

Entwicklung lernortübergreifender Lernsituationen

Eine Handreichung für Lehrkräfte und Ausbildungsverantwortliche
im Ausbildungsberuf Elektroniker/-in für Betriebstechnik

Nutzungshinweise

Diese Druckschrift wird im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen herausgegeben. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlbewerberinnen und -bewerbern oder Wahlhelferinnen und -helfern während eines Wahlkampfes zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Landtags-, Bundestags- und Kommunalwahlen sowie für die Wahl der Mitglieder des Europäischen Parlaments. Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, 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. Eine Verwendung dieser Druckschrift durch Parteien oder sie unterstützende Organisationen ausschließlich zur Unterrichtung ihrer eigenen Mitglieder bleibt hiervon unberührt. Unabhängig davon, auf welchem Weg und in welcher Anzahl diese Schrift verteilt worden ist, darf sie auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl nicht in einer Weise verwendet werden, die als Parteinahme der Landesregierung zu Gunsten einzelner Gruppen verstanden werden könnte.

Projektleitung

Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes
Nordrhein-Westfalen

Projektkoordination

Robert Gründler, WissensImpuls, Dresden

Beteiligte Bezirksregierung

Karsten Mielke, Bezirksregierung Arnsberg

Beteiligte Kammern

Klaus Bourdick, IHK Arnsberg, Hellweg-Sauerland
Bernd Wieneke, IHK Arnsberg, Hellweg-Sauerland

Beteiligte Berufskollegs

Joachim Dahl, Berufskolleg Berliner Platz, Arnsberg

Beteiligte Lehrwerkstätten

Albert Heuel, Gemeinschafts-Lehrwerkstatt Arnsberg
GmbH

Beteiligte Ausbildungsbetriebe

Markus Knoche, Martinrea Honsel Germany GmbH
Heinz Kurz, TRILUX GmbH & Co.KG
Dirk Polachowski, Westnetz GmbH

Herausgeber

Ministerium für Schule und Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen
Völklinger Straße 49
40221 Düsseldorf
Telefon: 0211 5867-40
Telefax: 0211 5867-3220
E-Mail: poststelle@msw.nrw.de
www.schulministerium.nrw.de

© MSW02/2017

Foto

Titelseite: fotolia © industrieblick

Gestaltung

Robert Gründler, WissensImpuls, Dresden

Druck

reprogress GmbH, Dresden

Inhalt

Einleitung.....5

Lernortkooperation bei der Entwicklung von Lernsituationen.....6

Vorgehen in der Praxis..... 6

Bewertung des Vorgehens 8

Lernsituationen entwickeln 9

Checkliste..... 10

Beispiel einer Lernsituation in Betrieb und Schule11

Ausgangssituation..... 12

Aufgaben 13

Lösungsraum 15

Kompetenzerwartungen 24

Beispiel einer Lösung 25

Weiterführende Informationen.....37

Projekt KOMET-NRW-LOK..... 37

KOMET-Kompetenzmodell 38

Einleitung

Der Beruf Elektronikerin und Elektroniker für Betriebstechnik ist ein anspruchsvoller Ausbildungsberuf mit hohen Absolvierendenzahlen. Durch die Anforderungen, die sich aus der Digitalisierung ergeben, ist auch dieser Beruf einem stetigen Wandel unterworfen. Die sich ändernden Anforderungen müssen daher in den Ausbildungsorten Schule und Betrieb immer wieder neu angepasst und idealerweise sinnvoll miteinander verknüpft werden.

Die optimale Zusammenarbeit der dualen Partner ist für die duale Ausbildung ein wesentlicher Erfolgsfaktor. Beide Lernorte tragen mit ihren Kernkompetenzen zur Sicherung von gut ausgebildeten Fachkräften bei, die nach erfolgreicher Ausbildung eigenständig handlungsfähig sind.

Doch wie kann dieser notwendige Abstimmungsprozess weiter systematisiert werden? Wie kann es zu einer strukturierten Zusammenarbeit beider Lernorte kommen, so dass optimale Lernergebnisse erzielt werden und beide Seiten von den Qualitäten der jeweils anderen profitieren?

Die vorliegende Handreichung zeigt Wege auf, die die inhaltliche Zusammenarbeit von Ausbildungsverantwortlichen und Lehrkräften in der dualen Berufsausbildung stärken können.

In enger Zusammenarbeit ist eine Lernsituation entstanden, die die Möglichkeit zur systematischen Lernortkooperation in der Berufsausbildung am Beispiel eines Ausbildungsabschnitts im Ausbildungsberuf Elektroniker/-in für Betriebstechnik aufzeigt. Unterstützung bot dabei exemplarisch das KOMET-Kompetenzmodell.

Somit soll diese Handreichung allen interessierten Ausbildungsverantwortlichen und Lehrkräften ein Beispiel geben, wie sie gemeinsam eigene Lernsituationen im Zusammenspiel beider Lernorte identifizieren, entwickeln, durchführen und bewerten können. Als Ergebnis kann dabei nicht nur eine gemeinsam entwickelte Lernsituation stehen, sondern darüber hinaus ein Impuls für eine neue Qualität der Lernortkooperation.

Lernortkooperation bei der Entwicklung von Lernsituationen

► Vorgehen in der Praxis

► **Gemeinsame Bestandsaufnahme**

Zur Entwicklung einer lernortübergreifenden Lernsituation, die die Lernorte Schule und Ausbildungsbetrieb im Beruf Elektroniker/-in für Betriebstechnik integriert, wurde eine Arbeitsgruppe bestehend aus einer Lehrkraft und einem Dezernenten der Bezirksregierung Arnsberg sowie Ausbildern und einem Vertreter der IHK Arnsberg, Hellweg-Sauerland ins Leben gerufen.

Die Arbeitsgruppe bewertete zunächst die derzeitige Zusammenarbeit von Berufsschulen und Ausbildungsbetrieben. Es stellte sich heraus, dass eine Zusammenarbeit im Wesentlichen aus den Treffen bei Sprechtagen, auf Bildungsgangkonferenzen und im Prüfungsausschuss besteht. Möglichkeiten für gemeinsame Fachweiterbildungen nehmen Ausbilderinnen und Ausbilder eher selten wahr. Nur mit wenigen Betrieben bestehen engere Verbindungen, beispielsweise über Projektarbeiten in den Abschlussklassen oder aufgrund hoher Auszubildendenzahlen aus einem Betrieb.

Einige Betriebe erwarten auf der einen Seite mehr Informationen über konkrete Ausbildungsinhalte seitens der Berufsschule. Die Berufsschulen sind auf der anderen Seite sehr daran interessiert, wie die Betriebe den Ausbildungsrahmenplan konkret umsetzen, um die didaktische Jahresplanung des Bildungsganges für den Ausbildungsberuf daran anpassen zu können.

► **Themenerarbeitung für die Lernsituation**

Am Anfang der Überlegungen stand die Festlegung eines geeigneten Zeitraums für die Verzahnung der Aufgabenstellung zwischen Schule und Betrieb und die Erarbeitung des eigentlichen Themas. Aufgrund der zeitlichen Rahmenbedingungen wurde eine lernortübergreifende Lernsituation im Lernfeld 1 entwickelt, um diese unmittelbar nach den Herbstferien 2016 durchführen zu können. Im Rahmen der entwickelten Lernsituation planen und konstruieren die Auszubildenden im Unterricht eine elektrische Baugruppe. Diese bauen die Auszubildenden anschließend in den Betrieben und führen dort erste Messungen durch. Die Inbetriebnahme und die Präsentation der Ergebnisse erfolgen wieder in der Schule.

Die Beteiligten einigten sich auf die Verteilung der Aufgaben. Dabei hat die Berufsschule die Anpassung einer Lernsituation in der didaktischen Jahresplanung übernommen. Es musste für das Projekt ein neuer betrieblicher Auftrag erarbeitet und nach KOMET konkretisiert werden. Dies erfolgte durch die Berufsschule in Abstimmung mit den Ausbildungsbetrieben.

► **Festlegungen zur Kompetenzmessung**

Grundlage der Kompetenzmessung ist das KOMET-Kompetenzmodell (Seite 38), bei dem für die Bewertung einer Lösung konkrete Bewertungskriterien vorliegen.

Dieser Prozess wird als Rating bezeichnet. Die Kompetenzmessung nach dem KOMET-Kompetenzmodell war den Beteiligten bereits bekannt, da sie an einer entsprechenden Weiterbildung teilgenommen hatten.

Im Rahmen des Ratings werden sämtliche Handlungsprodukte entsprechend der Bewertungskriterien eingeschätzt. Durch die Arbeitsgruppe wurde festgelegt, dass die beteiligten Ausbilder, die in den Betrieben erstellten Handlungsprodukte eigenständig bewerten. Dazu vereinbarte die Arbeitsgruppe, welche Bewertungskriterien des KOMET-Kompetenzmodells dafür hergezogen werden sollen. Dies stimmten die Beteiligten im Rahmen einer Prüfungsausschusssitzung ab. Ergebnis war ein betriebliches Ratingformular.

► **Organisation der Umsetzung**

Die entwickelte Lernsituation umfasst 16 bis 20 Unterrichtsstunden und wurde im Rahmen von Projekttagen zusammenhängend durchgeführt.

Zunächst stimmte die verantwortliche Lehrkraft mit den beteiligten Ausbildungsbetrieben ab, welche Auszubildenden im entsprechenden Zeitraum die betrieblichen Handlungsprodukte herstellen können. Unter Berücksichtigung dieser Absprachen teilte die verantwortliche Lehrkraft die Auszubildenden des ersten Ausbildungsjahres für mehrere Tage in zwei Gruppen ein: Auszubildende der einen Gruppe führten das Projekt durch. Auszubildende der anderen Gruppe erhielten parallel Laborunterricht.

Ein Teil der für die Umsetzung des Projekts benötigten Materialien war in den Betrieben nicht vorrätig und musste vor Beginn der Durchführung durch die Betriebe bestellt werden. In Vorbereitung dazu war es notwendig, das Betriebsmittel in der Planungsphase probeweise in den Ausbildungsbetrieben zu fertigen.

Auszubildende, die den betrieblichen Teil ihrer Ausbildung in der Gemeinschaftslehrwerkstatt absolvieren, konnten das Betriebsmittel nicht fertigen. Zum Zeitpunkt der Durchführung der Lernsituation waren die dafür notwendigen Fähigkeiten noch nicht vermittelt. Für die benötigten Maschinen hatten zum Teil noch keine Unterweisungen stattgefunden.

Letztendlich konnten 10 Auszubildende aus 3 Ausbildungsbetrieben das Betriebsmittel zum vorgesehenen Zeitpunkt im Betrieb fertigen.

► **Rating in Lernortkooperation**

Die beteiligten Ausbilder haben die in den Betrieben geplanten und erstellten Handlungsprodukte unmittelbar geratet. Dazu haben sie von der Schule ein Ratingformular erhalten.

Die Auszubildenden präsentierten die Projektergebnisse in der Schule und nahmen dort auch die gefertigten Betriebsmittel in Betrieb. An diesem Tag war einer der beteiligten Ausbilder in der Schule anwesend.

Nachdem die Auszubildenden ihre Projektdokumentation abgegeben hatten, haben vier Lehrkräfte und drei Ausbilder das Rating nach dem einheitlichen KOMET-Kriterienkatalog durchgeführt. Dazu verteilte die verantwortliche Lehrkraft alle Unterlagen, einschließlich der betrieblichen Ratingformulare und der Präsentationen, in elektronischer Form. Die Auswertung und Visualisierung der Ratingergebnisse erfolgte mithilfe eines EXCEL-Tools.

► **Analyse in Lernortkooperation**

Anschließend analysierte die Arbeitsgruppe die Ergebnisse der Auszubildenden. Diese zeigen deutlich, dass der aus der gewählten Lernsituation konstruierte betriebliche Auftrag nicht alle Kriterien des KOMET-Kompetenzmodells berücksichtigt hat. Dadurch gab es keinen ausreichenden Raum für wirtschaftliche Betrachtungen, Betrachtungen der Umweltverträglichkeit und Kreativität. Diese Aspekte sind in der vorausgegangenen Lernsituation den Auszubildenden nicht bewusst geworden.

Als Folge dieser Analysen schließt sich daher eine Überprüfung aller in der didaktischen Jahresplanung angelegten Lernsituationen an. Dabei soll überprüft werden, wie die im KOMET-Kompetenzmodell definierten Kompetenzen und die Aspekte einer vollständigen betrieblichen Aufgabe berücksichtigt werden.

Bewertung des Vorgehens

Positive Auswirkungen

Die Auszubildenden sind hochmotiviert in das Projekt eingestiegen und alle Gruppen haben funktionsfähige Betriebsmittel und Schaltungsunterlagen konstruiert und gefertigt. Gerade die Zusammenarbeit mit Auszubildenden aus anderen Betrieben in einer Projektgruppe wurde positiv hervorgehoben. Die Entwicklung, der Bau und die Präsentation eines Betriebsmittels, welches in ihrer weiteren Ausbildung sowohl in der Schule als auch im Betrieb eingesetzt werden kann, war für viele Auszubildende ein wesentlicher Motivationsfaktor.

Hemmnisse

Im vorgegebenen Zeitraum konnte nicht für alle Auszubildenden in den Projektgruppen eine praktische Umsetzung in den Betrieben sichergestellt werden. Insbesondere die zeitliche Einbindung der Gemeinschaftslehrwerkstatt war im vorgegebenen Zeitraum nicht möglich. Dadurch konnten lediglich zehn von 18 Auszubildenden das Betriebsmittel tatsächlich fertigen. Die Abstimmungen zur Entwicklung und Umsetzung der Lernsituation und auch das Rating nach dem KOMET-Kompetenzmodell haben insgesamt mehr Zeit in Anspruch genommen als ursprünglich eingeplant.

Des Weiteren mussten einige Materialien bereits vor Beginn des Projekts bestellt werden. Dadurch hatten die Auszubildenden bei wichtigen Planungsentscheidungen (beispielsweise die Art des Gehäuses des Betriebsmittels) keine freie Auswahlmöglichkeit, sodass das Kompetenzkriterium Wirtschaftlichkeit keine Anwendung finden konnte.

Schlussfolgerungen

Insbesondere für die Planung und Abstimmungen sowie die Umsetzung einer solchen Lernsituation in den Betrieben muss in Zukunft mehr Zeit eingeplant werden. Auf der einen Seite erhalten dadurch deutlich mehr Auszubildende die Möglichkeit einer Fertigung des Betriebsmittels im Ausbildungsbetrieb. Auf der anderen Seite können dann die benötigten Materialien nach der Planung durch die Auszubildenden bestellt werden, was die Varianz der Lösungen erhöhen kann.

Nutzen für Auszubildende

Auszubildende erhalten eine Rückmeldung über ihren aktuellen Leistungsstand bezogen auf die acht KOMET-Kompetenzkriterien (Funktionalität, Anschaulichkeit und Präsentation, Gebrauchswert, Wirtschaftlichkeit, Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung, Sozialverträglichkeit, Umweltverträglichkeit, Kreativität). Die Auszubildenden erfahren die enge Kooperation von Schule und Ausbildungsbetrieb außerdem als etwas Positives im Hinblick auf ihren eigenen Kompetenzzuwachs. Schulische Lerninhalte sind unmittelbar mit der betrieblichen Ausbildung verknüpft. Die Auszubildenden erhalten bei den Projektvorstellungen darüber hinaus Informationen über Abläufe in anderen Ausbildungsbetrieben.

Nutzen für Lehrkräfte

Die Entwicklung und Durchführung einer lernortübergreifenden Lernsituation verstärkt die Zusammenarbeit mit den Ausbildungsbetrieben auf inhaltlicher, organisatorischer und kommunikativer Ebene. Auch wird durch die Zusammenarbeit deutlich, wie andere Lernsituationen angepasst oder erweitert werden sollten, damit den Auszubildenden Kompetenzzuwächse in allen acht KOMET-Kompetenzkriterien möglich sind. Durch die begleitende Kompetenzmessung werden individuelle Lernprobleme sichtbar. Dies ermöglicht eine individuell gezielte Förderung der Auszubildenden.

Nutzen für Ausbilderinnen und Ausbilder

Der Austausch mit der Berufsschule und den Lehrkräften, auch auf inhaltlicher Ebene, ermöglicht es, innerbetriebliche Abläufe in die Projektaufgaben und damit in den Lernort Berufsschule einzubringen. Regelmäßige, wissenschaftlich basierte Kompetenzmessungen, wie KOMET sie ermöglicht, geben Hinweise zur Verbesserung der betrieblichen Ausbildungsabläufe und -inhalte. Die Zusammenarbeit von Berufsschule und Betrieb kann sich systematisch und unabhängig von persönlichen Kontakten entwickeln.

Lernsituationen entwickeln

Die **gemeinsame Entwicklung von Lernsituationen im Projekt KOMET-NRW-LOK** orientiert sich an den Vorgaben der Handreichung „Didaktische Jahresplanung – Pragmatische Handreichung für die Fachklassen des dualen Systems“¹ sowie des KOMET-Kompetenzmodells (siehe Handreichung Kompetenzentwicklung, Kompetenzmessung und Kompetenzdiagnosen in den Elektroberufen sowie Anhang Seite 38).² Das besondere an KOMET-NRW-LOK ist, dass diese Lernsituationen gemeinsam mit dem dualen Partner gestaltet werden.

Bereits bei der **Generierung** von gemeinsamen Lernsituationen ist eine Analyse der Lernfelder im Ausbildungsberuf sowie ein inhaltlicher und zeitlicher Abgleich mit den in der Ausbildungsordnung sowie im Ausbildungsrahmenplan aufgeführten Qualifikationen vorzunehmen.

Möglichst gemeinsam mit dem Lernortpartner soll ein **realitätsnahes Szenario** beschrieben werden, das sich aus einer beruflich (oder auch gesellschaftlich, persönlich) bedeutsamen Problemstellung erschließt und ein konkretes Lernergebnis/**Handlungsprodukt** hat, das idealerweise tatsächlich im Betrieb oder im Betrieb und Berufskolleg erstellt werden kann.

Die individuelle Kompetenzentwicklung im Rahmen der Lernsituation orientiert sich an der **vollständigen Handlung** von der Information/Planung bis hin zur Kontrolle/Bewertung. Die Lernsituation schließt Erarbeitungs-, Anwendungs-, Übungs- und Vertiefungsphasen sowie Lernerfolgskontrollen mit ein. So können Problemstellungen in Teilschritte zerlegt und entsprechend bewertet werden. Im KOMET-Kompetenzmodell werden die Lernsituationen auf verschiedenen Niveaustufen angesiedelt (vom Anfänger zum Köhner)³ sowie auf verschiedene Kompetenzbereiche (funktionale-, prozessuale-, Gestaltungskompetenz) ausgerichtet und ermöglichen Ergebnisse, die bezogen auf acht Kompetenzkriterien⁴ dann gemeinsam bewertet werden können.

Bei der Konkretisierung der Kompetenzen muss klar definiert werden, welche Kompetenzen bei welchem Schritt im Rahmen der Lernsituation und **an welchem Lernort** erworben werden sollen. Dabei sind die Möglichkeiten der Lernorte zu berücksichtigen. Dieser Prozess

soll durch einen Austausch von Lehrkräften und Ausbilderinnen und Ausbildern erfolgen.

Idealerweise wird auch die Lernerfolgskontrolle/Kompetenzbewertung durch Lehrkräfte und Ausbilderinnen und Ausbilder gemeinsam vorgenommen. Dies macht es erforderlich, sich zunächst auf gemeinsame Bewertungskriterien zu verständigen. Dazu bietet das KOMET-Kompetenzmodell mit dem Lösungsraum eine mögliche Basis (siehe Handreichungen für Lehrkräfte zur Anwendung des KOMET-Kompetenzmodells für das Erstellen, Dokumentieren und dem Einsatz von lernergebnisorientierten Lernsituationen sowie Anhang Seite 38).

¹ Die Handreichung kann im Internet beim Broschürenservice des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen bestellt und herunter geladen werden: <https://broschueren.nordrheinwestfalendirekt.de/broschuerenservice/msw/didaktische-jahresplanung/917>

² Die Handreichung kann unter www.komet-nrw.de herunter geladen werden.

³ Im Verlauf des Projektes KOMET-NRW hat sich die Projektgruppe dazu entschieden, die im Modell von Prof. Rauner entwickelten vier Niveaustufen auf drei Stufen (Anfänger, Fortgeschrittene, Köhner) zu reduzieren. Grundlage war die Erfahrung, dass zu viele Niveaustufen zu einer zu hohen Komplexität bei der Formulierung von Aufgaben bzw. Arbeitsaufträgen führte. Vgl. MSW-Handreichung: Mielke, Karsten, Tiemeyer, Ernst (Hg.) Kompetenzentwicklung, Kompetenzmessung und Kompetenzdiagnosen in den Elektroberufen, Düsseldorf 2015, S. 37.

⁴ Der Kompetenzbereich funktionale Kompetenz umfasst die Kriterien **Anschaulichkeit** und **Funktionalität/Fachlichkeit**, der Kompetenzbereich prozessuale Kompetenz die Kriterien **Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit** und **Geschäfts- und Arbeitsprozessorientierung**, der Kompetenzbereich ganzheitliche Gestaltungskompetenz setzt sich aus den Kriterien **Sozialverträglichkeit, Umweltverträglichkeit** und **Kreativität** zusammen.

Checkliste

Checkliste zur Evaluation von gemeinsamen Lernsituationen

Bildungsgang/Ausbildungsberuf				
Lernfeld/Ausbildungsabschnitt	Nr.		Titel	
Lernsituation	Nr.		Titel	
Evaluation	vom		durch	

Nr.	Kriterium	++	+	-	--	Kommentar
1	Die Lernsituation beinhaltet eine Problemstellung, die eine Herausforderung für die Auszubildenden darstellt.					
2	Die Lernsituation wurde gemeinsam entwickelt.					
3	Die Problemstellung ist in eine komplexe Lernsituation eingebunden.					
4	Die Problemstellung ist exemplarisch für die berufliche Tätigkeit.					
5	Die Lernsituation umfasst die Phasen einer vollständigen Handlung.					
6	Für die Lernsituation wurden konkrete Kompetenzen formuliert.					
7	Die Lernsituation weist Vernetzungen zu anderen Lernsituationen auf.					
8	Die Lernsituation fördert individuelle Lernprozesse.					
9	Die Lernsituation war auf verschiedenen Niveaustufen angesiedelt.					
10	Die Unterrichtsmaterialien waren vollständig verfügbar.					
11	Ausgewählte Lern- und Arbeitstechniken sind in die Lernsituation eingebunden.					
12	Die erwarteten Lernergebnisse und Handlungsprodukte waren konkret beschrieben.					
13	Die geplanten Handlungsprodukte und Lernergebnisse wurden im Betrieb erstellt.					
14	Die geplanten Handlungsprodukte und Lernergebnisse wurden im Berufskolleg und im Betrieb erstellt.					
15	Die Dokumentation und Reflektion der Lösungen anhand des Lösungsraums findet durch die Lernenden statt.					
16	Die Lernerfolgskontrolle bzw. Kompetenzbewertung wurde durch Lehrkräfte und Ausbilderinnen und Ausbilder gemeinsam vorgenommen.					
17	Die Kompetenzzuwächse waren erkennbar und dokumentierbar.					
18	Die Lernsituation trägt dazu bei die Kooperation zwischen Berufskolleg und Betrieb zu verstärken.					

Ausprägungen: ++ trifft voll zu + trifft überwiegend zu - trifft kaum zu -- trifft nicht zu

Beispiel einer Lernsituation in Betrieb und Schule

► Betriebsmittel zur Spannungsanpassung für eine SPS-Steuerung erstellen

Lernsituation 2 im Lernfeld 1: „Elektrotechnische Systeme analysieren und Funktionen prüfen“
Zeitbedarf ca. 16 bis 20 Unterrichtsstunden

Erstellt von

Joachim Dahl

Bereichsleiter Elektro- und KFZ-Technik

Berufskolleg Berliner Platz, Arnberg

Unter Beteiligung von

Albert Heuel

Ausbilder

Gemeinschafts-Lehrwerkstatt-Arnberg GmbH

Dirk Polachowski

Ausbildungsleiter

Westnetz GmbH

Markus Knoche

Teamleiter Technische Berufsbildung

Martinrea Honsel Germany GmbH

Bernd Wieneke

Teamleiter Ausbildungsberatung

IHK Arnberg, Hellweg-Sauerland

Heinz Kurz

Ausbilder

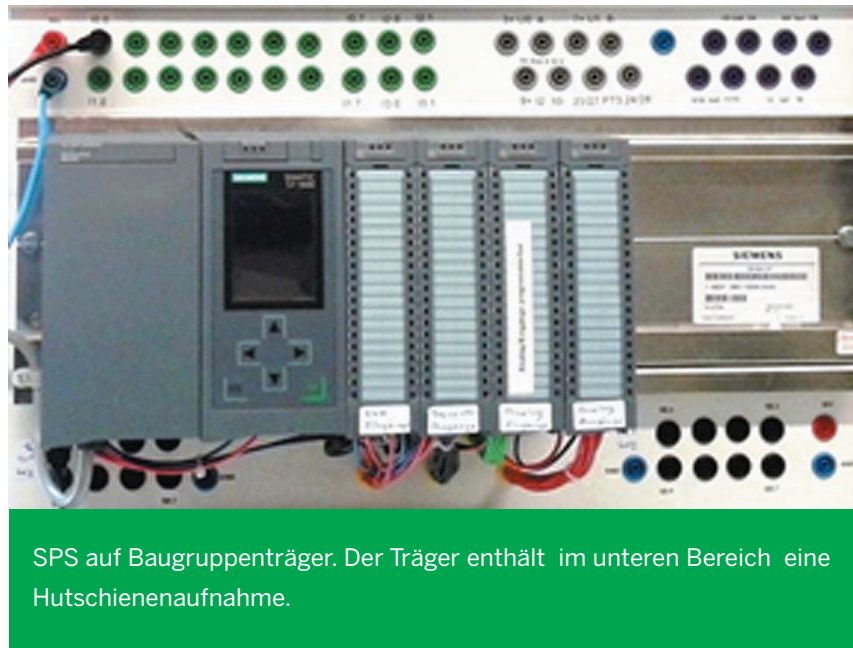
TRILUX GmbH & Co.KG

Die Lernsituation wurde dokumentiert auf Basis der im Projekt KOMET NRW erarbeiteten Vorlagen, vgl. Handreichung des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen: Mielke, Karsten, Tiemeyer, Ernst (Hg.): Kompetenzentwicklung, Kompetenzmessung und Kompetenzdiagnosen in den Elektroberufen, Düsseldorf 2015, S. 50 ff.

Ausgangssituation

Beschreibung der Ausgangssituation

Sie arbeiten in der Entwicklungsabteilung der Firma SAAP Steuerungsbau GmbH. Ihre Abteilung erhält aus der Produktionsabteilung den Auftrag, ein Betriebsmittel zur Spannungsanpassung für eine SPS-Steuerung zu erstellen.



Technische Produktanforderungen

- Anschluss über 4 mm Sicherheitsbuchsen
- Hutschienenmontage
- 24 V_{DC} Versorgungsspannung
- Ausgangsspannung 0-10,7V
- Verlustleistung $P_{V_{max}} \leq 100 \text{ mW}$,
minimaler Strom $I_{min} > 1 \text{ mA}$
- Fehlersichere Handhabung
- Hohe Auflösung des Ausgangsspannungsbereichs

Einflusskriterien für Entwicklung, Bau und Einsatz im Betrieb

- Wirtschaftliche Fertigung
- Mehrfachverwendbarkeit
- Lagerware oder Standardlieferanten
- Wartungsfreundlichkeit
- Umweltgerechte Entsorgung
- Verschleißarm
- Intuitive Bedienbarkeit
- Anreihbarkeit mehrerer Module erwägen

Aufgaben

Auftrag für Experten

Erstellen Sie ein Betriebsmittel zur Spannungsanpassung für eine SPS-Steuerung. Berücksichtigen Sie bei der Auftragsbearbeitung folgende Kriterien: Funktionalität, Anschaulichkeit, Wirtschaftlichkeit, Gebrauchsorientierung, Geschäfts- und Arbeitsprozessorientierung, Umweltverträglichkeit, Kreativität und Sozialverträglichkeit.

Handlungsschritt 1: Informieren im Lernort: Schule

Aufträge für Fortgeschrittene

Analysieren Sie die Ausgangssituation im Hinblick auf die Kundenanforderung und die möglichen Funktionen des Betriebsmittels.

Aufträge für Anfänger

Handlungsprodukte

Identifizieren und notieren Sie die rein elektrischen Anforderungen in geeigneter Form.	Blockschaltbild oder elektrische Kenngrößen in Tabellenform
Ermitteln Sie durch Sichtkontrolle die mechanischen Vorgaben.	Technische Skizze der mechanischen Vorgaben
Fragen Sie nach den Zeiten der Verfügbarkeit der SPS-Baugruppe.	Notiz zu Verfügbarkeitszeiten
Machen Sie sich um die Verfügbarkeit der Projekt- und Produktdaten Gedanken und stellen sie diese zusammen.	Zusammenstellung der Speichermöglichkeiten

Handlungsschritt 2a: Planung 1. Phase: Elektrotechnik im Lernort: Schule

Aufträge für Fortgeschrittene

Entwickeln Sie einen technischen und mechanischen Lösungsvorschlag für die Betriebsmittel zur Spannungsanpassung und planen Sie die Umsetzung.

Aufträge für Anfänger

Handlungsprodukte

Skizzieren Sie einen detaillierten Stromlaufplan.	Stromlaufplan
Berechnen Sie die Bemessungswerte der Bauteile nachvollziehbar in drei Varianten (unterschiedliche Widerstandspaare).	Liste der Bemessungswerte
Legen Sie die Arbeitsschritte fest, nach denen Sie eine Entscheidung über den Bau der geforderten Baugruppe treffen.	Arbeitsplan (mit Angabe der Messwerttabellen und der Messgeräte)
Erstellen Sie ein Datenblatt für Ihre Baugruppe.	Datenblatt elektronische Bauteile

Handlungsschritt 2b: Planung 2. Phase: Mechanik im Lernort: Schule

Aufträge für Fortgeschrittene

siehe Handlungsschritt 2a

Aufträge für Anfänger

Handlungsprodukte

Spezifizieren Sie die Anforderungen für das zu erstellende Gehäuse.	Anforderungsspezifikation mechanische Bauteile (Größenangaben, Materialstärke, Deckel durch/un-durchsichtig, Material, Bauform)
Skizzieren Sie die Platzierung der Bauteile auf der Frontplatte.	Frontplattenskizze
Skizzieren Sie mögliche Verdrahtungen im Gehäuse.	Verdrahtungsskizze

Handlungsschritt 3a: Entscheidung Elektrotechnik im Lernort: Schule

Aufträge für Fortgeschrittene

Überprüfen Sie Ihre drei Lösungsvarianten durch Schaltungssimulation.

Aufträge für Anfänger

Handlungsprodukte

Simulieren Sie Ihren geplanten Stromlaufplan (Strom, Spannungs- und Leistungsmessungen). Notieren Sie Ihre Ergebnisse in den drei Varianten.	Dokumentierte Messergebnisse
Treffen Sie eine begründete Entscheidung zu den drei Varianten.	Begründete, niedergeschriebene Entscheidung

Handlungsschritt 3b: Entscheidung Mechanik im Lernort: Betrieb

Aufträge für Fortgeschrittene

Entscheiden Sie sich begründet für eine Lösungsvariante.

Aufträge für Anfänger

Handlungsprodukte

Verifizieren Sie Ihren geplanten mechanischen Aufbau an den realen Betriebsmitteln.

Ergebnis der Machbarkeitsprüfung

Treffen Sie eine begründete Entscheidung für eine mechanische Variante und holen Sie sich die Freigabebestätigung ein.

Begründete, niedergeschriebene Entscheidung mit Freigabebestätigung

Handlungsschritt 4: Durchführung im Lernort: Betrieb

Aufträge für Fortgeschrittene

Planen Sie die Fertigung und führen Sie diese durch.

Aufträge für Anfänger

Handlungsprodukte

Planen Sie unter Berücksichtigung der Sicherheitsvorschriften die notwendigen Arbeitsschritte und Betriebsmittelzeiten.

Betriebseigener Arbeitsplan

Bearbeiten Sie das Gehäuse nach Ihren Planungsunterlagen an der Bohrmaschine.

Bearbeitete Frontplatte des Gehäuses

Bestücken Sie das Gehäuse mit den ausgewählten Bauteilen.

Vollständig bestückte Frontplatte

Schneiden Sie die Platine zurecht.

Exakt an das Gehäuse angepasste Platine

Führen Sie die entsprechende Verdrahtung der Bauteile durch und stellen Sie die notwendigen Lötverbindungen her.

Fachgerecht verdrahtete Platine

Testen Sie die Verdrahtung mit geeigneten Messgeräten und Einstellungen.

Messprotokoll

Fügen Sie alle Baugruppen zusammen.

Fertige Baugruppe

Handlungsschritt 5: Kontrolle im Lernort: Schule

Aufträge für Fortgeschrittene

Führen Sie eine Inbetriebnahme an der SPS-Steuerung durch, präsentieren Sie Ihr Produkt und den Weg dorthin, inklusive notwendiger Unterlagen.

Aufträge für Anfänger

Handlungsprodukte

Schließen Sie Ihre Baugruppe an der SPS-Steuerung an.

Fachgerecht an SPS verdrahteter Baugruppe

Führen Sie eine dokumentierte, schrittweise Sichtkontrolle der Verdrahtung durch.

Auflistung der Arbeitsschritte bei der Sichtkontrolle

Nehmen Sie die Baugruppe in Betrieb unter Beachtung der notwendigen Arbeitsschritte.

Auflistung der Handlungsschritte und Prüfregeln

Handlungsschritt 6: Auswertung im Lernort: Schule

Aufträge für Fortgeschrittene

Präsentieren und reflektieren Sie Ihr Projekt.

Aufträge für Anfänger

Handlungsprodukte

Erstellen Sie für Ihr Betriebsmittel eine kurze Bedienungsanleitung.

Bedienungsanleitung

Reflektieren Sie die verschiedenen Arbeitsschritte und erstellen Sie eine Prozess-/Projektdokumentation.

Prozess-/Projektdokumentation

Entwickeln Sie eine Präsentation zur Vorstellung Ihres Projekts im Betrieb oder vor der Klasse.

Präsentation

Lösungsraum

Anschaulichkeit/Präsentation (1/5)		Die Anforderung ist ...			
Ist die Darstellungsform der Lösung geeignet, um sie mit dem Auftraggeber zu besprechen?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Datenblatt der Baugruppe	Ue, Ua-Bereich, I _{min} , I _{max} , P _{tot}				
Bedienungsanleitung	Liegt dem Gerät oder der Dokumentation bei				
Fertiges Betriebsmittel	Nur wenn eine Gerätepräsentation stattfindet: Nachweis der Funktion				

Anschaulichkeit/Präsentation (2/5)		Die Anforderung ist ...			
Ist die Lösung für Fachleute angemessen dargestellt?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Stromlaufplan	Normgerechte Darstellung der eingesetzten Bauteile				
Datenblatt elektronischer Bauteile	Technische Daten übersichtlich, z.B. in Tabellenform				

Anschaulichkeit/Präsentation (3/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird die Lösung der Aufgabe veranschaulicht (z. B. grafisch/zeichnerisch)?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Stromlaufplan	Größenverhältnisse der Bauteile und Sauberkeit				
Verdrahtungsplan	Vorhanden				

Anschaulichkeit/Präsentation (4/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird die Lösung der Aufgabe strukturiert und übersichtlich dargestellt?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Dokumentation oder Präsentation	Strukturierter Aufbau: Deckblatt, Inhaltsverzeichnis, ...				

Anschaulichkeit/Präsentation (5/5)		Die Anforderung ist ...			
Ist die Darstellung der Lösung für den Sachverhalt angemessen (z. B. fachtheoretisch, fachpraktisch, zeichnerisch, mathematisch, sprachlich begründend)?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Liste der Bemessungswerte	Berechnung des Spannungsteilers ausgehend von den Spannungsvorgaben				
	I_{\min} , I_{\max} , P_V für R_V und Poti				

Funktionalität (1/5)		Die Anforderung ist ...			
Ist die Lösung funktionsfähig?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Fertiges Betriebsmittel	Ausgangsspannung 0 bis ca. 10,7 V + 0,3 V Toleranz				
	Hutschienenmontage				
	Abstand der Buchsen zueinander ist ausreichend groß				

Funktionalität (2/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird der „Stand der Technik“ berücksichtigt?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Das fertige Betriebsmittel	4 mm Sicherheitsbuchsen verbaut				
	10 Gang Potentiometer				
	Hutschienenmontage				

Funktionalität (3/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird die praktische Realisierbarkeit berücksichtigt?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Fertiges Betriebsmittel					

Funktionalität (4/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden die berufsfachlichen Zusammenhänge angemessen dargestellt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Dokumentation	Beschriftung von Abbildungen				
	Erklärung der Simulationseinstellungen und Ergebnisse				
Anforderungsspezifikation mechanischer Bauteile	Techn. Daten, Skizzen mit Maßangaben				

Funktionalität (5/5)		Die Anforderung ist ...			
Sind die Darstellungen und Erläuterungen richtig?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Liste der Bemessungswerte	Formelzeichen, Operator, Zahlenwert und Einheit				
Datenblatt der elektronischen Bauteile	Toleranz der Widerstände und der Messwerte				

Gebrauchswert (1/5)		Die Anforderung ist ...			
Ist die Wartungs- und Reparaturfreundlichkeit im Lösungsvorschlag erfüllt?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Fertiges Betriebsmittel	Gehäuse lässt sich leicht öffnen				
	Nur Lagerware eingesetzt				
	Übersichtliche Verdrahtung				

Gebrauchswert (2/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden Aspekte der längerfristigen Verwendbarkeit und Erweiterungsmöglichkeiten in der Lösung berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Fertiges Betriebsmittel	Anreihbarkeit realisiert oder begründet verworfen				
	Absicherung gegen Fehlbedienung				

Gebrauchswert (3/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird der Aspekt der Vermeidung der Störanfälligkeit in der Lösung berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Dokumentation	Feinsicherung nach maximalem Potentiometerstrom berechnet				

Gebrauchswert (4/5)		Die Anforderung ist ...			
Wie groß ist die Nutzerfreundlichkeit der Lösung für die unmittelbaren Nutzer/Bediener?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Fertiges Betriebsmittel	Einfacher Zugang zu den Buchsen				
	Mechanische Stabilität des Deckels				
	Hutschienenmontierbarkeit				

Gebrauchswert (5/5)		Die Anforderung ist ...			
Wie hoch ist der Gebrauchswert der Lösung für den Auftraggeber / Kunden?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Fertiges Betriebsmittel	Spannungsanforderungen realisiert				
	Verwindungsfreier An/Abbau möglich				
	Bedienung des Drehknopfs/ der Achse wird von 4 mm Steckern nicht eingeschränkt				

Wirtschaftlichkeit (1/5)		Die Anforderung ist ...			
Ist die Realisierung der Lösung unter dem Aspekt der sachlichen Kosten wirtschaftlich?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Begründete, niedergeschriebene Entscheidung	Nachvollziehbare Aussagen (ja/nein/unter bestimmten Umständen)				

Wirtschaftlichkeit (2/5)		Die Anforderung ist ...			
Ist die Realisierung der Lösung in Bezug auf die zeitlichen und personellen Ressourcen angemessen (begründet)?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Dokumentation	Arbeitszeiterfassung und Bauteilkosten, evtl. Maschinenzeiten erfasst				

Wirtschaftlichkeit (3/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird das Verhältnis zwischen Aufwand und betrieblichem Nutzen berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Dokumentation	Kauf des Betriebsmittels geprüft Aussagen in der Projektdokumentation				

Wirtschaftlichkeit (4/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden die Folgekosten der Realisierung der Lösungsvariante berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Dokumentation	Mögliche Fehlerhäufigkeit untersucht Reparaturaufwand abgeschätzt und beziffert				

Wirtschaftlichkeit (5/5)		Die Anforderung ist ...			
Ist die Vorgehensweise bei der Lösung der Aufgabe (Arbeitsprozess) effizient?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Schulische und betriebliche Planungen					

Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung (1/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird die Lösung in die betriebliche Ablauf- und Aufbauorganisation eingebettet (im eigenen Betrieb/beim Kunden)?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Begründete, niedergeschriebene Entscheidung mit Freigabebestätigung	In Dokumentation enthalten oder als Anlage eines betriebsüblichen Formulars				
Betriebseigener Arbeitsplan	Erstellung und Einhalten des betrieblichen Arbeitsplanes				

Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung (2/5)		Die Anforderung ist ...			
Basieren die Lösungen auf beruflichem Arbeitsprozesswissen?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt		Beschreibung		Notizen	
Betriebliche Arbeitsplanung		Betriebsübliches Formular oder Auflistung der Tätigkeiten in sinnvoller Reihenfolge			

Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung (3/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden bei der Lösung die vor- und nachgelagerten Prozesse berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt		Beschreibung		Notizen	
Bauteillisten		Nutzbar für Lageranforderung oder Bestellung			
Notiz zu Verfügbarkeitszeiten		Maschinenzeiten etc. und Vorhandensein der Bauteile frühzeitig überprüft			

Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung (4/5)		Die Anforderung ist ...			
Kommen in den Lösungen berufstypische arbeitsprozessbezogene Fähigkeiten zum Ausdruck?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt		Beschreibung		Notizen	
Dokumentierte Messergebnisse der Schaltungssimulation		Simulation vor Prototypbau			
Begründete, niedergeschriebene Entscheidung mit Freigabebestätigung		In Dokumentation enthalten oder als Anlage eines betriebsüblichen Formulars			
Stromlaufplan		Ablage von Stromlaufplänen beim Betriebsmittel			

Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung (5/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden bei der Lösung Aspekte berücksichtigt, die die Grenzen der eigenen Berufsarbeit überschreiten?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt		Beschreibung		Notizen	
Betrieblicher Ablaufplan		Erbringung von Vorleistungen durch andere; Möglichkeiten der Arbeitsteilung			
		Auslagerung von Fertigungsschritten			
		Zukauf von Teilen			
		Berücksichtigung der Reduzierung von Folgekosten			

Sozialverträglichkeit (1/5)		Die Anforderung ist ...			
In wie weit berücksichtigt der Lösungsvorschlag Aspekte humaner Arbeits- und Organisationsgestaltung?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Arbeitsplanung					

Sozialverträglichkeit (2/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden Aspekte des Gesundheitsschutzes berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Einhaltung der Arbeitsplanung	Tragen einer Schutzbrille beim Bohren Absaugung beim Löten				

Sozialverträglichkeit (3/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden ergonomische Gestaltungsaspekte im Lösungsvorschlag berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Frontplattenskizze	Drehknopf gut zugänglich				
Fertiges Betriebsmittel	Evtl. Stabilisierung des Gehäuses				

Sozialverträglichkeit (4/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden die einschlägigen Regelungen und Vorschriften zur Arbeitssicherheit und Unfallverhütung beachtet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Einhaltung des Arbeitsplans	Mundschutz und Brille beispielsweise beim Bohren von Acryl				
Auflistung der Arbeitsschritte bei der Sichtkontrolle					
Auflistung der Handlungs- und Prüfregeln					

Sozialverträglichkeit (5/5)		Die Anforderung ist ...			
In wie weit werden in der Lösung auch soziale/gesellschaftliche Folgewirkungen bedacht?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Projektdokumentation	Billigzukauf zu Dumpingpreisen kritisch angemerkt				

Umweltverträglichkeit (1/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden die einschlägigen Bestimmungen des Umweltschutzes berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Einhaltung des Arbeitsplans	Fachgerechte Entsorgung der Platinenreste und Bohrspäne				

Umweltverträglichkeit (2/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden bei der Lösung Materialien verwendet, die den Kriterien der Umweltverträglichkeit genügen?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Anforderungsspezifikation mechanische Bauteile	Berücksichtigung alternativer Gehäuse, Potentiometer oder Drehknöpfe				

Umweltverträglichkeit (3/5)		Die Anforderung ist ...			
In wieweit berücksichtigt die Lösung eine umweltgerechte Arbeitsgestaltung?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Arbeitsplan	Verbesserungsvorschläge im betrieblichen Arbeitsablauf				

Umweltverträglichkeit (4/5)		Die Anforderung ist ...			
Werden im Lösungsvorschlag die Aspekte Recycling, Wiederverwendung und Nachhaltigkeit berücksichtigt und begründet?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Entsorgungsplan	Hinweise zur Entsorgung defekter Geräte.				

Umweltverträglichkeit (5/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird den Aspekten der Energieeinsparung und Steigerung der Energieeffizienz Rechnung getragen?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Bedienungsanleitung	Hinweis auf Ausschaltung des Gesamtsystems nach Gebrauch				

Kreativität (1/5)		Die Anforderung ist ...			
Enthält die Lösung Elemente, die über den erwarteten Lösungsraum hinausreichen?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Fertiges Betriebsmittel	Einfacher Sicherungswechsel möglich				

Kreativität (2/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird eine ungewöhnliche und zugleich sinnvolle Lösung entwickelt?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Anforderungsspezifikation mechanischer Bauteile	Hinweis auf Sondergehäuseform zwecks Realisierung der Anreihbarkeit				
	Hinweis auf Katalogware für seitliche Steckverbinder				

Kreativität (3/5)		Die Anforderung ist ...			
Hat die Lösung eine gestalterische (z. B. ästhetische) Qualität?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Fertiges Betriebsmittel	Übersichtlich, aufgeräumt, Beschriftung eindeutig				

Kreativität (4/5)		Die Anforderung ist ...			
Zeigt die Lösung Problemsensitivität?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Frontplattenskizze	Verwechslungsfrei				
Fertiges Betriebsmittel	Buchsenabstand von Kurzschlussbrücken vermieden				

Kreativität (5/5)		Die Anforderung ist ...			
Wird der Gestaltungsspielraum, den die Aufgabe bietet, in der Lösung ausgeschöpft?		voll erfüllt	eher erfüllt	eher nicht erfüllt	keineswegs erfüllt
Handlungsprodukt	Beschreibung	Notizen			
Frontplattenskizze/Dokumentation	Skizzen einer alternativen Anordnungen und Auswahlbegründung				
Projektdokumentation	Alternative Lösungsmöglichkeiten außerhalb eines Spannungsteilers				

Kompetenzenerwartungen

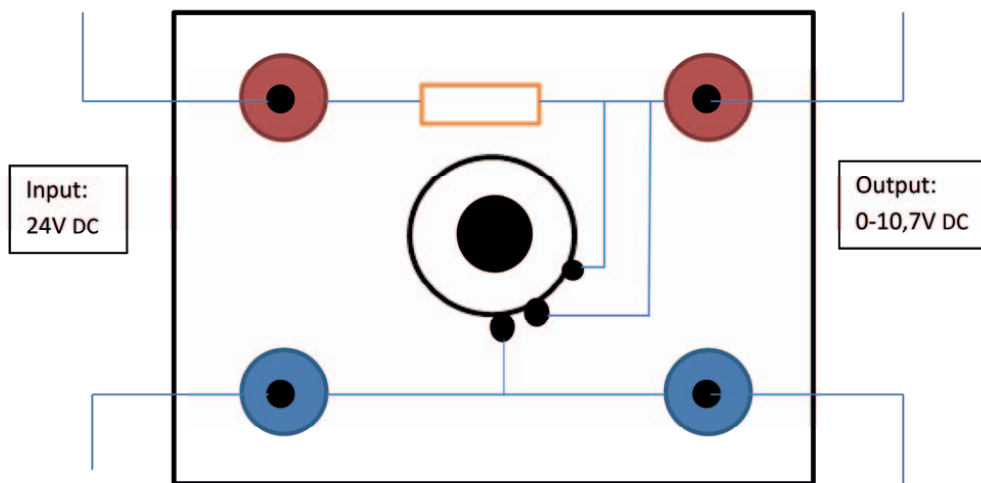
Handlungsschritte	Kompetenzerwartungen
Informieren/ Wahrnehmen	Die Auszubildenden...
	...analysieren die Aufgabenstellung (Lesen und diskutieren).
	...ermitteln die mechanischen Vorgaben (Sichtkontrolle und Messen).
	...formulieren Fragen an den Auftraggeber.
	...sichern Ergebnisse in geeigneter Form.
Planen	Die Auszubildenden...
	...verteilen Aufgaben in der Gruppe.
	...legen eine Arbeitsreihenfolge fest.
	...fertigen einen Stromlaufplan an.
	...berechnen Bauteilgrößen.
	...planen den Aufbau im Betrieb.
	...planen Messungen (technische Daten), notwendige Messgeräte und Werkzeuge.
...hinterfragen Arbeitsschritte.	
Entscheiden	Die Auszubildenden...
	...werten elektrische Messungen aus.
	...überprüfen die geplante Bauteilanordnung.
Durchführen	Die Auszubildenden...
	...erstellen einen Arbeitsplan nach betrieblichen Vorgaben.
	...bohren die Löcher lagegenau in die Frontplatte.
	...wählen den Bohrerdurchmesser und die Drehzahl aus.
	...halten die Sicherheitsbestimmungen ein.
	...erstellen eine passgenaue Platine für das ausgewählte Gehäuse.
	...führen einen fachgerechten Einbau der Bauteile durch.
	...erstellen einwandfreie Lötverbindungen.
	...montieren das Gehäuse.
	...erstellen ein Datenblatt.
...erstellen eine Bedienungsanleitung.	
Kontrollieren	Die Auszubildenden...
	...führen eine fachgerechte Inbetriebnahme an einer SPS-Baugruppe durch (Sichtkontrolle bis Kundenübergabe).
Bewerten und Transfer	Die Auszubildenden...
	...geben eine Funktionsbewertung ab.
	...nehmen eine Kriterien geleitete Qualitätsbewertung vor.
	...machen eine erste Wirtschaftlichkeitseinschätzung.
	...schlagen mögliche Produkt- und Produktionsverbesserungen vor.

Beispiel einer Lösung - Seite 1 von 12

Hinweis: Dies ist eine von Auszubildenden dokumentierte Lösung und stellt keine Musterlösung dar.

Projektdokumentation

Spannungsteiler für SPS



Auftragsbeginn: Neheim-Hüsten , 25.10.2016

Auftragsende: 02.11.2016

Berufskolleg Berliner Platz des HSK in Arnsberg

Gruppe Nr. 1

Schüler: ...

Betrieb: ...

Ausbilder: Herr ..., Herr

Inhaltsverzeichnis

- Aufgabe
- Theoretische Planung
- Stromlaufplan
- Berechnungen
- Überprüfung der Daten
- Problemlösung
- Bestellliste
- Datenblatt
- Sicherheitshinweis
- Arbeitsplan
- Foto vom gefertigten Betriebsmittel

Beispiel einer Lösung - Seite 3 von 12

Hinweis: Dies ist eine von Auszubildenden dokumentierte Lösung und stellt keine Musterlösung dar.

Aufgabenstellung

Sie arbeiten in der Entwicklungsabteilung der Firma SAAP Steuerungsbau GmbH. Ihre Abteilung erhält aus der Produktionsabteilung den Auftrag, ein Betriebsmittel zur Spannungsanpassung für eine SPS-Steuerung zu erstellen.

Es werden folgende technische Produkthanforderungen gestellt:

- Anschluss über 4 mm Sicherheitsbuchsen
- Hutschienenmontage
- 24V DC Versorgungsspannung
- Ausgangsspannung 0-10,7V
- Verlustleistung $P_{V_{max}} \leq 100\text{mW}$,
minimaler Strom $I_{min} > 1\text{mA}$
- fehlersichere Handhabung
- hohe Auflösung des Ausgangsspannungsbereichs

Weitere Einflusskriterien für Entwicklung, Bau und **Einsatz** im Betrieb

- Wirtschaftliche Fertigung
- Mehrfachverwendbarkeit
- Lagerware oder Standardlieferanten
- Wartungsfreundlichkeit
- Umweltgerechte Entsorgung
- Verschleißarm
- Intuitive Bedienbarkeit
- Anreihbarkeit mehrerer Module erwägen

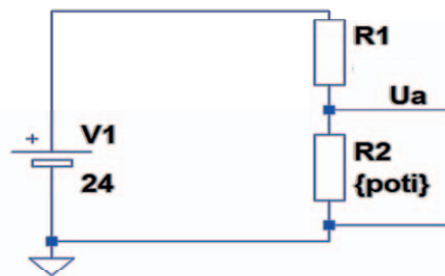
Theoretische Planung

- Auswerten der vorgegebenen Werte/Randbedingungen
- Überlegung zur Umsetzung (Wie kann es funktionieren?)
- Skizze der Anordnung der Bauteile und grobe Berechnungen
- Genaue Berechnungen der Widerstandswerte
- Simulation und Überprüfung der Werte mit LTSpice
- Informieren über passende Bauteile im Internet
- Rechnerische Umsetzung nach neuem Erkenntnisstand
- Überlegungen zur praktischen Umsetzung (Bestell-/ Werkzeugliste und Datenblatt)
- Sicherheitshinweis überlegt (Risikoquellen)

Beispiel einer Lösung - Seite 5 von 12

Hinweis: Dies ist eine von Auszubildenden dokumentierte Lösung und stellt keine Musterlösung dar.

Information/Planung



Erster Stromlaufplan

```
.step param poti 1 5000 10  
.op
```

Berechnungen

geg: $U_{dc} = 24 \text{ V}$

$$U_a = 0-10,7 \text{ V}$$

$$P_V = 100 \text{ mW}$$

$$I_{min} = 1 \text{ mA}$$

ges: U_2, R_1, R_2

$$U_2 = U_{dc} - U_a = 24 \text{ V} - 10,7 \text{ V} = 13,3 \text{ V}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \text{ - Zuerst wurde das Spannungsverhältnis ermittelt.}$$

$$\frac{U_2}{U_a} = \frac{R_1}{R_2} \text{ - Die Widerstände müssen das gleiche Verhältnis besitzen.}$$

$$\frac{U_2}{U_a} = \frac{13,3\text{V}}{10,7\text{V}} = 1,24$$

Hinweis: Dies ist eine von Auszubildenden dokumentierte Lösung und stellt keine Musterlösung dar.

Nun werden mögliche Widerstände mit diesem Verhältnis eingesetzt.

$$R_1 = 500 \text{ Ohm}$$

$$R_1 = 8000 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 402,25 \text{ Ohm}$$

$$R_2 = 6431 \text{ Ohm}$$

Zudem müssen die Rahmenbedingungen erfüllt werden.

Maximale Verlustleistung: $P_V = 100 \text{ mW}$

Minimale Stromstärke: $I_{min} = 1 \text{ mA}$

Überprüfung:

$$I_{min} = \frac{U_{dc}}{R_1 + R_2}$$

$$P_V = U_{dc} \times I_{min}$$

1. Fall

$$I_{min} = 24 \text{ V} / 902,25 \text{ } \Omega = 26,60 \text{ mA} - \text{Erste Bedingung nicht erfüllt.}$$

➔ Weiterführung sinnlos!

2. Fall

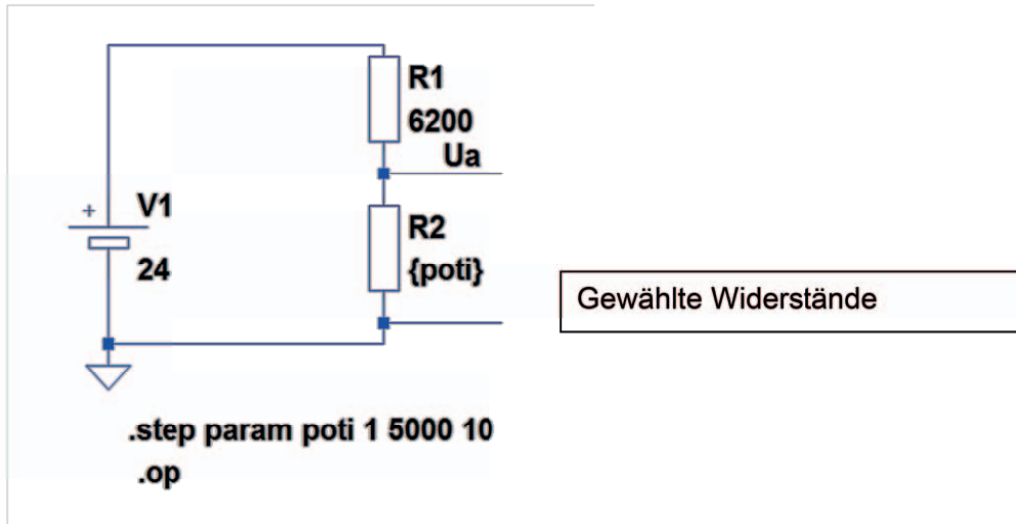
$$I_{min} = 24 \text{ V} / 14431 \text{ } \Omega = 1,66 \text{ mA} - \text{Erste Bedingung erfüllt}$$

$$P_V = 24 \text{ V} \times 1,66 \text{ mA} = 39,84 \text{ mW} - \text{Zweite Bedingung erfüllt}$$

Die Widerstandstoleranzen von 1% müssen nicht überprüft werden.

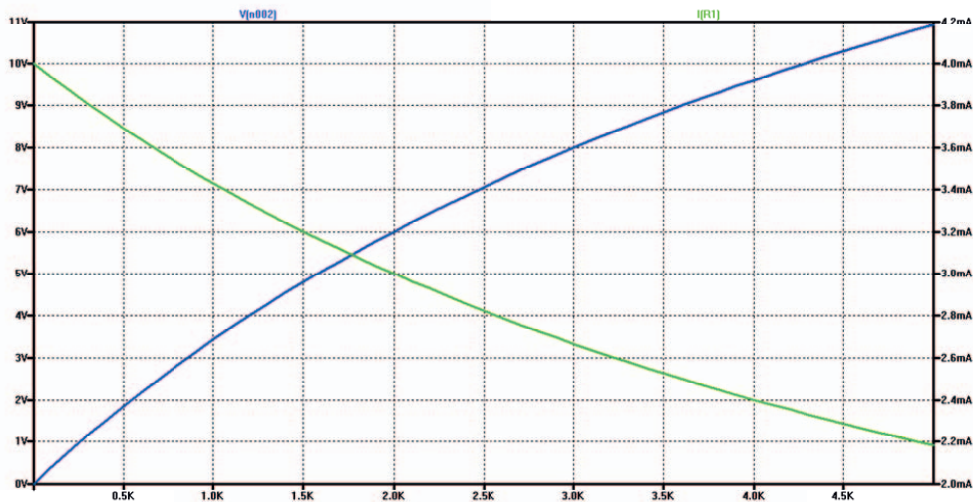
Beispiel einer Lösung - Seite 7 von 12

Hinweis: Dies ist eine von Auszubildenden dokumentierte Lösung und stellt keine Musterlösung dar.



Simulation und Prüfung mit LTSpice

Das Diagramm bestätigte die Werte beim Maximalwiderstand (5k Ohm) mit einer Maximalspannung von 10,7 Volt am Potentiometer R2 und die Einhaltung der geforderten Ströme.



LTSpice Einstellungen:

`.op` Arbeitspunktberechnung

Änderung von Rpoti von 1 Ω bis 5000 Ω in 1 Ω Schritten

Problemlösung

Ein Potentiometer mit einem Lastwiderstand von 6,4 kΩ ist nicht vorhanden, so muss ein 5 kΩ 10-Gang-Präzisionspotentiometer verwendet werden.

So wird der Widerstand des Poti mit dem Verhältnis der Spannung multipliziert um den Vorwiderstand zu errechnen.

$$\frac{U_2}{U_a} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{U_2}{U_a} \times R_2 = R_1$$

$$R_1 = \frac{13,3V}{10,7V} \times 5000 \text{ Ohm} = 6214,95 \text{ } \Omega$$

Der Wert wird auf 6200 Ω gerundet, da dieser Widerstand in der E24-Reihe vorhanden ist. Zudem stimmen P_V und I_{min} mit dem Auftrag überein.

Überprüfung der Bedingungen:

$$\begin{aligned} I_{min} &= U_{dc} / (R_1 + R_2) \\ &= 24V / 11214,95 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

$$= 2,14 \text{ mA}$$

$$\begin{aligned} P_V &= U_{dc} \times I_{min} \\ &= 24V \times 2,14\text{mA} \\ &= 51,36 \text{ mW} \end{aligned}$$

Beispiel einer Lösung - Seite 9 von 12

Hinweis: Dies ist eine von Auszubildenden dokumentierte Lösung und stellt keine Musterlösung dar.

Bestellliste

Lfd. Nr.	Name	Eigenschaften	Anzahl	Preis in Euro
1	Hutschiengehäuse	35x90x67	1	9,85
2	10-Gang-Potentiometer	5 k Ω /2W	1	15,14
3	Widerstand	6.2 k Ω	2	0,04
4	Sicherheitsbuchse 4mm	rot	1	1,97
5	Sicherheitsbuchse 4mm	blau	1	1,97
6	Sicherheitsbuchse 4mm	lila	1	1,97
7	Lochrasterplatine	100x75	1	1,06
8	Sicherung	0,032A	10	11,44
9	Sicherungshalter Feinsicherung		1	1,29
			Gesamt:	44,73

Versand über Reichelt.de

Werkzeugliste

- Lötstation
- Bohrer/Bohrmaschine
- Platinenschneider
- Messschieber
- Seitenschneider
- Multimeter

Datenblatt

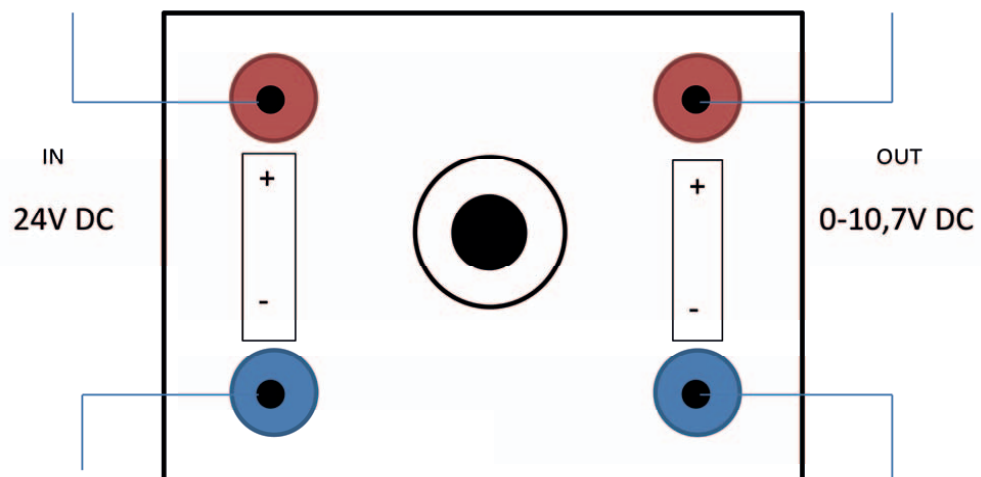
- Hutschienengehäuse: 70.5 x 42 x 66
- Anschlüsse für 4mm Sicherheitsbuchsen
- Verlustleistung: 51.36mW
- Minimalstrom: 2.14mA
- Max-Belastbarkeit: 2W
- Eingangsspannung: 24V DC
- Ausgangsspannung: 0-10,7V DC

Bedienungsanleitung

linke Buchsen: Eingangsspannung 24V DC

rechte Buchsen: Ausgangsspannung 0-10,7V DC

Drehknopf (Mitte): zum Regulieren des Innenwiderstandes bzw. zum Einstellen der Ausgangsspannung 0-10,7V DC



Beispiel einer Lösung - Seite 11 von 12

Hinweis: Dies ist eine von Auszubildenden dokumentierte Lösung und stellt keine Musterlösung dar.

Sicherheitshinweise

- Das Bauelement darf nur mit einer maximalen Eingangsspannung von 24V Gleichspannung betrieben werden.
- Vor Inbetriebnahme: Bauteil in die Hutschiene einfügen und Sichtkontrolle durchführen.
- Während der Wartung die Stromversorgung abschalten.

Projektbewertung

Negativ

- Die gesamte Zeit für das Projekt war zu kurz.
- Es gab kein anderes Gehäuse im Katalog.
- Das Gehäuse ist nicht stabil.

Positiv

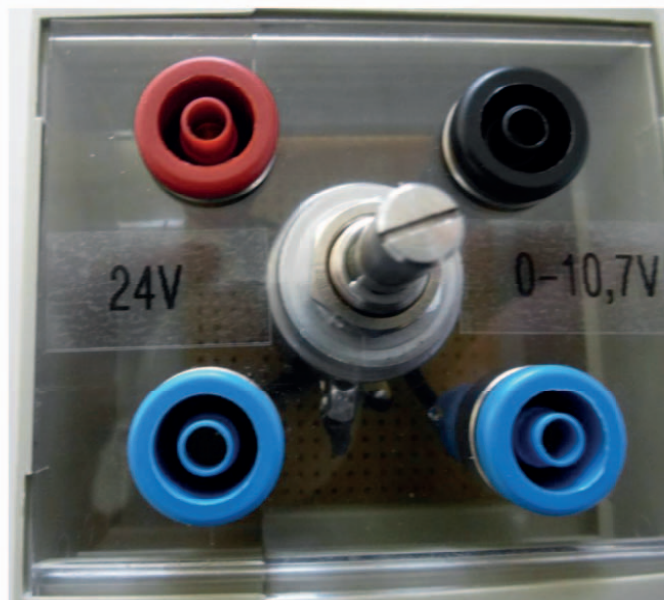
- Es hat Spaß gemacht.
- Man musste mit anderen Schülern als sonst zusammenarbeiten.
- Es wurde ein brauchbares Gerät wirklich gebaut.

Hinweis: Dies ist eine von Auszubildenden dokumentierte Lösung und stellt keine Musterlösung dar.

Betrieblicher Arbeitsplan

Arbeitsplanung		Name:	Pers.-Nr.:	Datum:	Blatt:
			20567	27.10.	1
		Gesamtzeit:	5h		Freigabe:
Lfd. Nr.:	Arbeitsablauf Reihenfolge der einzelnen Arbeitsabläufe	Arbeitsmittel Maschinen, Werkzeuge, Mess- und Prüfgeräte, Hilfsmittel usw.		Arbeitssicherheit Arbeitshinweise	
1	Überprüfen der Bauteile auf ihre Rohmaße, auch ihre Funktionalität	Ohmmeter, Wenschiden		im Spannungsfeld Zustand	
2	Einreißen der Bohrungen auf der Frontplatte	Höhenschleifer Messschieber		muss gerollt sein	
3	Bohrungen auf der Frontplatte Vorbohren und durchbohren	Standbohrmaschine 3mm Bohrer, 4mm, 7mm		Die Platte muss fest eingespannt sein, richtige Drehzahl + Schutzbrille	
4	Verlöten der einzelnen Bauteile mit den passenden Zwickelabmessungen, + Einsetzen der einzelnen Bauelemente	Lötstation, Lötzinn Wenschiden, Seitenschneider		Die Lötspitze darf mit keinem anderen Element in Berührung kommen + Lötunterlage	
5	Überprüfen des Widerstands	Ohmmeter		Spannungsfeld Zustand	
6	Abnahme durch den Vorgedruckten				
7	Abchlussüberprüfung auf Spannung und Stromstärke	Voltmeter Amperemeter		parallel geschaltet in Reihe geschaltet	

Das gefertigte Betriebsmittel



Weiterführende Informationen

▶ Projekt KOMET-NRW-LOK

KOMET-NRW-LOK ist ein Projekt zur Entwicklung und Erprobung von Lernsituationen in Lernortkooperation unter Nutzung des KOMET-Kompetenzmodells. Es wurde am Beispiel von vier dualen Ausbildungsberufen zwischen März 2016 und Februar 2017 durchgeführt.

Übergreifendes Ziel des Projekts KOMET-NRW-LOK ist es, exemplarisch in den Ausbildungsberufen Elektronikerin und Elektroniker für Energie- und Gebäudetechnik, Elektronikerin und Elektroniker für Betriebstechnik, KFZ-Mechatronikerin und KFZ-Mechatroniker sowie Medizinische Fachangestellte, Grundlagen für eine inhaltliche Vernetzung der Lernorte Berufsschule und Betrieb zu legen.

Im Rahmen des Projekts KOMET-NRW-LOK fanden Workshops mit Lehrkräften, Ausbilderinnen und Ausbildern sowie Vertreterinnen und Vertretern der Kammern, der Bezirksregierungen und des Ministeriums für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen statt:

▶ Workshop 1

In diesem Workshop lernten die Teilnehmenden KOMET NRW als methodischen Ansatz zur Kompetenzfeststellung und Erarbeitung von Instrumenten der Lernortkooperation kennen.

▶ Workshop 2

In Workshop 2 wurde besprochen und festgelegt, wie die lernortübergreifenden Lernsituationen kooperativ entwickelt und dokumentiert werden.

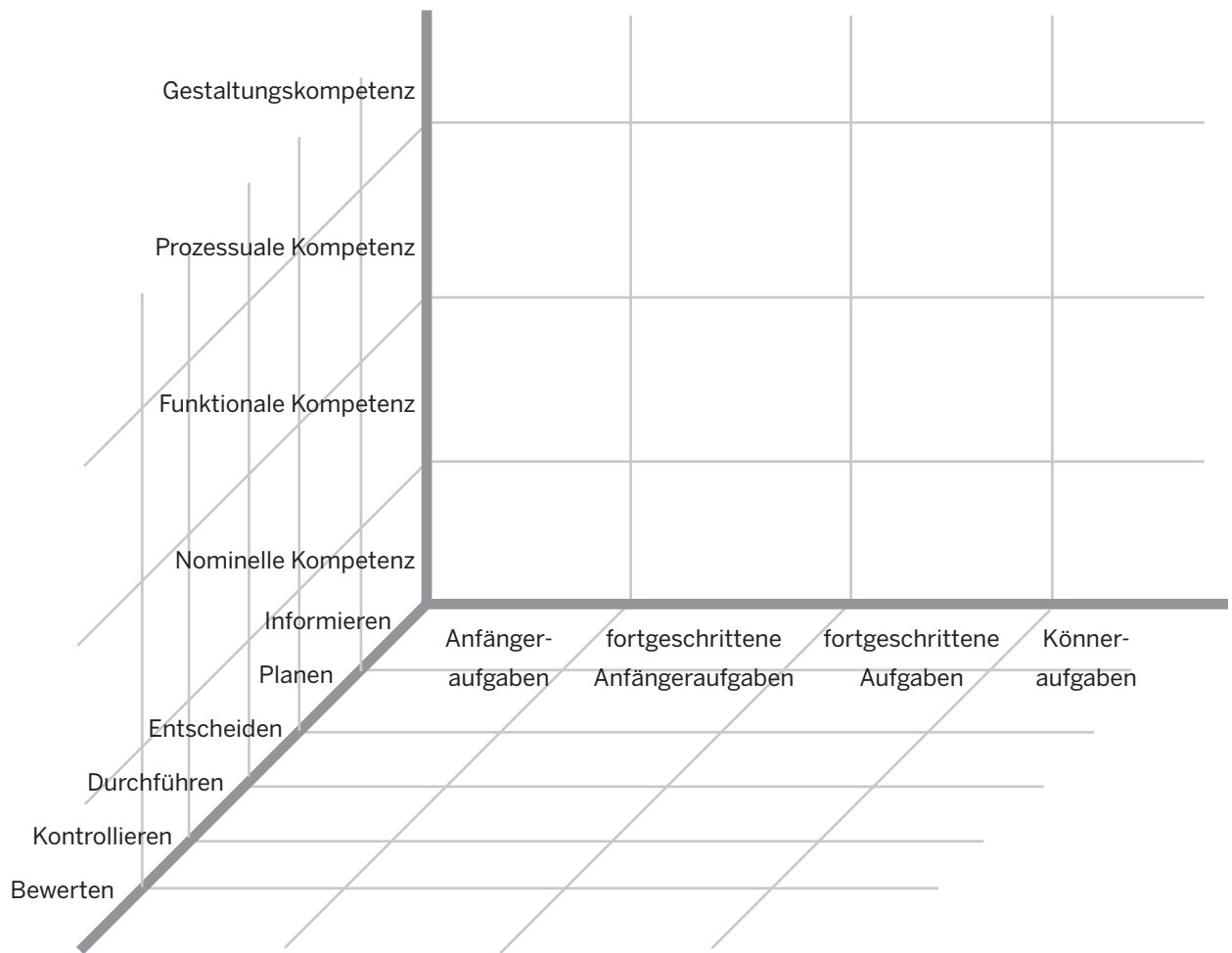
▶ Workshop 3

Die zwischen den Workshops kooperativ entwickelten, lernortübergreifenden Lernsituationen wurden in Workshop Nr. 3 vorgestellt und weiterentwickelt. Des Weiteren wurden Ideen für die berufsspezifischen Veranstaltungen zur Förderung der Lernortkooperation diskutiert.

▶ Workshop 4

In Workshop Nr. 4 stand die Qualitätssicherung der lernortübergreifenden Lernsituationen im Vordergrund.

KOMET-Kompetenzmodell



KOMET-Kompetenzmodell nach Rauner et. al. (2014). Messen beruflicher Kompetenzen. Band III. Lit-Verlag: Berlin.

Lernsituationen zielen auf die Entwicklung von beruflicher Gestaltungskompetenz, ausgehend vom Orientierungs- und Überblickswissen hin zum erfahrungsbasierten, fachsystematischen Vertiefungswissen, ab. Entsprechend werden Problemstellungen in Lernsituationen für Anfänger, Fortgeschrittene und Könnern entwickelt.

Die Anforderungsdimension im KOMET-Kompetenzmodell nimmt die Kriterien der vollständigen Aufgabenlösung auf und ermöglicht daher die konkrete inhaltliche Beschreibung messbarer Kompetenzen auf verschiedenen Kompetenzniveaus. Als Interpretationsrahmen dienen die acht Kriterien des Kompetenzstufenmodells mit seinen Kompetenzniveaus:

- Nominelle Kompetenz
- Funktionale Kompetenz
- Prozessuale Kompetenz
- Gestaltungskompetenz

Diese KOMET-Kompetenzniveaus werden mithilfe von acht Anforderungskriterien an die Lösung beruflicher Aufgaben operationalisiert (siehe Tabelle auf Seite 39):

► Funktionalität

Funktionalität bezieht sich auf die instrumentelle Fachkompetenz und damit auf das kontextfreie fachkundliche Wissen. Die Fähigkeit, eine Aufgabe funktional zu lösen, ist grundlegend für alle anderen Anforderungen, die an die Lösung beruflicher Aufgaben gestellt werden.

► Anschaulichkeit/Präsentation

Ein Ergebnis muss so dokumentiert und präsentiert werden, dass die Auftraggeber Lösungsvorschläge verstehen, bewerten und darüber entscheiden können. Daher handelt es sich um eine Grundform beruflicher Arbeit und beruflichen Lernens.

► Gebrauchswert

Berufliche Arbeitsprozesse und -aufträge verweisen immer auf „Kundinnen und Kunden“, deren Interesse ein hoher Gebrauchswert sowie die Nachhaltigkeit der Aufgabenlösung ist. Auch bei kleinteiligen Arbeitsaufträgen muss dieser Leitgedanke jederzeit präsent sein.

► Wirtschaftlichkeit

Wirtschaftlichkeit ist zentraler Bestandteil der beruflichen Arbeit. Kompetentes Handeln von Fachkräften zeichnet sich dadurch aus, dass wirtschaftliche Aspekte kontextbezogen in die Lösung beruflicher Aufgaben einfließen.

► Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung

Hier steht im Vordergrund, wie die vor- und nachgelagerten Arbeitsbereiche in der betrieblichen Hierarchie sowie auf die vor- und nachgelagerten Arbeitsbereiche in der Prozesskette bei der Aufgabenlösung berücksichtigt werden.

► Sozialverträglichkeit

Sozialverträglichkeit betrifft vor allem den Aspekt humaner Arbeitsgestaltung und -organisation, den Gesundheitsschutz und auch darüber hinausreichende soziale Aspekte beruflicher Arbeit.

► Umweltverträglichkeit

Die Umweltverträglichkeit muss in nahezu allen Arbeitsprozessen in Betracht gezogen werden. Hierbei geht es

allerdings nicht um ein allgemeines Umweltbewusstsein, sondern um die berufs- und fachspezifischen umweltbezogenen Anforderungen an berufliche Arbeitsprozesse und deren Ergebnisse.

► Kreativität

Berufliche Aufgaben werden immer komplexer, mit höchst unterschiedlichen Gestaltungsspielräumen bei einzelnen Tätigkeiten. Kreativität bezieht sich darauf, inwieweit bei den Lösungen beruflicher Aufgaben diese Gestaltungsspielräume genutzt werden.

► Kompetenzniveaus

Die Anforderungskriterien Funktionalität einer Aufgabenlösung und ihre anschauliche Präsentation bilden das funktionale Kompetenzniveau ab. Dieses ist eine Grundvoraussetzung für das Erreichen anderen Kompetenzniveaus.

Werden Wirtschaftlichkeit, Gebrauchswert sowie Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung genutzt, dann verfügen die Auszubildenden über ein berufliches Arbeitskonzept – im Unterscheid zu einem fachlich-funktionalen Aufgabenverständnis. Dieses wird als prozessuale Kompetenz bezeichnet.

Das höchste Kompetenzniveau der ganzheitlichen Gestaltungskompetenz beschreibt Kompetenzen, die von gesellschaftlicher Relevanz sind: Umweltverträglichkeit, Sozialverträglichkeit und Kreativität der Lösung.

Kompetenzniveaus	Anforderungskriterien		
Gestaltungskompetenz	Sozialverträglichkeit	Umweltverträglichkeit	Kreativität
Prozessuale Kompetenz	Gebrauchswert	Wirtschaftlichkeit	Arbeits- und Geschäftsprozessorientierung
Funktionale Kompetenz	Funktionalität		Anschaulichkeit / Präsentation

Ministerium für Schule und
Weiterbildung
des Landes Nordrhein-Westfalen

Völklinger Straße 49
40221 Düsseldorf
Telefon 0211 5867-40
Telefax 0211 5867-3220
poststelle@msw.nrw.de

www.schulministerium.nrw.de

