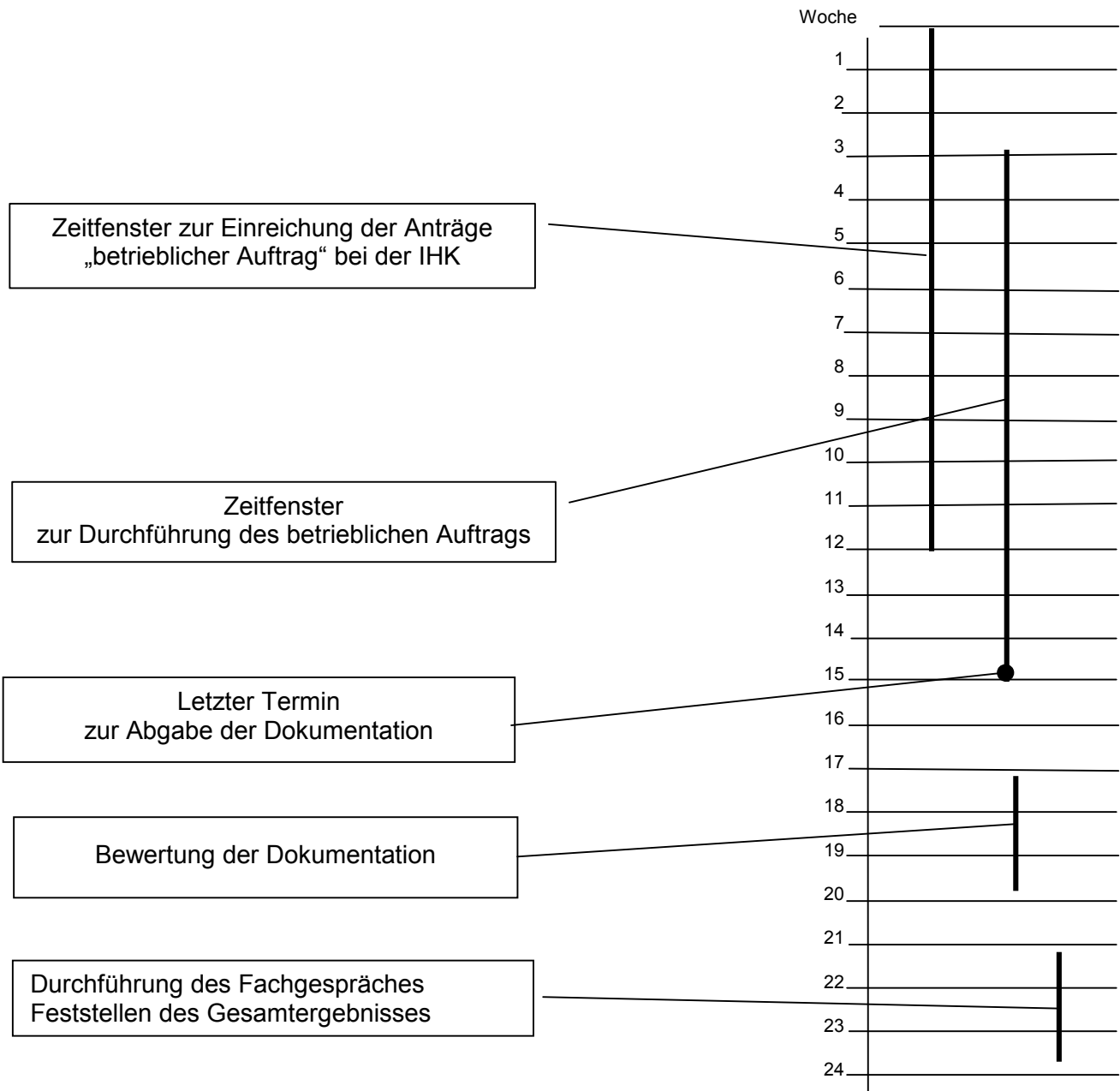
1. Für die Einreichung und Genehmigung des betrieblichen Auftrages ist ein „**Zeitfenster**“ von ca. 3 Monaten vorgesehen. Die **Genehmigung erfolgt kontinuierlich** nach Eingang der entsprechenden Anträge. Dies hat den **Vorteil, dass auch Aufträge die kurzfristig ausgeführt werden müssen, als betrieblicher Auftrag Verwendung finden können**. Durch die kontinuierliche Genehmigung wird auch der Zeitraum für die Auftragsausführung relativ gross – ca. 3 ½ Monate. Damit erhöht sich für viele Betriebe die Wahrscheinlichkeit, dass geeignete Aufträge gefunden werden können. Für die Bewertung der Dokumentation und die Durchführung des Fachgespräches ist ein Zeitraum von ca. 4 Wochen vorgesehen.

(siehe Schaubild Seite 26)

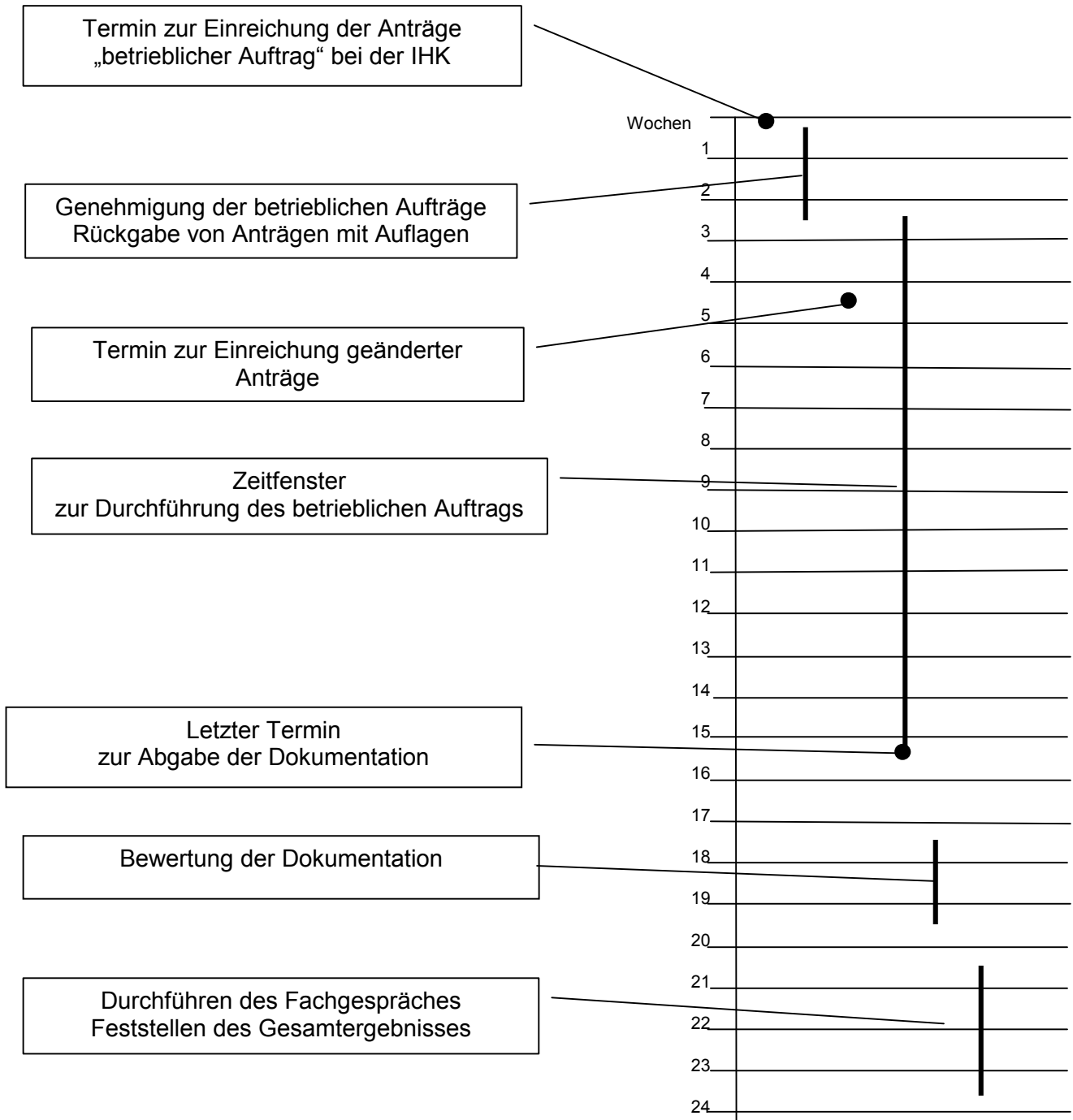
2. Für die Einreichung und Genehmigung des betrieblichen Auftrages gibt es einen **festen Termin** zu dem alle Anträge vorliegen müssen. **Der Prüfungsausschuss braucht nur einmal zusammenzutreten**, um alle Anträge zu begutachten. Ggf. gibt es einen zweiten Termin, bei dem die nachgebesserten Anträge behandelt werden. Der weitere Ablauf entspricht Typ 1.

(siehe Schaubild Seite 27)

Meilensteindiagramm mit einem Zeitfenster für die Abgabe des Antrages



Meilensteindiagramm mit einem festen Termin für die Abgabe des Antrages



Auswahl des betrieblichen Auftrages

Der Ausbildungsberuf Mechatroniker/Mechatronikerin bildet die betrieblichen Qualifikationsanforderungen in Fertigung, Montage, Optimierung, Wartung und Instandsetzung von komplexen Maschinen und Anlagen ab. Dabei soll die Ausbildung an den speziellen Systemen und Abläufen des Ausbildungsbetriebes im unmittelbaren betrieblichen Einsatz erfolgen. Diese betriebliche Praxis soll Gegenstand der Abschlussprüfung sein. Deswegen soll der Auszubildende am Ende seiner Ausbildung einen betrieblichen Auftrag ausführen, um nachzuweisen, dass er das geforderte Facharbeiterhandeln beherrscht.

Nicht jeder betriebliche Auftrag ist allerdings als Prüfungsaufgabe geeignet. Die Aufgabe muss sich auf ein **mechatronisches System** (siehe Seite 7 und 8) beziehen, d. h. es müssen in einem System mehrere Technologiefelder vorhanden sein, beispielsweise Mechanik, Pneumatik, Hydraulik, Antriebe, Kommunikationseinrichtungen und Leiteinrichtungen mit Sensoren und Aktoren. Der Auftrag soll auch Tätigkeiten enthalten, die den **Qualifikationen einer Elektrofachkraft** entsprechen, also Tätigkeiten an Stromkreisen im Niederspannungsbereich bis 1000 V.

Es sind außerdem nur Aufträge geeignet, die eine **Mindestkomplexität** haben und aus denen sich konkrete Handlungs- und Entscheidungssituationen ergeben, die dem Prüfungsteilnehmer begründete Entscheidungen abverlangen. Grundlage für die Entscheidungen kann die Informationsbeschaffung und die Auswertung vorgegebener Informationsquellen sein. Neben den betriebsinternen technischen Unterlagen sind hierfür vor allem die Produktinformationen der Hersteller relevant (z.B. Datenblätter, Kataloge, Benutzerhandbücher, elektronisch gespeicherte Medien, branchenspezifische Computerprogramme, Qualitätsrichtlinien, Systemzustände und technische Schnittstellen).

Berücksichtigt man den Zeitrahmen von maximal 30 Stunden, einschließlich Anfertigen der Dokumentation, wird ersichtlich, dass meistens nur **Teilaufträge innerhalb eines größeren Auftrages** (z.B. Aufbau, Justage, Prüfung einer größeren Maschine oder Anlage) in Frage kommen, die in dieser Zeit bewältigt werden können. Der zur Prüfung anzumeldende Teil muss dann jedoch für sich allein bewertbar sein. Der **Auftrag kann auch aus mehreren Teilaufträgen bestehen**, die an einem mechatronischen System ausgeführt werden.

Mit der Auswahl von Teilaufgaben der Beurteilungsmatrix ist jeweils zu **überlegen, welche Dokumente** jeweils entstehen, mit der sich die **Qualität** der Durchführung der Teilaufgabe **nachweisen** lässt.

Die Prüfung, ob ein für die Abschlussprüfung geeignetes mechatronisches System und ein geeigneter betrieblicher Auftrag vorliegen, soll mit der nachfolgenden **Beurteilungsmatrix** vorgenommen werden. Für den Auszubildenden enthält die Beurteilungsmatrix die Kriterien für die Eignung eines mechatronischen Systems und eines betrieblichen Auftrages. Für den Prüfungsausschuss ist sie in gleicher Weise ein Bewertungsinstrument im Hinblick auf die Genehmigung des betrieblichen Auftrages.

Die Spalte enthält die wesentlichen Ausbildungsinhalte des Ausbildungsrahmenplans. Dies entspricht den Prüfungsanforderungen in § 8 (Aufgaben)

Die Spalte enthält eine detailliertere Beschreibung der Ausbildungsinhalte (Teilaufgaben)

Diese Spalte enthält die Gewichtung der Teilaufgaben zueinander (Punkte)

In dieser Spalte werden vom Antragsteller die Teilaufgaben markiert, die in seinem betrieblichen Auftrag enthalten sind (Punkte)
 Wenn eine Teilaufgabe angegeben wird, muss der Antragsteller überlegen, wie er die Aufgaben bzw. Teilaufgaben durch Dokumente belegen kann

In dieser Spalte sind **Mindestpunktzahlen** angegeben, die in der jeweiligen Aufgabengruppe erreicht werden müssen, damit der betriebliche Auftrag genehmigungsfähig wird

In dieser Spalte sind die geschätzten Ausführungszeiten für Gruppen von Teilaufgaben einzutragen. Daran kann der Prüfungsausschuss erkennen, ob diese Aufgaben im genügenden Umfang ausgeführt werden (Zeit)

Die in dieser Spalte markierten Aufgaben werden von Prüfungsausschuss bewertet

Beurteilungsmatrix
 für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrages

zum Bauen/Errichten , Ändern , Instandhalten

eines mechatronischen Systems. (Zutreffendes bitte ankreuzen)

Bei der Auswahl der Teilaufgaben muss für jede Aufgabenfeld die vorgegebene Mindestpunktzahl erreicht werden.

Name Prüfling: _____ Prüfnummer: _____

	Aufgaben	Teilaufgaben	Punkte	Auswahl-Punkte	Mindestpunktzahl	Zeit in Std.	
Planung	Informationsbeschaffung/ Analyse des Ausgangszustandes	> Technische Unterlagen beschaffen	1		4 Pkt.		
		> Fehlerbeschreibungen/Kundenwünsche auswerten	1				
		> Fehlfunktionen unter tech./org. Bedingungen feststellen	1				
		> Technische Unterlagen auftragsbezogen auswerten	1				
		> Technische/organisatorische Schnittstellen u. zeitliche Rahmenbedingungen klären	1				
		> Funktionelle Abläufe festlegen/ändern	1				
Arbeits- und Ablaufplanung	Arbeits- und Ablaufplanung	> Elektr./ pneum./ hydraul. Schaltungsunterlagen festlegen/ändern	1		2 Pkt.		
		> Mech. Teile aufnehmen/ Änderungen planen	1				
		> Detaillierte Arbeitsablaufplanung einschließlich einer Zeitplanung erstellen unter Beachtung von Zeitvorgaben, Betriebsabläufen, Vorgaben des Auftraggebers, Verfügbarkeit des Systems und von Prüf- und Hilfsmitteln	1				
Materialdisposition	Materialdisposition	> Arbeit organisieren, Freigabeanträge erstellen, Hilfs- und Prüfmittel disponieren, Zielvorgaben mit Auftraggeber abstimmen, Arbeitsteilung mit Kollegen und anderen Arbeitsbereichen festlegen und absprechen	1		1 Pkt.		
		> Verbindungselem., Leitungen und Komponenten auswählen > Material disponieren und beschaffen	1				
Durchführung/Kontrolle	Montieren/ Demontieren	> Hydraulik- oder Pneumatikbaugruppen einbauen/ austauschen und anschließen	1		3 Pkt.		
		> Mech. Baugruppen/ Maschinenelemente montieren/ anpassen/ austauschen	1				
	Verdrahten/ Verbinden	Verdrahten/ Verbinden	> Elektr. Baugruppen/ Komponenten zum Schalten, Steuern, Regeln und Messen einbauen/ austauschen und verdrahten/ anschließen	1		1 Pkt.	
			> weitere betriebspezifische Teilaufgaben: *)	1			
	Einstellen/ Abgleichen	Einstellen/ Abgleichen	> Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen, Sollwerte prüfen, Betriebswerte messen	1		2 Pkt.	
			> Steuerungsprogramme erstellen/ ändern/ anpassen/ testen	1			
	Programmieren/ Konfigurieren	Programmieren/ Konfigurieren	> Elektronische Baugruppen/Software parametrieren	1		1 Pkt.	
			> Programmablauf überwachen, Fehler feststellen/ beheben	1			
	Fehlersuche/ Störungsbehebung	Fehlersuche/ Störungsbehebung	> weitere betriebspezifische Teilaufgaben: *)	1		2 Pkt.	
			> Fehler und Störungen in elektrischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1			
> Fehler und Störungen in pneumatischen oder hydraulischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben			1				
> Funktionseinheiten prüfen/ System optimieren			1				
Inbetriebnehmen	Inbetriebnehmen	> Freigabe/ Übergabe an den Kunden	1		2 Pkt.		
		> weitere betriebspezifische Teilaufgaben: *)	1				
		> GBV 2A (VBG 4) VDE 0100/ VDE 0113 Prüfung	1				
Dokumentation	Ändern/ Erstellen	> Sicherheitseinrichtungen prüfen	1		1 Pkt.		
		> Prüfprotokoll mittels Standardsoftware erstellen	1				
		> Schaltungsunterlagen/ techn. Kommunikationsmittel mit Hilfe von Standardsoftware ändern	1				
		> Skizzen/ Zeichnungen/ Pläne erstellen/ ändern	1				
		> Beschreibungen erstellen/ ändern	1		1 Pkt.		
		> Übergabebericht erstellen	1				

*) Bei der Wahl von betriebspezifischen Teilaufgaben muss sichergestellt werden, dass weiterhin die in der Matrix (Spalte 2 – Aufgaben) genannten Qualifikationen erfüllt werden.

Anhand der **Auftragsbeschreibung**, der **Auftragsphasen mit Zeitplanung**, der **Beschreibung des Auftragsumfeldes** und den Angaben dieser **Beurteilungsmatrix** (ausgewählte Teilaufgaben mit den zugehörigen Zeiten) kann beurteilt werden, ob der betriebliche Auftrag die erforderliche fachliche Komplexität aufweist, um als Prüfungsaufgabe geeignet zu sein.

Typen von Aufträgen

Es gibt folgende typische Arbeitsaufträge:

Typ 1: Bauen/Errichten und Inbetriebnehmen mechatronischer Systeme

Dieser Aufgabentyp ist planbar und beschreibbar.

Typ 2: Ändern mechatronischer Systeme

Dieser Aufgabentyp ist planbar und beschreibbar.

Typ 3: Instandhalten mechatronischer Systeme

Bei einer **vorbeugenden Instandhaltung** ist der betriebliche Auftrag planbar und beschreibbar. Deswegen unterscheidet sich die vorbeugende Instandhaltung nicht wesentlich von dem Auftragsstyp "Bauen/Errichten und Inbetriebnehmen mechatronischer Systeme".

Bei einer **spontanen Instandhaltung** müssen folgende Punkte bedacht werden:

- Der Auftrag ist vorher zeitlich **nicht exakt planbar** und detailliert beschreibbar! Dieses Problem wird durch die Beschreibung und die entsprechenden Angaben des erwarteten Auftrages gelöst (*erwartet* bedeutet, dass aus betrieblicher Erfahrung Umfang und Anspruch des Auftrages weitgehend eingeschätzt werden kann und die Eintrittswahrscheinlichkeit für diesen Auftrag sehr hoch ist).
- Der inhaltliche Umfang einer Instandhaltung umfasst nicht alle geforderten **Technologiefelder!** Dieses Problem wird gelöst, indem mehrere Instandhaltungen an dem System/ den Systemen zu einem Auftrag zusammengefasst werden.
- Der **zeitliche Umfang** einer Instandhaltung beträgt typischerweise 2 Stunden, mit Dokumentation sind max. 8 Stunden denkbar ! Dieses Problem wird ebenfalls gelöst, indem mehrere Instandhaltungen an dem System/ den Systemen zu einem Auftrag zusammengefasst werden.
- Es gibt bei der Instandhaltung keine ausdrückliche (schriftliche) **Arbeitsplanung!** Da Instandhalter nicht planlos und willkürlich handeln, muss die Problemanalyse, die Darlegung des systematischen Vorgehens und die Entscheidung über die Art der Fehlerbehebung nachträglich angefertigt werden.
- Bei einer betrieblichen Instandhaltung wird keine **Dokumentation** angefertigt! In der Regel werden Instandhaltungen ausführlich durch Protokolle oder auch durch Fotos dokumentiert, z. B. zur Fehleranalyse oder zum Belegen von Schadensersatzansprüchen. Bei der Durchführung eines betrieblichen Auftrags muss im oben genannten Fall dann möglicherweise mehr dokumentiert werden, als betrieblich üblich.

Instandhaltungsaufgaben können also Gegenstand eines betrieblichen Auftrages sein. Zur Ausführung dieses Instandhaltungsauftrages wird ein **Zeitfenster von mindestens 3 Monaten** benötigt.

Typ 4: Betreiben mechatronischer Systeme

Das ist zum Beispiel ein Anlagenführer, der für die Aufrechterhaltung eines automatisierten Produktionsprozesses verantwortlich ist.

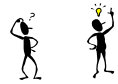
Folgende Aufträge sind in diesem Tätigkeitsfeld denkbar:

- Optimierung von Produktionsanlagen
- Umrüsten eines Systems, z. B bei der Fertigung eines neuen Produktes
- Wartung, Reparatur und Instandsetzung

Damit ist das „Betreiben mechatronischer Systeme“ eine Kombination aus Ändern und Instandhalten und damit eine spezielle Ausprägung der in § 8 genannten Beispielaufgaben.

Hinweis für alle vier Auftragstypen:

Auch ein vergleichbarer anderer als der beantragte betriebliche Auftrag kann bearbeitet werden, wenn der zunächst geplante Auftrag (aus übergeordneten Gründen) nicht umgesetzt werden kann. Ein erneuter Genehmigungsantrag soll in diesem Fall nicht gefordert werden. Stattdessen soll in der Auftragsplanung auf die geänderte Situation hingewiesen werden.



Fragen zur Auswahl von betrieblichen Aufträgen

Können auch zwei betriebliche Aufträge beantragt werden?

Die Mechatroniker-Ausbildungsordnung spricht klar von einem betrieblichen Auftrag. Denkbar ist aber, dass ein betrieblicher Auftrag mehrere Teilaufträge an einem mechatronischen System umfasst. Ein Beispiel hierfür wäre das Betreiben oder Instandhalten eines mechatronischen Systems über einem bestimmten Zeitraum. Innerhalb dieses Zeitraumes können mehrere Instandsetzungen als Teilaufträge auftreten.

Müssen im betrieblichen Auftrag alle Technologiefelder vorhanden sein?

Nach § 8 der Mechatroniker-Ausbildungsordnung soll der Prüfling „einen betrieblichen Auftrag bearbeiten ... Hierfür kommt insbesondere folgende Aufgabe in Betracht: Errichten, Ändern oder Instandhalten eines mechatronischen Systems ...“. Die gewählte Formulierung „kommt in Betracht“ weist darauf hin, dass hier ein weites Ermessensspielraum gegeben ist – auch bei der Frage, in welcher Ausprägung das mechatronische System vorliegt. Das mechatronische System muss eine ausreichende Komplexität haben – wobei bei der Komplexität nicht nur die Anzahl der technischen Verknüpfungen eingeht, sondern auch die Qualität der betrieblichen Schnittstellen und der betrieblichen Organisation.

Mit der Beurteilungsmatrix kann festgestellt werden, ob ein für die Abschlussprüfung geeignetes mechatronisches System vorliegt.

Kann der betriebliche Auftrag in der Lehrwerkstatt durchgeführt werden?

Der betriebliche Auftrag soll ein Auftrag sein, der dem originären Betriebszweck dient und auch zu erledigen wäre, wenn keine Abschlussprüfung durchgeführt würde. Ob auch modellhafte Aufgaben diesem Ziel entsprechen, muss im Einzelfall geprüft werden.

Wenn beispielsweise an einer CNC-Produktionsmaschine ein Fehler simuliert wird und dieser in der Lehrwerkstatt behoben werden soll, entspricht die Aufgabe hinsichtlich der Technik einem betrieblichen Auftrag. Zusätzlich sollten aber auch die Schnittstellen zu den betrieblichen Abläufen berücksichtigt werden, da diese wesentlich für die Ausbildung von Mechatronikern sind.

Lässt sich der betriebliche Auftrag in einer außerbetrieblichen Bildungsstätte durchführen?

Auch Auszubildende von außerbetrieblichen Bildungsträgern und Schüler aus vollausbildenden Berufsschulen müssen einen „betrieblichen“ Auftrag als Prüfungsaufgabe erledigen. Da diese Bildungsstätten in der Regel Betriebspraktika in ihre Bildungsgänge integriert haben, bietet es sich an, in diesen Praktika auch den Prüfungsauftrag auszuwählen. Da man nicht erwarten kann, dass die Beschäftigten in den Praktikumsbetrieben sich mit dem Procedere der Mechatronikerprüfung auskennen, müssen die Ausbilder des außerbetrieblichen Bildungsträgers die betriebliche Betreuungsfunktion absichern oder selbst übernehmen (siehe hierzu auch Erläuterungen zu § 8 Abs. 2 auf Seite 68).

Beantragung der Genehmigung des betrieblichen Auftrages

Der Prüfungsteilnehmer wählt mit Unterstützung seines Ausbildungsbetriebes (Ausbilder, Ausbildungsbetreuer, Teamleiter, ...) einen betrieblichen Arbeitsauftrag aus, den er in der vorgegebenen Zeit von 20 bis 30 Stunden planen, ausführen und dokumentieren kann. Der betriebliche Auftrag wird dann einschließlich einer Zeitplanung dem Prüfungsausschuss zur Genehmigung vorgelegt. Zur Beantragung sind die Formulare der jeweiligen IHK zu verwenden.

Die **Auftragsbeschreibung** muss so erfolgen, dass sie für einen Externen verständlich ist.

Die **Auftragsphasen mit Zeitplanung** sollen einen groben Überblick über den Ablauf des betrieblichen Auftrages geben.

Beispiel:

Auftragsphasen mit Zeitplanung:	
<i>Betrieblichen Auftrag identifizieren und Informationen einholen</i>	<i>3 Stunden</i>
<i>Arbeitsplanung</i>	<i>2 Stunden</i>
<i>Beschaffung von Material, Werkzeug</i>	<i>3 Stunden</i>
<i>Erstellung eines Wartungsplanes</i>	<i>1 Stunden</i>
<i>Durchführung des betrieblichen Auftrages</i>	<i>7 Stunden</i>
<i>Inbetriebnahme und Protokollierung der technischen Prüfungen</i>	<i>2 Stunden</i>
<i>Dokumentation des betrieblichen Auftrages</i>	<i><u>12 Stunden</u></i>
	<i>30 Stunden</i>

Die Beschreibung des **Auftragsumfeldes** soll einem Externen verdeutlichen, in welchem technisch-organisatorischem Umfeld der Auftrag ausgeführt wird. Zu dieser Beschreibung kann z.B. eine Unternehmensbeschreibung mit typischen Produkten oder die Beschreibung der Aufgaben/ Funktionen einer Abteilung gehören.

Auf den nächsten Seiten werden Musterformulare für die Beantragung der Genehmigung sowie eine Beurteilungsmatrix für die Auswahl eines betrieblichen Auftrages dargestellt.

Alle für die Beantragung wichtigen Punkte sind in einem Merkblatt zusammengefasst (s. S. 38).

Sachbearbeiter:

Telefon:
Datum:

- Muster -

<table border="1" style="width: 100%; height: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Id.</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Id.</td> </tr> </table>	Id.	Id.	
Id.	Id.		

Betrieblicher Auftrag

Vertragsnummer:	Prüfungsart:
Prüfbezirk:	Berufsschule:
Prüfungsbewerber:	Geburtsort:
Geboren am:	

Ausbildungsberuf:

Ausbildungszeit lt. Berufsausbildungsvertrag von: _____ bis: _____

Bitte überprüfen Sie alle Angaben und berichtigen eventuelle Fehler.

Thema des betrieblichen Auftrages

Abgabetermin des betrieblichen Auftrages in Ausfertigung:.....

geplanter Bearbeitungszeitraum	Beginn:	Ende:
--------------------------------	----------------	--------------

Bestätigungen durch Unterschrift:

- a) Der Ausbildende bestätigt, dass sich der betriebliche Auftrag nicht auf Betriebsgeheimnisse bezieht und dass keine datenschutzrechtlichen Bedenken bestehen
- b) Der Prüfungsbewerber bestätigt, den betrieblichen Auftrag selbst anzufertigen.

Ort, Datum:

Name des Betreuers, Tel:

Unterschrift des Ausbildenden/ Firmenstempel

Unterschrift des Prüfungsbewerbers

Durch den Prüfungsausschuss wurde entschieden, der betriebliche Auftrag ist

genehmigt

nicht genehmigt
(Begründung siehe Anlage)

Datum Unterschrift des Vorsitzenden

Die Genehmigung des Themas des betrieblichen Auftrages gilt nicht als Prüfungszulassung

Name Prüfungsbewerber

Prüfnummer:

Thema des betrieblichen Auftrages:

Auftragsbeschreibung:

Name Prüfungsbewerber

Prüfnummer:

Auftragsphasen mit Zeitplanung:

Auftragsumfeld:

Beurteilungsmatrix

-Muster-

für die Auswahl/Genehmigung eines betrieblichen Auftrages

zum Bauen/Errichten , Ändern , Instandhalten

eines mechatronischen Systems. (Zutreffendes bitte ankreuzen)

Bei der Auswahl der Teilaufgaben muss für jedes Aufgabenfeld die vorgegebene Mindestpunktzahl erreicht werden.

Name Prüfling:	Prüfnummer:
-----------------------	--------------------

	Aufgaben	Teilaufgaben	Punkte	Auswahl-Punkte	Mindest-punktzahl	Zeit in Std.
Planung	Informationsbeschaffung/ Analyse des Ausgangszustandes	> Technische Unterlagen beschaffen	1		4 Pkt.	
		> Fehlerbeschreibungen/Kundenwünsche auswerten	1			
		> Fehlfunktionen unter tech./org. Bedingungen feststellen	1			
		> Technische Unterlagen auftragsbezogen auswerten	1			
		> Technische/organisatorische Schnittstellen u. zeitliche Rahmenbedingungen klären	1			
		> Funktionelle Abläufe festlegen/ändern	1			
		> Elektr./ pneum./ hydraul. Schaltungsunterlagen festlegen/ändern	1			
		> Mech. Teile aufnehmen/ Änderungen planen	1			
	Arbeits- und Ablaufplanung	> Detaillierte Arbeitsablaufplanung einschließlich einer Zeitplanung erstellen unter Beachtung von Zeitvorgaben, Betriebsabläufen, Vorgaben des Auftraggebers, Verfügbarkeit des Systems und von Prüf- und Hilfsmitteln	1		2 Pkt.	
> Arbeit organisieren, Freigabeanträge erstellen, Hilfs- und Prüfmittel disponieren, Zielvorgaben mit Auftraggeber abstimmen, Arbeitsteilung mit Kollegen und anderen Arbeitsbereichen festlegen und absprechen		1				
Materialdisposition	> Verbindungselem., Leitungen und Komponenten auswählen	1		1 Pkt.		
	> Material disponieren und beschaffen	1				
Durchführung/Kontrolle	Montieren/ Demontieren	> Hydraulik- oder Pneumatikbaugruppen einbauen/ auswechseln und anschließen	1		3 Pkt.	
		> Mech. Baugruppen/ Maschinenelemente montieren/ anpassen/ auswechseln	1			
	Verdrahten/ Verbinden	> Elektr. Baugruppen/ Komponenten zum Schalten, Steuern, Regeln und Messen einbauen/ auswechseln und verdrahten/ anschliessen	1			
		> weitere betriebsspezifische Teilaufgaben: *)	1			
	Einstellen/ Abgleichen	> Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen, Sollwerte prüfen, Betriebswerte messen	1		1 Pkt.	
		Programmieren / Konfigurieren	> Steuerungsprogramme erstellen/ ändern/ anpassen/ testen	1		2 Pkt.
	> Elektronische Baugruppen/Software parametrieren		1			
	> Programmablauf überwachen, Fehler feststellen/ beheben		1			
	> weitere betriebsspezifische Teilaufgaben: *)		1			
	Fehlersuche/ Störungsbeseitigung	> Fehler und Störungen in elektrischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1		2 Pkt.	
		> Fehler und Störungen in pneumatischen oder hydraulischen Systemen feststellen, eingrenzen und beheben	1			
		> weitere betriebsspezifische Teilaufgaben: *)	1			
	Inbetriebnehmen	> Funktionseinheiten prüfen/ System optimieren	1		2 Pkt.	
> Freigabe/ Übergabe an den Kunden		1				
> weitere betriebsspezifische Teilaufgaben: *)		1				
> GBV 2A (VBG 4) VDE 0100/ VDE 0113 Prüfung		1		1 Pkt.		
> Sicherheitseinrichtungen prüfen		1				
Dokumentation	Ändern/ Erstellen	> Prüfprotokoll mittels Standardsoftware erstellen	1		2 Pkt.	
		> Schaltungsunterlagen/ techn. Kommunikationsmittel mit Hilfe von Standardsoftware ändern	1			
	> Skizzen/ Zeichnungen/ Pläne erstellen/ ändern	1		1 Pkt.		
	> Beschreibungen erstellen/ ändern	1				
	> Übergabebericht erstellen	1				

*) Bei der Wahl von betriebsspezifischen Teilaufgaben muss sichergestellt werden, dass weiterhin die in der Matrix (Spalte 2 – Aufgaben) genannten Qualifikationen erfüllt werden.

Merkblatt zum Antrag des betrieblichen Auftrages

Nach der Verordnung über die Berufsausbildung zum Mechatroniker/in vom 03.03.1998 ist in der Abschlussprüfung ein betrieblicher Auftrag in max. 30 Stunden zu bearbeiten und zu dokumentieren, sowie in höchstens 30 Minuten hierüber ein Fachgespräch zu führen.

Das Antragsformular für den betrieblichen Auftrag umfaßt vier DIN A 4 Seiten mit den Gliederungspunkten:

Daten des Prüfungsbewerbers/ Auszubildenden

Termine/ Bestätigungen

Thema des betrieblichen Auftrages

Auftragsbeschreibung

Auftragsphasen mit Zeitplanung

Auftragsumfeld

sowie die

Beurteilungsmatrix

- Im Antrag müssen die einzelnen Auftragsphasen des betrieblichen Auftrages inklusive der Dokumentation benannt werden.
- Die betrieblichen Auftragsphasen müssen aussagekräftig bezeichnet, durch die wesentlichen Arbeitsschritte näher erläutert und mit einer groben Zeitplanung versehen werden.
- Neben den Auftragsphasen sind auch das Auftragsziel und die jeweiligen technischen und organisatorischen Umfeldbedingungen zu definieren.
- Die Bewertungsmatrix enthält die Kriterien für die Eignung eines betrieblichen Auftrages und eines mechatronischen Systems. Die in der Beurteilungsmatrix aufgeführten Mindestpunktzahlen dienen zur Orientierung über die Komplexität der Prüfungsanforderungen.
- Die Blätter sollten mit einem Textverarbeitungssystem oder einem Tabellenkalkulationssystem ausgefüllt werden.

Der Antrag ist in dreifacher Ausfertigung zusammen mit der Anmeldung zur Abschlussprüfung bei der Kammer einzureichen. Es gilt das Datum des Poststempels. Verspätet eingereichte Anträge können in der Regel nicht mehr berücksichtigt werden. Es gelten in diesen Fällen die entsprechenden Regelungen der Prüfungsordnung.

- Wird ein Antrag für den betrieblichen Auftrag vollständig abgelehnt, erhält der Antragsteller eine schriftliche Begründung, mit gleichzeitiger Aufforderung, einen neuen Antrag bis zu einem von der Kammer festgesetzten Termin einzureichen. Die erneute Einreichung ist in der Regel nur einmal möglich.
- Wird ein Antrag für den betrieblichen Auftrag mit Änderungsaufgaben versehen, werden dem Antragsteller die geforderten Änderungen schriftlich mitgeteilt. Dieser reicht den geänderten Antrag bis zu einem von der Kammer festgesetzten Termin erneut zur Genehmigung ein.
- Bitte erklären und erläutern Sie Abkürzungen und verwenden Sie keine betriebspezifischen Abkürzungen oder Kürzel.

Genehmigung des betrieblichen Auftrages durch den Prüfungsausschuss

Der Prüfungsausschuss prüft die eingehenden Anträge und bescheidet so schnell wie möglich, spätestens nach 3 Wochen, den jeweiligen Antrag.

Der Maßstab für die Antragstellung und für die Bewertung des betrieblichen Auftrages ist § 8 der Ausbildungsverordnung (siehe Anhang).

Die Aufträge müssen folgende Kriterien erfüllen:

- Der Antrag muss den **formalen Vorgaben** (Antrag enthält alle notwendigen Angaben, Ausbildungsbetrieb hat Auftragsbetreuer benannt und sein Einverständnis erklärt, Antrag wurde in richtigem Zeitraum gestellt) entsprechen.
- Der Antrag muss **verständlich sein** (Ausgangszustand, der Zielzustand und die Arbeitsschritte sind beschrieben, nicht allgemeinverständliche Abkürzungen sind erklärt, wesentliche Arbeitsschritte sind zeitlich geplant).
- Der Auftrag muss für den Ausbildungsberuf relevant sein und **betriebsüblichen Standards entsprechen**.
- Die Arbeiten (Errichten, Ändern, Instandhalten oder Betreiben) müssen an einem **mechatrischen System** stattfinden.
- Die Arbeiten müssen eine **Arbeitsplanung** erfordern.
- Die Arbeiten müssen eine **Dokumentation** abgeben, die die Bewertung der geforderten Qualifikationen nach § 8 der VO zulässt.
- Die Arbeiten müssen ein Mindestmaß an **Komplexität** und **Problemhaltigkeit** umfassen.
- Die Arbeiten müssen in das von der Verordnung vorgegebene **Zeitfenster von 20 bis 30 Stunden** passen, wobei in dieser Zeit auch die Arbeitsplanung und die Erstellung der Dokumentation enthalten ist.

Die **Prüfung**, ob ein für die Abschlussprüfung geeignetes mechatrisches System und ein geeigneter betrieblicher Auftrag vorliegen, soll **mit** einer **Beurteilungsmatrix** vorgenommen werden. Die Beurteilungsmatrix enthält die Kriterien für eine Eignung eines mechatrischen Systems und des betrieblichen Auftrages als Prüfungsleistung.

Falls der Auftrag nicht genehmigungsfähig ist, werden die Gründe dafür mitgeteilt. Dem Antragsteller muss Gelegenheit gegeben werden, den Antrag nachzubessern oder einen anderen Antrag zu stellen.

Durchführung des betrieblichen Auftrages – Anfertigen der Dokumentation

Nach der Genehmigung kann der betriebliche Auftrag an dem beantragten Termin begonnen werden. Falls der Beginn des betrieblichen Auftrages bei der Beantragung noch nicht genau festgelegt hat, muss er der zuständigen Stelle vor Beginn mitgeteilt werden.

Innerhalb der geplanten Zeit von 20–30 Stunden muss auch die dazugehörige Dokumentation angefertigt werden.

Im Regelfall ist der Ausbilder oder der betriebliche Betreuer mit der Aufsicht beauftragt. Zur Protokollierung der Aufsicht steht ein Musterformular zur Verfügung (s. S. 42).

Entsprechend den Festlegungen der Ausbildungsordnung (§ 8) soll der Prüfling durch die Ausführung des Auftrages und dessen Dokumentation belegen, dass er

- *Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbständig planen und umsetzen,*
- *Material disponieren,*
- *Verdrahtungs- und Verbindungstechniken anwenden,*
- *Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen,*
- *Fehler und Störungen in elektrischen sowie pneumatischen oder hydraulischen Systemen systematisch feststellen, eingrenzen und beheben,*
- *Unter Nutzung von Standardsoftware Prüfprotokolle erstellen und*
- *Schaltungsunterlagen sowie andere technische Kommunikationsunterlagen ändern*

kann.

Die Ausführung des betrieblichen Auftrages ist mit **praxisbezogenen Unterlagen** zu dokumentieren. „Praxisbezogen“ heißt in diesem Zusammenhang, dass die Unterlagen so gestaltet werden, wie es in der Praxis des Betriebes üblich ist oder dieser Praxis möglichst nahe kommt.

Die Dokumentation muss aber auch so ausgestaltet werden, dass die oben genannten Qualifikationen bewertet werden können. Dabei geht es zum Beispiel nicht um die Qualität einer Einzeltätigkeit (beispielsweise eines einzelnen Montageschrittes), sondern um die **Qualität des Ablaufes** einer kompletten Montage und deren zweckmäßiger Organisation. Es soll also der Arbeitsprozess über die Dokumentation beurteilt werden. Die Dokumentation steht – wie bei einem Zertifizierungsverfahren nach ISO 9000 ff – für die ausgeführten Tätigkeiten.

Ein wichtiger Teil der Dokumentation ist das **Ablaufprotokoll**, in dem nicht nur die durchgeführten Arbeitsschritte vermerkt sind, sondern auch die Ergebnisse der prozessbegleitenden Prüfungen und die darauf bezogenen Entscheidungen (siehe Musterformular Seite 43).

Aus dem Ablaufprotokoll geht hervor, die

- Aufteilung des Gesamtauftrages in Teilaufgaben
- Abfolge der Teilaufgaben
- Anpassung von Teilaufgaben
- Bearbeitung der Teilaufgaben
- Prüfschritte zu Teilaufgaben
- Prüfschritte zum Auftrag
- Übergabe des Auftrages an den Kunden

Dieser Ablauf ist allerdings nicht linear, sondern in sich rückgekoppelt, d. h. nach der Bearbeitung einer Teilaufgabe und deren Prüfung ergeben sich Entscheidungen, welcher Teilschritt als nächster ausgeführt werden soll, möglicherweise mit einer neuen Planungsphase. Durch das Ablaufprotokoll soll die Qualität dieser Entscheidungen im Arbeitsprozess bewertbar werden.

Hinzu kommen die beim Arbeitsprozess entstehenden Dokumente, wie Änderungen **von technischen Unterlagen, Anträge** und **Bescheinigungen**, sowie Protokolle über technische Prüfungen.

Alle für die Dokumentation wichtigen Punkte sind in einem Merkblatt zusammengefasst (s. S. 45).

Protokoll über die Beaufsichtigung des betrieblichen Auftrages

Arbeitszeit

Der betriebliche Auftrag wurde vom Prüfungsteilnehmer in der geplanten Zeit komplett fertiggestellt (einschließlich eventueller Nacharbeit):

ja nein Wenn nein: um Std. länger gebraucht

Begründung:.....

.....

Ausführung des betrieblichen Auftrages

Wurde der betriebliche Auftrag selbstständig und ohne fremde Hilfe ausgeführt?

ja nein Wenn nein: Begründung und Umfang der Hilfestellung:

.....

.....

Dokumentation

Die Dokumentation wurde vom Prüfungsteilnehmer selbstständig und ohne fremde Hilfe erstellt.

ja nein Wenn nein: Welche Hilfestellung wurde gegeben:

.....

.....

Datum:

Unterschrift des Prüfungsteilnehmers:.....

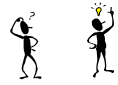
Unterschrift des betrieblichen Betreuers:.....

Ablaufprotokoll

Zum betrieblicher Auftrag.....

Arbeitsschritte	Dauer, Zeit	Kontrolle, Entscheidung, Konsequenzen Hinweise zur Dokumentation

Fragen zur Durchführung der betrieblichen Aufträge und zur Anfertigung der Dokumentation



Was ist zu tun, wenn unvorgesehene Unterbrechungen bei der Durchführung des betrieblichen Auftrages auftreten?

Die Durchführung des betrieblichen Auftrages kann jederzeit unterbrochen werden. Es ist nicht erforderlich, dass der Auftrag „in einem Zug“ erledigt wird. Es muss nur die vorgesehene Maximalzeit von 20 bis 30 Stunden bis zum Abgabetermin eingehalten werden.

Bei Störungen müssen getroffene Entscheidungen und Maßnahmen dokumentiert werden.

Was ist zu tun, wenn sich der betriebliche Auftrag nicht in 30 Stunden zu Ende führen lässt?

Größere Aufträge lassen sich nicht in 30 Stunden abwickeln. Deshalb ist ausdrücklich vorgesehen, dass auch Teilaufträge ausgeführt werden können. Die ausgeführten Arbeiten und das erreichte Teilziel werden entsprechend dokumentiert.

Was passiert, wenn wegen Ablaufs der Zeit keine Dokumentation abgegeben werden konnte?

Der betriebliche Auftrag wird mit null Punkte bewertet, die **gesamte Prüfung ist damit nicht bestanden**.

Sind Körperbehinderte bei der Durchführung des betrieblichen Auftrages benachteiligt?

Die Höchstzeit von 30 Stunden ist in einer Soll-Vorschrift vorgeschrieben. Zum Ausgleich von Nachteilen kann – als Ausnahmeregelung – eine längere Zeit als 30 Stunden beantragt und vom Prüfungsausschuss gewährt werden.

Merkblatt zur Dokumentation des betrieblichen Auftrages

Durch die Ausführung des Auftrages und dessen Dokumentation soll der Prüfling belegen, dass er Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbstständig planen und umsetzen, Material disponieren, Verdrahtungs- und Verbindungstechniken anwenden, Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen, Fehler und Störungen in elektrischen sowie pneumatischen oder hydraulischen Systemen systematisch feststellen, eingrenzen und beheben, sowie unter Nutzung von Standardsoftware Prüfprotokolle erstellen, und Schaltungsunterlagen sowie andere technische Kommunikationsunterlagen, ändern kann.

Die Ausführung des Auftrages wird mit praxisbezogenen Unterlagen dokumentiert. Der Prüfungsausschuss bewertet also die Projektarbeit anhand der Dokumentation. Dabei wird nicht das Ergebnis, z.B. eine funktionierende Einrichtung herangezogen, sondern eine handlungsorientierte Darstellung des Auftragsablaufes.

Inhalt der Dokumentation

- **Deckblatt**
 - Titel des betrieblichen Auftrages
 - Name, Adresse des Prüfungsteilnehmers
 - Name und Adresse des Ausbildungsbetriebes
 - Name und Tel.-Nr. des Betreuers für den betrieblichen Auftrag
 - Ort, Datum, Unterschrift des Prüfungsteilnehmers und des Betreuers
- **Inhaltsverzeichnis**
- **Kopie des zugelassenen Antrages des betrieblichen Auftrages**
- **Beschreibung des Auftrages**

In dieser Auftragsbeschreibung sollen der Ausgangszustand und der angestrebte Zielzustand enthalten sein, sowie die Beschreibung der wirtschaftlichen, technischen, organisatorischen und zeitlichen Vorgaben;
- **Ablaufprotokoll**

oder entsprechend: Arbeitsbericht, Verlaufsprotokoll oder Tätigkeitsangabe mit Zeitraster, Planungsunterlage, u.ä.
- **Technische Unterlagen**

zum Beispiel Abnahmeprotokoll, Inbetriebnahmeprotokoll, Prüfprotokoll, Messprotokoll, Fehlerprotokoll, Übergabeprotokoll, Funktionsbeschreibungen, Stückliste, Schaltplan, Klemmenplan usw.
- **Sachdienliche Hinweise**
- **Persönliche Erklärung**

Umfang der Dokumentation

- Der Umfang der Dokumentation soll in der Regel max. 10 – 15 Seiten umfassen. Zur Anfertigung soll ein Textverarbeitungs-/Tabellenkalkulationssystem genutzt werden.
- Anlage/n, soweit zum Verständnis erforderlich, dabei ist der Umfang auf das Notwendigste zu beschränken.

Die Dokumentation ist in dreifacher Ausfertigung zusammen mit der persönlichen Erklärung bis zu einem von der zuständigen Stelle festgesetzten Termin einzureichen. Verspätet eingereichte Anträge können in der Regel nicht mehr berücksichtigt werden. Es gelten in diesen Fällen die entsprechenden Regelungen der Prüfungsordnung.

Bewertung der Ergebnisse des betrieblichen Auftrages und der Dokumentation

Die Ausbildungsordnung gibt vor, welche Merkmale zu bewerten sind:

§ 4 Abs. 2 (Handlungskompetenz):

Durch die Abschlussprüfung hat der Prüfling nachzuweisen, dass er zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit, die insbesondere selbständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren einschließt, befähigt ist.

§ 8 Abs. 2 (Teil A der Abschlussprüfung):

Durch die Ausführung des Auftrages und dessen Dokumentation soll der Prüfling belegen, dass er

- ◆ Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbständig planen und umsetzen,
- ◆ Material disponieren,
- ◆ Verdrahtungs- und Verbindungstechniken anwenden,
- ◆ Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen,
- ◆ Fehler und Störungen in elektrischen sowie pneumatischen oder hydraulischen Systemen systematisch feststellen, eingrenzen und beheben
- ◆ sowie unter Nutzung von Standardsoftware Prüfprotokolle erstellen, und Schaltungsunterlagen, sowie andere technische Kommunikationsunterlagen, ändern kann.

Die hier angesprochenen Qualifikationen müssen sich auf die im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse, sowie auf den „im Berufsschulunterricht vermittelten Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist“, beziehen.

Die Berufsbildpositionen und Lernfelder (Berufsschule), die die Endqualifikation im wesentlichen widerspiegeln, sind:

Berufsbildpositionen (relevant für Endqualifikation)
15. Programmieren mechatronischer Systeme
16. Zusammenbauen von Baugruppen und Komponenten zu Maschinen und Systemen
17. Montieren und Demontieren von Maschinen, Systemen und Anlagen, Transportieren und Sichern
18. Prüfen und Einstellen von Funktionen an mechatronischen Systemen
19. Inbetriebnehmen und Bedienen mechatronischer Systeme
20. Instandhalten mechatronischer Systeme

Lernfelder (relevant für Endqualifikation)
8. Design und Erstellen mechatronischer Systeme
9. Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen
10. Planen der Montage und Demontage
11. Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung
12. Vorbeugende Instandhaltung
13. Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden

Aus diesen Vorgaben ergeben sich folgende Bewertungsfelder (Aufgaben/ Teilaufgaben), die vom Prüfungsausschuss bewertet werden:

Aufgaben	
Planung	Informationsbeschaffung/ Analyse des Ausgangszustandes
	Arbeits- und Ablaufplanung
	Materialdisposition
Durchführung/ Kontrolle	Montieren/ Demontieren Verdrahten/ Verbinden Einstellen/ Abgleichen
	Programmieren/ Konfigurieren
	Fehlersuche/ Störungsbeseitigung
	Inbetriebnehmen
Doku- men- tation	Ändern/ Erstellen

Bewertet werden die Teilaufgaben, die bei der Antragstellung angegeben wurden.

Die in der Beurteilungsmatrix ausgewählten Teilaufgaben werden mit dem von den Kammern vorgegebenen Punkteschlüssel bewertet. Dabei kommt der eingeführte **PAL-Schlüssel mit den Punkten 10-9-7-5-3-0** zur Anwendung.

Für die Punkte gibt es folgende Beschreibungen:

Punkte	Beschreibung
10	Das Arbeitsergebnis ist einwandfrei
9	Das Arbeitsergebnis weist sehr geringe Mängel auf
7	Das Arbeitsergebnis weist geringe Mängel auf
5	Das Arbeitsergebnis weist fachlich gerade noch vertretbare Mängel auf
3	Das Arbeitsergebnis weist größere Mängel auf
0	Das Arbeitsergebnis weist fachlich nicht mehr vertretbare Mängel auf oder keine Prüfungsleistung erbracht.

Die Bewertungsfelder sollen wie folgt zueinander gewichtet werden:

Bewertungsfelder	Gewichtung
Planung	40 %
Durchführung/Kontrolle	50 %
Gestaltung der Dokumentation	10 %

Bewertungsmatrix betrieblicher Auftrag/Dokumentation

Aufgabe	Beurteilungsmerkmale	Auswahl	Punkte 10/9/7/5/3/0	Gewichtung
Auftrags- beschreibung	Wie verständlich und nachvollziehbar ist die Auftragsbeschreibung und die Auftragszielsetzung ?	1		40 %
Planung	Informations- beschaffung			
	Arbeits- und Ablaufplanung	Wie logisch und in sich nachvollziehbar ist die Arbeits- und Ablaufplanung unter Beachtung der Vorgaben?		
		Wie zweckmäßig wurden die Unterlagen/ Zeichnungen/ Pläne ausgewertet und notwendige Komponenten ausgewählt?		
Material- disposition	Wie zweckmäßig wurden Material, Betriebsmittel und Werkzeuge geplant und disponiert?			
		Summe:		x 4/n
Durchführung/Kontrolle	Montieren/ Demontieren	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Montieren/ Demontieren in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?		50 %
	Verdrahten/ Verbinden	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Verdrahten/ Verbinden in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?		
	Einstellen/ Abgleichen	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Einstellen/ Abgleichen durchgeführt worden?		
	Programmieren/ Konfigurieren	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte bei den Programmier- und Konfigurationsarbeiten in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?		
	Fehlersuche/ Störungs- beseitigung	Wie systematisch und zielorientiert wurde die Fehlersuche und Störungsbeseitigung durchgeführt ?		
	Inbetrieb- nehmen	Wie fachgerecht wurden Funktionsprüfungen und die Übergabe/ Freigabe durchgeführt ?		
		Wie fachgerecht wurden Sicherheitsprüfungen durchgeführt ?		
		Summe:		x 5/n
Doku- ment.	Ändern/ Erstellen	Wie systematisch, übersichtlich und fachgerecht ist die Dokumentation gestaltet ?	1	
				Summe: <input style="width: 40px; height: 20px;" type="text"/>

Punkte	Beschreibung
10	Das Arbeitsergebnis ist einwandfrei
9	Das Arbeitsergebnis weist sehr geringe Mängel auf
7	Das Arbeitsergebnis weist geringe Mängel auf
5	Das Arbeitsergebnis weist fachlich gerade noch vertretbare Mängel auf
3	Das Arbeitsergebnis weist größere Mängel auf
0	Das Arbeitsergebnis weist fachlich nicht mehr vertretbare Mängel auf oder keine Prüfungsleistung erbracht.

Herleitung der Beurteilungsmerkmale

	Aufgaben	Bewertungskriterien nach der Rechtsverordnung	Beurteilungsmerkmale	Bewertungsgrundlagen
Planung	Auftragsbeschreibung		Wie verständlich und nachvollziehbar ist die Auftragsbeschreibung und die Auftragszielsetzung?	Beurteilung anhand des Zulassungsantrages, Ausgangs-/ Zielzustandsbeschreibung, technische Unterlagen, Bild, Schema, Skizzen
	Informationsbeschaffung/ Analyse des Ausgangszustandes	Der Prüfling soll belegen, dass er Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbstständig planen kann	Wie vollständig wurden notwendige Informationen beschafft und die Rahmenbedingungen geklärt?	Beurteilung anhand des Zulassungsantrages, Ausgangs-/ Zielzustandsbeschreibung, technische Unterlagen, Bild, Schema, Skizzen sowie der Beschreibung von tech./organisatorischen Rahmenbedingungen
	Arbeits- und Ablaufplanung		Wie zweckmäßig wurden die notwendigen Komponenten ausgewählt und Zeichnungen/Pläne erstellt?	Beurteilung anhand der entstehenden Planungsunterlagen
			Wie logisch und in sich nachvollziehbar ist die Ablaufplanung unter Beachtung der Vorgaben?	Beurteilung anhand der entstehenden Planungsunterlagen sowie anhand des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
	Materialdisposition	Der Prüfling soll belegen, dass er Material disponieren kann	Wie zweckmäßig wurden Material, Betriebsmittel und Werkzeuge geplant und disponiert?	Beurteilung anhand der entstehenden Dispositionsunterlagen und des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
Durchführung/Kontrolle	Montieren/ Demontieren	Der Prüfling soll belegen, dass er Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbstständig umsetzen kann	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte bei der Montage- und Demontageabläufe in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?	Beurteilung anhand des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
	Verdrahten/ Verbinden	Der Prüfling soll belegen, dass er Verdrahtungs- und Verbindungstechniken anwenden kann	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Verdrahten/ Verbinden in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?	Beurteilung anhand des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
	Einstellen/ Abgleichen	Der Prüfling soll belegen, dass er Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen kann	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte beim Einstellen/ Abgleichen in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?	Beurteilung anhand des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
	Programmieren/ Konfigurieren	Der Prüfling soll belegen, dass er Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbstständig umsetzen kann	Wie sach- und fachgerecht sind die Arbeitsschritte bei den Programmier- und Konfigurationsarbeiten in Bezug auf die ausgewählten Teilaufgaben durchgeführt worden?	Beurteilung anhand des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
	Fehlersuche/ Störungsbeseitigung	Der Prüfling soll belegen, dass er Fehler und Störungen in elektrischen sowie pneumatischen oder hydraulischen Systemen systematisch feststellen, eingrenzen und beheben kann	Wie systematisch und zielorientiert wurde die Fehlersuche/ Störungsbeseitigung durchgeführt?	Beurteilung anhand des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
	Inbetriebnehmen	Der Prüfling soll belegen, dass er Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbstständig umsetzen kann	Wie fachgerecht wurden Funktionskontrollen durchgeführt?	Beurteilung anhand von Mess- und Prüfprotokollen und des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
			Wie fachgerecht wurden Sicherheitsprüfungen durchgeführt?	Beurteilung anhand von Mess- und Prüfprotokollen und des Ablaufprotokolls mit Zeitraster und begründeten Entscheidungen
Wie nachvollziehbar wurde die Übergabe durchgeführt?			Beurteilung anhand des Freigabe-/Übergabeprotokolls	
Dokumentation	Ändern/ Erstellen	Der Prüfling soll belegen, dass er unter Nutzung von Standardsoftware Prüfprotokolle erstellen kann	Wie systematisch und ansehnlich dargestellt ist die Dokumentation?	Beurteilung anhand der entstandenen Dokumente

Fachgespräch

Im Fachgespräch soll der Prüfling zeigen, dass er

- fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen,
- die für den Auftrag relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen, sowie
- die Vorgehensweisen bei der Ausführung des Auftrages begründen kann.

Prüfungsausschuss und Prüfling führen ein Fachgespräch, in dem auftragsbezogene Probleme und deren Lösungen erörtert werden.

Ein Fachgespräch hat einen anderen Charakter als eine mündliche Prüfung. Hier geht es nicht um richtig oder falsch, sondern um die Erörterung komplexer Sachverhalte, die durchaus unterschiedlich beurteilt werden können – je nachdem welche Randbedingungen technischer, wirtschaftlicher oder arbeitsorganisatorischer Art vorliegen.

Vorbereitung des Fachgespräches

Das Fachgespräch ist thematisch auf den durchgeführten betrieblichen Auftrag festgelegt. Deshalb sollte es bei der Durchsicht der Dokumentation vorbereitet werden. Bei der Durchsicht der Dokumentation ergibt sich die Möglichkeit, die Vorgehensweise des Prüflings zu analysieren, und sich Notizen zu machen für Fragen an den Prüfling (s. S. 51).

Die gefundenen Fragestellungen werden dann anlässlich der Bewertung im Prüfungsausschuss erörtert und ausgewählt. Dabei ist zu bedenken, dass in 30 Minuten lediglich 5 bis 8 Fragestellungen bearbeitet werden können.

Durchführung des Fachgespräches

Zu Beginn des Fachgespräches sollte dem Prüfling Gelegenheit gegeben werden, den Auftrag vorzustellen. Zum Beispiel:

- Ausgangszustand, angestrebtes und erreichtes Ziel,
- Arbeitsschritte,
- Erläuterung der Abweichungen von dem beantragten Auftrag und der Zeitplanung.

Der Prüfungsausschuss kann daran seine Fragestellungen direkt anschliessen.

Alle für das Fachgespräch wichtigen Punkte sind in einem Merkblatt zusammengefasst (s. S. 52).

Bewertungsmatrix Fachgespräch

- Muster -

Beurteilungsmerkmale	Fragen zum betrieblichen Auftrag	Gewichtung	Punkte
Darstellung fachbezogener Probleme und deren Lösung	a)	33,3 %	
		
	b)		
		
	c)		
		
Aufzeigen der für den Auftrag relevanten fachlichen Hintergründe	a)	33,3 %	
		
	b)		
		
	c)		
		
Begründung für die Vorgehensweise bei der Ausführung des Auftrages	a)	33,3 %	
		
	b)		
		
	c)		
		
	Summe:	100 %	

Merkblatt zum Fachgespräch

Durch das Fachgespräch soll der Prüfling zeigen, dass er fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen, die für den Auftrag relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen, sowie die Vorgehensweise bei der Ausführung des Auftrages begründen kann.

Vorbereitung des Fachgespräches:

- Bei der Durchsicht und Bewertung der Dokumentation sind die Fragen für das Fachgespräch festzulegen. Dabei ist es sinnvoll, dass ein Mitglied des Prüfungsausschuss diese Fragen im Formblatt >Bewertung des Fachgespräches< einträgt.
- Die Bewertung des Fachgespräches nimmt der Prüfungsausschuss unmittelbar nach Ende des Fachgespräches vor.
- Die Bewertung der Dokumentation darf nicht in die Bewertung des Fachgespräches einfließen. Es ist aber möglich, im Fachgespräch auf Themen einzugehen, die in der Dokumentation des Auftrages fehlerhaft oder un schlüssig dargestellt wurden, um zu hinterfragen, ob die Thematik beherrscht wird.

Hinweise zum Fachgespräch

- Für das Fachgespräch ist ein zeitlicher Rahmen von insgesamt 30 Minuten vorgesehen.
- Zu Beginn des Fachgespräches kann der Prüfungsausschuss eine kurze Vorstellung des betrieblichen Auftrages verlangen. Eine eigenständig zu bewertende Präsentation ist nicht vorgesehen.
- Der Prüfling soll im Fachgespräch die Gelegenheit erhalten, zu zeigen, dass er „den für die Durchführung des betrieblichen Auftrages relevanten fachlichen Hintergrund aufzeigen, sowie die Vorgehensweise begründen kann“.
- Gegenstand des Fachgespräches dürfen demnach nur die für den betrieblichen Auftrag relevanten Fachinhalte und Hintergründe sein. Dazu ist es möglich, den Prüfling die Vorgehensweise beim betrieblichen Auftrag oder bei einzelnen Teilen des betrieblichen Auftrages begründen zu lassen.
- Weitergehende Fachfragen, ohne Bezug zum betrieblichen Auftrag, sind nicht zulässig und dürfen somit auch nicht in die Bewertung einfließen.

Gestaltung der Zwischenprüfung

In den Prüfungsordnungen der Industrie- und Handelskammern ist die Übernahme überregional erstellter Prüfungsaufgaben und – soweit überregionale Aufgaben nicht vorhanden sind – die Beschlussfassung durch den Prüfungsausschuss geregelt (MPO §14 Absatz 1 und 2). Dabei kann die Regelung für die Zwischenprüfung anders sein als für die Abschlussprüfung.

Die folgenden Ausführungen sind insbesondere für Prüfungsausschüsse gedacht, die eine eigene Zwischenprüfung erstellen wollen.

Vorgaben für die Arbeitsaufgabe

Die Vorgaben, nach der die zu bearbeitende Arbeitsaufgabe zu gestalten ist, sind in §7 Absatz 3 beschrieben.

§ 7 Zwischenprüfung	
(3) Der Prüfling soll in höchstens sieben Stunden unter Verwendung vorgefertigter Teile eine Arbeitsaufgabe bearbeiten.	
Hierfür kommt insbesondere in Betracht: Anfertigen und Prüfen einer funktionsfähigen mechatronischen Komponente nach Unterlagen, einschließlich	Dabei soll der Prüfling zeigen , dass er
<ul style="list-style-type: none">• manuelles und maschinelles Bearbeiten,• Zusammenbauen,• Verdrahten und Verschlauchten sowie• Anfertigen eines Arbeitsplanes und eines Prüf- und Meßprotokolls.	<ul style="list-style-type: none">• die Funktion, die elektrischen Schutzmaßnahmen und die Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen prüfen,• mechanische und elektrische Betriebswerte einstellen und messen, sowie• Produktionsabläufe, insbesondere den Zusammenhang von Technik, Arbeitsorganisation, Arbeitssicherheit und Wirtschaftlichkeit berücksichtigen kann.

Nachzuweisende Qualifikationen

Aus der Formulierung „dabei soll der Prüfling zeigen, dass er“ wird deutlich, dass in der Zwischenprüfung mindestens die aufgezählten Qualifikationen vom Prüfling nachzuweisen sind.

Hierbei handelt es sich um eine Soll-Vorschrift, von der nur in Ausnahmefällen abgewichen werden darf.

Aus dem vorgegebenen Anforderungskatalog folgt, dass in der Arbeitsaufgabe

- eine Baugruppe mit 230 Volt Netzspannung vorhanden sein muss, an der der Prüfling die elektrischen Schutzmaßnahmen und die Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen prüfen muss, sowie
- mechanische und elektrische Funktionen realisiert sein müssen, an denen der Prüfling mechanische und elektrische Betriebswerte einstellen und messen kann.
- Entscheidungsspielräume für den Prüfling vorhanden sein müssen, damit geprüft werden kann, dass der Prüfling selbständig plant und dabei Produktionsabläufe, insbesondere den Zusammenhang von Technik, Arbeitsorganisation, -sicherheit und Wirtschaftlichkeit, berücksichtigt.

Die **Arbeitsaufgabe** und die **Prüfungsinstrumente** sind also so auszuwählen, dass

- der Prüfling diese Qualifikationen nachweisen kann und
- die geforderten Qualifikationen seitens des Prüfungsausschusses bewertbar sind.

Zu den nachzuweisenden Qualifikationen gehört auch die in §4 Absatz 2 beschriebene Handlungskompetenz.

§ 4

Ausbildungsrahmenplan

(2) Die in dieser Verordnung genannten Fertigkeiten und Kenntnisse sollen so vermittelt werden, dass der Auszubildende zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit im Sinne des § 1 Abs. 2 des Berufsbildungsgesetzes befähigt wird,

die insbesondere selbständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren einschließt. Diese Befähigung ist auch in den Prüfungen nach den §§ 7 und 8 nachzuweisen.

Ermittlung des Ausbildungsstandes

§7

Zwischenprüfung

(1) Zur **Ermittlung des Ausbildungsstandes** ist eine Zwischenprüfung durchzuführen. ...

(2) Die Zwischenprüfung erstreckt sich auf die in der Anlage für das erste Ausbildungsjahr und für das dritte Ausbildungshalbjahr aufgeführten **Fertigkeiten und Kenntnisse**, sowie auf den im Berufsschulunterricht entsprechend dem Rahmenlehrplan zu vermittelnden **Lehrstoff**, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

Durch die Zwischenprüfung soll der Ausbildungsstand festgestellt werden. Das Ergebnis der Zwischenprüfung gibt den Ausbildern und Berufsschullehrern die Möglichkeit, gegebenenfalls korrigierend, ergänzend und fördernd auf die weitere Berufsausbildung einzuwirken.

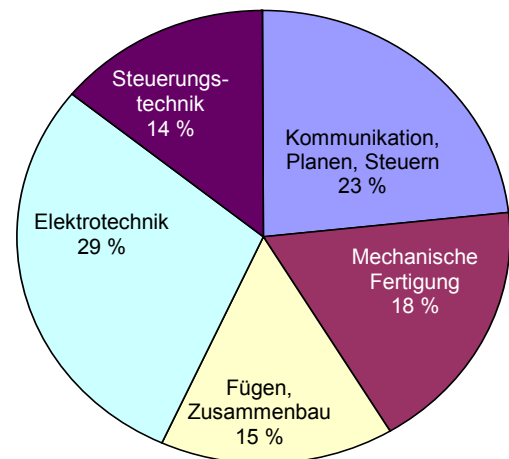
Entsprechend diesem Zweck der Zwischenprüfung ist in § 7 Absatz 2 vorgesehen, dass der Prüfungsgegenstand die Qualifikationen aus dem Ausbildungsrahmenplan und dem Rahmenlehrplan für die ersten 18 Monate sind.

Die nebenstehende Grafik zeigt die zeitliche Verteilung der Ausbildungsinhalte der ersten 18 Monate.

Beispielsweise macht die mechanische Fertigung nur 18 % der Vermittlungszeit aus. Es wäre also nicht angemessen, wenn diese Qualifikation in der Arbeitsaufgabe und in der Bewertung dominieren würde. Die Schwerpunkte müssen vielmehr bei der Elektrotechnik und bei der Arbeitsplanung/ Kommunikation liegen.

Die in der Zwischenprüfung zu bearbeitende Arbeitsaufgabe muss also diesen Vorgaben entsprechen.

Zeitliche Verteilung der Ausbildungsinhalte in den ersten 18 Monaten



Vorgegebenes Richtbeispiel

§7 Zwischenprüfung
(3) Hierfür kommt insbesondere in Betracht: Anfertigen und Prüfen einer funktionsfähigen mechatronischen Komponente nach Unterlagen, einschließlich <ul style="list-style-type: none">• manuelles und maschinelles Bearbeiten,• Zusammenbauen,• Verdrahten und Verschlauchten sowie• Anfertigen eines Arbeitsplanes und eines Prüf- und Meßprotokolls.

Die beschriebenen Qualifikationen sind die wesentlichen Ausbildungsinhalte der ersten 18 Monate.

Die Formulierung „*kommt insbesondere in Betracht*“ weist darauf hin, dass die nachfolgende Beschreibung neben anderen in Frage kommt. Das „insbesondere“ bedeutet, dass diese Beschreibung überwiegend/ hauptsächlich zum Tragen kommen soll. Damit ist diese Aufgabenbeschreibung eine Vorgabe, von der abgewichen werden darf. Es können auch andere oder weitere Inhalte des Ausbildungsrahmenplans der ersten 18 Monate in der Arbeitsaufgabe abgebildet werden.

Es kann also auch von der Beschreibung „*Anfertigen einer Komponente*“ abgewichen werden. Beispielsweise könnte auch „*Ändern eines mechatronischen Systems*“ oder „*Instandsetzen eines mechatronischen Systems*“ als Arbeitsaufgabe vorgegeben werden.

Verwendung vorgefertigter Teile

Die Verwendung vorgefertigter Teile entspricht dem Leitbild des Berufes. Nach diesem Leitbild arbeiten die Mechatroniker/innen mit fertigen Komponenten, aus denen die Maschinen und Systeme zusammengestellt werden bzw. die bei einer Reparatur ausgetauscht werden.

Charakter der Arbeitsaufgabe

Das Wort "**Arbeitsaufgabe**" weist darauf hin, dass in der Zwischenprüfung eine Aufgabenstellung gewählt werden soll, die betriebsüblichen Arbeiten entspricht. Das Wort "Arbeitsaufgabe" weist aber auch darauf hin, dass spezielle Prüfungsinstrumente (wie beispielsweise Prüfungsstück, Arbeitsproben, betriebliche Aufgabe, Fachgespräch, etc.) nicht vorgegeben sind und der Prüfungsausschuss einen **breiten Ermessensspielraum** hat, wie er diese Fragen regelt. Die Prüfungsverfahren müssen allerdings zu den zu prüfenden Qualifikationen adäquat sein.

Zu berücksichtigen ist auch, dass die Zwischenprüfung dem Auszubildenden die Möglichkeit bietet, eine Prüfungssituation zu erleben und zu trainieren. Deshalb sollten die Prüfungsbedingungen weitestgehend denen der Abschlussprüfung entsprechen.

Prüfungsinstrumente

Bei den **Prüfungsstücken** soll ein Gegenstand angefertigt werden. Es wird lediglich das *Endergebnis* beurteilt. Bei der Prüfungsdurchführung muß nur eine Prüfungsaufsicht gestellt werden, die den ordnungsgemäßen Ablauf der Prüfung sicherstellt. Die Bewertung durch den Prüfungsausschuß kann zeitlich getrennt von der Durchführung erfolgen. Die Prüfungsstücke müssen daher auch so gestaltet werden, daß sich ein zutreffendes Urteil über die Qualifikation des Prüflings anhand des Endergebnisses treffen läßt.

Bei dem "Prüfungsstück" muss es sich nicht um ein Werkstück handeln, Gegenstand eines Prüfstückes kann auch ein Brief, eine Arbeitsplanung, ein Prüfprotokoll oder ein Programm sein.

Bei den **Arbeitsproben** sollen auch Zwischenergebnisse und Vorgehensweise beurteilt werden. Daher muß der Prüfungsausschuß bei der Durchführung einer Arbeitsprobe anwesend sein, um Verhaltensweisen des Prüflings oder Zwischenergebnisse, die möglicherweise nach Abschluss der Prüfung nicht mehr vorhanden sind, bewerten zu können.

Bei einem **betrieblichen Auftrag** handelt es sich nicht um eine standardisierte, zentral erstellte Aufgabenstellung, sondern es sollen die tatsächlichen Inhalte der betrieblichen Ausbildung berücksichtigt werden, die je nach betrieblicher Anforderung und Aufgabenspektrum unterschiedlich sein können. Vorzugsweise soll es sich hierbei um einen „echten“ Kundenauftrag oder im Betrieb zu erledigenden Auftrag handeln. Es könnte sich auch um einen Auftrag handeln, der von seinem Charakter und fachlichen Anforderungen her einem betrieblichen Auftrag entspricht und sich an betrieblichen Zusammenhängen orientiert.

Bei einer **mündlichen Prüfung** werden typischerweise seitens des Prüfungsausschusses Fragen zum Fachwissen gestellt.

Ein **Fachgespräch** hat demgegenüber einen anderen Charakter. Hier geht es nicht um richtig oder falsch, sondern um die Erörterung komplexerer Sachverhalte, die durchaus unterschiedlich beurteilt werden können – je nachdem, welche Randbedingungen technischer, wirtschaftlicher oder arbeitsorganisatorischer Art vorliegen. Bei einem Fachgespräch kann es sich deshalb nicht vorrangig um den Austausch/das Abfragen von Fachwissen handeln, sondern um eine Problemorientierung an der Handlungslogik.

Gestaltungsrahmen des Prüfungsausschusses

Die Formulierung der Zwischenprüfungsanforderung – Offenheit bei den einsetzbaren Prüfungsinstrumenten, ein Richtbeispiel sowie die nachzuweisenden Qualifikationen als zwingende Soll-Vorschrift – ist gewählt worden, um den Prüfungsausschüssen Handlungsspielräume bei der Gestaltung der Arbeitsaufgabe zu geben.

Der Prüfungsausschuss kann also entscheiden, wie die Aufgabenstellung ausgestaltet wird, und welche Prüfungsverfahren eingesetzt werden. Er muss allerdings im Rahmen der Festlegungen der Ausbildungsordnung bleiben und darf keine Qualifikation abfordern, die nicht im Ausbildungsrahmenplan aufgeführt ist.

Die Intentionen des Ausbildungsberufes, der beabsichtigte Zweck der Zwischenprüfung, sowie die Vorgaben der Zwischenprüfungsanforderung, lassen sich am besten erfüllen, wenn die Zwischenprüfung an einem mechatronischen System vorgenommen wird.

Die Aufgabenstellung und die Auswahl der Prüfungsinstrumente muss so erfolgen, dass die vorgeschriebenen Qualifikationen auch nachgewiesen werden können.

Deshalb kann auch nicht ausschliesslich ein Prüfungsstück bei der Zwischenprüfung im Mittelpunkt stehen, da mit diesem Prüfungsinstrument nur Ergebnisse nicht aber facharbeiteradäquate Vorgehensweisen beurteilt werden können. Für den zukünftigen Mechatroniker sind das systemische Denken, das planvolle Vorgehen, das zielgerichtete Informieren etc. Kernpunkte seiner Qualifikation.

Bezüglich der Prüfungsanforderung „Produktionsabläufe, insbesondere den Zusammenhang von Technik, Arbeitsorganisation, Arbeitssicherheit und Wirtschaftlichkeit zu berücksichtigen“, hat sich in der Prüfungspraxis ein prüfungsbegleitendes Gespräch, ggf. in nachbereitender Form, bewährt.

Dann können Fragen gestellt werden wie:

- Warum haben Sie die von Ihnen gewählte Lösung realisiert?
- Welche Alternativen gibt es?
- Warum haben Sie sich nicht für folgende Lösung entschieden?
- Wie würden Sie vorgehen, wenn ...?
- Welche Sicherheitsbestimmungen haben Sie bei der Problemlösung berücksichtigt?

Diese Art der Fragen hat allerdings nur dann einen Sinn, wenn der Prüfling bei der Durchführung der Zwischenprüfung Handlungsspielräume hat und er eigenständig Problemlösungen entwickeln muss. Dies entspricht dem Leitbild des Mechatronikers.

Erläuterungen prüfungsrelevanter Vorschriften

Handlungskompetenz

**§ 4
Ausbildungsrahmenplan**

(2) Die in dieser Verordnung genannten Fertigkeiten und Kenntnisse sollen so vermittelt werden, dass der Auszubildende zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit im Sinne des § 1 Abs. 2 des Berufsbildungsgesetzes befähigt wird, die insbesondere selbständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren einschließt. Diese Befähigung ist auch in den Prüfungen nach den §§ 7 und 8 nachzuweisen.

Die Veränderungen der Arbeitsorganisation in den Betrieben fordert den selbständig und verantwortlich handelnden Facharbeiter, der selbstgesteuert qualifizierte berufliche Tätigkeiten ausübt.

Ziel der Ausbildung ist deshalb die „**Handlungskompetenz**“, d. h. im Mittelpunkt der Ausbildung steht die Befähigung, qualifizierte berufliche Tätigkeiten auszuüben. Die angestrebte Facharbeiterqualifikation wird nicht lediglich als die Summe von Fertigkeiten und Kenntnissen verstanden, sondern sie wird auch in der selbständigen Wahrnehmung der Planung, Durchführung und Kontrolle der Facharbeiteraufgaben gesehen.

Die Befähigung „Handlungskompetenz“ ist in der Zwischen- und Abschlussprüfung nachzuweisen.

Zwischenprüfung

**§ 7
Zwischenprüfung**

(1) Zur Ermittlung des Ausbildungsstandes ist eine Zwischenprüfung durchzuführen. Sie soll vor dem Ende des zweiten Ausbildungsjahres stattfinden.

(2) Die Zwischenprüfung erstreckt sich auf die in der Anlage für das erste Ausbildungsjahr und für das dritte Ausbildungshalbjahr aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse, sowie auf den im Berufsschulunterricht entsprechend dem Rahmenlehrplan zu vermittelnden Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

(3) Der Prüfling soll in höchstens sieben Stunden unter Verwendung vorgefertigter Teile eine Arbeitsaufgabe bearbeiten. Hierfür kommt insbesondere in Betracht:

Anfertigen und Prüfen einer funktionsfähigen mechatronischen Komponente nach Unterlagen, einschließlich manuelles und maschinelles Bearbeiten, Zusammenbauen, Verdrahten und Verschlauchten, sowie Anfertigen eines Arbeitsplanes und eines Prüf- und Messprotokolls.

Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er die Funktion, die elektrischen Schutzmaßnahmen und die Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen, prüfen, mechanische und elektrische Betriebswerte einstellen und messen, sowie Produktionsabläufe, insbesondere den Zusammenhang von Technik, Arbeitsorganisation, Arbeitssicherheit und Wirtschaftlichkeit berücksichtigen kann.

Nach dem Berufsbildungsgesetz ist mindestens eine Zwischenprüfung durchzuführen. Das Ergebnis der Zwischenprüfung dient der Ermittlung des Ausbildungsstandes und gibt den Ausbildern und Berufsschullehrern die Möglichkeit, gegebenenfalls korrigierend, ergänzend und fördernd auf die weitere Berufsausbildung einzuwirken. Außerdem bietet sie den Auszubildenden die Möglichkeit, eine Prüfungssituation zu erleben und zu trainieren.

Das Ergebnis der Zwischenprüfung hat keine rechtlichen Folgen für die Fortsetzung des Ausbildungsverhältnisses und geht auch nicht in das Ergebnis der Abschlussprüfung ein. Jedoch ist die Teilnahme an der Zwischenprüfung eine Voraussetzung für die Zulassung zur Abschlussprüfung.

§7 Absatz 1: Zweck und Zeitpunkt der Zwischenprüfung

(1) Zur **Ermittlung des Ausbildungsstandes** ist eine Zwischenprüfung durchzuführen. Sie soll vor dem **Ende des zweiten Ausbildungsjahres** stattfinden.

Damit die Funktion der Zwischenprüfung erfüllt werden kann, müssen der Ausbildungsbetrieb, die Berufsschule und der Auszubildende ein differenziertes Ergebnis der Zwischenprüfung erhalten, aus dem eventuelle Defizite ablesbar sind.

Die Zwischenprüfung findet vor dem Ende des zweiten Ausbildungsjahres, d. h. im vierten Ausbildungshalbjahr, statt.

§7 Absatz 2: Gegenstand der Zwischenprüfung

(2) Die Zwischenprüfung erstreckt sich auf die in der Anlage für das erste Ausbildungsjahr und für das dritte Ausbildungshalbjahr aufgeführten **Fertigkeiten und Kenntnisse**, sowie auf den im Berufsschulunterricht entsprechend dem Rahmenlehrplan zu vermittelnden **Lehrstoff**, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

Damit können alle für die ersten 18 Monate im **Ausbildungsrahmenplan** genannten Qualifikationen, sowie alle Lernziele und Lerninhalte, die nach dem **KMK-Rahmenlehrplan** während der ersten 18 Monate in der Berufsschule zu vermitteln sind, in der Zwischenprüfung geprüft werden.

Auch die Befähigung **zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit, die insbesondere selbständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren einschließt, ist** in der Zwischenprüfung nachzuweisen.

§7 Absatz 3: Prüfungsanforderung der Zwischenprüfung

(3) Der Prüfling soll in **höchstens sieben Stunden** unter Verwendung vorgefertigter Teile eine **Arbeitsaufgabe** bearbeiten.

Der Höchstwert von 7 Stunden darf nicht überschritten, aber auch nicht beliebig unterschritten werden. Die Rechtsprechung geht davon aus, dass ca. 2/3 der angegebenen Zeit von 7 Stunden die entsprechende Mindestzeit ist.

Das Wort "**Arbeitsaufgabe**" weist darauf hin, dass in der Zwischenprüfung eine **Aufgabenstellung** gewählt werden soll, **die betriebsüblichen Arbeiten entspricht**. Das Wort "Arbeitsaufgabe" weist aber auch darauf hin, dass **spezielle Prüfungsinstrumente** (wie beispielsweise Prüfungstück, Arbeitsproben, Fachgespräch) **nicht vorgegeben** sind. Die Prüfungsverfahren müssen allerdings zu den zu prüfenden Qualifikationen adäquat sein.

(3) Der Prüfling soll ... **unter Verwendung vorgefertigter Teile eine Arbeitsaufgabe** bearbeiten.

Diese Formulierung entspricht dem Leitbild des Berufes. Nach diesem Leitbild arbeiten die Mechatroniker/innen mit fertigen Komponenten, aus denen die Systeme zusammengestellt werden bzw. bei einer Reparatur ausgetauscht werden. Aus dem ersten Satz geht nicht hervor, um welchen Typ von Arbeitsaufgabe – Erstmontage, Ändern eines Systems, Instandhalten oder Betreiben eines mechatronischen Systems – es sich handelt. Dies ist eine sogenannte **"Soll"-Vorschrift, von der nur in begründeten Ausnahmefällen abgewichen werden darf.**

(3) **Hierfür kommt insbesondere in Betracht:**

Anfertigen und Prüfen einer funktionsfähigen mechatronischen Komponente nach Unterlagen, einschließlich manuelles und maschinelles Bearbeiten, Zusammenbauen, Verdrahten und Verschlauchten sowie Anfertigen eines Arbeitsplanes und eines Prüf- und Messprotokolls.

Die Formulierung „kommt insbesondere in Betracht“ weist darauf hin, dass die nachfolgende Beschreibung neben anderen in Frage kommt. Das „insbesondere“ bedeutet, dass diese Beschreibung überwiegend/ hauptsächlich zum Tragen kommen soll. Damit ist diese **Aufgabenbeschreibung eine Vorgabe, von der abgewichen werden darf.**

(3) Dabei **soll der Prüfling zeigen**, dass er

- die Funktion, die elektrischen Schutzmaßnahmen und die Einhaltung von Sicherheitsbestimmungen prüfen,
- mechanische und elektrische Betriebswerte einstellen und messen, sowie
- Produktionsabläufe, insbesondere den Zusammenhang von Technik, Arbeitsorganisation, Arbeitssicherheit und Wirtschaftlichkeit berücksichtigen kann.

An dieser Formulierung wird deutlich, dass in der Zwischenprüfung **mindestens die aufgezählten Qualifikationen vom Prüfling nachzuweisen sind.** Auch hier handelt es sich um eine **Soll-Vorschrift, von der nur in Ausnahmefällen abgewichen werden darf.**

Zulassung zur Abschlussprüfung

Um zur Abschlussprüfung durch die zuständige Stelle zugelassen zu werden, müssen nach § 39 des Berufsbildungsgesetzes folgende Bedingungen erfüllt sein:

Der Auszubildende muss

- in das Verzeichnis der Berufsausbildungsverhältnisse eingetragen sein,
- seine Ausbildungszeit zurückgelegt haben bzw. die Ausbildungszeit muss spätestens zwei Monate nach der Prüfung enden,
- seine Berichtshefte geführt haben und
- an der Zwischenprüfung teilgenommen haben.

Konzeption der Abschlussprüfung

Nach dem Berufsbildungsgesetz soll durch die Abschlussprüfung festgestellt werden, „ob der Prüfling die erforderlichen Fertigkeiten beherrscht, die notwendigen praktischen und theoretischen Kenntnisse besitzt und mit dem im Berufsschulunterricht vermittelten, für die Berufsausbildung wesentlichen Lehrstoff vertraut ist.“ Oder anders ausgedrückt: Durch die Abschlussprüfung soll festgestellt werden, ob der Prüfling auf Grund seiner in der Ausbildung erworbenen Qualifikationen in der Lage ist, die Tätigkeit eines Facharbeiters auszuführen.

Für den Mechatroniker/Mechatronikerin wurde deshalb für diesen Beruf eine Abschlussprüfung konzipiert, in der geprüft wird, was diese Fachkräfte in ihrer beruflichen Praxis können sollen:

- **Handeln im Einsatzfeld mit realen Arbeitsaufgaben an realen Arbeitsgegenständen**
- **Ganzheitliches, prozesshaftes Arbeiten**

Um diese Zielsetzung zu erreichen, wurden folgende Prüfungsteile realisiert:

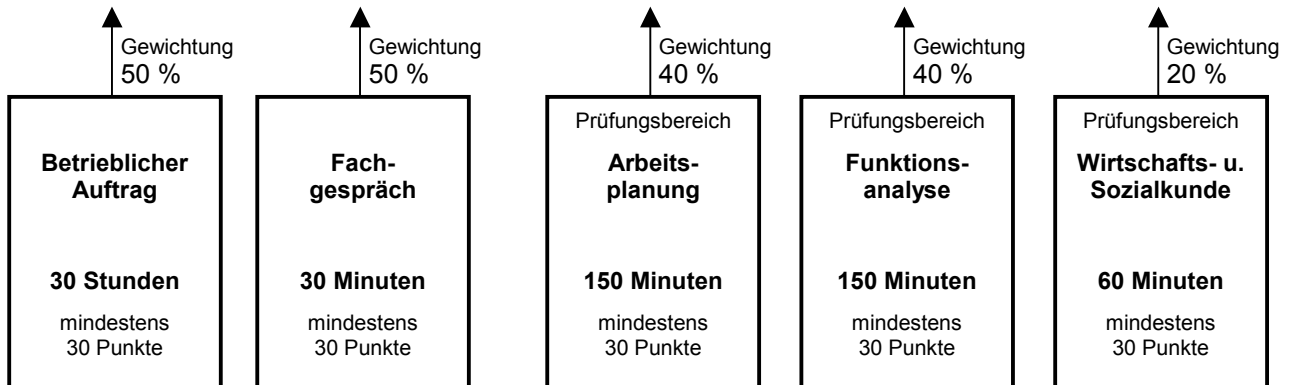
In einem **Teil A der Abschlussprüfung** ist die **Bearbeitung eines betrieblichen Auftrages** vorgesehen. „Betrieblicher Auftrag“ heißt, dass als Prüfungsgegenstand ein Auftrag aus dem Betriebsalltag erledigt wird, und nicht ein standardisiertes, nach Machbarkeits- und Beurteilungskriterien entwickeltes Prüfstück angefertigt wird.

In diesem Prüfungsteil ist es erwünscht, dass das eigentliche Facharbeiterhandeln im Rahmen des Qualifikationsprofils mit seinen betriebsspezifischen Besonderheiten Gegenstand der Prüfung wird. Teil dieses Facharbeiterhandelns ist das Anfertigen von Planungsunterlagen einschließlich das Durchführen der Materiallogistik, Organisieren der Arbeit mit den notwendigen Absprachen im Team und mit vor- und nachgelagerten Bereichen. Dazu gehört auch die Dokumentation der vollzogenen Arbeitsschritte und der vorgenommenen technischen Prüfungen entsprechend der Kriterien des Qualitätsmanagements. Die Qualität des Facharbeiterhandelns, d. h. die Zielorientiertheit der Planung und Durchführung unter Beachtung der wirtschaftlichen, technischen, qualitativen, organisatorischen und zeitlichen Rahmenbedingungen, wird anhand dieser Dokumente beurteilt. Im weiteren führt der Prüfungsausschuss mit dem Prüfling hierüber ein Fachgespräch.

Der **Teil B der Abschlussprüfung** besteht aus den Prüfungsbereichen **Arbeitsplanung** und **Funktionsanalyse** sowie **Wirtschafts- und Sozialkunde**.

In den Prüfungsbereichen Arbeitsplanung und Funktionsanalyse soll jeweils eine Aufgabe gestellt werden. Bei diesen Aufgaben soll es sich nicht um Wissensfragen handeln, sondern um komplexe Aufgabenstellungen, wie sie in der Praxis vorkommen.

Mechatroniker Abschlussprüfung



Gegenstand der Abschlussprüfung

§ 8 Abschlussprüfung

1) Die **Abschlussprüfung** erstreckt sich auf die in der Anlage aufgeführten Fertigkeiten und Kenntnisse, sowie auf den im Berufsschulunterricht vermittelten Lehrstoff, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

(2) Der Prüfling soll in **Teil A der Prüfung** in höchstens 30 Stunden einen **betrieblichen Auftrag** bearbeiten und dokumentieren, sowie in höchstens 30 Minuten hierüber ein Fachgespräch führen. Hierfür kommt insbesondere folgende Aufgabe in Betracht:

Errichten, Ändern oder Instandhalten eines mechatronischen Systems, einschließlich Arbeitsplanung, Montieren, Demontieren, Ändern und Konfigurieren von Programmen, sowie Inbetriebnehmen.

Die Ausführung des Auftrages wird mit **praxisbezogenen Unterlagen dokumentiert**. Durch die Ausführung des Auftrages und dessen Dokumentation soll der Prüfling belegen, dass er Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbständig planen und umsetzen, Material disponieren, Verdrahtungs- und Verbindungstechniken anwenden, Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen, Fehler und Störungen in elektrischen sowie pneumatischen oder hydraulischen Systemen systematisch feststellen, eingrenzen und beheben, sowie unter Nutzung von Standardsoftware Prüfprotokolle erstellen und Schaltungsunterlagen sowie andere technische Kommunikationsunterlagen ändern kann. Durch das **Fachgespräch** soll der Prüfling zeigen, dass er fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen, die für den Auftrag relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen, sowie die Vorgehensweisen bei der Ausführung des Auftrages begründen kann. Dem Prüfungsausschuss ist vor der Durchführung des Auftrages die Aufgabenstellung einschließlich einer Zeitplanung zur Genehmigung vorzulegen. Das Ergebnis der Bearbeitung des Auftrages sowie das Fachgespräch sollen jeweils mit 50 vom Hundert gewichtet werden.

(3) Der **Teil B der Prüfung** besteht aus den drei Prüfungsbereichen Arbeitsplanung, Funktionsanalyse sowie Wirtschafts- und Sozialkunde. In den Prüfungsbereichen Arbeitsplanung und Funktionsanalyse sind insbesondere durch Verknüpfung informationstechnischer, technologischer und mathematischer Sachverhalte fachliche Probleme zu analysieren, zu bewerten und geeignete Lösungswege darzustellen.

(4) Für den **Prüfungsbereich Arbeitsplanung** kommt insbesondere folgende Aufgabe in Betracht:

Anfertigen eines Arbeitsplanes zur Montage und Inbetriebnahme eines mechatronischen Systems nach vorgegebenen Anforderungen.

Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er eine Problemanalyse durchführen, die zur Montage und Inbetriebnahme notwendigen mechanischen und elektrischen Komponenten, Leitungen, Software, Werkzeuge und Hilfsmittel unter Beachtung der technischen Regeln auswählen, Installations- und Montagepläne anpassen, die notwendigen Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit planen und Standardsoftware anwenden kann. Für den **Prüfungsbereich Funktionsanalyse** kommt insbesondere folgende Aufgabe in Betracht:

Beschreiben der Vorgehensweise zur vorbeugenden Instandhaltung und zur systematischen Eingrenzung eines Fehlers in einem mechatronischen System.

Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er Maßnahmen zur Instandhaltung oder Inbetriebnahme unter Berücksichtigung betrieblicher Abläufe planen, Schaltungsunterlagen auswerten, Programme interpretieren und ändern sowie funktionelle Zusammenhänge eines mechatronischen Systems, mechanische und elektrische Größen, sowie Bewegungsabläufe ermitteln und darstellen, Signale an Schnittstellen funktionell zuordnen, Prüfverfahren und Diagnosesysteme auswählen und einsetzen, sowie Fehlerursachen lokalisieren, Schutzeinrichtungen testen und elektrische Schutzmaßnahmen prüfen kann. Im **Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde** kommen Aufgaben, die sich auf praxisbezogene Fälle beziehen sollen, insbesondere aus folgenden Gebieten in Betracht: **allgemeine, wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge aus der Berufs- und Arbeitswelt.**

(5) Für den Prüfungsteil B ist von folgenden zeitlichen Höchstwerten auszugehen:

- | | |
|---------------------------------|--------------|
| 1. Arbeitsplanung | 150 Minuten, |
| 2. Funktionsanalyse | 150 Minuten, |
| 3. Wirtschafts- und Sozialkunde | 60 Minuten. |

(6) Innerhalb des Prüfungsteiles B haben die Prüfungsbereiche Arbeitsplanung und Funktionsanalyse gegenüber dem Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde jeweils das doppelte Gewicht.

(7) Der Prüfungsteil B ist auf Antrag des Prüflings oder nach Ermessen des Prüfungsausschusses in einzelnen Prüfungsbereichen durch eine **mündliche Prüfung** zu **ergänzen**, wenn diese für das Bestehen der Prüfung den Ausschlag geben kann. Bei der Ermittlung des Ergebnisses für die mündlich geprüften Prüfungsbereiche sind das bisherige Ergebnis und das Ergebnis der mündlichen Ergänzungsprüfung im Verhältnis 2:1 zu gewichten.

(8) Die **Prüfung ist bestanden**, wenn jeweils in den Prüfungsteilen A und B mindestens ausreichende Leistungen erbracht sind. Werden die Prüfungsleistungen im betrieblichen Auftrag einschließlich Dokumentation, in dem Fachgespräch oder in einem der drei Prüfungsbereiche mit ungenügend bewertet, so ist die Prüfung nicht bestanden.

Gegenstand der Abschlussprüfung

§ 8 Absatz 1:

(1) Die Abschlussprüfung erstreckt sich auf die in der Anlage aufgeführten **Fertigkeiten und Kenntnisse** sowie auf den im Berufsschulunterricht vermittelten **Lehrstoff**, soweit er für die Berufsausbildung wesentlich ist.

Inhalte des Ausbildungsrahmenplans

Eine Analyse zeigt, dass die Endqualifikation der Mechatroniker/innen im wesentlichen durch folgende Berufsbildpositionen repräsentiert wird:

Berufsbildpositionen (relevant für Endqualifikation)

- 15 Programmieren mechatronischer Systeme,
- 16 Zusammenbauen von Baugruppen und Komponenten zu Maschinen und Systemen,
- 17 Montieren und Demontieren von Maschinen, Systemen und Anlagen, Transportieren und Sichern,
- 18 Prüfen und Einstellen von Funktionen an mechatronischen Systemen,
- 19 Inbetriebnehmen und Bedienen mechatronischer Systeme,
- 20 Instandhalten mechatronischer Systeme.

Die Berufsbildpositionen 15 bis 20 sind deshalb in der Verordnung durch den Systembegriff gekennzeichnet, d. h. die Endqualifikation der Mechatroniker/innen ist geprägt durch das Handling von Systemen. Die anderen Berufsbildpositionen sind im wesentlichen Teilmengen der Berufsbildpositionen 15 – 20 (siehe Anhang >Ausbildungsrahmenplan<).

Inhalte des Rahmenlehrplans

Alle Lernziele und Lerninhalte, die entsprechend dem KMK-Rahmenlehrplan "Mechatroniker" in der Berufsschule vermittelt wurden, können in der Abschlussprüfung geprüft werden. Für die letzten zwei Ausbildungsjahre sind die folgenden Lernfelder besonders relevant (siehe Anhang >Rahmenlehrplan<):

Lernfelder (relevant für Endqualifikation)

8. Design und Erstellen mechatronischer Systeme
9. Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen
10. Planen der Montage und Demontage
11. Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung
12. Vorbeugende Instandhaltung
13. Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden

Hinzu kommen noch die Inhalte für den Bereich „Wirtschafts- und Sozialkunde“.

Handlungskompetenz

Nach § 4 Absatz 2 soll der Auszubildende zur Ausübung einer qualifizierten beruflichen Tätigkeit befähigt werden, die insbesondere selbständiges Planen, Durchführen und Kontrollieren einschließt. Diese Befähigung ist ebenfalls in der Abschlussprüfung nachzuweisen.

Teil A der Abschlussprüfung

§ 8 Absatz 2:

(2) Der Prüfling soll in Teil A der Prüfung ... einen **betrieblichen Auftrag** bearbeiten und dokumentieren...

Durch die Formulierung **betrieblicher Auftrag** soll klar gestellt werden, dass es sich nicht um eine standardisierte Aufgabenstellung handelt, sondern es sollen die im Rahmen der Ausbildungsordnung vermittelten Inhalte der betrieblichen Ausbildung berücksichtigt werden, die je nach betrieblicher Anforderung und Aufgabenspektrum unterschiedlich sein können. Vorzugsweise soll es sich hierbei um einen „echten“ internen oder externen Kundenauftrag oder von einem Mechatroniker im Betrieb zu erledigenden Auftrag handeln.

Es muss sich dabei nicht um ein „Projekt“¹ handeln, wie es in der Abschlussprüfung anderer Ausbildungsberufe vorgeschrieben ist.

Auch kommt es beim "*betrieblichen Auftrag*" nicht auf den Ort der Erledigung an (beispielsweise beim Kunden oder im Produktionsbetrieb), sondern dass es sich um einen Auftrag handelt, der dem eigentlichen Betriebszweck dient, und der nicht nur für Ausbildungs- und Prüfungszwecke erledigt wird.

Es handelt sich dabei um eine Vorschrift, von der nur in begründeten Ausnahmefällen abgewichen werden darf. Ersatzweise könnte es sich um einen Auftrag handeln, der von seinem Charakter und fachlichen Anforderungen her einem betrieblichen Auftrag entspricht und sich an betrieblichen Zusammenhängen orientiert. Falls z.B. bei einer außerbetrieblichen Ausbildung kein betrieblicher Kooperationspartner zur Verfügung steht, muss der Auftrag diesen Kriterien genügen.

(2) Der Prüfling soll in Teil A der Prüfung in... einen betrieblichen Auftrag bearbeiten und dokumentieren...

Hierfür kommt insbesondere folgende Aufgabe in Betracht:

Errichten, Ändern oder Instandhalten eines mechatronischen Systems, einschließlich Arbeitsplanung, Montieren, Demontieren, Ändern und Konfigurieren von Programmen, sowie Inbetriebnehmen.

Die Formulierung „kommt insbesondere in Betracht" weist darauf hin, dass die nachfolgende Beschreibung neben anderen überwiegend/ hauptsächlich in Frage kommt. (Richtbeispiel).
Damit ist diese Aufgabenbeschreibung eine Vorgabe, von der abgewichen werden darf.

¹ Definition eines Projekts: Ein Projekt ist nach DIN 69901 ein Vorhaben, das im wesentlichen durch die Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit gekennzeichnet ist, zum Beispiel durch

- spezielle, einmalige Zielvorgaben,
- zeitliche, finanzielle, personelle oder andere Begrenzungen,
- Abgrenzung gegenüber anderen Vorhaben,
- projektspezifische Organisation.

(2) Durch die Ausführung **des Auftrages und dessen Dokumentation** soll der Prüfling belegen, dass er

- Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbständig planen und umsetzen,
- Material disponieren,
- Verdrahtungs- und Verbindungstechniken anwenden,
- Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen,
- Fehler und Störungen in elektrischen sowie pneumatischen oder hydraulischen Systemen systematisch feststellen, eingrenzen und beheben,
- sowie unter Nutzung von Standardsoftware Prüfprotokolle erstellen, und Schaltungsunterlagen sowie andere technische Kommunikationsunterlagen ändern kann.

Hier werden die Qualifikationen beschrieben, die durch die Ausführung des Auftrages und dessen Dokumentation nachzuweisen sind. Im Gegensatz zu dem zuvor genannten „Richtbeispiel“ trifft die Verordnung hier eine verbindliche Festlegung der Prüfungsinhalte.

Der betriebliche Auftrag ist also so auszuwählen und die Dokumentation so auszugestalten, dass sich die aufgeführten Qualifikationen mindestens nachweisen lassen.

Eine sachgerechte Anwendung der Beurteilungsmatrix (s. S. 16) stellt sicher, dass die genannten Anforderungen der Ausbildungsordnung durch den betrieblichen Auftrag erfüllt werden.

- Muster -

Merkblatt zu den Vorgaben eines betrieblichen Auftrages

Für den betrieblichen Auftrag kommt **insbesondere in Betracht:**

Errichten, Ändern oder Instandhalten eines mechatronischen Systems, einschließlich

- Arbeitsplanung,
- Montieren, Demontieren, Ändern und Konfigurieren von Programmen, sowie
- Inbetriebnehmen.

Richtbeispiel, von dem abgewichen werden darf !

Folgende Qualifikationen **soll** der Prüfling nachweisen:

- Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbständig planen und umsetzen,
- Material disponieren, Verdrahtungs- und Verbindungstechniken anwenden,
- Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen,
- Fehler und Störungen in elektrischen sowie pneumatischen oder hydraulischen Systemen systematisch feststellen, eingrenzen und beheben
- sowie unter Nutzung von Standardsoftware Prüfprotokolle erstellen und Schaltungsunterlagen sowie andere technische Kommunikationsunterlagen ändern

Verbindliche Festlegung: Abweichungen nur in begründeten Ausnahmefällen möglich !

(2) Der Prüfling soll in Teil A der Prüfung **in höchstens 30 Stunden** einen betrieblichen Auftrag bearbeiten und dokumentieren

Die Bearbeitung des betrieblichen Auftrages einschließlich der Anfertigung der Dokumentation soll höchstens 30 Stunden dauern. Eine Mindestgrenze ist in der Verordnung nicht vorgegeben. Die Rechtsprechung geht davon aus, dass ca. 2/3 der angegebenen Zeit von 30 Stunden – d. h. 20 Stunden – die entsprechende Mindestzeit ist.

(2) Der Prüfling soll in Teil A der Prüfung in höchstens 30 Stunden einen betrieblichen Auftrag bearbeiten und **dokumentieren...**

...

Die Ausführung des Auftrages wird mit praxisbezogenen Unterlagen dokumentiert.

In der vorgegebenen Zeit ist der Auftrag zu bearbeiten und mit praxisbezogenen Unterlagen zu dokumentieren. „Praxisbezogen“ heißt in diesem Zusammenhang, dass die Unterlagen so gestaltet werden, wie es in der Praxis des Betriebes üblich ist oder dieser Praxis möglichst nahe kommt. Gegebenenfalls müssen vom Prüfling Unterlagen erstellt werden, die aussagekräftiger sind als in der betrieblichen Praxis üblich, um die in der Verordnung vorgesehene Beurteilung zu ermöglichen. Ein Beispiel hierfür ist ein Ablaufprotokoll, aus dem die durchgeführten Arbeitsschritte hervorgehen.

(2) ...

Dem Prüfungsausschuss ist vor der Durchführung des Auftrages die **Aufgabenstellung einschließlich einer Zeitplanung zur Genehmigung vorzulegen. ...**

Der Auszubildende stellt im Einvernehmen mit dem Ausbildenden den Antrag auf die Genehmigung eines betrieblichen Auftrages. Der Ausbildende muss bestätigen, dass sich die Aufgabe durchführen lässt und keine betrieblichen Gründe – wie z.B. Geheimhaltungsgründe – der Erledigung des Auftrages entgegenstehen. Der Prüfungsausschuss muss den vorgeschlagenen betrieblichen Auftrag prüfen, ob er den in der Verordnung genannten Kriterien entspricht – d. h. die nachzuweisenden Qualifikationen enthalten sind.

(2) ...

Das Ergebnis der Bearbeitung des Auftrages sowie das Fachgespräch sollen jeweils mit 50 vom Hundert gewichtet werden.

Der Prüfungsausschuss soll das **Ergebnis** der Bearbeitung des Auftrages beurteilen – nicht jedoch Zwischenergebnisse oder Verhaltensweisen. Es besteht also kein Grund, dass der Prüfungsausschuss die Ausführung des Auftrages beobachtet oder überwacht.

Bei der Genehmigung des Auftrages kann der Prüfungsausschuss Auflagen erteilen, damit die Dokumentation genügend aussagekräftig gestaltet wird und damit eine Bewertung anhand der Dokumentation vorgenommen werden kann. In diesem Sinne ist die Dokumentation eine Protokollierung der wesentlichen Arbeiten anhand von praxisbezogenen Unterlagen, die über das fachkundige Vorgehen – wie bei einem Zertifizierungsverfahren nach ISO 9000 ff – authentisch Auskunft geben.

(2) Der Prüfling soll in Teil A der Prüfung in höchstens 30 Stunden einen betrieblichen Auftrag bearbeiten und dokumentieren sowie **in höchstens 30 Minuten hierüber ein Fachgespräch** führen.

Prüfungsausschuss und Prüfling führen ein Fachgespräch miteinander; es soll höchstens 30 Minuten dauern. Diese Zeit ist aber nicht beliebig unterschreitbar. Üblich ist eine Untergrenze von 2/3 der Zeit. Das Fachgespräch muss also mindestens 20 Minuten dauern.

(2) Der Prüfling soll in Teil A der Prüfung in höchstens 30 Stunden einen **betrieblichen Auftrag bearbeiten und dokumentieren** sowie in höchstens 30 Minuten **hierüber ein Fachgespräch führen**.

Durch das Fachgespräch soll der Prüfling zeigen, dass er fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen, die für den Auftrag relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen, sowie die Vorgehensweisen bei der Ausführung des Auftrages begründen kann.

Ein Fachgespräch hat einen anderen Charakter als eine mündliche Prüfung. Hier geht es nicht um richtig oder falsch, sondern um die Erörterung komplexer Sachverhalte, die durchaus unterschiedlich beurteilt werden können – je nachdem welche Randbedingungen technischer, wirtschaftlicher oder arbeitsorganisatorischer Art vorliegen.

Thematisch ist das Fachgespräch festgelegt auf den durchgeführten betrieblichen Auftrag und auf die Dokumentation.

Die Verordnung enthält keine Vorschriften, wie das Fachgespräch durchzuführen ist. So kann beispielsweise die Darstellung der Probleme und deren Lösungen durch eine Darstellung des Prüflings im Dialog mit dem Prüfungsausschuss erfolgen.

(2) ...

Das Ergebnis der Bearbeitung des Auftrages sowie das Fachgespräch sollen **jeweils mit 50 vom Hundert gewichtet** werden.

In der Regel setzt sich die Note des Prüfungsteils A zu 50 % aus der Bewertung des durchgeführten Auftrages einschließlich Dokumentation und zu 50 % aus der Bewertung des Fachgespräches zusammen. Die gewählte Formulierung läßt aber auch einen gewissen Spielraum zu, von der hälftigen Wichtung abzuweichen.

Die Bewertung bezieht sich jeweils auf die in der Verordnung genannten Kriterien, d. h.

- anhand der Ausführung des Auftrages und der Dokumentation soll beurteilt werden, ob der Prüfling
 - Arbeitsabläufe und Teilaufgaben zielorientiert unter Beachtung wirtschaftlicher, technischer, organisatorischer und zeitlicher Vorgaben selbständig planen und umsetzen,
 - Material disponieren,
 - Verdrahtungs- und Verbindungstechniken anwenden,
 - Baugruppen der Sensorik und Aktorik einstellen und abgleichen,
 - Fehler und Störungen in elektrischen sowie pneumatischen oder hydraulischen Systemen systematisch feststellen, eingrenzen und beheben
 - sowie unter Nutzung von Standardsoftware Prüfprotokolle erstellen und Schaltungsunterlagen sowie andere technische Kommunikationsunterlagen ändern kann.
- anhand des Fachgespräch soll beurteilt werden, ob der Prüfling
 - fachbezogene Probleme und deren Lösungen darstellen,
 - die für den Auftrag relevanten fachlichen Hintergründe aufzeigen, sowie
 - die Vorgehensweisen bei der Ausführung des Auftrages begründen kann.

Teil B der Abschlussprüfung

§ 8 Absatz 3:

(3) Der Teil B der Prüfung besteht aus den drei Prüfungsbereichen Arbeitsplanung, Funktionsanalyse sowie Wirtschafts- und Sozialkunde
--

Im Absatz 3 wird die Gliederung des Teiles B in drei Prüfungsbereiche festgelegt:

- Prüfungsbereich Arbeitsplanung,
- Prüfungsbereich Funktionsanalyse und
- Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde.

(3) ... In den Prüfungsbereichen Arbeitsplanung und Funktionsanalyse sind insbesondere durch Verknüpfung informationstechnischer, technologischer und mathematischer Sachverhalte fachliche Probleme zu analysieren, zu bewerten und geeignete Lösungswege darzustellen .
--

Die fachlichen Probleme, die in den Prüfungsbereichen Arbeitsplanung und Funktionsanalyse zu lösen sind, sind im Sinne der Lernfelder ganzheitlich zu lösen, d. h. nicht getrennt in die bisher üblichen Fächer wie „Technische Mathematik“ oder „Technologie“.

In der Ausbildungsordnung ist nicht vorgeschrieben, dass es sich im Teil B der Prüfung um eine schriftliche Prüfung handelt. Der Prüfungsaufgabenerstellungsausschuss kann auswählen, mit welchen Instrumenten er die Leistungsfeststellung trifft.

Anforderungen in den Prüfungsbereichen § 8 Absatz 4:

(4) Für den **Prüfungsbereich Arbeitsplanung** kommt insbesondere folgende Aufgabe in Betracht:
Anfertigen eines Arbeitsplanes zur Montage und Inbetriebnahme eines mechatronischen Systems nach vorgegebenen Anforderungen.
Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er eine Problemanalyse durchführen, die zur Montage und Inbetriebnahme notwendigen mechanischen und elektrischen Komponenten, Leitungen, Software, Werkzeuge und Hilfsmittel unter Beachtung der technischen Regeln auswählen, Installations- und Montagepläne anpassen, die notwendigen Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit planen, und Standardsoftware anwenden kann. ...

Für den Prüfungsbereich **Arbeitsplanung** wird als Richtbeispiel eine Aufgabe genannt, in der nach § 8 Abs. 3 fachliche Probleme zu analysieren, zu bewerten und zu lösen sind. Die Aufgabe ist so zu gestalten, dass der Prüfling folgende Qualifikationen nachweisen kann:

- eine Problemanalyse durchführen,
- die zur Montage und Inbetriebnahme notwendigen mechanischen und elektrischen Komponenten, Leitungen, Software, Werkzeuge und Hilfsmittel unter Beachtung der technischen Regeln auswählen,
- Installations- und Montagepläne anpassen,
- die notwendigen Arbeitsschritte unter Berücksichtigung der Arbeitssicherheit planen und
- Standardsoftware anwenden

Der letzte Punkt erfordert Hardware – damit der Prüfungsteilnehmer zeigen kann, dass er die Anwendung von Standardsoftware beherrscht.

(4) ... Für den **Prüfungsbereich Funktionsanalyse** kommt insbesondere folgende Aufgabe in Betracht:
Beschreiben der Vorgehensweise zur vorbeugenden Instandhaltung und zur systematischen Eingrenzung eines - Fehlers in einem mechatronischen System.
Dabei soll der Prüfling zeigen, dass er Maßnahmen zur Instandhaltung oder Inbetriebnahme unter Berücksichtigung betrieblicher Abläufe planen, Schaltungsunterlagen auswerten, Programme interpretieren und ändern, sowie funktionelle Zusammenhänge eines mechatronischen Systems, mechanische und elektrische Größen sowie Bewegungsabläufe ermitteln und darstellen, Signale an Schnittstellen funktionell zuordnen, Prüfverfahren und Diagnosesysteme auswählen und einsetzen sowie Fehlerursachen lokalisieren, Schutzeinrichtungen testen und elektrische Schutzmaßnahmen prüfen kann.

Für den Prüfungsbereich **Funktionsanalyse** wird als Richtbeispiel eine Aufgabe genannt, in der nach § 8 Abs. 3 fachliche Probleme zu analysieren, zu bewerten und zu lösen sind. Die Aufgabe ist so zu gestalten, dass der Prüfling folgende Qualifikationen nachweisen kann:

- Maßnahmen zur Instandhaltung oder Inbetriebnahme unter Berücksichtigung betrieblicher Abläufe planen,
- Schaltungsunterlagen auswerten,
- Programme interpretieren und ändern,
- funktionelle Zusammenhänge eines mechatronischen Systems, mechanische und elektrische Größen sowie Bewegungsabläufe ermitteln und darstellen,
- Signale an Schnittstellen funktionell zuordnen,
- Prüfverfahren und Diagnosesysteme auswählen und einsetzen,
- Fehlerursachen lokalisieren,
- Schutzeinrichtungen testen und elektrische Schutzmaßnahmen prüfen.

(4) ... Im **Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde** kommen Aufgaben, die sich auf praxisbezogene Fälle beziehen sollen, insbesondere aus folgenden Gebieten in Betracht:
allgemeine, wirtschaftliche und gesellschaftliche Zusammenhänge aus der Berufs- und Arbeitswelt.

In den Prüfungsanforderungen für den Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde wird nur ein Thema genannt, für das Aufgaben gestellt werden, die praxisbezogen sein sollen.

§ 8 Absatz 5: Prüfungszeiten für die Prüfungsbereiche

(5) Für den Prüfungsteil B ist von folgenden zeitlichen Höchstwerten auszugehen:

1. Arbeitsplanung	150 Minuten,
2. Funktionsanalyse	150 Minuten,
3. Wirtschafts- und Sozialkunde	60 Minuten.

In diesem Absatz sind absolute zeitliche Höchstwerte für die Prüfungsbereiche genannt, die nicht überschritten werden dürfen. Zweckmäßigerweise sollten die Aufgaben für Teil B der Prüfung für eine geringere Prüfungszeit konstruiert werden, um in Ausnahmefällen auch einen Spielraum nach oben haben zu können.

§ 8 Absatz 6: Gewichtung der Prüfungsbereiche

(6) Innerhalb des Prüfungsteiles B haben die Prüfungsbereiche Arbeitsplanung und Funktionsanalyse gegenüber dem Prüfungsbereich Wirtschafts- und Sozialkunde jeweils das doppelte Gewicht.

§ 8 Absatz 7: Ergänzungsprüfung

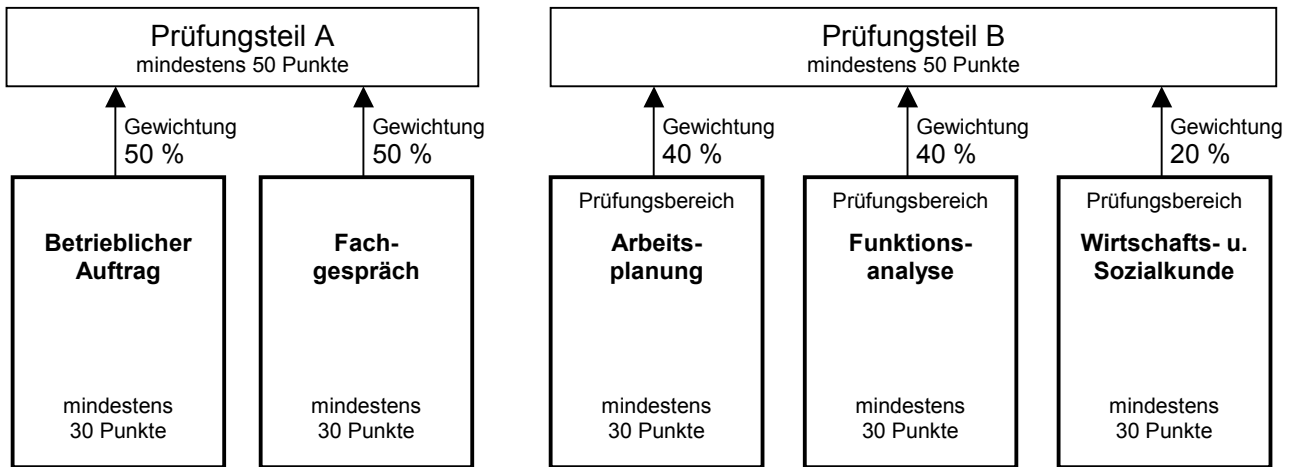
(7) Der Prüfungsteil B ist auf Antrag des Prüflings oder nach Ermessen des Prüfungsausschusses in einzelnen Prüfungsbereichen durch eine **mündliche Prüfung** zu **ergänzen**, wenn diese für das Bestehen der Prüfung den Ausschlag geben kann. Bei der Ermittlung des Ergebnisses für die mündlich geprüften Prüfungsbereiche sind das bisherige Ergebnis und das Ergebnis der mündlichen Ergänzungsprüfung im Verhältnis 2:1 zu gewichten.

§ 8 Absatz 8: Bestehensregelung

(8) Die **Prüfung ist bestanden**, wenn jeweils in den Prüfungsteilen A und B mindestens ausreichende Leistungen erbracht sind. Werden die Prüfungsleistungen im betrieblichen Auftrag einschließlich Dokumentation, in dem Fachgespräch oder in einem der drei Prüfungsbereiche mit ungenügend bewertet, so ist die Prüfung nicht bestanden.

(siehe Schaubild)

Bewertungs- und Bestehensregelung



Daten des Entwicklungsprojektes

Projektantrag

Situationsbeschreibung zum Beruf Mechatroniker/in

Der Beruf Mechatroniker/in wird seit dem 1. August 1998 ausgebildet. Bereits im ersten Ausbildungsjahr wurden nach der Statistik des DIHT (Stichtag 31.12.1998) 1288 Ausbildungsverträge abgeschlossen. Bis zum 30.8.1999 kamen 3.108 neue Verträge hinzu, so daß jetzt bereits etwa 4.400 Ausbildungsverhältnisse bestehen. Das weist auf die hohe Akzeptanz hin, die dieser Beruf von Anfang an gefunden hat:

- Ausbildungsplatzbewerber, Lehrer und Eltern finden mit dem/der "Mechatroniker/in" einen neuen und zukunftsorientierten Ausbildungsberuf im gewerblich-technischen Bereich.
- Den Unternehmen steht mit dem/der „Mechatroniker/in“ erstmalig ein spezifischer Ausbildungsberuf für die Montage und Instandhaltung mechatronischer Systeme zur Verfügung. Ein Querschnittsberuf für Betriebe im Maschinen- und Anlagenbau, in der Elektro- und Elektronikindustrie, für Service und Instandhalter, ebenso wie für Betreiber von Produktionsanlagen in allen Branchen. Die Zahl der Ausbildungsverhältnisse in diesem neuen Ausbildungsberuf wird deshalb in den nächsten Jahren einen großen Aufschwung nehmen.

Besonderheiten des Berufs Mechatroniker/in:

Mechatronische Systeme bestehen aus mechanischen Komponenten, die elektronisch und mittels Software gesteuert und geregelt werden. Dabei werden immer komplexere und immer mehr Funktionen von der Mechanik in die Elektronik und Informationsverarbeitung verlagert. Infolgedessen steht beim Beruf Mechatroniker/in nicht das Herstellen von mechanischen Teilen oder die Verdrahtung von Schaltungen, sondern die Integration modularisierter und standardisierter Komponenten in Systemen wachsender Komplexität im Mittelpunkt der Qualifikation. Schwerpunktmäßig geht es um das Verstehen von Wirkungszusammenhängen, um funktionale und ganzheitliche Systembetrachtungen, ebenso wie um die Gestaltung von Arbeitsprozessen und -abläufen. Im Kontext dieser systemorientierten Tätigkeiten wurde in der Verordnung eine Abschlußprüfung festgelegt, durch die originär geprüft wird, was in der beruflichen Praxis der Mechatroniker/innen beherrscht werden muß, und zwar in Form eines betrieblichen Auftrags mit Dokumentation und Fachgespräch.

Qualitätsstandards:

Arbeitsabläufe und betriebsübliche Unterlagen sind bei Produktion, Montage, Instandhaltung usw. von Produktionsanlagen aller Art durch Qualitätsmanagementsysteme, z.B. DIN EN ISO 9000 ff., detailliert vorgeschrieben. Für den Bereich der Systemintegration bestehen in den Unternehmen spezifische Festlegungen und Standards, die auch bei der Durchführung des betrieblichen Auftrages sowie für die Dokumentation im Rahmen der Abschlußprüfung zum Mechatroniker gelten. Die Qualität von Planung, Durchführung und Kontrolle des betrieblichen Auftrags wird daher durch die Einhaltung der Abläufe und Regelungen nach ISO 9000 ff. sichergestellt und in Form betriebsüblicher Unterlagen dokumentiert. Die neue Art der Abschlußprüfung und die notwendige Einhaltung der Qualitätsstandards entsprechen in besonderem Maße den Anforderungen der betrieblichen Abteilungen, die die Abnehmer der jungen Fachkräfte sind.

Ziele des Projekts

Hinsichtlich der Durchführung und Bewertung der Abschlußprüfung (Teil A) besteht bei den Ausbildungsbetrieben noch erheblicher Bedarf an Information und Unterstützung.

Im Interesse der weiteren Verbreitung dieses attraktiven Ausbildungsberufs ist es daher geboten, aus der originären Praxis aus unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern und Wirtschaftszweigen, Umsetzungshilfen für die Betriebe, Prüfungsausschüsse, Ausbilder und Auszubildenden zu erarbeiten und zu erproben. Im Hinblick auf die Evaluierung, für die bereits ein Auftrag an das BiBB vorliegt, ist die Erarbeitung dieser Umsetzungshilfen und damit die Konkretisierung der Prüfung ebenso eine wesentliche Voraussetzung wie deren Unterstützung durch Erkenntnisse aus der Evaluierung selbst.

Dies alles soll im Rahmen des beantragten Projektes geschehen und wird im folgenden näher beschrieben. Das Kuratorium der deutschen Wirtschaft für Berufsbildung, der Deutsche Industrie- und Handelstag und Verbände unterstützen das Projekt.

Verfahrensschritte und Vorgehensweise

Im Rahmen des Projekts sollen für die Abschlußprüfung (Teil A) – Betrieblicher Auftrag, Dokumentation und Fachgespräch – Umsetzungshilfen für Betriebe, Prüfungsausschüsse, Ausbilder und Auszubildende identifiziert, erarbeitet und erprobt werden.

Dabei sind auf der Basis der betrieblichen Praxis der ausbildenden Unternehmen zu erarbeiten:

1. Beispiele
 - für den betrieblichen Auftrag,
 - für Anträge für den betrieblichen Auftrag,
 - für die Dokumentation des betrieblichen Auftrages.

2. Kriterien
 - für die Auswahl des betrieblichen Auftrages,
 - für die Bewertung der Dokumentation,
 - für die Bewertung des Fachgesprächs.

3. Fragestellungen
 - zur Auswahl des betrieblichen Auftrages,
 - zur Durchführung des betrieblichen Auftrages,
 - zur Gestaltung der Dokumentation,
 - zum Ablauf des Fachgesprächs.

Beispiele, Kriterien und Fragestellungen sollen von am Neuordnungsverfahren für den Beruf Mechatroniker/in beteiligten AG/AN Sachverständigen unter Einbeziehung von Experten aus dem Kammerbereich – bezüglich prüfungsrechtlicher und organisatorischer Fragen – sowie von Experten aus dem wissenschaftlichen Bereich erarbeitet werden. Dies soll in Form einer Verzahnung (Input/Feedback) mit Mitarbeitern in den beteiligten Unternehmen, in deren Verantwortungsbereich betriebliche Aufgaben durchgeführt werden, erfolgen.

Prämissen und Standards für die Umsetzungshilfen

Bei der **Erarbeitung** der Umsetzungshilfen ist zwingend zu beachten, daß der betriebliche Auftrag, die Dokumentation und das Fachgespräch folgenden Parametern genügen müssen:

- Rechtssicherheit gewährleisten,
- Aussagefähigkeit bieten,
- Praktikabilität aufweisen,
- Wirtschaftlichkeit sichern.

Bei der **Erprobung** der Umsetzungshilfen ist die Erfüllung derselben Parameter als Bewertungsmaßstab heranzuziehen, d.h.:

- Rechtssicherheit,
- Aussagefähigkeit,
- Praktikabilität
- Wirtschaftlichkeit für Ausbildungsbetriebe und zuständige Stellen.

Der Beruf Mechatroniker/in ist der erste gewerbliche Ausbildungsberuf mit einer neu gestalteten Abschlußprüfung analog der Gruppe der IT-Berufe. Die Ergebnisse des Forschungsvorhabens „Umsetzungshilfen für die neue Prüfungsstruktur der IT-Berufe“ sollen so weit wie möglich berücksichtigt werden. Es muß jedoch davon ausgegangen werden, daß dies nur zu einem Teil möglich ist, da die Rahmenbedingungen für die Durchführung der Betrieblichen Projektarbeit im Bereich der IT-herstellenden und –anwendenden Wirtschaft und für die Durchführung des betrieblichen Auftrages beim Beruf Mechatroniker/in nur bedingt vergleichbar sind. Über die eigentliche Zielsetzung hinaus werden durch das Projekt wichtige Erfahrungen mit dieser neuen Prüfungsform ermöglicht.

Organisation

Das Verfahren soll beratend begleitet werden durch einen

Fachbeirat.

Ihm sollen je ein Vertreter der nachfolgenden Ministerien und Institutionen angehören:

- BMBF
- BiBB
- DIHT / IHK
- VDMA
- Gesamtmetall
- IG Metall
- Ein ausgewiesener Experte für industrielle Fertigung und Qualitätswesen als wissenschaftlicher Berater aus dem Fachgebiet Arbeitswissenschaft.

Im Hinblick auf die Minimierung der Reisekosten sollen die Sitzungen an einem zentral gelegenen Tagungsort, z.B. beim BMBF in Bonn, durchgeführt werden. Der Fachbeirat soll die Facharbeitskreise beratend unterstützen und zu Beginn, nach Ablauf der Hälfte, und am Ende des Vorhabens zusammenkommen.

Die Entwicklung und Erprobung der Umsetzungshilfen erfolgt durch den Facharbeitskreis, dem

- 5 AG Sachverständige
- 5 AN Sachverständige
- 1 Wissenschaftlicher Mitarbeiter (BiBB)
- 2 Prüfungsexperten (DIHT/IHK)
- 1 Wissenschaftlicher Berater (Berufspädagoge)

angehören sollen.

Im Hinblick auf die Minimierung der Reisekosten und Ausfallzeiten sollen die Sitzungen des Facharbeitskreises jeweils 2-tägig an einem zentral gelegenen Tagungsort mit günstigen Übernachtungsmöglichkeiten durchgeführt werden. Für den Facharbeitskreis sind 3-4 Sitzungen vorgesehen.

Zeitplan

Insgesamt wird für das Verfahren eine Laufzeit von 12 Monaten veranschlagt.

Veröffentlichung der Ergebnisse

Die Ergebnisse des Projektes sollen in einer fachöffentlichen Veranstaltung vorgestellt und via Internet allen Interessierten zugänglich gemacht werden. Durch ein spezifisches Kommunikationskonzept sollen gezielt Betriebe und Prüfungsausschüsse über die Ergebnisse informiert werden.

Projektablauf

Sitzungen des Fachbeirates

1. Sitzung	09. Juni 2000	Bonn
2. Sitzung	11. Mai 2001	Bonn

Sitzungen des Facharbeitskreises

1. Sitzung	20./ 21. Juni 2000	Frankfurt/ M.
2. Sitzung	11./ 12. Oktober 2000	Frankfurt/ M.
3. Sitzung	29./ 30. November 2000	Bensheim
4. Sitzung	17./ 18. Januar 2001	Frankfurt/ M.
5. Sitzung	19. Februar 2001	Frankfurt/ M.

Mitglieder des Fachbeirates

Bartel, Gerhard	Gesamtmetall	Köln
Borch, Hans	Bundesinstitut für Berufsbildung	Bonn
Heiking, Jürgen	IG Metall	Frankfurt /M.
Johannsen, Claus	SMS Demag AG	Hilchenbach
Kuessner, Karin	Bundesministerium für Bildung und Forschung	Bonn
Schropp, Franz	IHK für München und Oberbayern	München

Mitglieder des Facharbeitskreises

Borch, Hans	Bundesinstitut für Berufsbildung	Bonn
Breuer Prof. Dr., Klaus U.	Johannes Gutenberg-Universität FB 03 – Wirtschaftspädagogik	Mainz
Diehl, Karl	BASF Aktiengesellschaft Prüfungsausschuss-Vorsitzender IHK Pfalz	Ludwigshafen
Eckhardt, Peter	Siemens AG Prüfungsausschuss-Vorsitzender IHK Karlsruhe	Bruchsal
Eisele, Lothar	Schenck Fertigungs GmbH Prüfungsausschussmitglied IHK Darmstadt	Darmstadt
Henfling, Franz	Siemens AG Prüfbezirksvorsitzender IHK Regensburg	Amberg
Haese, Manfred	Industrie- und Handelskammer für München und Oberbayern	München
Jahn, Klaus	Hamburgische Electricitäts-Werke AG Prüfungsausschussvorsitzender Handelskammer Hamburg	Hamburg
Noha, Georg	AUDI AG Prüfungsausschussmitglied IHK Heilbronn	Neckarsulm

Rossberg, Uwe	WABCO Fahrzeugbremsen GmbH	Hannover
Schlaf, Axel	Rasselstein-Hoesch GmbH Prüfungsausschussmitglied, IHK Koblenz	Andernach
Schmitt, Arno	Mannesmann Rexroth AG Prüfungsausschussmitglied IHK Würzburg	Lohr
Steuer, Josef	Berufsförderungszentrum Essen e.V. Prüfungsausschussmitglied IHK Essen	Essen
Zürn, Peter	Robert Bosch GmbH Prüfungsausschussvorsitzender IHK Ludwigsburg	Schwieberdingen

Anhang

Ausbildungsprofil Mechatroniker

Berufsbezeichnung:

Mechatroniker/Mechatronikerin

Ausbildungsdauer:

3½ Jahre

Die Ausbildung erfolgt an den Lernorten Betrieb und Berufsschule

Arbeitsgebiet:

Mechatroniker/Mechatronikerinnen arbeiten in der Montage und Instandhaltung von komplexen Maschinen, Anlagen und Systemen im Anlagen- und Maschinenbau bzw. bei den Abnehmern und Betreibern dieser mechatronischen Systeme.

Mechatroniker/ Mechatronikerinnen üben ihre Tätigkeiten an unterschiedlichen Einsatzorten, vornehmlich auf Montagebaustellen, in Werkstätten oder im Servicebereich unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen selbständig nach Unterlagen und Anweisungen aus. Dabei arbeiten sie häufig im Team. Sie stimmen ihre Arbeit mit vor- und nachgelagerten Bereichen ab.

Mechatroniker/innen sind im Sinne der Unfallverhütungsvorschriften Elektrofachkräfte.

Berufliche Fähigkeiten:

Mechatroniker/Mechatronikerinnen

- planen und steuern Arbeitsabläufe, kontrollieren und beurteilen Arbeitsergebnisse und wenden Qualitätsmanagementsysteme an,
- bearbeiten mechanische Teile und bauen Baugruppen und Komponenten zu mechatronischen Systemen zusammen,
- installieren elektrische Baugruppen und Komponenten,
- messen und prüfen elektrische Größen,
- installieren und testen Hard- und Softwarekomponenten,
- bauen elektrische, pneumatische und hydraulische Steuerungen auf und prüfen sie,
- programmieren mechatronische Systeme,
- montieren und demontieren Maschinen, Systeme und Anlagen, transportieren und sichern sie,
- prüfen die Funktionen an mechatronischen Systemen und stellen sie ein,
- nehmen mechatronische Systeme in Betrieb und bedienen sie,
- übergeben mechatronische Systeme und weisen Kunden ein,
- führen die Instandhaltung mechatronischer Systeme durch,
- arbeiten mit englischsprachigen Unterlagen und kommunizieren auch in englischer Sprache.

Ausbildungsrahmenplan – Abschlussrelevante Qualifikationen

Teil des Ausbildungsberufsbildes	Fertigkeiten und Kenntnisse, die unter Einbeziehung selbständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens zu vermitteln sind
15. Programmieren mechatronischer Systeme	<ul style="list-style-type: none"> a) Steuerungen in unterschiedlichen Realisierungsformen beurteilen b) Steuerungsprogramme eingeben und ändern, Testprogramme erstellen und anwenden c) Anwendungsprogramme für numerische Steuerungen erstellen, eingeben und testen d) Programmablauf in mechatronischen Systemen überwachen, Fehler feststellen und beheben
16. Zusammenbauen von Baugruppen und Komponenten zu Maschinen und Systemen	<ul style="list-style-type: none"> a) Baugruppen und Komponenten identifizieren sowie auf fehlerfreie Beschaffenheit prüfen b) Vormontagen durchführen c) Schmier- und Kühleinrichtungen einbauen d) pneumatische und hydraulische Komponenten, insbesondere Zylinder und Ventile, einbauen e) Rohr- und Schlauchleitungen zurichten, verlegen, verbinden und auf Dichtheit prüfen f) Baugruppen und Komponenten passen, sowie funktionsgerecht ausrichten und Lage sichern g) Gleit- und Wälzlager einbauen, Baugruppen mit beweglichen Teilen, insbesondere Achsen, Wellen, Antriebe, montieren h) Antriebe, Getriebe und Kupplungen einbauen i) Schaltgeräte, insbesondere Last- und Leistungsschalter, Sicherungen und Schütze, einbauen und verdrahten k) Baugruppen zum Steuern, Regeln, Messen und Überwachen, einbauen und verdrahten l) Sensoren einbauen, einstellen und verbinden m) Funktionen während des Montagevorganges prüfen
17. Montieren und Demontieren von Maschinen, Systemen und Anlagen, Transportieren und Sichern	<ul style="list-style-type: none"> a) Rohre, Installationskanäle und Kabelbühnen montieren b) Anschlüsse an Rohrleitungssysteme zur Ver- und Entsorgung herstellen, Übergänge auswählen und herstellen c) Schutzeinrichtungen, Schirmungen, Verkleidungen und Isolierungen anbringen d) Leitungen und Betriebsmittel der Energieverteilungs- und Kommunikationstechnik unter Beachtung der mechanischen und elektrischen Belastung und der Verlegungsart auswählen, befestigen und anschließen e) Beschaffenheit des Aufstellungsortes für die Befestigung prüfen f) Maschinen, Geräte und Tragkonstruktionen zu Bezugsgrößen ausrichten, befestigen und sichern g) Räume hinsichtlich ihrer Umgebungsbedingungen und der Zusatzfestlegungen für Räume besonderer Art beurteilen h) Schutzmaßnahmen festlegen, Potentialausgleich durchführen i) Leitern, Gerüste und Montagebühnen unter arbeits- und sicherheitstechnischen Aspekten beurteilen und nutzen k) Hebezeuge, Anschlag- und Transportmittel auswählen und einsetzen, Transport sichern und durchführen

Teil des Ausbildungsberufsbildes	Fertigkeiten und Kenntnisse, die unter Einbeziehung selbständigen Planens, Durchführens und Kontrollierens zu vermitteln sind
18. Prüfen und Einstellen von Funktionen an mechatronischen Systemen	<ul style="list-style-type: none"> a) Mess- und Prüfverfahren sowie Diagnosesysteme auswählen, elektrische Größen und Signale an Schnittstellen prüfen b) analoge und digitale Signalverarbeitungsbaugruppen anschließen und deren Ein- und Ausgangssignale prüfen c) Messeinrichtungen zum Erfassen von Bewegungsabläufen, Druck und Temperatur prüfen d) Einrichtungen zum Erfassen von Grenzwerten, insbesondere Schalter und Sensoren, prüfen und justieren e) Aktoren nach sicherheitstechnischen Gesichtspunkten beurteilen und einstellen f) Steuer-, Regel- und Überwachungseinrichtungen prüfen, Regelparameter einstellen g) Sollwerte von prozessrelevanten Größen, insbesondere von Bewegungsabläufen und Druck einstellen h) Fehler unter Beachtung der Schnittstellen mechanischer, hydraulischer, pneumatischer und elektrischer Baugruppen durch Sichtkontrolle, Prüfen und Messen sowie mit Hilfe von Prüfsystemen und Testprogrammen systematisch eingrenzen i) elektrisch und elektronisch gesteuerte Antriebe prüfen und einstellen k) Störungen und Fehler auf mögliche Ursachen untersuchen, die Möglichkeiten ihrer Beseitigung beurteilen und die Instandsetzung einleiten l) Einzel- und Gesamtfunktion prüfen und dokumentieren
19. Inbetriebnehmen und Bedienen mechatronischer Systeme	<ul style="list-style-type: none"> a) Schutz gegen direktes Berühren prüfen b) Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen, insbesondere Fehlerstromschutzeinrichtungen, prüfen, Isolations-, Erdungs- und Schleifenwiderstände messen c) mechanische und elektrische Sicherheitsvorrichtungen, insbesondere NOT-AUS-Schalter, sowie Meldesysteme auf ihre Wirksamkeit prüfen d) Hilfs- und Steuerstromkreise einschließlich zugehöriger Signal- und Befehlsgeber für Mess-, Steuer- und Überwachungseinrichtungen prüfen und inbetriebnehmen e) Hauptstromkreise prüfen und schrittweise inbetriebnehmen, Betriebswerte messen, Sollwerte einstellen f) Pneumatik- und Hydraulikeinrichtungen in Betrieb nehmen g) Beweglichkeit, Dichtheit, Laufruhe, Umdrehungsfrequenz, Druck, Temperatur und Verfahrswege prüfen und einstellen h) Befestigung, Energieversorgung, Schmierung, Kühlung und Entsorgung, prüfen und sicherstellen i) Programme und Daten laden und sichern, Programmablauf prüfen und anpassen k) Signalübertragungssysteme, insbesondere Feldbusse prüfen und inbetriebnehmen l) mechatronische Systeme in Betrieb nehmen, Funktionsprüfung durchführen m) Schutzmaßnahmen zur elektromagnetischen Verträglichkeit prüfen n) Systemparameter bei der Inbetriebnahme ermitteln, mit vorgegebenen Werten vergleichen und einstellen o) Maschinen und Systeme bedienen, Probelauf bei Nenn- und Grenzwerten durchführen
20. Instandhalten mechatronischer Systeme	<ul style="list-style-type: none"> a) mechatronische Systeme inspizieren, Funktionen von Sicherheitseinrichtungen prüfen sowie Prüfungen protokollieren b) mechatronische Systeme nach Wartungs- und Instandhaltungsplänen warten, Verschleißteile im Rahmen der vorbeugenden Instandhaltung austauschen c) Geräte und Baugruppen unter Beachtung ihrer Funktion ausbauen und Teile hinsichtlich Lage und Funktionszuordnung kennzeichnen d) Störungen durch Nacharbeiten und Austausch von Teilen und Baugruppen beseitigen e) Softwarefehler beheben f) Systemparameter mit vorgegebenen Werten vergleichen und einstellen g) mechatronische Systeme unter Beachtung der betrieblichen Abläufe instandsetzen h) mechatronische Systeme an geänderte Betriebsbedingungen anpassen i) Diagnose- und Wartungssysteme nutzen

KMK-Rahmenlehrplan – Abschlussrelevante Qualifikationen

Lernfeld 8	Design und Erstellen mechatronischer Systeme												
<p>Zielformulierung: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben die Struktur und den Signalverlauf eines aus mehreren Komponenten bestehenden mechatronischen Systems. Sie analysieren den Einfluss wechselnder Betriebsbedingungen auf den Prozessablauf. Sie erkennen Fehler durch Signaluntersuchungen an Schnittstellen und beseitigen die Fehlerursachen. Sie nutzen Verfahren zur messtechnischen Erfassung von Steuerungs- und Regelungsabläufen, bereiten die Ergebnisse auf und dokumentieren sie. Sie wenden Kenntnisse der Steuerungs- und Regelungstechnik an, um Geschwindigkeit bzw. Drehzahl von Bewegungen zu beeinflussen. Sie sind befähigt, Antriebseinheiten anzuschließen, wählen Kopplungsvarianten zwischen Antriebseinheiten und Arbeitsmaschinen aus und setzen diese zielgerichtet ein. Ihnen sind Ursachen und Auswirkungen von Überlastungssituationen bekannt. Sie bestimmen die technischen Parameter erforderlicher Schutzeinrichtungen und wählen diese aus. Schaltungsänderungen werden in die technischen Unterlagen eingearbeitet. Gefahrenquellen sind ihnen bekannt. Vorschriften des Arbeits- und Gesundheitsschutzes werden von ihnen beachtet. Sie können steuerungs- und regelungstechnische Zusammenhänge und die Funktionsweise ausgewählter Antriebseinheiten in englischer Sprache beschreiben. Programmierverfahren werden beherrscht.</p> <p>Inhalte:</p> <table border="0"><tr><td>▪ Betriebskennwerte und Kennlinien von Antrieben</td><td>▪ Getriebe, Kupplungen</td></tr><tr><td>▪ Grenzwerte</td><td>▪ Einarbeiten von Änderungen in vorhandene Unterlagen</td></tr><tr><td>▪ Funktionsweise, Auswahl und Einstellung von Schutzeinrichtungen</td><td>▪ Programmieren von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen</td></tr><tr><td>▪ Steuern und Regeln von Antrieben</td><td>▪ Computersimulation</td></tr><tr><td>▪ Positionierungsvorgänge, Freiheitsgrade</td><td>▪ Messwerterfassung an Schnittstellen</td></tr><tr><td>▪ Prüf- und Messverfahren zur Positionsbestimmung</td><td></td></tr></table>		▪ Betriebskennwerte und Kennlinien von Antrieben	▪ Getriebe, Kupplungen	▪ Grenzwerte	▪ Einarbeiten von Änderungen in vorhandene Unterlagen	▪ Funktionsweise, Auswahl und Einstellung von Schutzeinrichtungen	▪ Programmieren von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen	▪ Steuern und Regeln von Antrieben	▪ Computersimulation	▪ Positionierungsvorgänge, Freiheitsgrade	▪ Messwerterfassung an Schnittstellen	▪ Prüf- und Messverfahren zur Positionsbestimmung	
▪ Betriebskennwerte und Kennlinien von Antrieben	▪ Getriebe, Kupplungen												
▪ Grenzwerte	▪ Einarbeiten von Änderungen in vorhandene Unterlagen												
▪ Funktionsweise, Auswahl und Einstellung von Schutzeinrichtungen	▪ Programmieren von Bewegungsabläufen und Steuerungsfunktionen												
▪ Steuern und Regeln von Antrieben	▪ Computersimulation												
▪ Positionierungsvorgänge, Freiheitsgrade	▪ Messwerterfassung an Schnittstellen												
▪ Prüf- und Messverfahren zur Positionsbestimmung													

Lernfeld 9 Untersuchen des Informationsflusses in komplexen mechatronischen Systemen									
<p>Zielformulierung: Die Schülerinnen und Schüler können Schaltpläne lesen und anhand dieser die Informationsstruktur in Systemen beschreiben. Sie stellen Verknüpfungen zwischen elektrischen, mechanischen, pneumatischen und hydraulischen Komponenten dar. Sie beherrschen die messtechnischen Verfahren zur Untersuchung der Informationsflüsse und sind in der Lage, Signale zu analysieren und daraus Rückschlüsse auf mögliche Fehlerquellen zu ziehen. Diagnoseverfahren unter Anwendung der Datenverarbeitung werden von ihnen genutzt. Sie arbeiten Änderungen in vorhandene Unterlagen ein. Sie modifizieren Unterlagen auch in englischer Sprache.</p> <p>Inhalte:</p> <table border="0"><tr><td>▪ Signalverläufe in Systemen</td><td>▪ Untersuchung an Schnittstellen zwischen Systemkomponenten</td></tr><tr><td>▪ Signalstrukturen</td><td>▪ Vernetzung zwischen Teilsystemen</td></tr><tr><td>▪ Bussysteme</td><td>▪ Hierarchien in vernetzten Systemen</td></tr><tr><td>▪ Prüf- und Messverfahren</td><td>▪ Dokumentation von Messergebnissen</td></tr></table>		▪ Signalverläufe in Systemen	▪ Untersuchung an Schnittstellen zwischen Systemkomponenten	▪ Signalstrukturen	▪ Vernetzung zwischen Teilsystemen	▪ Bussysteme	▪ Hierarchien in vernetzten Systemen	▪ Prüf- und Messverfahren	▪ Dokumentation von Messergebnissen
▪ Signalverläufe in Systemen	▪ Untersuchung an Schnittstellen zwischen Systemkomponenten								
▪ Signalstrukturen	▪ Vernetzung zwischen Teilsystemen								
▪ Bussysteme	▪ Hierarchien in vernetzten Systemen								
▪ Prüf- und Messverfahren	▪ Dokumentation von Messergebnissen								

Lernfeld 10	Planen der Montage und Demontage										
<p>Zielformulierung: Die Schülerinnen und Schüler beherrschen die Planung und Vorbereitung der Montage und Demontage mechatronischer Systeme. Sie kennen den Ablauf der Arbeitsprozesse und können Arbeitsergebnisse beurteilen. Sie beziehen bereits in der Vorbereitungsphase Aspekte des Gesundheits- und Arbeitsschutzes in ihre Überlegungen ein. Sie überprüfen Montagebedingungen am Aufstellungsort und berücksichtigen sie. Sie planen den Einsatz der erforderlichen Hilfsmittel. Sie organisieren die Arbeit im Team. Sie verständigen sich in Englisch über Montageanleitungen.</p>											
<p>Inhalte:</p> <table border="0"> <tr> <td>▪ Betriebliche Montageunterlagen</td> <td>▪ Prüfungen während der Montage</td> </tr> <tr> <td>▪ Bedingungen für das Arbeiten am Montageort unter Berücksichtigung der Vorschriften</td> <td>▪ Form- und Lagetoleranzen</td> </tr> <tr> <td>▪ Ver- und Entsorgungseinrichtungen mechatronischer Systeme</td> <td>▪ Justierarbeiten</td> </tr> <tr> <td>▪ Transportmittel, Hebezeuge und Montagehilfen</td> <td>▪ Entsorgung und Recycling bei der Demontage</td> </tr> <tr> <td>▪ Sicherheitsmaßnahmen und deren Prüfung</td> <td></td> </tr> </table>		▪ Betriebliche Montageunterlagen	▪ Prüfungen während der Montage	▪ Bedingungen für das Arbeiten am Montageort unter Berücksichtigung der Vorschriften	▪ Form- und Lagetoleranzen	▪ Ver- und Entsorgungseinrichtungen mechatronischer Systeme	▪ Justierarbeiten	▪ Transportmittel, Hebezeuge und Montagehilfen	▪ Entsorgung und Recycling bei der Demontage	▪ Sicherheitsmaßnahmen und deren Prüfung	
▪ Betriebliche Montageunterlagen	▪ Prüfungen während der Montage										
▪ Bedingungen für das Arbeiten am Montageort unter Berücksichtigung der Vorschriften	▪ Form- und Lagetoleranzen										
▪ Ver- und Entsorgungseinrichtungen mechatronischer Systeme	▪ Justierarbeiten										
▪ Transportmittel, Hebezeuge und Montagehilfen	▪ Entsorgung und Recycling bei der Demontage										
▪ Sicherheitsmaßnahmen und deren Prüfung											

Lernfeld 11	Inbetriebnahme, Fehlersuche und Instandsetzung																
<p>Zielformulierung: Die Schülerinnen und Schüler stellen die Gesamtfunktion und die Teilfunktionen eines Systems einschl. seiner Schutz-einrichtungen dar. Dazu entnehmen sie Informationen aus technischen Unterlagen. Sie erklären den Einfluss von Komponenten auf das Gesamtsystem und überprüfen anhand von Schnittstellenuntersuchungen deren Funktion. Die dafür erforderlichen Messverfahren werden von ihnen beherrscht und zielgerichtet angewandt. Die Schülerinnen und Schüler erläutern die Verfahren zur Inbetriebnahme von mechatronischen Systemen und legen die Vorgehensweise für die Inbetriebnahme eines Gesamtsystems fest. Sie nutzen die Möglichkeiten von Diagnosesystemen und interpretieren Funktions- und Fehlerprotokolle. Die Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen wird von ihnen überprüft. Sie justieren Sensoren und Aktoren, überprüfen Systemparameter und stellen sie ein. Ergebnisse werden in Unterlagen dokumentiert. Sie grenzen Fehler systematisch ein und beseitigen Störungen. Sie können sich in englischer Sprache verständigen.</p>																	
<p>Inhalte:</p> <table border="0"> <tr> <td>▪ Blockschaltbilder, Wirkungs- und Funktionspläne von mechatronischen Systemen</td> <td>▪ Elektrische und mechanische Schutzmaßnahmen, Schutzvorschriften</td> </tr> <tr> <td>▪ Überprüfung und Einstellung von Sensoren und Aktoren</td> <td>▪ Elektromagnetische Verträglichkeit</td> </tr> <tr> <td>▪ Systemparameter</td> <td>▪ Prozessvisualisierung, Diagnosesysteme, Ferndiagnose</td> </tr> <tr> <td>▪ BUS-Parametrierung</td> <td>▪ Inbetriebnahmeprotokoll, Fehlerdokumentation, Instandsetzungsprotokoll</td> </tr> <tr> <td>▪ Softwareinstallation</td> <td>▪ Qualitätssicherungsverfahren</td> </tr> <tr> <td>▪ Verfahren zur Fehlersuche in elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Systemen</td> <td>▪ Behebung von Programmfehlern</td> </tr> <tr> <td>▪ Störungsanalyse</td> <td>▪ Berücksichtigung von Kundenanforderungen</td> </tr> <tr> <td>▪ Strategie der Fehlersuche, typische Fehlerursachen</td> <td>▪ Einflüsse von mechatronischen Systemen auf ökonomische, ökologische und soziale Bedingungen</td> </tr> </table>		▪ Blockschaltbilder, Wirkungs- und Funktionspläne von mechatronischen Systemen	▪ Elektrische und mechanische Schutzmaßnahmen, Schutzvorschriften	▪ Überprüfung und Einstellung von Sensoren und Aktoren	▪ Elektromagnetische Verträglichkeit	▪ Systemparameter	▪ Prozessvisualisierung, Diagnosesysteme, Ferndiagnose	▪ BUS-Parametrierung	▪ Inbetriebnahmeprotokoll, Fehlerdokumentation, Instandsetzungsprotokoll	▪ Softwareinstallation	▪ Qualitätssicherungsverfahren	▪ Verfahren zur Fehlersuche in elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Systemen	▪ Behebung von Programmfehlern	▪ Störungsanalyse	▪ Berücksichtigung von Kundenanforderungen	▪ Strategie der Fehlersuche, typische Fehlerursachen	▪ Einflüsse von mechatronischen Systemen auf ökonomische, ökologische und soziale Bedingungen
▪ Blockschaltbilder, Wirkungs- und Funktionspläne von mechatronischen Systemen	▪ Elektrische und mechanische Schutzmaßnahmen, Schutzvorschriften																
▪ Überprüfung und Einstellung von Sensoren und Aktoren	▪ Elektromagnetische Verträglichkeit																
▪ Systemparameter	▪ Prozessvisualisierung, Diagnosesysteme, Ferndiagnose																
▪ BUS-Parametrierung	▪ Inbetriebnahmeprotokoll, Fehlerdokumentation, Instandsetzungsprotokoll																
▪ Softwareinstallation	▪ Qualitätssicherungsverfahren																
▪ Verfahren zur Fehlersuche in elektrischen, pneumatischen und hydraulischen Systemen	▪ Behebung von Programmfehlern																
▪ Störungsanalyse	▪ Berücksichtigung von Kundenanforderungen																
▪ Strategie der Fehlersuche, typische Fehlerursachen	▪ Einflüsse von mechatronischen Systemen auf ökonomische, ökologische und soziale Bedingungen																

Lernfeld 12		Vorbeugende Instandhaltung
Zielformulierung: Die Schülerinnen und Schüler beschreiben Einflüsse auf die Betriebssicherheit technischer Systeme und die Notwendigkeit vorbeugender Instandhaltung. Sie nutzen Wartungspläne und wenden Verfahren zur Feststellung des Wartungsbedarfs an. Sie können Sicherheitseinrichtungen prüfen, einstellen und justieren. Vorschriften des Gesundheits- und Arbeitsschutzes finden dabei Beachtung. Sie erstellen Fehleranalysen und bereiten die Ergebnisse statistisch auf. Resultate von Wartungsarbeiten werden in die Unterlagen eingearbeitet. Die Ergebnisse werden auch in englischer Sprache aufbereitet.		
Inhalte:		
<ul style="list-style-type: none">▪ Verschmutzung, Ermüdung, Verbrauch, Verschleiß und deren Auswirkung▪ Systemzuverlässigkeit▪ Erstellung und Anpassung von Wartungsplänen▪ Inspektionen▪ Verfahren zur Überprüfung von Sicherheitseinrichtungen	<ul style="list-style-type: none">▪ Anpassung von Systemkomponenten an veränderte Anforderungen▪ Diagnoseverfahren und Wartungssysteme▪ Qualitätsmanagement▪ Dokumentation▪ Einarbeiten von Änderungen in technische Unterlagen	

Lernfeld 13		Übergabe von mechatronischen Systemen an Kunden
Zielformulierung: Die Schülerinnen und Schüler bereiten Informationen über mechatronische Systeme textlich und grafisch auf und präsentieren sie. Sie planen die Einweisung von Betriebs- und Bedienungspersonal in die Anlage und führen diese durch. Sie tauschen Informationen in englischer Sprache aus. Sie berücksichtigen die Grundsätze der Gestaltung der Kundenbeziehungen und die Marketingstrategien ihres Betriebes.		
Inhalte:		
<ul style="list-style-type: none">▪ Nutzung innerbetrieblicher Kommunikationssysteme▪ Teamarbeit▪ Kommunikation	<ul style="list-style-type: none">▪ Moderation, Präsentation▪ Kunden-/Lieferantenbeziehung▪ Bedienungsanleitungen, Betriebsanleitungen	

Qualifizierung von Ausbilder/innen, Prüfer/innen und Lehrer/innen

Um Betriebe und Schulen auf die neue Form der Gestaltung des Ausbildungsprozesses sowie der Prüfung vorzubereiten, wurden die nachfolgend dargestellten Seminare mit finanzieller Unterstützung des Ministeriums für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau, des Europäischen Sozialfonds und der vier Industrie- und Handelskammern von Rheinland-Pfalz unter Federführung des IHK-Bildungszentrums Koblenz entwickelt.

Die Seminarkonzepte entstanden unter Mitwirkung von Fachleuten der Ausbildungsbetriebe, Berufsschulen und Kammern aus den Kammerbezirken von Rheinland-Pfalz, der Handwerkskammer Kaiserslautern und dem Team Berufsbildende Schulen des Instituts für schulische Fortbildung und psychologische Beratung (IFB) Speyer.

Die Mitglieder des Mechatroniker-Facharbeitskreises und der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA) als Beauftragter des Entwicklungsprojektes bestätigen gleichermaßen Notwendigkeit und Wichtigkeit dieser Qualifizierung und sehen in dem entwickelten Seminarkonzept ein beispielgebendes Bildungsangebot.

Mit der Aufnahme der Seminarbeschreibungen in die Mechatroniker-Umsetzungshilfen soll eine breite Information gesichert und ein Anstoß für entsprechende Aktivitäten in anderen Regionen gegeben werden.

Durchführung und Organisation der Mechatroniker Ausbildung – Umsetzungshilfen -

Die inhaltlichen Schwerpunkte der Veranstaltung sind die Organisation der Mechatroniker-Ausbildung und –Prüfung. Eine einheitliche Informationsbasis schafft die Voraussetzung für eine kooperative und qualitätsbewusste Ausbildung.

Zielgruppe:

Ausbilder/innen, Lehrer/innen, Prüfer/innen, Ausbildungs- und Schulplaner/innen

Seminarinhalte:

- Mechatroniker/innen zwischen Erwartungen, Möglichkeiten und Grenzen
- innovative Ausbildung aus organisatorischer und rechtlicher Sicht
- Pflichtenheft einer sich wandelnden Ausbildung
- Optimierung von dualer Ausbildung z.B. durch Lernortkooperation
- Ausbildungsrealisierung in Betrieb und Schule
- Prüfung: Anforderungen an Prüfungsverfahren und –bewertung

Methodik:

Vorträge, Diskussionen, Präsentation von Fallbeispielen

Dauer:

1-tägige Veranstaltung von 9.00 bis 17.00 Uhr

**Prüferqualifizierung für Ausbilder/innen und Lehrer/innen
im Beruf Mechatroniker/in**

In diesem Seminar soll das veränderte Prüfungskonzept der Mechatronikerausbildung vorgestellt und an praktischen Beispielen umgesetzt werden. Ziel ist, einen einheitlichen Prüfungsstandard zu erreichen, um dadurch zur Qualitätssicherung der Prüfung beizutragen.

Zielgruppe:

Ausbilder/innen, Lehrer/innen, Weiterbilder/innen, Prüfer-, Ausbildungs- und Schulorganisatoren

Seminarinhalte:

- Rechtsgrundlagen
- Zeitlicher Ablauf
- Organisation
- Rahmenbedingungen zum betrieblichen Auftrag, Minimal- und Maximalanforderungen, Ausführungsrichtlinien
- Bewertung des betrieblichen Auftrages
- Führung von Fachgesprächen
- Bewertung von Fachgesprächen

Methodik:

Vorträge unterstützt durch Videoeinsatz, arbeiten in Gruppen mit anschließender Diskussion, Fallbeispiele, Rollenspiel

Dauer:

2-tägiger Workshop von 9.00 bis 17.00 Uhr

**Projektorientierte Maßnahme Mechatroniker –
Erstellung eines „Betrieblichen Auftrages“**

In diesem Workshop soll dem veränderten Prüfungsablauf Rechnung getragen werden. Insbesondere soll an einer realen Aufgabenstellung ein betrieblicher Auftrag erarbeitet werden. Ziel des Workshops ist es, die Teilnehmer in die Lage zu versetzen, betriebliche Aufträge zu sichten, zu begleiten und abzunehmen.

Zielgruppe:

Prüfer/innen , Ausbilder/innen und Lehrer/innen, betriebliche Mentoren, die mit der Ausbildung des Mechatronikers vertraut sind

Inhalte:

- Erstellung eines Arbeitsplanes
- Entwicklung von Lösungsstrategien
- Dokumentation des Auftrages
- Vorbereitung des Fachgespräches
- Förderung der Teamarbeit

Methodik:

Fachvorträge, Gruppenarbeit und Diskussionen

Dauer:

1-tägige Veranstaltung von 9.00 bis 17.00 Uhr

**Projektorientierte Maßnahme Mechatroniker –
Optimierung der Ausbildungsmethodik**

Im Vordergrund der Maßnahmen sollen nicht fachliche Schulungen, sondern ausbildungsbegleitende Inhalte stehen. Hierbei sollen Projektsituationen dazu dienen, den Gesamtprozess darzustellen und zu realisieren.

Zielgruppe:

Prüfer/innen , Ausbilder/innen und Lehrer/innen, betriebliche Mentoren, die mit der Ausbildung des Mechatronikers vertraut sind

Maßnahmen

geplant sind Maßnahmen zu den Schwerpunkten:

- Projektmanagement und Projektmethodik
- Projekt- und Teamarbeit
- Präsentationstechnik
- Kommunikation im Team

Methodik:

Fachvorträge, Gruppenarbeit und Diskussionen

Dauer:

1-tägige Veranstaltung von 9.00 bis 17.00 Uhr

Literaturverzeichnis

Blum, F; Hensgen, A; Kloft, C; Maichle, U.M. (1995) Erfassung von Handlungskompetenz in den Prüfungen der Industrie- und Handelskammern. Bonn: DIHT-Gesellschaft für berufliche Bildung – Organisation zur Förderung der IHK-Weiterbildung mbH.

Bolte, A.; Müller, K. (2000) Neue Anforderungen an Kompetenzprofile industrieller Fachkräfte, erschienen in Industrielle Fachkräfte für das 21. Jahrhundert
Frankfurt, New York: Campus Verlag

Borch, H., Weißmann, H. (2000) Mechatroniker/ Mechatronikerin
Berlin/Bonn: Bundesinstitut für Berufsbildung (Hrsg.)

Breuer, K.; Höhn, K (1996) Entwicklung und Qualitätssicherung von praxis- und handlungsorientierten schriftlichen Abschlussprüfungen in kaufmännischen Ausbildungsberufen am Beispiel des neugeordneten Ausbildungsberufs Versicherungskaufmann / Versicherungskauffrau. Bonn: DIHT-Gesellschaft für berufliche Bildung – Organisation zur Förderung der IHK-Weiterbildung mbH.

Breuer, K. (2000) Mündliche Prüfungen als Kundenberatungsgespräche, erschienen in: Stiller, I.; Tramm, T. (Hrsg.) Die kaufmännische Berufsbildung in der Diskussion – Handlungsfelder, Lernfelder und Prüfungen in Theorie und Praxis (Seite 95 – 105.)
Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag

Breuer, K.; Müller, K. (2000) Umsetzungshilfen für die neue Prüfungsstruktur der IT-Berufe
Bonn: Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.)

Bünting, F. (1997) Stand des Qualitätsmanagements im Deutschen Maschinen- und Anlagenbau
Frankfurt/ Main: Maschinenbauverlag GmbH

Große-Oetringhaus, Wigand, F. (1996) Strategische Identität – Orientierung im Wandel
Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag

Hankel, M./ Müller, K./ Schaarschuch, A. (1994) Transferorientierte Fachdidaktik zur Qualifizierung im Bereich neuer Technologien. Berufsbildung in Wissenschaft und Praxis, Heft 3, Berlin: BIBB

Harashima, F., Tomizuka, M. (1996) Mechatronics – "What is it, why and how". IEEE/ASME-Transactions on Mechatronics, Bd. 1

Isermann, R.: Mechatronische Systeme (1999).
Berlin: Springer-Verlag

Simons, P; Robert, J. (1992) Lernen, selbständig zu lernen – ein Rahmenmodell. In: Mandl, H.; H.F. Friedrich (Hrsg.) Lern- und Denkstrategien – Analyse und Intervention. Göttingen

Aufbau von Qualitätsmanagementsystemen in kleinen und mittleren Unternehmen (1995)
Frankfurt/Main: MaschinenbauVerlag GmbH

DIN EN ISO 9001, Qualitätsmanagementsysteme- Modell zur Qualitätssicherung / QM-Darlegung in Design, Entwicklung, Produktion, Montage und Wartung.
von 1994
Berlin, Zürich, Wien: Beuth-Verlag

DIN EN ISO 9002, Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Darlegung des Qualitätsmanagementssystems in Produktion, Montage und Wartung.
von 1994
Berlin, Zürich, Wien: Beuth-Verlag

DIN EN ISO 9003, Qualitätsmanagementsysteme – Modell zur Qualitätssicherung / QM-Darlegung bei der Endprüfung.
von 1994
Berlin, Zürich, Wien: Beuth-Verlag

Mechatronische Systeme für die Industrie (2000)
Frankfurt/Main: VDMA Verlag GmbH

Qualitätsmanagement-Systemaudit (2000)
Frankfurt/Main: Verband der Automobilindustrie e.V. (VDA), Qualitätsmanagement Center

Verordnung über die Berufsausbildung zum Mechatroniker/ zur Mechatronikerin vom 04. März 1998. In: Bundesgesetzblatt Teil I, 1998 (Seite 408 ff).
Bonn: Bundesanzeiger Verlagsges.m.b.H.

Notizen

Notizen

Notizen



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

bmb+f

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unentgeltlich abgegeben. Sie ist nicht zum gewerblichen Vertrieb bestimmt. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerbern oder Wahlhelfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen und an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist gleichfalls die Weitergabe an Dritte zum Zwecke der Wahlwerbung.

Unabhängig davon, wann, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift dem Empfänger zugegangen ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Bundesregierung zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

BMBF PUBLIK