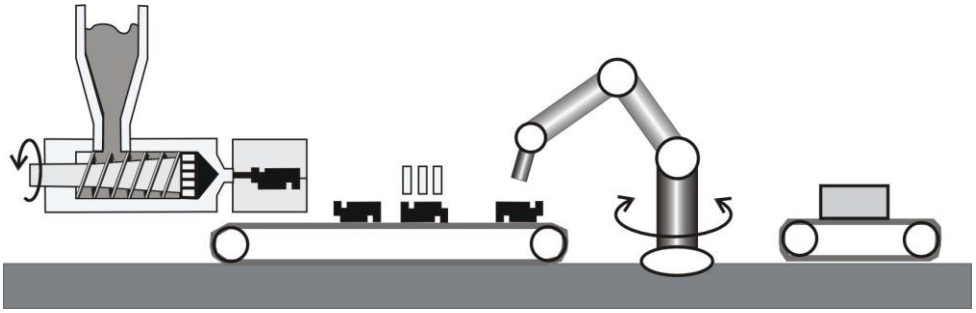
MoRobE

Modern shared Robotic Environment

DE/09/LLP-LdV/TOI/147252

Produkt: Didaktische Beschreibung
Autoren: Martina Kremer, Sven Seiler

Thema: „Projektierung einer Spritzgussanlage“ auf Basis der im Projekt entwickelten Produkte, integriert in das „Robotic Teaching & Learning Concept“.



Education and Culture DG
Lifelong Learning Programme
Berufskolleg am Haspel
Hochschule Bochum Bochum University of Applied Sciences
TTÜ 1918
ITT GROUP

Einleitung:

Das vorliegende Dokument beschreibt die Planung und Durchführung der Projektaufgabe „Steuerung einer Spritzgussanlage“, welche im Rahmen des EU-Projekts realisiert wurde. Das es sich bei der ausführenden Schule um eine berufsbildende Schule der Sekundarstufe II mit den Fachbereichen Elektrotechnik und Informationstechnik handelt, wurde die Planung der Umsetzung für den Unterricht im Hinblick auf die Lernfelddidaktik des dualen Systems konkretisiert. In diesem Kontext stellt die Projektaufgabe eine konkrete Lernsituation dar, welche dem beruflichen Handlungsfeld der Schüler entspricht. Außerhalb der Lernfelddidaktik stellt die beschriebene Projektaufgabe für Schüler, die nicht im dualen System, sondern in vollzeitschulischen Bildungsgängen ausgebildet werden, eine umfassende Lerngelegenheit dar. Aus diesem Grund gelten die folgenden Beschreibungen hinsichtlich des Aufbaus der Lernsituation für alle Lerngruppen gleichermaßen.
Im Folgenden soll herausgestellt werden, auf welcher didaktischen Grundlage die Planung der Lernsituation, bzw. der Lerngelegenheit erfolgt ist. Der Begriff der Lernsituation als auch des Handlungsorientierten Unterrichts ist dabei, wie schon erwähnt, auf alle Schülergruppen, die diese Aufgabe bearbeitet haben anzuwenden, da dies eine grundsätzliche Anforderung des zeitgemäßen Unterrichts ist. Zusätzlich ist die Umsetzung der Lernfelddidaktik in den Rahmenlehrplänen fest verankert. Die so notwendige Forderung nach Handlungsorientierten Unterricht und der Abbildung realer Handlungsabläufe in konkrete berufliche Handlungssituationen erfordert spezifische Berücksichtigung in der Unterrichtsplanung zur Gestaltung der vorgestellten Projektaufgabe. Im Folgenden werden diese Überlegungen dargestellt. Ausgehend von der Begriffsbildung der Lernsituation und dem Begriff des Handlungsorientierten Unterrichts werden die Überlegungen zur Umsetzung der Projektaufgabe erörtert.

1. Vorbemerkungen zum Entwurf einer Lernsituation:

1.1. Zum Begriff der Lernsituation

Mit den “Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule”, welcher 1999 durch die Kultusministerkonferenz herausgegeben wurde, wird der Unterricht nicht mehr in traditionellen Fächern organisiert. Stattdessen steht die Forderung nach einer Vorstrukturierung des Unterrichts in form von Lernfeldern, die aus konkreten beruflichen Handlungsfeldern abgeleitet werden. Mit dieser Forderung wurde eine neue verbindliche Form der schulischen Curricula vorgegeben.
Lernfelder stellen somit den Berufsbezug als strukturelles Leitkriterium für Curriculum und Unterrichtsarbeit in den Vordergrund: es geht um Kenntnisse und Fähigkeiten, die zum beruflichen Handeln in diesem Feld benötigt werden.[1]

Aus diesem Grund stellen Lernfelder die Fachinhalte in einen Anwendungszusammenhang und stellen einen Wechsel von der fachsystematischen zu einer anwendungsorientierten Perspektive dar.[2]

Lernsituationen stellen in diesem Zusammenhang die kleinste curriculare Einheit enes Lernfeldes dar.
In ihnen werden ausgewählte und didaktisch reduzierte Handlungssituationen abgebildet, womit sie die Lernfelder für die unterrichtliche Arbeit konkretisieren

Ziel einer Lernsituation ist immer die ganzheitliche, an einer konkreten beruflichen Handlungssituation angelegte Aufgabenstellung, welche exemplarisch für die typischen beruflichen Handlungsabläufe steht.

[1] Handreichungen für die Erarbeitung von Rahmenlehrplänen der Kulturministerkonferenz für den berufsbezogenen Unterricht in der Berufsschule und ihre Abstimmung mit Ausbildungsordnungen des Bundes für anerkannte Ausbildungsberufe, Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, Bonn 09.05.1996, S.20
[2] Hans Herbert Beckheuer, Lernfeldkonzept an der Berufsschule. Pädagogische Revolution oder bildungspolitische und didaktische Reformoption, Gewerkschaftliche Bildungspolitik 3 / 4 2001; S.22

Eine Lernsituation zielt auf die Förderung selbständigen Lernens ab und orientiert sich in der Ausgestaltung auf der Grundlage der vollständigen Handlung im Zusammenhang mit berufsspezifischen Anwendungen.
Die Grundlage der Ausgestaltung einer Lernsituation orientiert sich an den Prinzipien der vollständigen Handlung und zielt immer auf die Förderung selbständigen Lernens.
Die Lernziele umfassen, neben den fachlichen Inhalten auch immer Inhalte hinsichtlich der Entwicklung im Bereich der Methoden- und Sozialkompetenz im Zusammenhang mit beruflichen Anwendungen. Eine Lernsituation umfasst hierbei, neben der notwendigen fachlichen Systematisierung, auch Übungen zur Vertiefung der erarbeiteten Inhalte innerhalb aller abgesprochenen Kompetenzbereiche.
Die liefert auch das Argument der Vermittlung von Fachtheorien, die aber didaktisch so dargestellt und aufbereitet werden sollen, dass der Lernende dieses nicht als deklaratives Wissen vermittelt bekommt, sondern in die Alge versetzt wird, dieses im Sinne des konstruktivistischen und kognitiven Lernens in einen Anwendungskontext zu stellen.
Ziel einer Lernsituation ist immer ein konkretes Handlungsprodukt. Diese können z.B. als praktisch aufgebautes Modell, als fertiges Produkt, als erstellte Informationen oder in Form einer Dokumentation vorliegen.

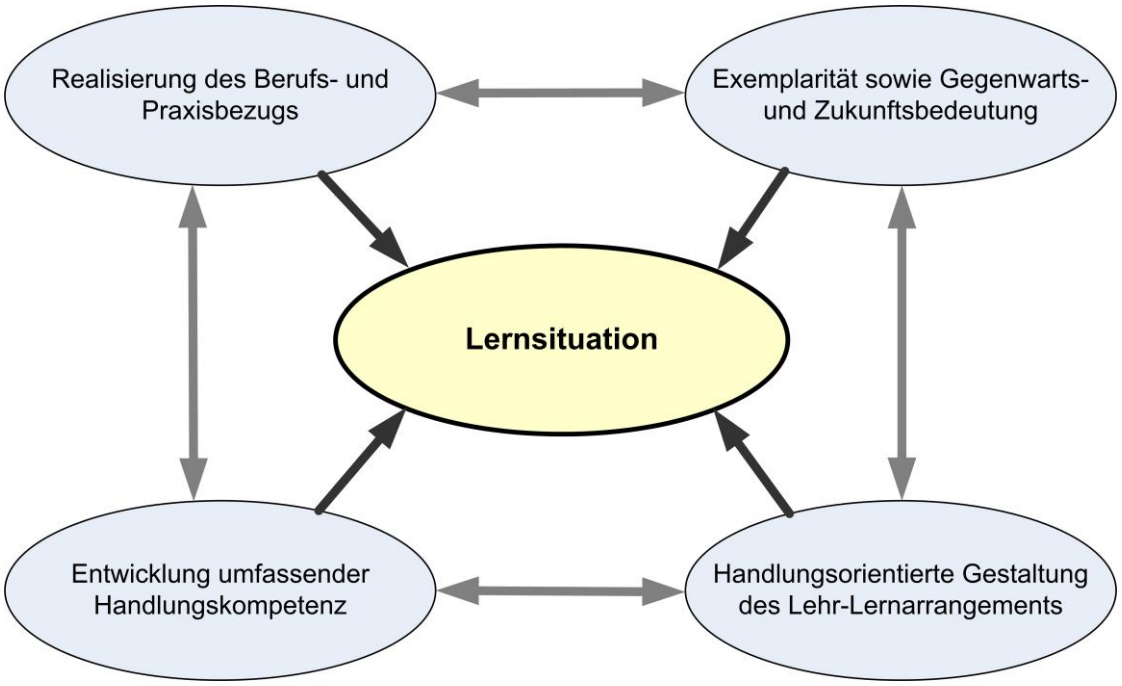


Abb.: Merkmale einer Lernsituation

1.2. Zum Begriff des Handlungsorientierten Unterrichts

Handlungsorientierter Unterricht stellt ein didaktisch -methodisches Konzept dar, welches fach- und handlungssystematische Strukturen miteinander verbindet. Für die Verwirklichung dieses Ansatzes steht eine Reihe von Methoden zur Verfügung. Für die Anwendung im vorliegenden Kontext stellt der Projektunterricht eine geeignete Methode dar. Dies begründet sich aus der Tatsache, dass die Arbeitsabläufe des beruflichen Handelns auch immer eingebettet sich in den Kontext einer systematischen Gesamtsituation.

Handlungsorientierung verzichtet bewusst auf das Prinzip der inhaltlichen Vollständigkeit. Stattdessen wird das Prinzip der Exemplarität in den Vordergrund gestellt.
Im Kontext des Handlungsorientierten Unterrichts beteiligen sich die Lernenden von Beginn der Unterrichtsreihe an der Planung und Durchführung des Unterrichts. Im Kontext der Lernfelddidaktik der beruflichen Ausbildung wird diese Unterrichtseinheit durch die Lernsituation repräsentiert. Bei der Ausgestaltung des Unterrichts erhalten die Lernenden möglichst wenige Vorgaben durch den Lehrer, was sich in der offenen Aufgabenstellung widerspiegelt. Im Umfeld der beruflichen Bildung werden die subjektiven Interessen der Lernenden, die sich aus den beruflichen Handlungsfeldern ergeben, zur Grundlage der Unterrichtsgestaltung herangezogen. Dies führt zu einer curricularen und methodischen Öffnung des Unterrichts.
Hierbei steht die ganzheitliche Betrachtung der Aufgaben im Vordergrund. Ausgehend von den individuellen Vorkenntnissen der Lernenden gestalten sich die einzelnen Arbeitsaufträge in unterschiedlichen Dimensionen und Schwierigkeitsgraden. Hierbei wird insbesondere Wert auf den individuellen Betrachtungswinkel gelegt.

Für die Umsetzung der vollständigen Handlung im beruflichen Umfeld ergeben sich die in der nachfolgenden Grafik dargestellten Forderungen:

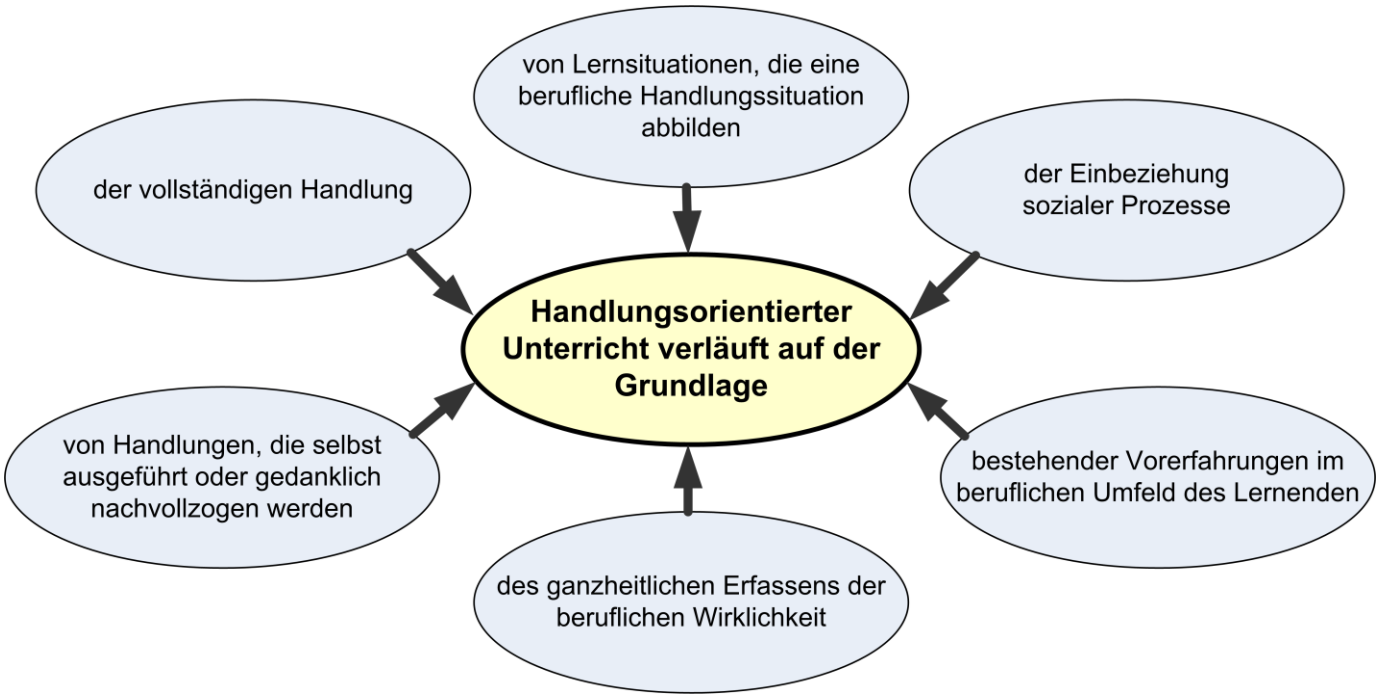


Abb. Merkmale des handlungsorientierten Unterrichts

Die Orientierung der Struktur der Lernpläne an den konkreten beruflichen Handlungsabläufen bildet die Grundlage für den Anstoß von Lernprozessen hinsichtlich der konstruktivistischen Idee. Durch aktive Auseinandersetzung und handelnden Umgang mit der Wirklichkeit können Erfahrungen aufgebaut und (berufliche) Handlungskompetenz erlangt werden.
Handlungsorientierter Unterricht zielt daher immer auf die Ganzheitlichkeit der Lernens, auf das kooperative Lernen in Bezug auf die Problemlöse- und Transferkompetenz sowie auf die Individualisierung des Unterrichts und die Orientierung an der konkreten Lerngruppe ab.

2. Darstellung der Planungsgrundlagen der Lernsituation „Steuerung einer Spritzgussanlage“

Im Folgenden wird kurz die Struktur und das Vorwissen der beiden Lerngruppen beschrieben, die sich im laufenden Schuljahr erstmals mit der vorgestellten Projektaufgabe beschäftigen, da diese eine wesentliche Planungsgrundlage zum Entwurf der Lernsituation darstellt.

2.1. Zur Struktur der Lerngruppen

Bei der ersten Lerngruppe handelt es sich um Lernende, die sich im zweiten Jahr der Ausbildung zum staatlich geprüften Informationstechnischen Assistenten befinden. Bei dieser Schulform handelt es sich um eine dreijährige schulische Vollzeitausbildung. Neben dem Berufsabschluss erwerben die Absolventen zusätzlich die Fachhochschulreife. Eingangsvoraussetzung für diesen Bildungsgang ist die Fachoberschulreife. Hier findet die Lernsituation ihre Anwendung im Fach Elektro- und Prozesstechnik in Kombination mit dem Fach Rechner- und Systemtechnik. Insgesamt nehmen beide Fächer zusammen sechs Unterrichtsstunden pro Woche ein. Da die Lernenden von Beginn ihrer Ausbildung an im Fach Programmieren die Programmiersprache C# erlernen, ist zu erwarten, dass sich bei der Programmiertechnischen Umsetzung in der Sprache C in Bezug auf die Mikrocontrollertechnik vergleichsweise wenig Schwierigkeiten ergeben. Die Fächer Elektro- und Prozesstechnik, sowie Programmieren wird von der Autorin dieses Dokuments unterrichtet, so dass die gemeinsamen Aspekte beider Fächer problemlos in den Unterricht integriert werden können.

Bei der zweiten Lerngruppe handelt es sich um Schüler, die zurzeit die Fachoberschule der Klasse 12 für Technik mit dem Schwerpunkt Elektrotechnik absolvieren. Hierbei handelt es sich ebenfalls um eine Vollzeitschulform. Zugangsvoraussetzung für den Besuch dieser zweijährigen Schulform ist die Fachoberschulreife. Die Schüler erwerben durch den Besuch der Fachoberschule die Fachhochschulreife.

Der Zugang zur Klasse 12 dieser Schulform kann auf zwei Wegen erfolgen:

Der erste Weg führt über ein betriebliches Jahrespraktikum im Bereich der Elektrotechnik (Fachoberschule Klasse 11). Dieses Jahrespraktikum wird mit 12 Stunden Schule pro Woche begleitet. Absolvieren die Schüler dieses Praktikum gemäß der Richtlinien und wird das Klassenziel erreicht, so sind diese Schüler zum Besuch der Klasse 12 berechtigt.

Der zweite Weg zum Besuch der Fachoberschule Klasse 12 führt über die Fachoberschulreife und eine abgeschlossene Berufsausbildung. Verfügen die Schüler über die Fachoberschulreife und können eine entsprechende abgeschlossene Berufsausbildung im Bereich der Elektrotechnik nachweisen, so sind auch diese ebenfalls zum Besuch der Klasse 12 berechtigt.

Dieser unterschiedliche Zugangsweg führt zu einer Besonderheit dieser Lerngruppe. Diese umfasst Lernende, die teilweise über eine mehrjährige Berufserfahrung im elektrotechnischen Bereich verfügen. Diese Schüler weisen oft eine hohe berufliche Handlungskompetenz und vertiefte elektrotechnische Kenntnisse auf. In der gleichen Lerngruppe aber finden sich Schüler, die auf diese Erfahrungswelt nicht aufbauen können. Hier ist eine relativ eingeschränkte berufliche Handlungskompetenz zu beobachten, da diese lediglich auf dem beschriebenen Jahrespraktikum begründet ist, ein Umstand, der in der Umsetzung der Projektaufgabe explizit berücksichtigt werden muss. Die hier beschriebene Lerngruppe bearbeitet die Lernsituation außerhalb der regulären Unterrichtsstunden in eigens zur Verfügung gestellten Projektstunden.
Zusätzlich werden die elektrotechnischen Fragestellungen hinsichtlich der Lernsituation im Fach Elektrotechnik aufgegriffen und sind auch explizit in der aktuellen didaktischen Jahresplanung verankert. Das Fach Elektrotechnik wird von den Autoren dieses Dokuments gemeinsam mit insgesamt acht

Unterrichtsstunden in dieser Gruppe unterrichtet. Zusätzlich erhält die Lerngruppe noch vier Stunden Unterricht im Projektfach Mikrocontrollertechnik vom Autor dieses Berichts.

Beide Lerngruppen absolvieren zwar unterschiedliche Bildungsgänge, sind aber in ihrer Struktur einander sehr ähnlich, so dass die nachfolgende Beschreibung für beide Lerngruppen Gültigkeit hat.

2.2. Zum Lernverhalten der Lerngruppen

Innerhalb beider Lerngruppe lassen sich drei Gruppen klassifizieren, die durch unterschiedliches **Verhalten im Unterricht** auffallen. Die *erste Gruppe* zeigt eine ausgeprägte Lern- und Leistungsbereitschaft sowie einen hohen Motivationsgrad. Hier ist oft eine rege Teilnahme am Unterricht zu beobachten. Diese Gruppe verfügt über gute Vorkenntnisse und ist bestrebt, darauf bei der Lösung von Problemstellungen zurückzugreifen. Bei der Lerngruppe der Fachoberschule wird diese Schülergruppe überwiegend durch Lernende repräsentiert, die bereits im Vorfeld über eine abgeschlossene Berufsausbildung und teilweise eine mehrjährige Berufserfahrung verfügen. Bei der *zweiten Gruppe* fällt vordergründig das sehr ruhige Verhalten im Unterricht auf. Besonders deutlich wird dieses Verhalten in verstärkt theorieorientierten Unterrichtsphasen. Auffällig ist, dass insbesondere diese Gruppe eigenständig und motiviert arbeitet, sobald ein konkretes Handlungsprodukt im Mittelpunkt der Unterrichtsgeschehens steht. Teilweise verfügen gerade diese Schüler über ein fundiertes Fachwissen, agieren aber im Unterricht sehr zurückhaltend.

Die dritte Schülergruppe fällt insbesondere durch mangelnde Motivation und passives Verhalten im Unterricht auf. Diese Schüler verfügen nur über geringe und lückenhafte Fachkenntnisse woraus die Schwierigkeit resultiert, die im Unterricht vorgestellten methodischen Verfahren zur Problemlösung anzuwenden. Teilweise lässt sich sogar eine Vermeidungsstrategie gegen die Anwendung bestimmter Methoden beobachten, da die Notwendigkeit oder der Nutzen hiervon angezweifelt wird.

Allen Schülern beider Lerngruppen sind die grundlegenden Methoden zur kreativen Lösung von Problemen, zur Planung von Arbeitsabläufen, zur Strukturierung von Informationen und zur Eingrenzung von Problemen bekannt, verinnerlicht haben sie diese Methoden bisher allerdings, bis auf wenige Ausnahmen noch nicht. Daher wenden nur wenige Schüler die im Unterricht vorgestellten Methoden in konkreten Problemstellungen und Planungsphasen an. Insbesondere bei Aufgaben, die eine strukturierte Informationssammlung, eine Analyse der Aufgaben- und Problemstellung erfordern, kann bei fast allen Schülern mangelnde Methodenkompetenz beobachtet werden, so dass hier noch die Anleitung und Unterstützung des Lehrenden notwendig ist. In Folge davon bereitet es den Schülern oft Schwierigkeiten, Sach- und Planungszusammenhänge zu strukturieren und sachlogisch wiederzugeben. Dies wird insbesondere dann deutlich, wenn eine konkrete Planungsaufgabe oder die Erstellung von Dokumentationen und Präsentationen in das Aufgabenfeld rückt.
Weiterhin kann ich immer wieder beobachten, dass die Arbeitsweise dieser Lerngruppe oft noch von spielerischen Impulsen und einem ausgeprägten „Trial and Error-Verhalten“ bestimmt ist, eine geplante, strukturierte und zielgerichtete Vorgehensweise erfolgt kaum.

Hinsichtlich der **Fachkompetenz** lässt sich die Aussage treffen, dass die Schüler der Lerngruppe die im Unterricht behandelten Themen oft noch nicht ausreichend beherrschen, sich aber bemühen, ihre Kenntnisse zur Erbringung von Transferleistungen zu nutzen. Schwierigkeiten treten in erster Linie dann auf, wenn theoretisches Wissen strukturiert auf praktische Problemstellungen angewendet werden soll.
Auch hinsichtlich der allgemeinen **Handlungskompetenz** lässt sich bei fast allen Schülern oftmals eine unstrukturierte Vorgehensweise beobachten.
Die **Sozial- und Humankompetenz** der Schüler liegt auf einem hohen Niveau. Der Umgang untereinander ist von gegenseitigem Respekt und einer offenen und freundlichen Atmosphäre geprägt.

2.3. Vorgaben der Richtlinien und Beschlüsse der Bildungsgangkonferenz

Die Grundlage für die Themenwahl des Unterrichts in der Fachoberschule Klasse 12 findet sich im Lehrplan für diese Schulform wieder.
Im Hinblick auf die Durchführung der beschriebenen Projektaufgabe in den Projektunterricht und die Einbettung der Lerngelegenheit in den Unterricht im Fach Elektrotechnik wurde die Lerngelegenheit als zentraler Bestandteil in die didaktische Jahresplanung übernommen (s. Anhang)

Bei den staatlich geprüften informationstechnischen Assistenten findet sich die Themenwahl der Unterrichtsreihe im Themenkomplex der Realisierung von Automatisierungsaufgaben mit Hilfe von Mikrocontrollern.
Die Grundlage für die Realisierung der Projektaufgabe findet sich im Lehrplan unter den Themenbereichen „Struktur von Systemkomponenten " und „Systemstruktur einer Prozesssteuerung".

Inhaltlich findet sich diese in den Themenkreisen

- Zusammenwirken von Bauelementen und Komponenten
- Messtechniken für Komponenten und Systemgrößen
- Systemdokumentation
- Auflösung in Funktionsblöcke

wieder[3].

Laut Beschluss der Bildungsgangkonferenz finden sich im zusätzlich folgende Themenbereiche im Fach Elektro- und Prozesstechnik:

- Die Programmiersprache C Einführung in den C-Compiler
- Realisierung unterschiedlicher Projekte der Steuerung und Automatisierung mit Hilfe von Mikrocontrollern

Die Inhalte der Fächer des sollen hierbei projektorientiert geplant werden. Hierbei soll, neben der Vermittlung fachlicher Inhalte, auch das Üben und Anwenden der notwendigen Methoden und die Anwendung fachbereichsspezifischer Arbeitswerkzeuge im Vordergrund stehen.
Den Forderungen des Lehrplans[4] nach themenbereichsübergreifender Aufgabenstellung, projektorientiertem Unterrichtsstil und der geforderten realitätsnahen Abbildung des Berufes in der von der Schule gewählten Profils wird hiermit, mit der Wahl der Aufgabenstellung und des resultierenden Themenkomplexes Folge geleistet.

2.4. Bedeutsamkeit des Unterrichtsgegenstandes

Der Lerninhalt ist für die Schüler bedeutsam, da hiermit die betriebliche Wirklichkeit einer Projektierung mikrocontrollergestützter Systemen nachgestellt wird. Ausgehend von der Funktionsbeschreibung finden sich die einzelnen Aufgaben direkt in verschiedenen funktionalen Bereichen wieder. Diesen Aufgabenbereich konnte ein überwiegender Teil der Schüler während ihrer betrieblichen Praktika in der

[3] Aus: Lehrplan zur Erprobung, Bildungsgänge der Berufsfachschule, die zu einem Berufabschluss nach Landesrecht und zur Fachhochschulreife führen: Staatlich geprüfter Informationstechnischer Assistent,
Fächer des fachlichen Schwerpunktes, Stand 2004. Die Beschreibung der Themenkreise findet sich in erster Linie unter dem Kapitel Struktur des Faches Elektrotechnik / Prozesstechnik wieder. Lt. Anmerkung können diese aber auch als zusammenhänge in das Fach Rechner – und Systemtechnik übernommen werden.
[4] Die Beschreibung der Themenkreise findet sich im oben genannten Lehrplan in erster Linie unter dem Kapitel Struktur des Faches Elektrotechnik / Prozesstechnik wieder. Lt. Anmerkung können diese aber auch als Zusammenhänge in das Fach Rechner – und Systemtechnik übernommen werden.

Unterstufe oder während ihrer Berufsausbildung kennen lernen. Dadurch findet eine Identifikation mit der vorgestellten Aufgabe statt.
Somit sind die Projektierung und die Realisierung einer Automatisierungsaufgabe mit der konkreten Handlungssituation im betrieblichen Umfeld vergleichbar. Für die spätere berufliche Handlungskompetenz ist es unabdingbar, die Schüler durch geeignete Unterrichtssituationen auf die in der Praxis üblichen Planungsmethoden vorzubereiten. Auch wenn die berufliche Praxis im schulischen Bereich nicht vollständig abgebildet werden kann, muss Schülern die Möglichkeit eingeräumt werden, berufliche Schlüsselqualifikationen zu erlernen. Durch das intendierte Handlungsprodukt der Unterrichtsreihe (Entwurf, Umsetzung und Realisierung einer durch einen Mikrocontroller realisierten Automatisierungsaufgabe) stehen die Schüler vor der Aufgabe, eine komplexe Aufgabenstellung in Einzelschritte zu zerlegen und die hierfür erforderlichen Arbeits- und Planungsschritte vorzunehmen. Der Unterrichtsgegenstand führt zur Einübung von Methoden, mit deren Hilfe die Schüler diese Aufgabe bewältigen können. Weiterhin besteht die Möglichkeit des Transfers der Methoden auf andere Lebens- und Handlungssituationen. Die Schüler erfahren, dass der Ideenpool eines Teams umfangreichere Ergebnisse liefert, als in Einzelarbeit erstellte Konzepte und erleben Synergieeffekte.

2.5. Methodische Entscheidungen

Aus der Beschreibung der Lerngruppe wird deutlich, dass ein Unterrichtskonzept benötigt wird, welches neben den notwendigen theoretischen Inhalten einen möglichst hohen Praxisanteil sowie einen erhöhten Anteil an Schülerselbsttätigkeit beinhaltet. Weiterhin ist ein besonderer Schwerpunkt auf die praktische Anwendung von Methoden zur Planung von Arbeitsabläufen und zur Strukturierung von Informationen zu legen. Gleichzeitig sollte der für die Schüler unabdingbare berufliche Praxisanteil gewährleistet werden. Das im Unterricht erarbeitete theoretische Wissen sollte möglichst umfassend auf praktische Problemstellungen angewendet werden. Eigenes Handeln soll strukturiert dargestellt und reflektiert werden. Durch eine geeignete Wahl der Sozialformen und der Unterrichtsmethoden wird eine Steigerung der Motivation und Integration der zurückhaltend agierenden Schüler gefördert.
Zu diesem Zweck wurde für die übergreifende Gestaltung der Unterrichtsreihe die Lernsituation „Steuerung einer Spritzgussanlage“ als projektorientierte Unterrichtsreihe angelegt. Projektunterricht im hier verwendeten Kontext beschreibt keine einzelne Methode, sondern setzt sich aus einer Vielzahl unterschiedlicher Methoden zusammen. Hierbei können auch Phasen des Frontalunterrichts zur konzentrierten Informationsvermittlung eingebettet sein. Mit dieser Unterrichtsform wird den Forderungen der vorhergehenden Beschreibungen Rechnung getragen, da Entscheidungsspielräume innerhalb des Ablaufs offen gelassen werden und sich das Projektergebnis in Anlehnung an die berufliche Praxis aus dem unterrichtlichen Prozess schrittweise entwickelt.

3. Konkrete Umsetzung der Planung des Unterrichts unter Berücksichtigung der Besonderheiten der Lerngruppe

Aufgrund der oben angeführten Beschreibungen der Struktur der Lerngruppen und unter Berücksichtigung unserer Beobachtungen in den einzelnen Lerngruppen ergeben sich einige Besonderheiten in der Planung und Durchführung des konkreten Unterrichts. Hierbei ist die Projektaufgabe gleichzeitig so ausgerichtet, dass auch Lernende im dualen System oder in der Ausbildung zum staatlich geprüften Techniker von der vorgestellten Lernsituation profitieren können.
Dies ist darin begründet, dass die Aufgabenstellung die aus den didaktischen Begründungen geforderte Offenheit aufweist. Grundsätzlich kann die Aufgabenstellung mit relativ einfachen informationstechnischen und elektrotechnischen Betrachtungen und Überlegungen in den Grundfunktionen gelöst werden. Es ist aber keine Beschränkung in die fachliche Tiefe der Betrachtungsweise notwendig.

Von daher sind beliebig komplexe Erweiterungen und Lösungen möglich, so dass eine differenzierte horizontale und vertikale didaktische Reduktion erfolgen kann.
Hiermit unterliegen die Lernenden keiner Beschränkung ihrer Lösungs- und Betrachtungsmöglichkeiten in der Modellierung der Projektaufgabe, sondern im Gegenteil - für fortgeschrittene Lerngruppen mit entsprechender Vorerfahrung im beruflichen Umfeld - ist auch die Realisierung gebräuchlicher Standards und innovativer neu zu entwickelnder industrieller Anwendungen möglich.
Die Aufgabenstellung der vorgestellten Lernsituation ist mehrdimensional in Form eines vereinfachten Pflichtenheftes angelegt. Somit kann auf das Lernverhalten und das Vorwissen unterschiedlicher Lerngruppen reagiert werden. Die strukturelle Gestaltung der Lernsituation ist so angelegt, dass sich die beschriebene Gesamtanlage in die einzelnen Subsysteme aufgeteilt werden kann. Diese Subsysteme werden nun wiederum hinsichtlich ihrer Rolle im Gesamtsystem analysiert. Aus der Analyse der einzelnen Subsysteme geht hervor, welche Teilaufgaben hierbei jeweils zu lösen sind.
Die erarbeiteten Teilsysteme und die daraus resultierenden Teilaufgaben zur Realisierung der Anlage werden in einem entsprechenden Projektstrukturplan abgebildet. Mit der dann zur Verfügung stehenden Abbildung der Sachstruktur der Lernsituation gelingt es nun, die Gesamtaufgabe in didaktisch sinnvolle, auf die Lerngruppe angepasste Lerneinheiten zu gliedern, so dass eine individuelle handlungsorientierte Vorgehensweise ermöglicht wird.
In der nachfolgenden Abbildung ist ein möglicher Projektstrukturplan dargestellt. In Abhängigkeit der Lerngruppen und des entsprechenden Vorwissens kann dieser aber auch anders aufgestellt werden.

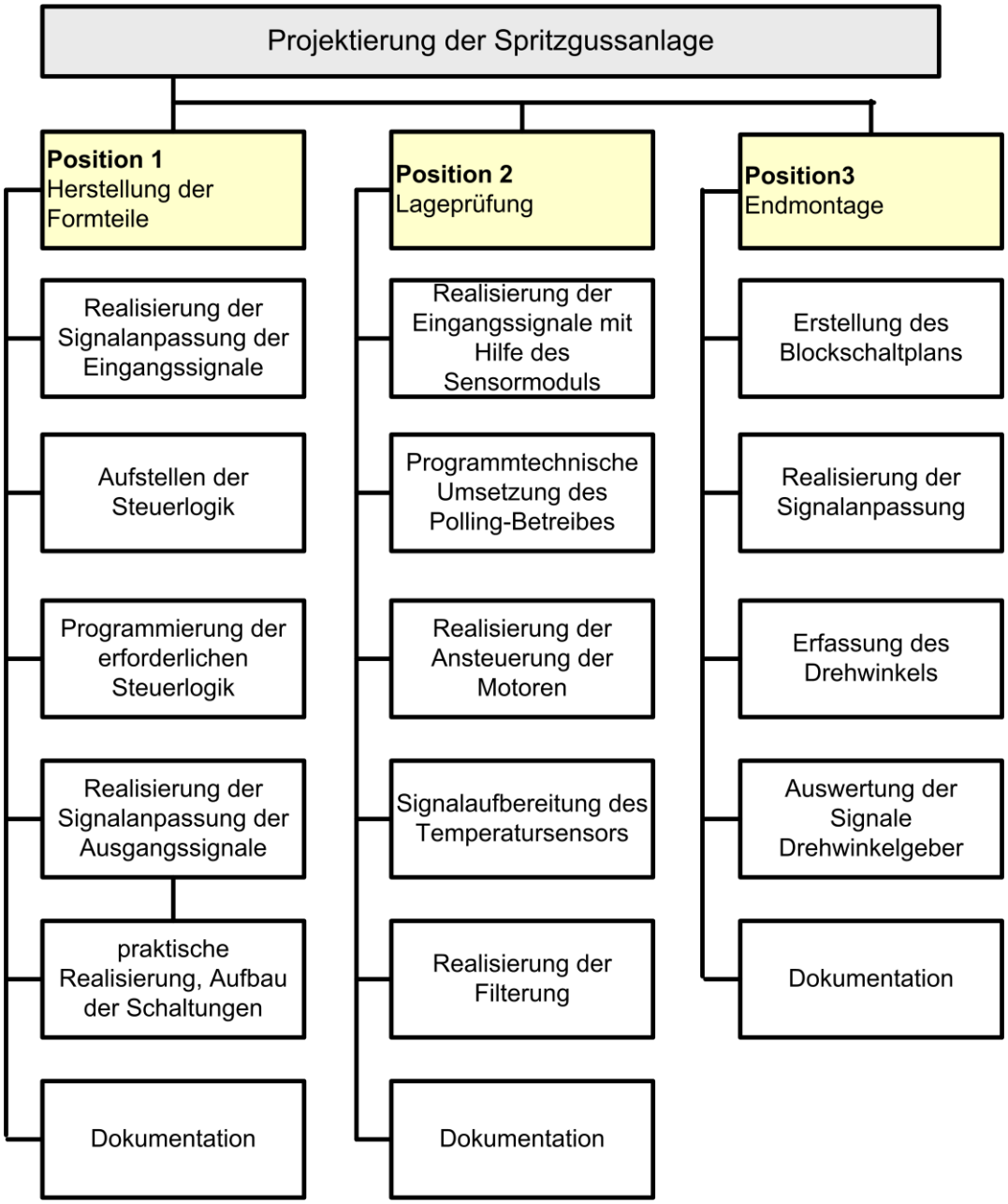


Abb. Ein möglicher Projektstrukturplan für die Bearbeitung der Lernsituation

Durch die Zerlegung in Subsysteme besteht die Möglichkeit im Zuge einer Binnendifferenzierung alle Untersysteme gleichzeitig und in arbeitsteiliger Weise im Unterricht zu realisieren. Dies ist eine direkte Umsetzung des Projektgedankens im Unterricht, setzt aber von der Lerngruppe hohe Eigenmotivation und hohe Planungs- und Handlungskompetenz voraus.
Zusätzlich sollten die Lernenden bereits über zumindest gute Kenntnisse in der Grundbildung der Elektrotechnik (Grundlagen Halbleitertechnik, Grundlagen Schaltungstechnik) verfügen, damit die Aufgabenstellungen in Eigenverantwortung gelöst werden können. Die entsprechende vorgehensweise wird in der nachfolgenden Grafik verdeutlicht:

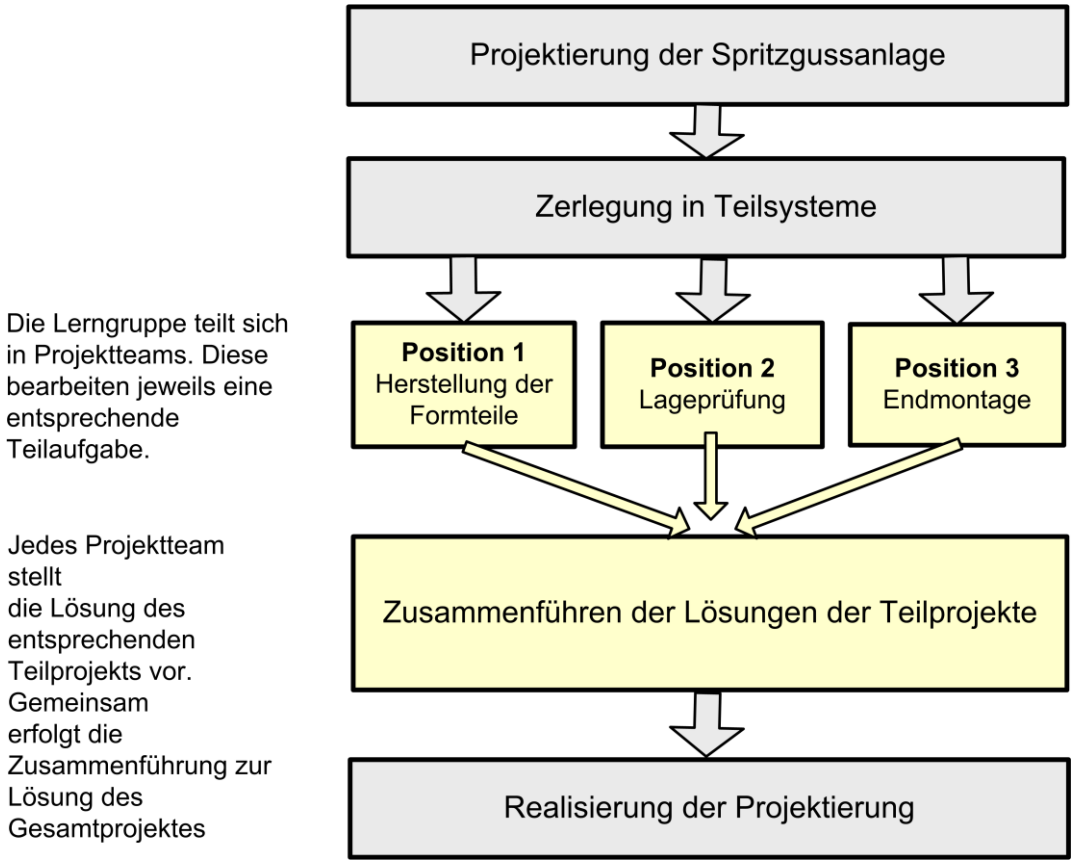


Abb.: Mögliche Vorgehensweise bei fortgeschrittenen Lerngruppen

Für die Lernenden bedeutet dies, dass zu Beginn der Arbeit an der Projektaufgabe zuerst einmal die Beschreibung und Analyse der Subsysteme notwendig ist. Mit Hilfe dieser Beschreibungen entstehen nun, einsichtig für den Lernenden, kleine überschaubare Teilaufgaben, die hinsichtlich ihrer Funktion und der Schnittstellen zu den verbleibenden Teilsystemen realisiert werden können.
Diese Vorgehensweise setzt allerdings hohe analytische Fähigkeiten und bereits eine hohe Fach- und Methodenkompetenz bei den Schülern voraus, die diese zum überwiegenden Teil laut der Lerngruppenbeschreibung erst noch erlangen müssen.

Aus diesem Grund muss an dieser Stelle eine Unterrichtsphase mit der Thematik der Einführung in das Projektmanagement erfolgen. Insbesondere müssen die zur Durchführung des Projekts notwendigen Methodiken vermittelt werden. Hier ist insbesondere die Thematisierung er Planungsgrundlagen zu nennen: Einteilung der Arbeitsgruppen, Klärung der Zuständigkeit, gemeinsames Erstellen eines Projektstrukturplanes und eines Ablaufplanes vermittelt und durch praktisches Handeln, bezogen auf die Aufgabenstellung, geübt werden. Insbesondere ist in diesem Zusammenhang auf die notwendige Verbalisierung der Schritte zur Projektplanung hinzuweisen. Dies dient einerseits zur Bewusstmachung der Problematik als auch zur Erfassung der zur Realisierung notwendigen Strukturen. In unserem Projekt wurde dieser Forderung mit der Aushändigung einer Projektplanungsmappe Folge geleistet. Diese dient zur Verschriftlichung und Dokumentation der Projektschritte sowie der auftretenden Problematiken und erlaubte es den Schülern im Sinne der bei Lernsituationen geforderten ganzheitlichen Handlung zu agieren.
Aus unserer Erfahrung macht es Sinn, auch den fortgeschrittenen Schülern die Projektmappe zur Planung und Dokumentation des Projektverlaufs an die Hand zu geben. Erfahrungsgemäß treten, auch bei fachlich hoher Kompetenz der Schüler, hinsichtlich der Methodenkompetenz Schwierigkeiten auf.
Aus diesem Grund wird den Lernenden für die Bewältigung der Aufgabe ein Projektheft als Hilfsmittel an die Hand gegeben. Dieses soll Anleitung zum methodisch sinnvollen Arbeiten und einer Strukturierten Betrachtung der Gesamtaufgabe geben (Anlage: Projektplanungsmappe)

Aufgrund der beschriebenen Vorgehensweise ergibt sich für die konkrete Unterrichtsgestaltung folgende Vorgehensweise:
Durch die Zerlegung der Gesamtanlage in entsprechende Teilsysteme der einzelnen Bearbeitungsstationen werden diese zunächst einmal durch die zur Verfügung stehenden Module in der Hard- und Softwaretechnik modelliert werden.
Zum Einsatz kommen hier das IO-Modul, das Motormodul, sowie das Sensormodul und die MC-Platine. In einem weiteren Schritt können notwendige Hardwareerweiterungen, z.B. für die Aufbereitung der Messsignale mit Hilfe externer Komponenten realisiert werden.

An dieser Stelle tritt die Beachtung der elektrischen Eigenschaften der Sensorik und Aktorik und der damit verbundenen Problematik der Signalanpassung und Aufbereitung in den Vordergrund. An dieser Stelle wird hinsichtlich des fachlichen Kompetenzzuwachses deutlich, warum elektrotechnische Fragestellungen in der MC-Technik eine tragende Rolle spielen. Diese tragende Rolle der Elektrotechnik im Zusammenhang mit der Mikrocontrollertechnik sollte den Schülern an dieser Stelle verdeutlicht werden, da diese aufgrund ihrer oft geringen Vorkenntnisse eine deutliche Trennung zwischen der Programmiertechnik und der Elektrotechnik vornehmen, bzw. den Nutzen und die Notwendigkeit elektrotechnischer Fragestellungen im Zusammenhang mit der Mikrocontrollertechnik nicht erkennen.

Die oben aufgeführten Beobachtungen führen zu einer Schwerpunktbildung der Betrachtung der Mikrocontrollertechnik im Kontext elektrotechnischer Fragestellungen. Auf eine reine Darstellung der Möglichkeiten der Programmierung zur Steuerung wurde in der Planung der Unterrichtsinhalte, als auch in der Durchführung des Unterrichts stringent verzichtet. Vielmehr soll der Dialog und die enge Verbundenheit elektrotechnischer Fragestellungen im Bezug auf die Realisierung automationstechnischer und damit programmiertechnischer Aufgaben verdeutlicht werden.
Dies ins insbesondere darin begründet, dass der MC die zentrale Einheit in den meisten steuer- und regelungstechnischen Anwendungen darstellt, ohne die entsprechende äußere Beschaltung aber für eine Steuerungsaufgabe wertlos ist. Um die zur Nutzung des Mikrocontrollers notwendigen Sensoren und Aktoren sinnvoll einsetzen zu können, ist es notwendig in diesem Zusammenhang die resultierenden elektrotechnischen Fragestellungen hinsichtlich eines situationsangepassten Einsatzes und der notwendigen Dimensionierung zu erörtern.
Diese Vorgehensweise basiert auf der Beobachtung, dass es sich bei der Umsetzung konkreter praxisorientierter Handlungsprodukte in der Praxis immer wieder gezeigt hat, dass die reine Programmierung des MC den Lernenden wenige Schwierigkeiten bereitet, wenn bereits eine klar strukturierte Anforderungsliste an das jeweilige Programm vorliegt.
Schwierigkeiten lassen sich vielmehr immer dann beobachten, wenn die Umsetzung einer konkreten Handlung der geforderten Mehrdimensionalität entspricht. Für die Lernenden gestalten sich hier insbesondere die Erfassung und Analyse der Aufgabenstruktur als sehr schwierig, was sich auch mit den Lernvoraussetzungen der beschriebenen Lerngruppen deckt. Das Herausfiltern und Strukturieren der notwendigen Informationen, das herausfiltern redundanter Informationen und die Umsetzung in die daraus resultierenden logischen Arbeitsschritte stellten eine erste und schwere Hürde in der Bearbeitung der Lernsituationen dar.
Aufgrund dieser Schwierigkeiten ist bei vielen Schülern eine Überforderung zu beobachten, da neben der programmiertechnischen Lösung (die wie oben beschrieben meist einfach für die Schüler zu realisieren sind) noch die Interfacetechnik zur Kommunikation hinzukommt, die die entsprechende Auswertung von Maschinenparametern und Umweltsignalen, als auch die Steuerung der Aktoren vornimmt. Eine Aufgabe, die die Lernenden aufgrund oft nicht ausreichender elektrotechnischer und methodischer Kenntnisse nicht selbständig lösen konnten.
Aus diesem Grund hat es sich bei den beschriebenen Lerngruppen als sinnvoll erwiesen, vor der Bearbeitung der komplexen Handlungssituationen einige kleinere Teilprojekte zu realisieren. Diese Vorgehensweise dient dazu, die Strukturen hinsichtlich immer wiederkehrender Teilsysteme zu analysieren und einfache Standardlösungen in programmiertechnischer als auch elektrotechnischer Sicht zu erarbeiten. Ziel dieser Einstiegsbeispiele ist es, die zum kreativen Umgang mit dem Mikrocontroller notwendigen Grundlagen mit den Schülern zusammen zu erarbeiten und als „Werkzeug“ für die Realisierung zur Verfügung zu stellen. Es soll darauf hingewiesen werden, dass diese Vorgehensweise von

der für die Realisierung von Lernsituationen geforderten gewünschten Vorgehensweise etwas abweicht. Im Kontext der Lernsituation ist es gewünscht, dass die Lernenden durch die freie Aufgabenstellung eine eigene Lösungsstruktur erarbeiten. Resultierend aus der strukturellen Zusammensetzung der Lerngruppen ist diese Vorgehensweise aber in der Anfangsphase nicht sinnvoll. Erst das Wissen um bestimmte Grundlagen und strukturelle Teillösungen ermöglichen einen kreativen Umgang im Sinne des konstruktivistischen Lernens mit dem Lerngegenstand und den Transfer auf komplexe Situationen. Zusätzlich werden, bei der Erarbeitung der Lösungsstruktur, immer wieder auch kurze Einheiten fachsystematischen Unterrichts notwendig sein, um den Lernenden die notwendigen Werkzeuge für einen kreativen Umgang mit der Thematik zu vermitteln.

Alternativ kann für schwache Lerngruppen die Bearbeitung der einzelnen Stationen auch in linearer Abfolge vorgenommen werden. Hier ist die Struktur der Lernsituation so angelegt, dass die Umsetzung eines Projekts auch in Anlehnung an einen eher fachsystematisch geführten Unterricht angelehnt sein kann. Auch wenn die fachsystematische Vorgehensweise dem Projektgedanken und den Gedanken der Lernfelddidaktik widerspricht, so kann es in einer Lerngruppe erforderlich sein, projektgebundenen Unterricht schrittweise mit Hilfe von fachsystematischen Einführungen zu vermitteln, wenn in dessen Verlauf auch die für die Projektdurchführung erforderlichen Methoden vermittelt und in kleinen Schritten geübt werden.

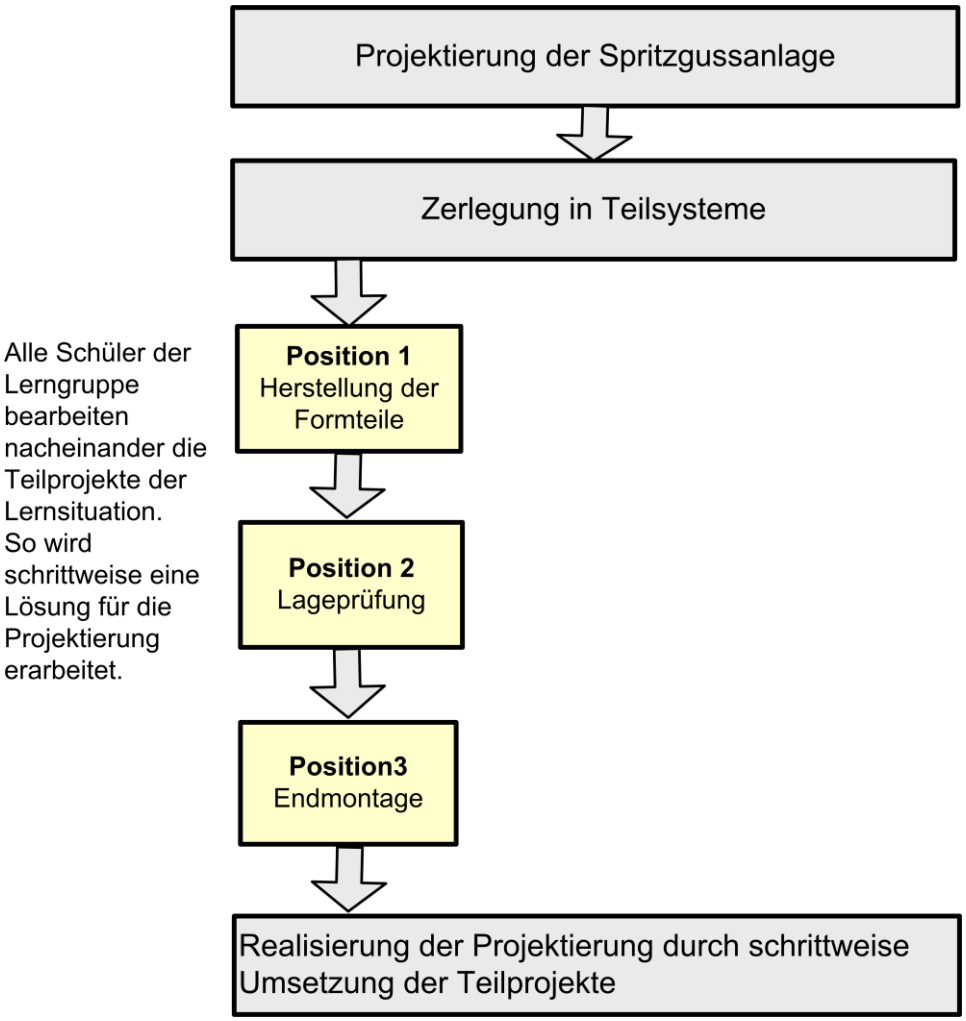


Abb.: Mögliche vorgehensweise für schwächere Lerngruppen

Ziel dieser Unterrichtsführung muss es sein, den Lernenden am Ende in die Lage zu versetzen, eine umfangreiche Aufgabe mit Hilfe geeigneter Methodiken zu erfassen und auch hinsichtlich der praktischen und technischen Fragestellungen zu bearbeiten.
Ziel muss es also sein, neben der Fachkompetenz die Handlungs- und Planungskompetenz der Lernenden zu verbessern. Sind die drei Stationen in der so beschriebenen Vorgehensweise bearbeitet worden, verfügen die Lernenden über ein solides Grundgerüst, so dass eine weiterführende Realisierung möglich ist.

Grafiken

Die Grafiken in dieser Veröffentlichung wurden alle von Martina Kremer und Dr. Dirk Bernhard erstellt.

Acknowledgement

The development has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Education and Culture DG

Lifelong Learning Programme